PATRONAT HONOROWY

Polska Izba Informatyki i Telekomunikacji

PIIT

Polski Komitet Narodowy
Międzynarodowej Unii Nauk Radiowych – URSI

URSI

XXX SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE PTZE

Jastarnia
12–15 września 2021 r.

ZASTOSOWANIA ELEKTROMAGNETYZMU WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII I MEDYCYNIE

organizacja konferencji dofinansowana ze środków

Ministra Edukacji i Nauki

Minister Edukacji i Nauki

Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu

Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy, Kraków

Centrum Badawczo-Rozwojowe Netrix S.A.

Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji, Lublin

Wydział Elektryczny, Politechnika Częstochowska

Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechnika Łódzka

POLSKIE TOWARZYSTWO ZASTOSOWAŃ ELEKTROMAGNETYZMU

Współorganizatorzy:

POLSKIE TOWARZYSTWO ZASTOSOWAŃ ELEKTROMAGNETYZMU
WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI I ENERGETYKI, UNIWERSYTET ROLNICZY, KRAKÓW
CENTRUM BADAWCZO-ROZWOJOWE NETRIX S.A.
WYŻSZA SZKOŁA EKONOMII I INNOWACJI, LUBLIN
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY, POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, ELEKTRONIKI, INFORMATYKI I AUTOMATYKI, POLITECHNIKA ŁÓDZKA

XXX SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE PTZE

ZASTOSOWANIA ELEKTROMAGNETYZMU WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII I MEDYCYNIE

Jastarnia, 12 – 15 września 2021 r.

Organizacja konferencji dofinansowana ze środków Ministra Edukacji i Nauki – umowa: DNK/SP/515140/2021

Organization of the conference co-financed by the Minister of Education and Science – agreement: DNK/SP/515140/2021

© Copyright by Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu

Warszawa 2021

ISBN 978-83-88131-03-5

POLSKIE TOWARZYSTWO ZASTOSOWAŃ ELEKTROMAGNETYZMU

XXX SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE

ZASTOSOWANIA ELEKTROMAGNETYZMU WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII I MEDYCYNIE

Jastarnia, 12 – 15 września 2021 r.

Komitet naukowy

Przewodniczący:

Mykhaylo Zagirnyak

Członkowie:

Paweł Bieńkowski
Liliana Byczkowska-Lipińska
Katarzyna Ciosk
Grzegorz Cieślar
Tomasz Dróżdż
Barbara Grochowicz
Leszek Kasprzyk
Jarosław Kieliszek
Paweł Kiełbasa
Ewa Korzeniewska
Anna Koziorowska
Andrzej Krawczyk
Roman Kubacki
Andrzej Wac-Włodarczyk
Joanna Wyszkowska
Karol Bednarek

Komitet organizacyjny

Przewodniczący:

Tomasz Rymarczyk

Członkowie:

Przemysław Adamkiewicz
Łukasz Januszkiewicz
Ewa Łada-Tondyra
Józef Mróz
Konrad Niderla
Viacheslav Prus
Mikołaj Skowron
Mariusz Tomczyk
Dariusz Wójcik

WPROWADZENIE

Tegoroczne XXX Sympozjum PTZE odbywa się w Jastarni, znanej powszechnie miejscowości wypoczynkowej na półwyspie helskim. Spotkanie w Jastarni planowane było w ubiegłym roku, ale w jego realizacji przeszkodziła pandemia. Zamiast tego spotkaliśmy się wirtualnie i, mimo braku doświadczenia w organizacji tego typu spotkań, chyba udało się nam być razem i dzielić się wynikami swoich prac, dyskutować – w jakiejś mierze udało się odtworzyć dobrą atmosferę naszych spotkań.

Mocno już ugruntowaną tradycją spotkań konferencyjnych PTZE jest to, że odbywają się one w miejscach historycznych, takich jak Kraków, Rydzyna, Zamość, Książ, Lubliniec, Sandomierz, Wieliczka czy Wrocław, ale też w miejscach ciekawych ze względu na specyfikę, jak Mierzęcin (winnice), Białowieża (puszcza), Zakopane (wiadomo), Ciechocinek (tężnie), Worliny na Warmii (jeziora), Hucisko w Jurze Krakowsko-Częstochowskiej, Racławice ze wspomnieniem zwycięskiej batalii kościuszkowskich kosynierów i, przed pandemiczną przerwą, Janów Podlaski, znany onegdaj z pięknych konii krwi arabskiej. Tym razem wybrane zostało miejsce, dające kontakt z morzem, ale też pozwalające poznać specyfikę półwyspu helskiego. Jeśli tylko będzie wystarczająco ciepło i słonecznie to oczekują nas morskie i słoneczne kąpiele. Mamy przekonanie, że, bez zaniedbywania obowiązków konferencyjnych, można będzie zrealizować wspomniane cele, jak i zrobić krótsze i dalsze wyprawy po półwyspie. Miejsce konferencji przygotowane jest również na wariant B, czyli na złą pogodę. W kompleksie hotelowym znajduje się bowiem centrum rekreacyjne z basenem, saunami, wanną z hydromasażem, łaźnią parową i siłownią.

Ale aktywność przy dobrej i przy złej pogodzie polecamy w czasie wolnym od przewidzianego programu konferencji.

Konferencje Polskiego Towarzystwa Zastosowań Elektromagnetyzmu mają od pierwszej swojej edycji charakter interdyscyplinarny. Uczestnikami spotkań naukowych PTZE są inżynierowie elektrycy, energetycy, elektronicy, ale też fizycy, biolodzy i lekarze, czasami socjologowie i prawnicy. W różnych okresach relacje ilościowe między poszczególnymi dziedzinami zmieniały się. W ostatnich latach daje się zauważyć rosnącą liczbę referatów z obszaru zastosowania pola elektromagnetycznego w medycynie i biologii, i to nie tylko ze strony lekarzy, którzy uczestniczą w konferencji, ale też od strony inżynierów i fizyków, coraz śmielej eksplorujących obszary medycyny. Z takiego połączenia mogą powstać tylko udane inicjatywy badawcze. Od kilku lat widoczny jest też udział badaczy z obszaru zastosowania pola elektromagnetycznego w biologii, a szczególnie w technologiach rolnych i spożywczych. Istnieje też problem zaradzania rozmaitym niepokojom społecznym, związanym z powszechnym występowaniem pola elektromagnetycznego w środowisku. Sposobem na poradzeniem sobie z nimi jest ich dobre, naukowe rozpoznanie. Obraz podejścia społeczeństwa polskiego do technologii związanych z polem elektromagnetycznym będzie przedstawiony na konferencji.

Istotny udział w konferencji mają też badacze, zajmujący się klasycznym związkiem elektromagnetyzmu z elektrotechniką. Prezentują oni referaty dotyczące maszyn elektrycznych, transformatorów i innych urządzeń elektrycznych, a także nowoczesnych systemów napędowych, szczególnie z wykorzystujących techniki informatyczne. W ostatnich latach widoczny jest też wzrost referatów, dotyczących nowych, niekonwencjonalnych, źródeł energii elektrycznych, wśród których dominują źródła fotowoltaiczne, ale też elektrownie wiatrowe.

Duża grupa referatów poświęcona jest technikom badania infrastruktury technicznej i obiektów biologicznych przy użyciu tomografii procesowej. Prace z tej grupy mają istotny element aplikacyjny.

Wielowątkowość aplikacji i różnorodność metod badawczych prezentowanych podczas sympozjum dają jego uczestnikom możliwość zarówno prezentacji swoich prac, niemieszczących się w klasycznych podziałach przedmiotowych i metodycznych, jak też wglądu w możliwości, jakie daje elektromagnetyzm, co może być inspiracją do tworzenia nowych obszarów badawczych.

Chcemy też zwrócić Państwa uwagę na jubileuszowy charakter naszego sympozjum – spotykamy się po raz 30-ty, a że konferencje odbywają się od samego początku istnienia Polskiego Towarzystwa Zastosowań Elektromagnetyzmu, to mamy też 30-lecie Towarzystwa. Podczas specjalnej sesji przedstawimy w skrócie historię Towarzystwa, ale też podejmiemy próbę określenia celów, do których będziemy zmierzać. W tym ostatnim liczymy bardzo na Państwa aktywny udział.

Na koniec chcemy podziękować instytucjom patronującym naszej konferencji i wspierającym nas finansowo i organizacyjnie: Polskiej Izbie informatyki i Telekomunikacji i Polskiemu Komitetowi URSI (Międzynarodowa Unia Nauk Radiowych) za objęcie naszego spotkania honorowym patronatem, a także instytucjom współorganizującym naszą konferencję: Centrum Badawczo-Rozwojowemu Netrix S.A, Wydziałowi Inżynierii Produkcji i Energetyki w krakowskim Uniwersytecie Rolniczym, Wyższej Szkole Ekonomii i Innowacji w Lublinie, Wydziałowi Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej, Wydziałowi Elektrycznemu Politechniki Częstochowskiej za wsparcie finansowe i logistyczne.

Wszystkim PT Uczestnikom sympozjum życzymy owocnych i twórczych debat, na Sali konferencyjnej i poza nią, a w chwilach wolnych od prezentowania, debatowania oraz rozwiązywania Ważnych Problemów życzymy dużo radości z przebywania razem po długiej izolacji pandemicznej i dobrego wypoczynku od codziennych zajęć.

Andrzej Krawczyk, prezes PTZE
Ewa Korzeniewska, wiceprezes PTZE
Mykhaylo Zagirnyak, przewodniczący Komitetu Naukowego
Tomasz Rymarczyk, przewodniczący Komitetu Organizacyjnego

PROGRAM XXX SYMPOZJUM PTZE

12 – 15 września 2021 r.

PROGRAMME OF THE PSAE XXX SYMPOSIUM

12 – 15 September 2021

NIEDZIELA / SUNDAY (12.09.2021)

16:00	Rejestracja uczestników / Registration
19:00	Kolacja / Dinner

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (13.09.2021)

9:00 – 10:15	**OTWARCIE I SESJA PLENARNA / OPENING SESSION AND PLENARY SESSION** ***(Chairmen: Mykhaylo Zagirnyak, Tadeusz Juliszewski)***
PONIEDZIAŁEK / MONDAY (13.09.2021)	1. **Henryka Danuta Stryczewska, Joanna Kozieł** Plazma i technologie nadprzewodnikowe w medycynie *Plasma and superconducting technologies in medicine* 2. **Karol Aniserowicz** Porównanie dwóch koncepcji modelowania uderzenia pioruna w linię napowietrzną *Comparison of two concepts for modeling of lightning strike into overhead line* 3. **Witold Sygocki, Ewa Korzeniewska** Ewaluacja na zawsze – przykłady dorobku publikacyjnego z zakresu BHP i elektromagnetyzmu *Evaluation forever – examples of publications in the field of occupational safety and electromagnetism*
10:15 – 10:45	**Przerwa na kawę / Coffee break**
SESJA I **10:45 – 12:15**	**ELEKTROMAGNETYZM W ENERGETYCE I INŻYNIERII ELEKTRYCZNEJ / ELECTROMAGNETISM IN POWER AND ELECTRICAL ENGINEERING** ***(Chairmen: Ewa Korzeniewska, Tomasz Rymarczyk)***
PONIEDZIAŁEK / MONDAY (13.09.2021)	1. **Aleksander Chudy, Henryka D. Stryczewska, Paweł A. Mazurek** Pomiary wybranych parametrów jakości energii elektrycznej a rozwój elektromobilności *Measurements of chosen power quality parameters and the development of electromobility* 2. **Anna Karbowniczak, Hubert Latała, Krzysztof Nęcka, Sławomir Kurpaska** Modelowanie układu magazynowania energii z konwersji fotoelektrycznej w baterii z konwersją fazową *Modelling of the energy storage system from photoelectric conversion in a phase conversion battery*

SESJA I
10:45 – 12:15

ELEKTROMAGNETYZM W ENERGETYCE I INŻYNIERII ELEKTRYCZNEJ / ELECTROMAGNETISM IN POWER AND ELECTRICAL ENGINEERING
(Chairmen: Ewa Korzeniewska, Tomasz Rymarczyk)

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (13.09.2021)

3. **Agnieszka Wantuch, Krzysztof Przystupa**
   Wpływ oświetlenia LED na wybrane parametry jakościowe energii elektrycznej
   Effect of LED lighting on selected quality parameters of electricity

4. **Mykhaylo Zagirnyak, Dmytro Mamchur, Serhii Husach**
   Monitorowanie stanu silnika indukcyjnego za pomocą systemu opartego na oprogramowaniu wykorzystującym środowisko Python
   Induction motor condition monitoring using Python-based system

5. **Mykyaylo Zagirnyak, Viacheslav Prus, Oleksandr Somka, Alyona Nikitina**
   Możliwość zmian stanu łożysk w działaniu maszyn elektrycznych
   Accounting for changes in the state of bearings during the operation of electric machines

6. **Anna Zielińska, Mikołaj Skowron, Andrzej Bień**
   Możliwości wykorzystania technologii blockchain w obszarze rozliczeń handlu energią elektryczną
   The possibility of using blockchain technology in the area of electricity trade settlements

7. **Paweł Czaja**
   Bezpieczeństwo pożarowe instalacji fotowoltaicznych
   Fire safety of photovoltaic installations

12:30 – 14:30 **Przerwa na lunch / Lunch break**

SESJA II
14:30 – 16:00

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION

POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W MASZYNACH I URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH / ELECTROMAGNETIC FIELD IN ELECTRICAL MACHINES AND DEVICES
(Chairmen: Mikołaj Skowron, Marek Lis)

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (13.09.2021)

1. **Janusz Baran, Andrzej Jąderko**
   Badanie układu sterowania MPPT elektrownią wiatrową z estymacją momentu i efektywnej prędkości wiatru na stanowisku laboratoryjnym
   Experimental research on an MPPT control of a wind energy conversion system with torque and wind speed estimation on a laboratory setup

2. **Vitaliy Boyarchuk, Valerii Syrotiuk, Roman Kuzminsky, Serhiy Syrotyuk, Volodymyr Halchak, Serhiy Baranovych, Kateryna Yankovska, Oksana Ftoma, Andrzej Chochowski, Pawel Obstawski, Joanna Aleksiejuk, Michal Awtoniuk, Tomasz Jakubowski, Jan Giełżecki**
   Prototyp systemu fotowoltaicznego z dwuosiowym trackerem i płaskimi koncentratorami zwierciadlanymi
   Prototype of photovoltaic system with dual axis tracker and flat mirror concentrators

3. **Andriy Chaban, Marek Lis, Andrzej Szafraniec**
   Stabilizacja napięcia pompowego układu napędowego z silnikami asynchronicznymi i synchronicznymi o podatnej transmisji ruchu
   Stabilising voltage of pumping drive systems including susceptible motion transmission asynchronous and synchronous motors

SESJA II
14:30 – 16:00

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W MASZYNACH I URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH / ELECTROMAGNETIC FIELD IN ELECTRICAL MACHINES AND DEVICES
(Chairmen: Mikołaj Skowron, Marek Lis)

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (13.09.2021)

4. **Andriy Chaban, Marek Lis, Andrzej Szafraniec, Vitaliy Levoniuk**
Analiza procesów nieustalonych w sieci elektroenergetycznej podczas zwarcia jednofazowego
Analysis of transient processes in a short-circuited power grid

5. **Aleksander Chudy, Paweł A. Mazurek**
Wprowadzenie do projektowania algorytmów zarządzających siecią dystrybucji energii z obciążeniami ładowania pojazdów
An introduction to designing algorithms for managing the energy distribution network with electric vehicle charging loads

6. **Paweł Czaja, Wojciech Pluta**
Właściwości magnetyczne rdzeni wyłączników różnicowoprądowych
Magnetic properties of the cores of residual current devices

7. **Radosław Figura, Ihor Shchur**
Analiza wpływu zjawiska zacienienia na produkcję energii elektrycznej w instalacjach fotowoltaicznych
Analysis of the effect of overshadowing exerted onto the production of the electrical energy in photovoltaic installations

8. **Łukasz Fuśnik, Paweł Zydroń, Bartłomiej Szafraniak**
Ocena i porównawcza analiza użyteczności wykorzystania do diagnostycznych testów różnych sygnałów pobudzających do wyznaczania szerokopasmowych charakterystycznych częstotliwościowych uzwojeń transformatorów energetycznych
Evaluation and comparative analysis of the usefulness of using different excitation signals for diagnostic tests to determine the broadband characteristic frequency windings of power transformers

9. **Marek Gała, Antoni Sawicki, Kazimierz Jagieła**
Wpływ zaburzeń łuków na pracę pieca stalowniczego AC
The influence of arc disturbances on the operation of AC steel furnace

10. **Marek Gała, Kazimierz Jagieła**
Analiza pracy filtru drugiej harmonicznej w układzie zasilania pieca łukowego AC
Analysis of the operation of the second harmonic filter in the AC arc furnace power supply system

11. **Marek Gała, Kazimierz Jagieła**
Badania złożonego układu napędowego młyna technologicznego
Research on the complex drive system of a technological mill

12. **Marek Gała, Kazimierz Jagieła**
Współpraca energoelektronicznego kompensatora MMC z piecem łukowym AC
Cooperation of the power electronic compensator MMC with the AC arc furnace

13. **Marek Gała, Andrzej Jąderko**
Wyznaczanie sprawności przetwarzania energii w instalacji fotowoltaicznej
Determining the efficiency of energy conversion in a photovoltaic installation

14. **Marek Gała, Andrzej Jąderko**
Systemy zasilania i optymalizacji zużycia energii elektrycznej w budynkach inteligentnych
Power supply systems and optimization of electricity consumption in intelligent buildings

SESJA II
14:30 – 16:00

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W MASZYNACH I URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH / ELECTROMAGNETIC FIELD IN ELECTRICAL MACHINES AND DEVICES
(Chairmen: Mikołaj Skowron, Marek Lis)

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (13.09.2021)

15. **Ryszard Goleman**
Hybrydowy silnik indukcyjny z uzwojeniami przekształtnika częstotliwości w układzie Scotta
Hybrid induction motor with frequency converter windings in Scott arrangement

16. **Adam Jakubas, Mariusz Najgebauer, Radosław Jastrzębski**
Wykorzystanie modelowania pętli histerezy do opisu właściwości magnetycznych rdzeni kompozytowych opartych o materiał nanokrystaliczny
Application of hysteresis loop modelling to description of soft magnetic composites cores based on nanocristalic material

17. **Adam Jakubas, Mateusz Chyra, Łukasz Suchecki, Katarzyna Mordal**
Analiza właściwości mechanicznych kompozytów do zastosowań w elektrotechnice bazujących na materiałach recyklingowych
Analysis of mechanical properties of composites for w electrotechnics based on recycled materials

18. **Beata Jakubiec**
Badania komputerowe energochłonności robota w przestrzeni roboczej
Computer studies of the energy consumption of robot in the workspace

19. **Robert Kaznowski, Dariusz Sztafrowski**
Problemy infrastrukturalne związane z funkcjonowaniem stacji ładowania pojazdów elektrycznych przy drodze o dużym natężeniu ruchu
Infrastructure problems related to the operation of electric vehicle charging stations on a road with heavy traffic

20. **Grzegorz Komarzyniec**
Analiza pracy przewodu nadprzewodnikowego HTS 2G w obwodzie zasilania odbiornika łukowego
Analysis of the operation of the HTS 2G superconducting wire in the arc device power circuit

21. **Stepan Kovalyshyn, Stephan Myagkota, Vadym Ptashnyk, Sergiy Kharchenko, Paweł Kiełbasa, Andrzej Tomporowski**
Badanie wpływu przedsiewnej stymulacji polem elektromagnetycznym rzepaku ozimego na jego właściwości spektralno-luminescencyjne
Investigation of the effect of pre-sowing electrical stimulation of winter rapeseed on its spectral-luminescent properties

22. **Stepan Kovalyshyn, Vadym Ptashnyk, Bogdan Nester, Oleksiy Shvets, Tadeusz Juliszewski, Anna Miernik, Paweł Kiełbasa**
Badanie ultraniskiej emisji fotonów nasion rzepaku stymulowanych w polu elektrycznym
Investigation of ultra-low photon emission of rapeseed seeds stimulated in an electric field

24. **Joanna Kozieł, Joanna Michałowska, Michał Majka**
Analiza porównawcza wyników pomiarów elektrycznych wykonanych podczas wybranych zabiegów kosmetycznych
Comparative analysis of the results of electrical measurements made during selected cosmetic procedures

SESJA II
14:30 – 16:00

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W MASZYNACH I URZĄDZENIACH ELEKTRYCZNYCH / ELECTROMAGNETIC FIELD IN ELECTRICAL MACHINES AND DEVICES
(Chairmen: Mikołaj Skowron, Marek Lis)

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (13.09.2021)

25. **Joanna Kozieł, Michał Majka, Damian Gnat, Yerbol Turgynbekov**
Najnowsze nadprzewodnikowe ograniczniki prądu zwarcia – przegląd wybranych rozwiązań
The latest superconducting short-circuit current limiters – review of selected solutions

26. **Michał Majka**
Metoda obliczania miedzianych krioprzepustów prądowych chłodzonych kontaktowo
Calculation method for conduction-cooled copper current leads

27. **Marcin Makówka, Adam Jakubas, Ewa Łada-Tondyra, Łukasz Suchecki**
Badania materiałowe składników wykorzystywanych w produkcji kompozytów dla przemysłu elektronicznego i elektrotechnicznego
Material investigations of components used in the production of composites for the electronics and electrotechnical industries

28. **Wojciech A. Pluta**
Wpływ częstotliwości na parametry modelu strat całkowitych w blachach elektrotechnicznych
Frequency influence on parameters of directional specific total loss model in electrical steel

29. **Andrzej Popenda**
Optymalizacja sterowania bezszczotkowym silnikiem prądu stałego
Optimization of BLDC motor control

30. **Andrzej Popenda, Andriy Chaban, Andrzej Szafraniec**
Dynamika zespołu elektromechanicznego zawierającego długie połączenie sprężyste i tłumienie drgań mechanicznych
Dynamic behaviour of electromechanical unit with long elastic coupling and damping of mechanical vibration

31. **Andrzej Popenda, Marcjan Nowak**
Wpływ algorytmu sterowania silnikiem BLDC na amplitudę drgań w układzie elektromechanicznym
Influence of the BLDC motor control – algorithm on vibrations of the drive system

32. **Marcin Tomasik, Jarosław Knaga, Stanisław Lis, Piotr Łyszczarz**
Analiza efektywności dwuosiowego układu sterowania elektrownią PV w ruchu nadążnym
Efficiency analysis of a dual-axis PV power station control system in tracking system

33. **Mykhaylo Zagirnyak, Andrii Kalinov, Viacheslav Melnykov**
Odporny na uszkodzenia system DTC IM pod wpływem uszkodzeń uzwojeń stojana
Fault-tolerant DTC IM *system under stator windings faults*

34. **Mykhaylo Zagirnyak, Tetyana Korenkova, Viktoriya Kovalchuk**
Regulacja parametrów systemu elektrohydraulicznego o zwiększonej sterowalności w stanach nieustalonych
The regulation of the parameters of an electrohydraulic complex with increased controllability in unsteady modes

16:00 – 16:30 **Przerwa na kawę / Coffee break**

S E S J A III
16:30 – 18:00

ELEKTROMAGNETYZM OBLICZENIOWY / COMPUTATIONAL ELECTROMAGNETICS
(Chairman: Anna Koziorowska, Andrzej Jąderko)

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (13.09.2021)

1. **Grzegorz Rybak, Krzysztof Strzecha, Marek Krakós, Dominik Sankowski**
   Aspekty technologiczne i architektoniczne platformy gromadzenia danych medycznych
   Technological and architectural aspects of the medical data collection platforms

2. **Andrey Grishkevich**
   Poszukiwania optymalnego pasma o danej szerokości w obszarze jednospójnym
   Search for the optimal band of a given width in a simply connected region

3. **Michał Styła, Przemysław Adamkiewicz**
   System zarządzania budynkiem wykorzystujący sztuczną inteligencję i techniki analizy zachowań mieszkańców z wykorzystaniem tomografii radiowej
   Building management system using machine intelligence and user behavior analysis techniques with the use of radio tomography

4. **Kamil Wereszczyński, Agnieszka Michalczuk, Jacek Gumiela**
   Wysokoprecyzyjne pomiary napięcia na potrzeby optycznych obliczeń kwantowych
   High precision voltage measurement for optical quantum computation

5. **Tomasz Rymarczyk, Kłosowski Grzegorz, Tomasz Cieplak, Konrad Niderla**
   Uczenie maszynowe w tomografii elektrycznej przy użyciu metody zespolonej
   Machine learning in electrical tomography using the ensemble method

6. **Stanisław Lis, Stanisław Famielec, Kamil Bojdo, Piotr Łyszczarz, Marek Machaczka**
   Optymalizacja procesu sterowania w mikrozespołach chłodzących opartych na ogniwach Peltiera
   Optimization of the control process in micro-cooling units based on Peltier cells

19:00 **Kolacja grillowa / Barbecue dinner**

WTOREK / TUESDAY (14.09.2021)

S E S J A IV
9:00 – 10:30

TECHNOLOGIE ELEKTROMAGNETYCZNE A ŚRODOWISKO / ELECTROMAGNETIC TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENT
(Chairmen: Karol Aniserowicz, Grzegorz Cieślar)

WTOREK / TUESDAY (14.09.2021)

1. **Joanna Ejdys, Urszula Soler**
   Opinia Polaków na temat zjawiska elektromagnetycznego
   The opinion of Poles on the electromagnetic phenomenon

2. **Paweł Bieńkowski, Przemysław Sobkiewicz, Bartłomiej Zubrzak**
   Możliwe oddziaływanie pola elektromagnetycznego urządzeń przemysłowych na środowisko
   Potential influence of the electromagnetic field of industrial devices on the environment

3. **Jacek Gumiela, Dariusz Sztafrowski**
   Analiza porównawcza wpływu wybranych rozwiązań konstrukcyjnych napowietrznych linii wysokiego napięcia na emisję pola elektromagnetycznego
   Analysis of the influence of construction of overhead power lines HV on the emission of electromagnetic field

SESJA IV
9:00 – 10:30

TECHNOLOGIE ELEKTROMAGNETYCZNE A ŚRODOWISKO / ELECTROMAGNETIC TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENT
(Chairmen: Karol Aniserowicz, Grzegorz Cieślar)

WTOREK / TUESDAY (14.09.2021)

4. **Andrzej Krawczyk, Ewa Korzeniewska, Jacek Stańdo**
   Właściwości PEM o częstotliwościach terahercowych w zastosowaniu do technologii 6G
   Properties of EMF with terahertz frequencies to be applied to 6G technology

5. **Roman Kubacki, Ludwika Lipińska, Rafał Przesmycki, Dariusz Laskowski**
   Porównanie własności ekranujących grafitu i grafenu w zakresie mikrofalowym
   The comparison of the graphite and graphene shielding effectiveness at microwaves

6. **Marek Kuchta, Jacek Jakubowski, Benedykt Jakubowski, Roman Kubacki, Wiesław Galewicz**
   Koncepcja sondy izotropowej do pomiaru parametrów pola elektromagnetycznego od nadajników impulsowych sygnałów mikrofalowych
   The concept of an isotropic probe for measuring electromagnetic field parameters from impulse transmitters of microwave signals

10:30 – 11:00 **Przerwa na kawę / Coffee break**

SESJA V
11:00 – 12:30

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W BIOTECHNOLOGII / ELECTROMAGNETIC FIELD IN BIOTECHNOLOGY
(Chairman: Beata Jakubiec, Agnieszka Michalczuk)

WTOREK / TUESDAY (14.09.2021)

1. **Monika Barbara Gach, Krzysztof Michalec, Bartłomiej Bednarz**
   Możliwości wykorzystania TGA, maszyny wytrzymałościowej oraz TK do pomiaru wybranych zmian strukturalnych oraz uszkodzeń w starym drewnie
   Possibilities of using TGA, a testing machine and TK to measure selected structural changes and damages in old wood

2. **Ilona Gałązka-Czarnecka, Ewa Korzeniewska, Andrzej Czarnecki**
   Modyfikacje barwy ostryżu długiego (*Curcuma Longa L.*) z wykorzystaniem PEF
   Colour modifications of turmeric rhizomes (Curcuma Longa L.) with the use of PEF

3. **Maciej Gliniak, Arkadiusz Bieszczad, Paulina Postawa**
   Wpływ zastosowania pola magnetycznego na właściwości fizyko-chemiczne osadów ściekowych
   Influence of the application of a magnetic field on the physical and chemical properties of sewage sludge

4. **Maciej Gliniak, Arkadiusz Bieszczad, Justyna Stabrawa**
   Wpływ zastosowania pola magnetycznego na właściwości biodegradacji materii organicznej w osadach ściekowych
   Influence of the application of a magnetic field on the biodegradation properties of organic matter in sewage sludge

5. **Adam Jakubas, Ewa Łada-Tondyra, Marcin Makówka, Łukasz Suchecki, Olga Kołecka, Mateusz Chyra**
   Badanie możliwości wykorzystania powłok żelaznych w konstrukcji ekranów pola elektromagnetycznego
   A study on the possibility of using iron scale in the construction of electromagnetic field shields

SESJA V
11:00 – 12:30

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W BIOTECHNOLOGII / ELECTROMAGNETIC FIELD IN BIOTECHNOLOGY
(Chairman: Beata Jakubiec, Agnieszka Michalczuk)

WTOREK / TUESDAY (14.09.2021)

6. **Anna Karbowniczak, Hubert Latała, Krzysztof Nęcka, Sławomir Kurpaska**
Modelowanie procesu magazynowania energii elektrycznej w baterii z przemianą fazową
Modelling of the electric energy storage process in a phase converting battery

7. **Leszek Kasprzyk, Damian Burzyński, Agnieszka Lewandowska, Robert Pietracho**
Modelowanie pracy ogniw paliwowych w pojazdach wodorowych
Modelling the operation of fuel cells in hydrogen vehicles

8. **Paweł Kiełbasa, Michał Rad, Ernest Popardowski, Tomasz Dróżdż**
Wpływ parametrów stymulacji materii organicznej polem elektromagnetycznym na charakterystykę i strukturę generowanej energii cieplnej
Influence of the parameters of organic matter stimulation with the electromagnetic field on the characteristics and structure of the generated thermal energy

9. **Paweł Kiełbasa, Tomasz Dróżdż, Anna Miernik**
Wpływ oddziaływania plazmy niskotemperaturowej na strukturę widma elektromagnetycznego wybranego płynu
The influence of low-temperature plasma on the electromagnetic spectrum structure of the selected liquid

10. **Sławomir Kurpaska, Katarzyna Wolny-Koładka, Klaudia Kwiecień, Hubert Latała, Mateusz Malinowski**
Analiza termomasowa i mikrobiologiczna podczas wymuszonego przepływu powietrza przez złoże kamienne
Thermo-mass and microbiological analysis during forced air flow through the stone accumulator bed

11. **Sławomir Kurpaska, Anna Krakowiak-Bal, Maciej Gliniak, Karolina Trzyniec**
Modelowanie dostaw energii do ogrzewania szklarni: podejście oparte na studium przypadku
Modeling of energy supply for heating greenhouses: an approach based on a case study

12. **Stanisław Lis, Marcin Tomasik, Tomasz Dróżdż**
Analiza układu sterowania piecem indukcyjnym
Analysis of the control system of an induction furnace

13. **Ewa Łada-Tondyra, Adam Jakubas**
Mata ze zintegrowanym systemem czujników tekstronicznych do stosowania w opiece nad osobami starszymi
Mat with an integrated textronic sensor system for use in the care of the elderly

14. **Juraj Maga, Maksim Stankevych, Pavol Findura, Paweł Kiełbasa, Peter Bartoš**
Wykorzystanie czujników optogeometrycznych do identyfikacji zróżnicowania głębokości siewu nasion
The use of optogeometric sensors to identification the depth of seed sowing

15. **Paweł A. Mazurek**
Identyfikacja poziomu mocy zaburzeń w torze zasilania reaktora Glidarc
Identification of disturbance power levels in the power supply of the Glidarc reactor

SESJA V
11:00 – 12:30

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W BIOTECHNOLOGII / ELECTROMAGNETIC FIELD IN BIOTECHNOLOGY
(Chairman: Beata Jakubiec, Agnieszka Michalczuk)

WTOREK / TUESDAY (14.09.2021)

16. **Joanna Michałowska**
Ocena ekspozycji na pole elektromagnetyczne podczas lotu helikopterem
Assessment of the Electromagnetic Field Exposure during helicopter flight

17. **Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Aneta Łopatka**
Identyfikacja stopnia rozwoju pleśni z rodzaju penicillium w substancji biologicznej przy wykorzystaniu emisji fotonowej
Identification of the degree of development of penicillium mold in a biological substance using photon emission

18. **Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Tadeusz Juliszewski, Aneta Łopatka**
Identyfikacja stopnia rozwoju pleśni z rodzaju aspergillus w substancji biologicznej przy wykorzystaniu emisji fotonowej
Identification of the degree of development of aspergillus mold in a biological substance using photon emission

19. **Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Tomasz Dróżdż**
Wpływ pulsacyjnego pola elektrycznego na śmiertelność drożdży z rodzaju *candida*
The influence of pulsed electric field on the mortality of candida yeast

20. **Anna Miernik, Tomasz Dróżdż, Paweł Kiełbasa**
Wpływ zmiennego pola elektromagnetycznego na reakcje somatyczne patogenów
The influence of variable electromagnetic field on somatic reactions of pathogens

21. **Maryna Mikhalieva, Vasyl Paracuda, Yuryi Shabatura, Krzysztof Przystupa, Lubomyra Odosii**
Metoda elektryczna kontroli wody w procesie osmozy przy standardowej mocy ultradźwięków w środowisku wodnym
Electrical method for the control water after osmosis process for the standard unit of ultrasound power in an water environment

22. **Konrad Niderla, Marcin Maciejewski, Barbara Szymona, Anna Prokopiak**
Architektura oprogramowania robota do rehabilitacji dzieci autystycznych
The robot for rehabilitation of autistic children software architecture

23. **Maciej Oziembłowski, Damian Maksimowski, Agnieszka Nawirska-Olszańska**
Właściwości reologiczne ekologicznej masy jajowej po oddziaływaniach pulsacyjnych pól elektrycznych (PEF)
Rheological properties of ecological liquid whole egg after the treatment of pulsed electric fields (PEF)

24. **Joanna Pawłat, Michał Kwiatkowski, Piotr Terebun, Zdenko Machala, Karol Hensel**
Badanie wybranych właściwości dyszy plazmowej z wyładowaniem barierowym
Evaluation of selected properties of dielectric barrier discharge plasma jet

25. **Ernest Popardowski, Paweł Kiełbasa**
Wpływ kondycjonowania drewna z drzew liściastych pulsacyjnym polem elektrycznym na charakterystykę ciepła spalania
Influence of broadleaved wood conditioning by pulsed electric field on its combustion heat characteristics

SESJA V
11:00 – 12:30

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W BIOTECHNOLOGII / ELECTROMAGNETIC FIELD IN BIOTECHNOLOGY
(Chairman: Beata Jakubiec, Agnieszka Michalczuk)

WTOREK / TUESDAY (14.09.2021)

26. **Łukasz Puzio, Joanna Michałowska**
Ocena bezpieczeństwa szkolenia lotniczego w kontekście ekspozycji pola elektromagnetycznego
Assessment of aviation training safety in the context of electromagnetic field exposure

27. **Witold Sygocki, Ewa Korzeniewska**
Czy publikować po chińsku? – przykłady artykułów z zakresu BHP i elektromagnetyzmu indeksowane w bazach
Should we publish in Chinese? – examples of articles on OSH and electromagnetism indexing in databases

28. **Serhiy Syrotyuk, Volodymyr Halchak, Vitaliy Boyarchuk, Valerii Syrotiuk, Tomasz Jakubowski, Jan Giełżecki**
Sprawność urządzeń przy wykorzystaniu systemu nadążnego za słońcem
Orientation efficiency of a sun-tracking surface

29. **Grzegorz Szewczyk, Paweł Tylek, Jakub Ptak, Dominika Gaj-Gielarowiec**
Wizualizacja stanów napięcia psychicznego operatorów maszyn leśnych
Visualization of mental stress of forest machine operators

30. **Karolina Trzyniec, Paweł Kiełbasa, Dawid Kądzioła**
Analiza poziomu koncentracji uwagi u instruktorów prawa jazdy oraz kandydatów na kierowców
Analysis of the level of attention of driving instructors and candidates for drivers

31. **Paweł Tylek**
Rozpoznawanie i analiza obrazów w ocenie zdrowotności nasion dębu
Recognition and analysis of images in the assessment of the health of oak seeds

12:30 – 14:30 **Przerwa na lunch / Lunch break**

SESJA VI
14:30 – 16:30

ELEKTROMAGNETYZM W MEDYCYNIE / ELECTROMAGNETISM IN MEDICINE

(Zebranie Polskiego Komitetu SEP ds. Zastosowań Pola Elektromagnetycznego w Medycynie
(Chairmen: Roman Kubacki, Andrzej Wac-Włodarczyk)

WTOREK / TUESDAY (14.09.2021)

1. **Grzegorz Cieślar, Karolina Sieroń, Aleksander Sieroń, Paweł Sowa**
Wpływ jednoczesnego oddziaływania pól elektromagnetycznych generowanych przez linie przesyłowe wysokiego napięcia prądu zmiennego oraz telefon komórkowy na równowagę prooksydacyjno-antyoksydacyjną w strukturach mózgu szczurów
Impact of simultaneous exposure to electromagnetic fields generated by High Voltage Alternating Current transmission lines and mobile phone on prooxidant-antioxidant balance in structures of brain in rats

2. **Anna Koziorowska, Katarzyna Kozioł, Maria Romerowicz-Misielak, Camilla Adamska, Wiktoria Czyż, Marek Koziorowski**
Czy rozbudowa infrastruktury przesyłowej energii elektrycznej ma wpływ na układ rozrodczy zwierząt żyjących w ich otoczeniu?
Does the expansion of electricity transmission infrastructure affect the reproductive system of animals living in their vicinity?

S E S J A VI
14:30 – 16:30 **ELEKTROMAGNETYZM W MEDYCYNIE / ELECTROMAGNETISM IN MEDICINE**

(Zebranie Polskiego Komitetu SEP ds. Zastosowań Pola Elektromagnetycznego w Medycynie
(Chairmen: Roman Kubacki, Andrzej Wac-Włodarczyk)

WTOREK / TUESDAY (14.09.2021)

3. **Andrzej Krawczyk, Józef Mróz, Ewa Korzeniewska**
   Elektroceutyczne metody w leczeniu cukrzycy 2 rodzaju
   Electroceutical methods in the treatment of type 2 diabetes

4. **Grzegorz Tatoń, Artur Kacprzyk, Tomasz Rok, Rafał Pawlak, Eugeniusz Rokita**
   Najnowsze wyniki badania zjawiska nadwrażliwości elektromagnetycznej w Polsce
   The latest results of the study of the phenomenon of electromagnetic hypersensitivity in Poland

5. **Łukasz Maciura, Wojciech Rosa, Dariusz Wójcik, Przemysław Adamkiewicz, Tomasz Rymarczyk**
   Mapowanie potencjału powierzchni ciała poprzez rozpoznawanie szeregów czasowych za pomocą splotowych i rekurencyjnych sieci neuronowych
   Body surface potential mapping by time series recognition using convolutional and recurrent neural networks

6. **Dariusz Wójcik, Barbara Stefaniak, Michał Woś, Bartłomiej Kiczek, Tomasz Rymarczyk, Michał Oleszek**
   Przenośny system tomografii impedancyjnej do zastosowań biomedycznych
   A portable impedance tomography system for biomedical applications

16:30 – 18:30 **Czas wolny (plaża, baseny, spacery) / Leisure time (beach, swimming pool, walking)**

19:00 – 20:00 **SESJA JUBILEUSZOWA**
(Chairmen: Antoni Cieśla, Ewa Łada-Tondyra)
Andrzej Krawczyk, Ewa Korzeniewska, Mykhaylo Zagirnyak i każdy, kto zechce przedstawić swoje uwagi o PTZE

30 lat działalności naukowej, organizacyjnej, popularyzatorskiej Polskiego Towarzystwa Zastosowań Elektromagnetyzmu – wspomnienia, refleksje, plany na przyszłość

20:00 **Uroczysta kolacja/dinner party**

ŚRODA / WEDNESDAY (15.09.2021)

SESJA VII
9:00 – 10:30

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POMIARY I TOMOGRAFIA PROCESOWA / MEASUREMENTS AND PROCESS TOMOGRAPHY
(Chairmen: Karolina Trzyniec, Bartłomiej Zubrzak)

ŚRODA / WEDNESDAY (15.09.2021)

1. **Anna Gawlak, Mirosław Kornatka**
   Zastosowanie wagi informacji w analizie efektywności pracy sieci dystrybucyjnej
   Application of the importance of information in analysis of the efficiency of a distribution network work

2. **Ryszard Goleman**
   Przykład ograniczania pola magnetycznego generowanego przez urządzenia elektryczne w obszarze pomieszczenia pracy
   An example of limiting magnetic fields generated by the electrical equipment in a work-room area

3. **Łukasz Gołąbek, Paweł Rymarczyk, Damian Pliszczuk, Tomasz Cieplak**
   Automatyczny system identyfikacji obiektów w łańcuchu dostaw oparty na technologii RFID
   Automatic system for identifying objects in the supply chain based on RFID technology

4. **Nataliya Hots, Krzysztof Przystupa**
   Symulacja wpływu wielokrotnych odbić promieniowania tła na wyniki termografii
   Simulation of the influence of multiple reflections of background radiation on the thermography results

5. **Adam Jakubas, Ewa Łada-Tondyra, Łukasz Suchecki, Marcin Makówka**
   Symulacje i badania efektywności własności ekranujących kompozytowych osłon elektromagnetycznych wykonanych z odpadów
   Simulations and tests of shielding effectiveness of composite electromagnetic shields made of waste materials

6. **Jacek Jakubowski, Marek Kuchta**
   Badanie zakłóceń wolnozmiennych w pomiarach pól elektromagnetycznych za pomocą sensora D-Dot
   Research on the low frequency disturbances in the D-Dot based measurements of electromagnetic fields

7. **Timur Kassymov, Andrés Vejar, Tomasz Rymarczyk**
   Filtrowanie predykcyjne dla akwizycji danych współbieżnych z elektrokardiogramu i częstości oddechów
   Predictive filtering for concurrent data acquisition of electrocardiogram and respiration rate

8. **Paweł Kiełbasa, Mirosław Zagórda, Tadeusz Juliszewski, Akinniyi Akinsunmade, Sylwia Tomecka, Paweł Pysz**
   Identyfikacja siły oporu roboczego narzędzia na podstawie pomiarów georadarowych
   Identification of the resistive force of the tool on the basis of georadar measurements

9. **Krzysztof Król, Tomasz Rymarczyk, Konrad Niderla, Michał Oleszek, Piotr Bożek, Paweł Tchórzewski**
   Czujniki i pomiary w otwartej architekturze do monitorowania i sterowania systemami przemysłowymi
   Sensors and measurements in open architecture for monitoring and control of industrial systems

SESJA VII
9:00 – 10:30

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POMIARY I TOMOGRAFIA PROCESOWA / MEASUREMENTS AND PROCESS TOMOGRAPHY
(Chairmen: Karolina Trzyniec, Bartłomiej Zubrzak)

ŚRODA / WEDNESDAY (15.09.2021)

10. **Krzysztof Król, Tomasz Rymarczyk, Michał Gołąbek, Dariusz Wójcik, Konrad Niderla**
Platforma tomograficzna w procesach krystalizacji
Tomographic platform in crystallization processes

11. **Łukasz Maciura, Wojciech Rosa, Dariusz Wójcik, Tomasz Rymarczyk, Michał Maj, Edward Kozłowski**
Nowy 3D algorytm segmentacji płuc w tomografii komputerowej na podstawie dwuwymiarowego algorytmu Chan – Vese
A new 3D lungs segmentation algorithm of CT series based on 2D Chan – Vese

12. **Łukasz Maciura, Dariusz Wójcik, Barbara Stefaniak, Wojciech Rosa, Michał Maj, Tomasz Rymarczyk**
Korekcja głębokiego algorytmu DBAR do rekonstrukcji obrazu w tomografii impedancyjnej
Deep DBAR algorithm correction for image reconstruction in impedance tomography

13. **Mariusz Mazurek, Konrad Kania, Tomasz Rymarczyk, Dariusz Wójcik, Przemysław Adamkiewicz, Michał Gołąbek**
Rekonstrukcja i kompresja obrazu w tomografii ultrasonograficznej z wykorzystaniem dyskretnej transformacji kosinusowej
Image reconstruction and compression in ultrasound tomography using discrete cosine transform

14. **Arkadiusz Miaskowski, Piotr Gas, Andrzej Wac-Włodarczyk**
Numeryczne szacowanie rozkładu temperatury tkanek piersi kobiecej podczas ablacji RF
Numerical estimation of temperature distribution in female breast tissues during RF ablation

15. **Tomasz Prauzner, Kacper Prauzner, Paweł Ptak, Henryk Noga, Piotr Migo**
Porównanie wyników badań QEEG ze względu na środowisko otoczenia
Comparison of QEEG test results with regard to the environment

16. **Bartosz Przysucha, Dariusz Wójcik, Tomasz Rymarczyk, Michał Woś**
Zależności informacyjne w obrazowaniu potencjału powierzchni ciała w kanałach pomiarowych za pomocą dyskretnej transformaty kosinusowej
Information dependencies in body surface potential mapping measurement channels discrete cosine transform

17. **Paweł Ptak, Tomasz Prauzner, Henryk Noga, Piotr Migo**
Badanie cewek indukcyjnych przy wykorzystaniu programu symulacyjnego NI MULTISIM
Testing induction coils using a NI MULTISIM simulation program

18. **Paweł Rymarczyk, Łukasz Gołąbek, Tomasz Cieplak**
Metody analizy zachowań konsumentów na podstawie map ciepła i algorytmów uczenia maszynowego
Methods of analyzing consumer behavior on the basis of heat maps and machine learning algorithms

SESJA VII
9:00 – 10:30

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POMIARY I TOMOGRAFIA PROCESOWA / MEASUREMENTS AND PROCESS TOMOGRAPHY
(Chairmen: Karolina Trzyniec, Bartłomiej Zubrzak)

ŚRODA / WEDNESDAY (15.09.2021)

19. **Tomasz Rymarczyk, Kłosowski Grzegorz, Edward Kozłowski, Jan Sikora, Przemysław Adamkiewicz**
Zwiększenie dokładności obrazu tomograficznego poprzez optymalizację algorytmu uczenia maszynowego
Increasing the accuracy of the tomographic image by optimizing the machine learning algorithm

20. **Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski, Monika Kulisz**
Rozpoznawanie defektów za pomocą algorytmu klasyfikującego opartego na głębokiej konwolucyjnej sieci neuronowej
Defect recognition using a classifying algorithm based on transfer learning with deep convolutional neural network

21. **Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski, Paweł Rymarczyk, Jan Sikora, Przemysław Adamkiewicz, Michał Oleszek**
Dopasowanie uczenia maszynowego w tomografii elektrycznej do analizy wilgotności ścian
Fine-tuning of machine learning in electrical tomography to analysis of moisture in walls

22. **Michał Styła, Przemysław Adamkiewicz**
Hybrydowy system nawigacji wewnętrznej z wykorzystaniem komercyjnych technologii radiowych i technik obrazowania radiotomograficznego
Hybrid indoor navigation system with the use of commercial radio technologies and radiotomographic imaging techniques

23. **Paweł Surdacki**
Zastosowanie nadprzewodników w projekcie reaktora termojądrowego typu stellarator
The use of superconductors in a design fusion reactor of the stellarator type

24. **Paweł Surdacki, Łukasz Woźniak**
Wpływ parametrów taśm nadprzewodnikowych na ograniczanie prądów w stanach przejściowych transformatora nadprzewodnikowego
Influence of parameters of superconducting tapes on limiting of currents in transient states of a superconducting transformer

25. **Bartłomiej Szafraniak, Łukasz Fuśnik, Paweł Zydroń**
Zastosowanie spektroskopii dielektrycznej i niskosygnałowych modeli obwodowych do analizy właściwości warystorowych ograniczników przepięć poddanych narażeniom przepięciowym
Application of dielectric spectroscopy and low-signal circuit models to analyze properties of MOV subjected to overvoltage stresses

26. **Patrycja Szczakowska, Agnieszka Wosiak, Liliana Byczkowska-Lipińska**
Augmentacja danych pochodzących z sygnałów EEG w procesie rozpoznawania emocji
Data augmentation for EEG signals in the emotion recognition process

27. **Dariusz Sztafrowski, Edyta Szczuka**
Badania wpływu pola magnetycznego 50 Hz na wyniki pomiaru aktywności elektrodermalnej
Research on the 50 Hz magnetic field influence on the results of the electrodermal activity measurement

SESJA VII
9:00 – 10:30

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POMIARY I TOMOGRAFIA PROCESOWA / MEASUREMENTS AND PROCESS TOMOGRAPHY
(Chairmen: Karolina Trzyniec, Bartłomiej Zubrzak)

ŚRODA / WEDNESDAY (15.09.2021)

28. **Piotr Wiśniowski, Roman Kubacki, Marek Kuchta**
Dwuzakresowa antena mikropaskowa dla systemu 5G
Two frequency ranges of the microstrip antenna for 5G system

29. **Michał Wodziński, Justyna Szabat, Wojciech Ciesielski, Radosław Krzywicki, Paweł Jankowski**
Projekt zintegrowanego interaktywnego systemu komunikacji dla przestrzeni publicznej (totem multimedialny)
The project of an integrated interactive communication system for the public space (multimedia totem)

30. **Dariusz Wójcik, Bartosz Przysucha, Michał Gołąbek, Elżbieta Wośko, Tomasz Rymarczyk, Przemysław Adamkiewicz**
Obrazowanie w wysokiej rozdzielczości za pomocą ultradźwiękowej tomografii odbiciowej
High-resolution imaging by ultrasound reflection tomography

31. **Ewa Korzeniewska**
Phereclos – łódzki klaster edukacyjny w Politechnice Łódzkiej
Phereclos – local educational cluster in Lodz University of Technology

10:30 – 11:00 **Przerwa na kawę / Coffee break**

SESJA VIII
11:00 – 12:30

ELEKTROMAGNETYZM W BIOTECHNOLOGII / ELECTROMAGNETISM IN BIOTECHNOLOGY
(Chairmen: Paweł Bieńkowski, Grzegorz Tatoń)

ŚRODA / WEDNESDAY (15.09.2021)

1. **Michał Aftyka, Grzegorz Komarzyniec**
Wpływ architektury zasilacza plazmotronu łukowego na efektywność zużycia energii elektrycznej w procesach oczyszczania gazów
Plasmotron power supply on the efficiency of electricity consumption in gas purification processes

2. **Daniele Cecchetti, Joanna Wyszkowska, Adriana Szmidt-Jaworska, Agnieszka Pawełek**
Efekty fizjologiczne i biochemiczne u bobiku (*Vicia faba L. (partim)*) po przedsiewnej ekspozycji na pole elektromagnetyczne
Physiological and biochemical effects in field beans (vicia faba l. (partim)) after pre-sowing exposure to electromagnetic field

3. **Antoni Cieśla, Mikołaj Skowron**
Modelowanie zjawiska kolmatacji w obecności silnego pola magnetycznego
Modeling of the colmatation phenomenon in the strong magnetic field

4. **Oleksii Hyka, Andrés Vejar, Tomasz Rymarczyk**
System współanalizy danych potencjałów powierzchniowych na tkankach biologicznych
System codesign for surface potentials data analysis on biological tissues

5. **Ewa Łada-Tondyra, Adam Jakubas, Michał Figiel**
Badania i analiza właściwości ekranowania pola elektromagnetycznego materiałów tekstylnych z powłoką elektroprzewodzącą
The research and the analysis of electromagnetic field shielding properties of the textile materials with an electroconductive coating

S E S J A VIII **11:00 – 12:30**	**ELEKTROMAGNETYZM W BIOTECHNOLOGII / ELECTROMAGNETISM IN BIOTECHNOLOGY** ***(Chairmen: Paweł Bieńkowski, Grzegorz Tatoń)***
ŚRODA / WEDNESDAY (15.09.2021)	6. **Radosław Wąsik, Krzysztof Michalec** Przykład zastosowania analizy obrazu do pomiaru wybranych cech makrostruktury drewna *An example of the use of image analysis to measure selected features of the macrostructure of wood*
	7. **Tomasz Szabała, Andrés Vejar, Tomasz Rymarczyk** Elastyczny fantom płuc do badań obrazowania układu oddechowego *Soft robotic lungs phantom for respiratory imaging studies*
12:30	**Zakończenie konferencji / Closing Cremony**
12:45	**Lunch**

SPIS REFERATÓW

1. Michał Aftyka, Grzegorz Komarzyniec 41
Plasmotron power supply on the efficiency of electricity consumption in gas purification processes
Wpływ architektury zasilacza plazmotronu łukowego na efektywność zużycia energii elektrycznej w procesach oczyszczania gazów

2. Karol Aniserowicz 43
Comparison of two concepts for modeling of lightning strike into overhead line
Porównanie dwóch koncepcji modelowania uderzenia pioruna w linię napowietrzną

3. Janusz Baran, Andrzej Jąderko 46
Badanie układu sterowania MPPT elektrownią wiatrową z estymacją momentu i efektywnej prędkości wiatru na stanowisku laboratoryjnym
Experimental research on an MPPT control of a wind energy conversion system with torque and wind speed estimation on a laboratory setup

4. Paweł Bieńkowski, Przemysław Sobkiewicz, Bartłomiej Zubrzak 48
Potencjalne oddziaływanie pola elektromagnetycznego urządzeń przemysłowych na środowisko
Potential influence of the electromagnetic field of industrial devices on the environment

5. Vitaliy Boyarchuk, Valerii Syrotiuk, Roman Kuzminsky, Serhiy Syrotyuk, Volodymyr Halchak, Serhiy Baranovych, Kateryna Yankovska, Oksana Ftoma, Andrzej Chochowski, Pawel Obstawski, Joanna Aleksiejuk, Michal Awtoniuk, Tomasz Jakubowski, Jan Giełżecki 50
Prototype of photovoltaic system with dual axis tracker and flat mirror concentrators
Prototyp systemu fotowoltaicznego z dwuosiowym trackerem i płaskimi koncentratorami zwierciadlanymi

6. Daniele Cecchetti, Joanna Wyszkowska, Adriana Szmidt-Jaworska, Agnieszka Pawełek 52
Physiological and biochemical effects in field beans (vicia faba l. (partim)) after pre-sowing exposure to electromagnetic field
Efekty fizjologiczne i biochemiczne u bobiku (Vicia faba L. (partim)) po przedsiewnej ekspozycji na pole elektromagnetyczne

7. Andriy Chaban, Marek Lis, Andrzej Szafraniec 54
Stabilizacja napięcia pompowego układu napędowego z silnikami asynchronicznymi i synchronicznymi o podatnej transmisji ruchu
Stabilising voltage of pumping drive systems including susceptible motion transmission asynchronous and synchronous motors

8. Andriy Chaban, Marek Lis, Andrzej Szafraniec, Vitaliy Levoniuk 56
Analiza procesów nieustalonych w sieci elektroenergetycznej podczas zwarcia jednofazowego
Analysis of transient processes in a short-circuited power grid

9. Aleksander Chudy, Paweł A. Mazurek 58
Wprowadzenie do projektowania algorytmów zarządzających siecią dystrybucji energii z obciążeniami ładowania pojazdów
An introduction to designing algorithms for managing the energy distribution network with electric vehicle charging loads

10. Aleksander Chudy, Henryka D. Stryczewska, Paweł A. Mazurek 60
Pomiary wybranych parametrów jakości energii elektrycznej a rozwój elektromobilności
Measurements of chosen power quality parameters and the development of electromobility

11. Antoni Cieśla, Mikołaj Skowron 62
Modelowanie zjawiska kolmatacji w obecności silnego pola magnetycznego
Modeling of the colmatation phenomenon in the strong magnetic field

12. Grzegorz Cieślar, Karolina Sieroń, Aleksander Sieroń, Paweł Sowa 65
Wpływ jednoczesnego oddziaływania pól elektromagnetycznych generowanych przez linie przesyłowe wysokiego napięcia prądu zmiennego oraz telefon komórkowy na równowagę prooksydacyjno-antyoksydacyjną w strukturach mózgu szczurów
Impact of simultaneous exposure to electromagnetic fields generated by high voltage alternating current transmission lines and mobile phone on prooxidant-antioxidant balance in structures of brain in rats

13. Paweł Czaja 67
Bezpieczeństwo pożarowe instalacji fotowoltaicznych
Fire safety of photovoltaic installations

14. Paweł Czaja, Wojciech Pluta 70
Właściwości magnetyczne rdzeni wyłączników różnicowoprądowych
Magnetic properties of the cores of residual current devices

15. Joanna Ejdys, Urszula Sorel 72
Opinia Polaków na temat zjawiska elektromagnetycznego
The opinion of Poles on the electromagnetic phenomenon

16. Radosław Figura, Ihor Shchur 74
Analiza wpływu zjawiska zacienienia na produkcję energii elektrycznej w instalacjach fotowoltaicznych
Analysis of the effect of overshadowing exerted onto the production of the electrical energy in photovoltaic installations

17. Łukasz Fuśnik, Paweł Zydroń, Bartłomiej Szafraniak 77
Evaluation and comparative analysis of the usefulness of using different excitation signals for diagnostic tests to determine the broadband characteristic frequency windings of power transformers
Ocena i porównawcza analiza użyteczności wykorzystania do diagnostycznych testów różnych sygnałów pobudzających do wyznaczania szerokopasmowych charakterystycznych częstotliwościowych uzwojeń transformatorów energetycznych

18. Monika Barbara Gach, Krzysztof Michalec, Bartłomiej Bednarz 79
Możliwości wykorzystania TGA, maszyny wytrzymałościowej oraz TK do pomiaru wybranych zmian strukturalnych oraz uszkodzeń w drewnie starym
Possibilities of using TGA, a testing machine and TK to measure selected structural changes and damages in old wood

19. Marek Gała, Kazimierz Jagieła 81
Analiza pracy filtru drugiej harmonicznej w układzie zasilania pieca łukowego AC
Analysis of the operation of the second harmonic filter in the AC arc furnace power supply system

20. Marek Gała, Kazimierz Jagieła 84
Badania złożonego układu napędowego młyna technologicznego
Research on the complex drive system of a technological mill

21. Marek Gała, Kazimierz Jagieła 87
Współpraca energoelektronicznego kompensatora MMC z piecem łukowym AC
Cooperation of the power electronic compensator MMC with the AC arc furnace

22. Marek Gała, Andrzej Jąderko 89
Systemy zasilania i optymalizacji zużycia energii elektrycznej w budynkach inteligentnych
Power supply systems and optimization of electricity consumption in intelligent buildings

23. Marek Gała, Andrzej Jąderko 92
Wyznaczanie sprawności przetwarzania energii w instalacji fotowoltaicznej
Determining the efficiency of energy conversion in a photovoltaic installation

24. Marek Gała, Antoni Sawicki, Kazimierz Jagieła 94
Wpływ zaburzeń łuków na pracę pieca stalowniczego AC
The influence of arc disturbances on the operation of AC steel furnace

25. Ilona Gałązka-Czarnecka, Ewa Korzeniewska, Andrzej Czarnecki 96
Modyfikacje barwy turmeric rhizomes (Curcuma longa L.) z wykorzystaniem PEF
Colour modifications of turmeric rhizomes (Curcuma Longa L.) with the use of PEF

26. Anna Gawlak, Mirosław Kornatka 98
Zastosowanie wagi informacji w analizie efektywności pracy sieci dystrybucyjnej
Application of the importance of information in analysis of the efficiency of a distribution network work

27. Maciej Gliniak, Arkadiusz Bieszczad, Paulina Postawa 100
Wpływ zastosowania pola magnetycznego na właściwości fizyko-chemiczne osadów ściekowych
Influence of the application of a magnetic field on the physical and chemical properties of sewage sludge

28. Maciej Gliniak, Arkadiusz Bieszczad, Justyna Stabrawa 102
Wpływ zastosowania pola magnetycznego na właściwości biodegradacji materii organicznej w osadach ściekowych
Influence of the application of a magnetic field on the biodegradation properties of organic matter in sewage sludge

29. Ryszard Goleman 104
Hybrydowy silnik indukcyjny z uzwojeniami przekształtnika częstotliwości w układzie Scotta
Hybrid induction motor with frequency converter windings in Scott arrangement

30. Ryszard Goleman 105
Przykład ograniczania pola magnetycznego generowanego przez urządzenia elektryczne w obszarze pomieszczenia pracy
An example of limiting magnetic fields generated by the electrical equipment in a work-room area

31. Łukasz Gołąbek, Paweł Rymarczyk, Damian Pliszczuk, Tomasz Cieplak 106
Automatic system for identifying objects in the supply chain based on RFID technology
Automatyczny system identyfikacji obiektów w łańcuchu dostaw oparty na technologii RFID

32. Andrey Grishkevich 108
Search for the optimal band of a given width in a simply connected region
Poszukiwania optymalnego pasma o danej szerokości w obszarze jednospójnym

33. Jacek Gumiela, Dariusz Sztafrowski 110
Analiza porównawcza wpływu wybranych rozwiązań konstrukcyjnych napowietrznych linii wysokiego napięcia na emisję pola elektromagnetycznego
Analysis of the influence of construction of overhead power lines HV on the emission of electromagnetic field

34. Nataliya Hots, Krzysztof Przystupa 112
Simulation of the influence of multiple reflections of background radiation on the thermography results
Symulacja wpływu wielokrotnych odbić promieniowania tła na wyniki termografii

35. Oleksii Hyka, Andrés Vejar, Tomasz Rymarczyk 114
System codesign for surface potentials data analysis on biological tissues
System współanalizy danych potencjałów powierzchniowych na tkankach biologicznych

36. Adam Jakubas, Mateusz Chyra, Łukasz Suchecki, Katarzyna Mordal 116
Analiza właściwości mechanicznych kompozytów do zastosowań w elektrotechnice bazujących na materiałach recyklingowych
Analysis of mechanical properties of composites for w electrotechnics based on recycled materials

37. Adam Jakubas, Ewa Łada-Tondyra, Marcin Makówka, Łukasz Suchecki, Olga Kołecka, Mateusz Chyra 118
A study on the possibility of using iron scale in the construction of electromagnetic field shields
Badanie możliwości wykorzystania powłok żelaznych w konstrukcji ekranów pola elektromagnetycznego

38. Adam Jakubas, Ewa Łada-Tondyra, Łukasz Suchecki, Marcin Makówka 120
Simulations and tests of shielding effectiveness of composite electromagnetic shields made of waste materials
Symulacje i badania efektywności własności ekranujących kompozytowych osłon elektromagnetycznych wykonanych z odpadów

39. Adam Jakubas, Mariusz Najgebauer, Radosław Jastrzębski 122
Wykorzystanie modelowania pętli histerezy do opisu właściwości magnetycznych rdzeni kompozytowych opartych o materiał nanokrystaliczny
Application of hysteresis loop modelling to description of soft magnetic composites cores based on nanocristalic material

40. Beata Jakubiec 124
Badania komputerowe energochłonności robota w przestrzeni roboczej
Computer studies of the energy consumption of robot in the workspace

41. Jacek Jakubowski, Marek Kuchta 126
Badanie zakłóceń wolnozmiennych w pomiarach pól elektromagnetycznych za pomocą sensora D-Dot
Research on the low frequency disturbances in the D-Dot based measurements of electromagnetic fields

42. Anna Karbowniczak, Hubert Latała, Krzysztof Nęcka, Sławomir Kurpaska 128
Modeling of the electric energy storage process in a phase converting battery
Modelowanie procesu magazynowania energii elektrycznej w baterii z przemianą fazową

43. Anna Karbowniczak, Hubert Latała, Krzysztof Nęcka, Sławomir Kurpaska 130
Modeling of the energy storage system from photoelectric conversion in a phase conversion battery
Modelowanie układu magazynowania energii z konwersji fotoelektrycznej w baterii z konwersją fazową

44. Leszek Kasprzyk, Damian Burzyński, Agnieszka Lewandowska, Robert Pietracho 133
Modelowanie pracy ogniw paliwowych w pojazdach wodorowych
Modelling the operation of fuel cells in hydrogen vehicles

45. Timur Kassymov, Andrés Vejar, Tomasz Rymarczyk 136
Predictive filtering for concurrent data acquisition of electrocardiogram and respiration rate
Filtrowanie predykcyjne dla akwizycji danych współbieżnych z elektrokardiogramu i częstości oddechów

46. Robert Kaznowski, Dariusz Sztafrowski 138
Problemy infrastrukturalne związane z funkcjonowaniem stacji ładowania pojazdów elektrycznych przy drodze o dużym natężeniu ruchu
Infrastructure problems related to the operation of electric vehicle charging stations on a road with heavy traffic

47. Paweł Kiełbasa, Tomasz Dróżdż, Anna Miernik 141
Wpływ oddziaływania plazmy niskotemperaturowej na strukturę widma elektromagnetycznego wybranego płynu
The influence of low-temperature plasma on the electromagnetic spectrum structure of the selected liquid

48. Paweł Kiełbasa, Michał Rad, Ernest Popardowski, Tomasz Dróżdż 143
Wpływ parametrów stymulacji materii organicznej polem elektromagnetycznym na charakterystykę i strukturę generowanej energii cieplnej
Influence of the parameters of organic matter stimulation with the electromagnetic field on the characteristics and structure of the generated thermal energy

49. Paweł Kiełbasa, Mirosław Zagórda, Tadeusz Juliszewski, Akinniyi Akinsunmade, Sylwia Tomecka, Paweł Pysz 146
Identyfikacja siły oporu roboczego narzędzia na podstawie pomiarów georadarowych
Identification of the resistive force of the tool on the basis of georadar measurements

50. Grzegorz Komarzyniec 148
Analysis of the operation of the HTS 2G superconducting wire in the arc device power circuit
Analiza pracy przewodu nadprzewodnikowego HTS 2G w obwodzie zasilania odbiornika łukowego

51. Stepan Kovalyshyn, Stephan Myagkota, Vadym Ptashnyk, Sergiy Kharchenko, Paweł Kiełbasa, Andrzej Tomporowski 150
Investigation of the effect of pre-sowing electrical stimulation of winter rapeseed on its spectral-luminescent properties
Badanie wpływu przedsiewnej stymulacji polem elektromagnetycznym rzepaku ozimego na jego właściwości spektralno-luminescencyjne

52. Stepan Kovalyshyn, Vadym Ptashnyk, Bogdan Nester, Oleksiy Shvets, Tadeusz Juliszewski, Anna Miernik, Paweł Kiełbasa 153
Investigation of ultra-low photon emission of rapeseed seeds stimulated in an electric field
Badanie ultraniskiej emisji fotonów nasion rzepaku stymulowanych w polu elektrycznym

53. Joanna Kozieł, Michał Majka, Damian Gnat, Yerbol Turgynbekov 155
Najnowsze nadprzewodnikowe ograniczniki prądu zwarcia – przegląd wybranych rozwiązań
The latest superconducting short-circuit current limiters – review of selected solutions

54. Joanna Kozieł, Joanna Michałowska, Michał Majka 157
Analiza porównawcza wyników pomiarów elektrycznych wykonanych podczas wybranych zabiegów kosmetycznych
Comparative analysis of the results of electrical measurements made during selected cosmetic procedures

55. Anna Koziorowska, Katarzyna Kozioł, Maria Romerowicz-Misielak, Camilla Adamska, Wiktoria Czyż, Marek Koziorowski 159
Czy rozbudowa infrastruktury przesyłowej energii elektrycznej ma wpływ na układ rozrodczy zwierząt żyjących w ich otoczeniu?
Does the expansion of electricity transmission infrastructure affect the reproductive system of animals living in their vicinity?

56. Andrzej Krawczyk, Ewa Korzeniewska, Jacek Stańdo 161
Właściwości PEM o częstotliwościach terahercowych w zastosowaniu do technologii 6G
Properties of EMF with terahertz frequencies to be applied to 6G technology

57. Andrzej Krawczyk, Józef Mróz, Ewa Korzeniewska 163
Elektroceutyczne metody w leczeniu cukrzycy 2 rodzaju
Electroceutical methods in the treatment of type 2 diabetes

58. Krzysztof Król, Tomasz Rymarczyk, Michał Gołąbek, Dariusz Wójcik, Konrad Niderla 166
Tomographic platform in crystallization processes
Platforma tomograficzna w procesach krystalizacji

59. Krzysztof Król, Tomasz Rymarczyk, Konrad Niderla, Michał Oleszek, Piotr Bożek, Paweł Tchórzewski 168
Sensors and measurements in open architecture for monitoring and control of industrial systems
Czujniki i pomiary w otwartej architekturze do monitorowania i sterowania systemami przemysłowymi

60. Roman Kubacki, Ludwika Lipińska, Rafał Przesmycki, Dariusz Laskowski 170
Porównanie własności ekranujących grafitu i grafenu w zakresie mikrofalowym
The comparison of the graphite and graphene shielding effectiveness at microwaves

61. Marek Kuchta, Jacek Jakubowski, Benedykt Jakubowski, Roman Kubacki, Wiesław Galewicz 172
Koncepcja sondy izotropowej do pomiaru parametrów pola elektromagnetycznego od nadajników impulsowych sygnałów mikrofalowych
The concept of an isotropic probe for measuring electromagnetic field parameters from impulse transmitters of microwave signals

62. Sławomir Kurpaska, Anna Krakowiak-Bal, Maciej Gliniak, Karolina Trzyniec 175
Modeling of energy supply for heating greenhouses: an approach based on a case study
Modelowanie dostaw energii do ogrzewania szklarni: podejście oparte na studium przypadku

63. Sławomir Kurpaska, Katarzyna Wolny-Koładka, Klaudia Kwiecień, Hubert Latała, Mateusz Malinowski 177
Thermo-mass and microbiological analysis during forced air flow through the stone accumulator bed
Analiza termomasowa i mikrobiologiczna podczas wymuszonego przepływu powietrza przez złoże kamienne

64. Stanisław Lis, Stanisław Famielec, Kamil Bojdo, Piotr Łyszczarz, Marek Machaczka 179
Optymalizacja procesu sterowania w mikrozespołach chłodzących opartych na ogniwach Peltiera
Optimization of the control process in micro-cooling units based on Peltier cells

65. Stanisław Lis, Marcin Tomasik, Tomasz Dróżdż 181
Analiza układu sterowania piecem indukcyjnym
Analysis of the control system of an induction furnace

66. Ewa Łada-Tondyra, Adam Jakubas 183
Mata ze zintegrowanym systemem czujników tekstronicznych do stosowania w opiece nad osobami starszymi
Mat with an integrated textronic sensor system for use in the care of the elderly

67. Ewa Łada-Tondyra, Adam Jakubas, Michał Figiel 185
The research and the analysis of electromagnetic field shielding properties of the textile materials with an electroconductive coating
Badania i analiza właściwości ekranowania pola elektromagnetycznego materiałów tekstylnych z powłoką elektroprzewodzącą

68. Łukasz Maciura, Wojciech Rosa, Dariusz Wójcik, Przemysław Adamkiewicz, Tomasz Rymarczyk 187
Body surface potential mapping time series recognition using convolutional and recurrent neural networks
Mapowanie potencjału powierzchni ciała poprzez rozpoznawanie szeregów czasowych za pomocą splotowych i rekurencyjnych sieci neuronowych

69. Łukasz Maciura, Wojciech Rosa, Dariusz Wójcik, Tomasz Rymarczyk, Michał Maj, Edward Kozłowski 190
A new 3D lungs segmentation algorithm of CT series based on 2D CHAN – VESE
Nowy 3D algorytm segmentacji płuc w tomografii komputerowej na podstawie dwuwymiarowego algorytmu Chan – Vese

70. Łukasz Maciura, Dariusz Wójcik, Barbara Stefaniak, Wojciech Rosa, Michał Maj, Tomasz Rymarczyk 192
Deep DBAR algorithm correction for image reconstruction in impedance tomography
Korekcja głębokiego algorytmu DBAR do rekonstrukcji obrazu w tomografii impedancyjnej

71. Juraj Maga, Maksim Stankevych, Pavol Findura, Paweł Kiełbasa, Peter Bartoš 195
Wykorzystanie czujników optogeometrycznych do identyfikacji zróżnicowania głębokości siewu nasion
The use of optogeometric sensors to identification the depth of seed sowing

72. Michał Majka 197
Metoda obliczania miedzianych krioprzepustów prądowych chłodzonych kontaktowo
Calculation method for conduction-cooled copper current leads

73. Marcin Makówka, Adam Jakubas, Ewa Łada-Tondyra, Łukasz Suchecki 199
Material investigations of components used in the production of composites for the electronics and electrotechnical industries
Badania materiałowe składników wykorzystywanych w produkcji kompozytów dla przemysłu elektronicznego i elektrotechnicznego

74. Mariusz Mazurek, Konrad Kania, Tomasz Rymarczyk, Dariusz Wójcik, Przemysław Adamkiewicz, Michał Gołąbek 201
Image reconstruction and compression in ultrasound tomography using discrete cosine transform
Rekonstrukcja i kompresja obrazu w tomografii ultrasonograficznej z wykorzystaniem dyskretnej transformacji kosinusowej

75. Paweł A. Mazurek 203
Identyfikacja poziomu mocy zaburzeń w torze zasilania reaktora Glidarc
Identification of disturbance power levels in the power supply of the Glidarc reactor

76. Arkadiusz Miaskowski, Piotr Gas, Andrzej Wac-Włodarczyk 205
Numeryczne szacowanie rozkładu temperatury tkanek piersi kobiecej podczas ablacji RF
Numerical estimation of temperature distribution iIn female breast tissues during RF ablation

77. Joanna Michałowska 207
Ocena ekspozycji na pole elektromagnetyczne podczas lotu helikopterem
Assessment of the Electromagnetic Field Exposure during helicopter flight

78. Anna Miernik, Tomasz Dróżdż, Paweł Kiełbasa 209
Wpływ zmiennego pola elektromagnetycznego na reakcje somatyczne patogenów
The influence of variable electromagnetic field on somatic reactions of pathogens

79. Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Tomasz Dróżdż 211
Wpływ pulsacyjnego pola elektrycznego na śmiertelność drożdży z rodzaju candida
The influence of pulsed electric field on the mortality of candida yeast

80. Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Tadeusz Juliszewski, Aneta Łopatka 214
Identyfikacja stopnia rozwoju pleśni z rodzaju aspergillus w substancji biologicznej przy wykorzystaniu emisji fotonowej
Identification of the degree of development of aspergillus mold in a biological substance using photon emission

81. Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Aneta Łopatka 216
Identyfikacja stopnia rozwoju pleśni z rodzaju penicillium w substancji biologicznej przy wykorzystaniu emisji fotonowej
Identification of the degree of development of penicillium mold in a biological substance using photon emission

82. Maryna Mikhalieva, Vasyl Paracuda, Yuryi Shabatura, Krzysztof Przystupa, Lubomyra Odosii 219
Electrical method for the control water after osmosis process for the standard unit of ultrasound power in an water environment
Metoda elektryczna kontroli wody w procesie osmozy przy standardowej mocy ultradźwięków w środowisku wodnym

83. Konrad Niderla, Marcin Maciejewski, Barbara Szymona, Anna Prokopiak 221
The robot for rehabilitation of autistic children software architecture
Architektura oprogramowania robota do rehabilitacji dzieci autystycznych

84. Maciej Oziembłowski, Damian Maksimowski, Agnieszka Nawirska-Olszańska 224
Właściwości reologiczne ekologicznej masy jajowej po oddziaływaniach pulsacyjnych pól elektrycznych (PEF)
Rheological properties of ecological liquid whole egg after the treatment of pulsed electric fields (PEF)

85. Joanna Pawłat, Michał Kwiatkowski, Piotr Terebun, Zdenko Machala, Karol Hensel 227
Evaluation of selected properties of dielectric barrier discharge plasma JET
Badanie wybranych właściwości dyszy plazmowej z wylądowaniem barierowym

86. Wojciech A. Pluta 228
Frequency influence on parameters of directional specific total loss model in electrical steel
Wpływ częstotliwości na parametry modelu strat całkowitych w blachach elektrotechnicznych

87. Ernest Popardowski, Paweł Kiełbasa 230
Wpływ kondycjonowania drewna z drzew liściastych pulsacyjnym polem elektrycznym na charakterystykę ciepła spalania
Influence of broadleaved wood conditioning by pulsed electric field on its combustion heat characteristics

88. Andrzej Popenda 233
Optymalizacja sterowania bezszczotkowym silnikiem prądu stałego
Optimization of BLDC motor control

89. Andrzej Popenda, Andriy Chaban, Andrzej Szafraniec 235
Dynamika zespołu elektromechanicznego zawierającego długie połączenie sprężyste i tłumienie drgań mechanicznych
Dynamic behaviour of electromechanical unit with long elastic coupling and damping of mechanical vibration

90. Andrzej Popenda, Marcjan Nowak 237
Wpływ algorytmu sterowania silnikiem BLDC na amplitudę drgań w układzie elektromechanicznym
Influence of the BLDC motor control - algorithm on vibrations of the drive system

91. Tomasz Prauzner, Kacper Prauzner, Paweł Ptak, Henryk Noga, Piotr Migo 239
Porównanie wyników badań QEEG ze względu na środowisko otoczenia
Comparison of QEEG test results with regard to the environment

92. Bartosz Przysucha, Dariusz Wójcik, Tomasz Rymarczyk, Michał Woś 241
Information dependencies in body surface potential mapping measurement channels
Zależności informacyjne w obrazowaniu potencjału powierzchni ciała w kanałach pomiarowych za pomocą dyskretnej transformaty kosinusowej

93. Paweł Ptak, Tomasz Prauzner, Henryk Noga, Piotr Migo 243
Badanie cewek indukcyjnych przy wykorzystaniu programu symulacyjnego NI MULTISIM
Testing induction coils using a NI MULTISIM simulation program

94. Łukasz Puzio, Joanna Michałowska 246
Ocena bezpieczeństwa szkolenia lotniczego w kontekście ekspozycji pola elektromagnetycznego
Assessment of aviation training safety in the context of electromagnetic field exposure

95. Grzegorz Rybak, Krzysztof Strzecha, Marek Krakós, Dominik Sankowski 248
Aspekty technologiczne i architektoniczne platformy gromadzenia danych medycznych
Technological and architectural aspects of the medical data collection platforms

96. Paweł Rymarczyk, Łukasz Gołąbek, Tomasz Cieplak 252
Methods of analyzing consumer behavior on the basis of heat maps and machine learning algorithms
Metody analizy zachowań konsumentów na podstawie map ciepła i algorytmów uczenia maszynowego

97. Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski, Tomasz Cieplak, Konrad Niderla 254
Machine learning in electrical tomography using the ensemble method
Uczenie maszynowe w tomografii elektrycznej przy użyciu metody zespolonej

98. Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski, Edward Kozłowski, Jan Sikora, Przemysław Adamkiewicz 256
Increasing the accuracy of the tomographic image by optimizing the machine learning algorithm
Zwiększenie dokładności obrazu tomograficznego poprzez optymalizację algorytmu uczenia maszynowego

99. Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski, Monika Kulisz 258
Defect recognition using a classifying algorithm based on transfer learning with deep convolutional neural network
Rozpoznawanie defektów za pomocą algorytmu klasyfikującego opartego na głębokiej konwolucyjnej sieci neuronowej

100. Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski, Paweł Rymarczyk, Jan Sikora, Przemysław Adamkiewicz, Michał Oleszek 260
Fine-tuning of machine learning in electrical tomography to analysis of moisture in walls
Dopasowanie uczenia maszynowego w tomografii elektrycznej do analizy wilgotności ścian

101. Henryka Danuta Stryczewska, Joanna Kozieł 262
Plasma and superconducting technologies in medicine
Plazma i technologie nadprzewodnikowe w medycynie

102. Michał Styła, Przemysław Adamkiewicz 264
Building management system using machine intelligence and user behavior analysis techniques with the use of radio tomography
System zarządzania budynkiem wykorzystujący sztuczną inteligencję i techniki analizy zachowań mieszkańców z wykorzystaniem tomografii radiowej

103. Michał Styła, Przemysław Adamkiewicz 266
Hybrid indoor navigation system with the use of commercial radio technologies and radiotomographic imaging techniques
Hybrydowy system nawigacji wewnętrznej z wykorzystaniem komercyjnych technologii radiowych i technik obrazowania radiotomograficznego

104. Paweł Surdacki 268
Zastosowanie nadprzewodników w projekcie reaktora termojądrowego typu stellarator
The use of superconductors in a design fusion reactor of the stellarator type

105. Paweł Surdacki, Łukasz Woźniak 272
Wpływ parametrów taśm nadprzewodnikowych na ograniczanie prądów w stanach przejściowych transformatora nadprzewodnikowego
Influence of parameters of superconducting tapes on limiting of currents in transient states of a superconducting transformer

106. Witold Sygocki, Ewa Korzeniewska 276
Czy publikować po chińsku? – przykłady artykułów z zakresu BHP i elektromagnetyzmu indeksowanych w bazach
Should we publish in Chinese? – examples of articles on OSH and electromagnetism indexing in databases

107. Witold Sygocki, Ewa Korzeniewska 279
Ewaluacja na zawsze – przykłady dorobku publikacyjnego z zakresu BHP i elektromagnetyzmu
Evaluation forever – examples of publications in the field of occupational safety and electromagnetism

108. Serhiy Syrotyuk, Volodymyr Halchak, Vitaliy Boyarchuk, Valerii Syrotiuk, Tomasz Jakubowski, Jan Giełżecki 282
Orientation efficiency of a Sun-tracking surface
Sprawność urządzeń przy wykorzystaniu systemu nadążnego za słońcem

109. Tomasz Szabała, Andrés Vejar, Tomasz Rymarczyk 284
Soft robotic lungs phantom for respiratory imaging studies
Elastyczny fantom płuc do badań obrazowania układu oddechowego

110. Bartłomiej Szafraniak, Łukasz Fuśnik, Paweł Zydroń 286
Application of dielectric spectroscopy and low-signal circuit models to analyze properties of MOV subjected to overvoltage stresses
Zastosowanie spektroskopii dielektrycznej i niskosygnałowych modeli obwodowych do analizy właściwości warystorowych ograniczników przepięć poddanych narażeniom przepięciowym

111. Patrycja Szczakowska, Agnieszka Wosiak, Liliana Byczkowska-Lipińska 288
Augmentacja danych pochodzących z sygnałów EEG w procesie rozpoznawania emocji
Data augmentation for EEG signals in the emotion recognition process

112. Grzegorz Szewczyk, Paweł Tylek, Jakub Ptak, Dominika Gaj-Gielarowiec 290
Wizualizacja stanów napięcia psychicznego operatorów maszyn leśnych
Visualization of mental stress of forest machine operators

113. Dariusz Sztafrowski, Edyta Szczuka 292
Badania wpływu pola magnetycznego 50 Hz na wyniki pomiaru aktywności elektrodermalnej
Research on the 50 Hz magnetic field influence on the results of the electrodermal activity measurement

114. Grzegorz Tatoń, Artur Kacprzyk, Tomasz Rok, Rafał Pawlak, Eugeniusz Rokita 295
Najnowsze wyniki badania zjawiska nadwrażliwości elektromagnetycznej w Polsce
The latest results of the study of the phenomenon of electromagnetic hypersensitivity in Poland

115. Marcin Tomasik, Jarosław Knaga, Stanisław Lis, Piotr Łyszczarz 297
Analiza efektywności dwuosiowego układu sterowania elektrownią PV w ruchu nadążnym
Efficiency analysis of a dual-axis PV power station control system in tracking system

116. Karolina Trzyniec, Paweł Kiełbasa, Dawid Kądzioła 299
Analiza poziomu koncentracji uwagi u instruktorów prawa jazdy oraz kandydatów na kierowców
Analysis of the level of attention of driving instructors and candidates for drivers

117. Paweł Tylek 301
Rozpoznawanie i analiza obrazów w ocenie zdrowotności nasion dębu
Recognition and analysis of images in the assessment of the health of oak seeds

118. Agnieszka Wantuch, Krzysztof Przystupa 303
Wpływ oświetlenia LED na wybrane parametry jakościowe energii elektrycznej
Effect of LED lighting on selected quality parameters of electricity

119. Radosław Wąsik, Krzysztof Michalec 305
Przykład zastosowania analizy obrazu do pomiaru wybranych cech makrostruktury drewna
An example of the use of image analysis to measure selected features of the macrostructure of wood

120. Kamil Wereszczyński, Agnieszka Michalczuk, Jacek Gumiela 307
High precision voltage measurement for optical quantum computation
Wysokoprecyzyjne pomiary napięcia na potrzeby optycznych obliczeń kwantowych

121. Piotr Wiśniowski, Roman Kubacki, Marek Kuchta 310
Dwuzakresowa antena mikropaskowa dla systemu 5G
Two frequency ranges of the microstrip antenna for 5G system

122. Michał Wodziński, Justyna Szabat, Wojciech Ciesielski, Radosław Krzywicki, Paweł Jankowski 312
The project of an integrated interactive communication system for the public space (multimedia totem)
Projekt zintegrowanego interaktywnego systemu komunikacji dla przestrzeni publicznej (totem multimedialny)

123. Dariusz Wójcik, Bartosz Przysucha, Michał Gołąbek, Elżbieta Wośko, Tomasz Rymarczyk, Przemysław Adamkiewicz 314
High-resolution imaging by ultrasound reflection tomography
Obrazowanie w wysokiej rozdzielczości za pomocą ultradźwiękowej tomografii odbiciowej

124. Dariusz Wójcik, Barbara Stefaniak, Michał Woś, Bartłomiej Kiczek, Tomasz Rymarczyk, Michał Oleszek 316
A portable impedance tomography system for biomedical applications
Przenośny system tomografii impedancyjnej do zastosowań biomedycznych

125. Mykhaylo Zagirnyak, Andrii Kalinov, Viacheslav Melnykov 319
Fault-tolerant DTC IM system under stator windings faults
Odporny na uszkodzenia system DTC IM pod wpływem uszkodzeń uzwojeń stojana

126. Mykhaylo Zagirnyak, Tetyana Korenkova, Viktoriya Kovalchuk 321
The regulation of the parameters of an electrohydraulic complex with increased controllability in unsteady modes
Regulacja parametrów systemu elektrohydraulicznego o zwiększonej sterowalności w stanach nieustalonych

127. Mykhaylo Zagirnyak, Dmytro Mamchur, Serhii Husach 323
Induction motor condition monitoring using Python-based system
Monitorowanie stanu silnika indukcyjnego za pomocą systemu opartego na oprogramowaniu wykorzystującym środowisko Python

128. Mykhaylo Zagirnyak, Viacheslav Prus, Oleksandr Somka, Alyona Nikitina 326
Accounting for changes in the state of bearings during the operation of electric machines
Możliwość zmian stanu łożysk w działaniu maszyn elektrycznych

129. Anna Zielińska, Mikołaj Skowron, Andrzej Bień 328
Możliwości wykorzystania technologii blockchain w obszarze rozliczeń handlu energią elektryczną
The possibility of using blockchain technology in the area of electricity trade settlements

PLASMOTRON POWER SUPPLY ON THE EFFICIENCY OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN GAS PURIFICATION PROCESSES

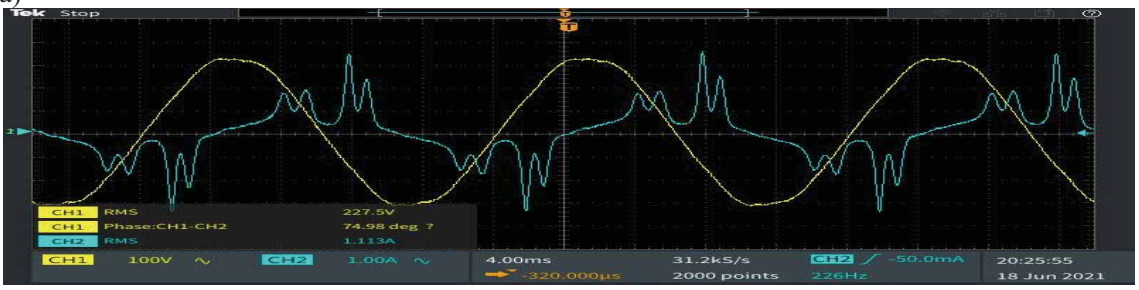
Michał AFTYKA, Grzegorz KOMARZYNIEC

Lublin University of Technology
Department of Electrical Engineering and Electrotechnologies

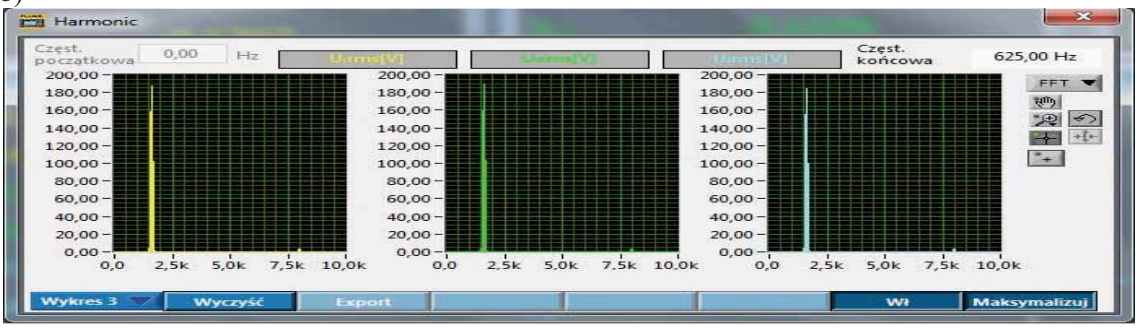
The ever-increasing industrialisation of the environment entails an increase in air pollution. This necessitates the use of cleaning and dedusting technologies. Plasma reactors are devices that neutralise dangerous gas emissions into the atmosphere [1]. There are many technical solutions using plasma generators that can be used to reduce chemical pollutants. One solution is to use a multi-electrode reactor with a gliding arc discharge for gas purification. The electricity for the gas cleaning process is drawn directly from the power supply and then fed to the plasma reactor after conversion [2]. The electricity consumption of the reactors in plasma-chemical processes determines the efficiency and cost-effectiveness of their application. A plasma reactor is an unusual non-linear load whose operating characteristics depend on many power supply parameters. Power supplies are usually supplied with electricity from local mains [5]. The consumption of distorted electrical energy by non-linear loads with low power factor and high content of higher harmonics leads to mains disturbances and more expensive electricity charges [3,6]. The construction of a power supply, the type of core, the parameters of electrical circuits, the system of windings' connections, directly affects the parameters of consumed electricity. There are many power supply designs, however, the article considers three that take advantage of the non-linear properties of magnetic circuits of transformers in a special design[4]. The first power supply design discussed is the "integrated" system, which performs in one device two functions of the main electrode supply and the ignition electrode supply. The second design is a system built of three single-phase transformers with amorphous cores with an additional electronic module for supplying the reactor ignition electrode. The third design is a three-phase transformer with five-column cores with wound edge columns used to power the reactor ignition electrode. Photographs of the power supplies are shown in Fig. 1. The power supplies have been tested in idle operation, in short-circuit measurement condition and under plasma reactor load. Power parameters such as power factor, THD_U, THD_I were measured in the tests. An example of the analysis is shown in Fig. 2. The comparison of the above mentioned power supplies can contribute to the optimisation of the selection of a suitable power source architecture for powering a sliding arc discharge plasma reactor.

Fig. 1. Power supplies for a sliding discharge plasma reactor: a) transformer power supply, b) integrated power supply, c) five-column power supply

a)



b)



c)

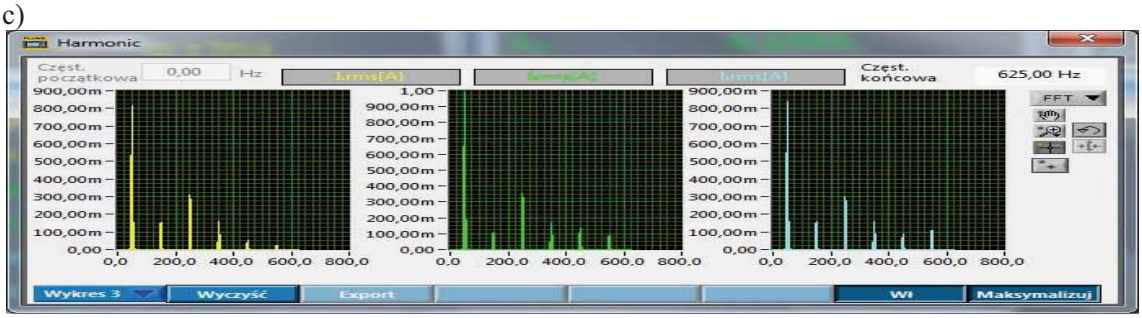


Fig. 2. Results of analysis of the integrated power supply a) oscillogram of current and voltage drawn by the integrated power supply, b) THD_U, c) THD_I

References

[1] H. D. Stryczewska, Plasma Technologies in Energy and Environmental Engineering (Technologie plazmowe w energetyce i inżynierii środowiska), Lublin University of Technology Publishing House, Lublin, 2009

[2] H. D. Stryczewska, G. Komarzyniec, J. Diatczyk, Influence of power source parameters on the characteristics of the sliding arc plasma reactor (Wpływ parametrów źródła zasilającego na charakterystyki reaktora plazmowego ze ślizgającym się łukiem elektrycznym), Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 84 NR 7/2008

[3] E. Cadler, K. Herlender., Electromagnetic compatibility and non-linear low-voltage equipment (Kompatybilność elektromagnetyczna a odbiorniki nieliniowe niskiego napięcia), Publisher „Energetyka", Marzec 2008

[4] Ph. G. Rutberg, A. A. Safronov, S. D. Popov, A. V. Surov, Gh. V. Nakonechny, Investigation of voltage and current variations in a multiphase AC electric arc system, 12th International Congress on Plasma Physics, 25-29 October, Nice (France) 2004

[5] PN-EN 61000-3-12, Electromagnetic compatibility. Limits for harmonic currents produced by consumers which may be connected to the public low-voltage supply system with a phase supply current greater than 16 A and less than or equal to 75 A

[6] Ordinance of the Minister for Economy and Labour of 20 December 2004 on the detailed conditions for connecting entities to the electricity network and on the operation and use of these networks

COMPARISON OF TWO CONCEPTS FOR MODELING OF LIGHTNING STRIKE INTO OVERHEAD LINE

Karol ANISEROWICZ

Politechnika Białostocka

Numerical or experimental simulations of currents caused by direct lightning strike into various structures need significant effort during modeling so as to get an acceptable approximation to the real phenomenon. One of the problems to be solved is the model of the lightning itself. A model of a long lightning channel (up to several kilometers) should be applied to avoid simulation errors. However, this causes substantial increase of computer effort necessary for numerical simulations and considerable difficulties when constructing a sufficiently tall experimental stand. This is why lumped generators are used in many studies for modeling the lightning current. Disregarding the impact of the electromagnetic field accompanying the long lightning channel can lead to errors that may be unacceptably large [1, 2]. However, lumped generators are in use for estimation of lightning threat in specific cases (leading often to inconsistent results).

In this paper, a comparison of lightning currents calculated in a model of an overhead transmission line is done using two different models of lightning. The first model simulates an experimental setup with a lumped current generator (Fig. 1a). The second one takes into account the length of the lightning channel (Fig. 1b), thus reproducing the electromagnetic coupling to the analyzed structure.

The line dimensions are close to those used in Poland for 110 kV lines. Only towers and shielding wires (used for the lightning protection) are taken into account. The AC wires are not modeled. The ground (located at coordinate $z = 0$) and all the wires are assumed to be perfectly conducting.

Calculations were performed in the frequency domain using the Method of Moments (AWAS-2 computer code [2, 3]). The transformation to the time domain was done using the Discrete Fourier Transform: 1024 samples, $\Delta f = 1$ kHz (the Gibbs effect is almost negligible here – see Fig. 2).

Lightning strikes the line in the middle. The double-exponential lightning current waveform of 20 kA, 2/50 µs is injected into the line (in segment no. 362, Fig. 1). The models with the lumped current generator and with the lightning antenna model consist of 362 and 511 segments, respectively.

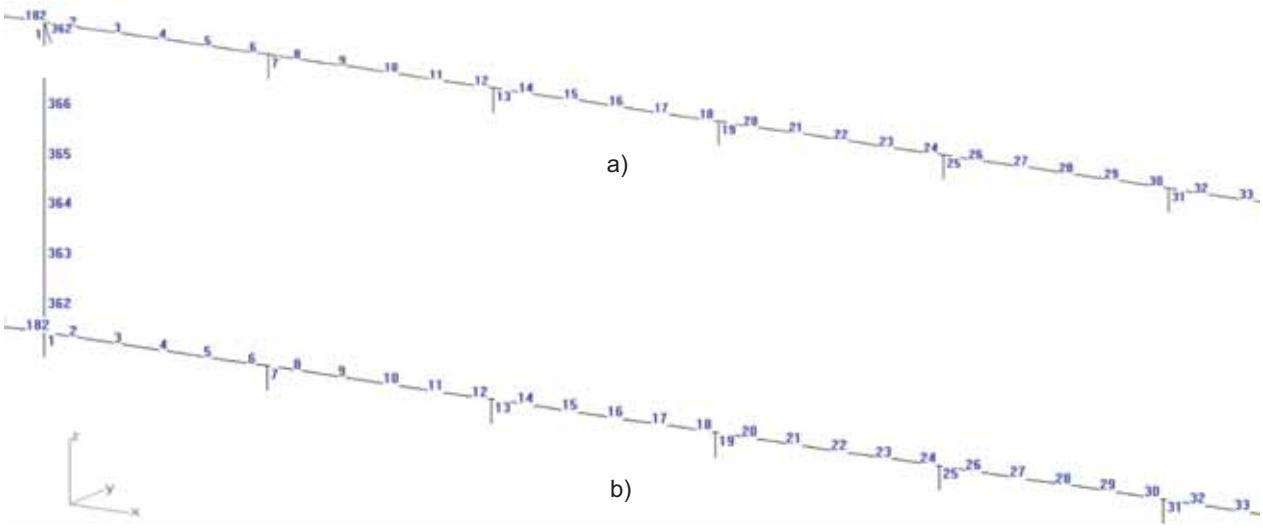


Fig. 1. Fragments of two analyzed models of the line, segments close to the middle of the line, one side

The assumed dimensions of the line model are as follows:
- towers – height of 25 m, radius of 1 m;
- line section length (distance between towers) – 250 m;
- length of segments of shielding wires – 50 m; wire radius – 5.5 mm (cross section of 95 mm^2);
- line total length – 15 km (60 sections);
- lightning channel model – height 7525 m, radius 5 cm, divided into segments of length of 50 m, the *RL* load uniformly distributed along the channel, $R_d = 1$ Ω/m, $L_d = 4.5$ μH/m.

The current waveforms calculated in selected segments are presented in Fig. 2. The oscillations visible in the plots are related to a loop formed by the shielding wire, two neighboring towers and their underground image.

The period T of the resonance can be calculated as follows:

$$\lambda = 2 \times (2 \times 25 + 250)\ \text{m} = 600\ \text{m},\ f = c/\lambda = 500\ \text{kHz},\ T = 2\ \mu\text{s}$$

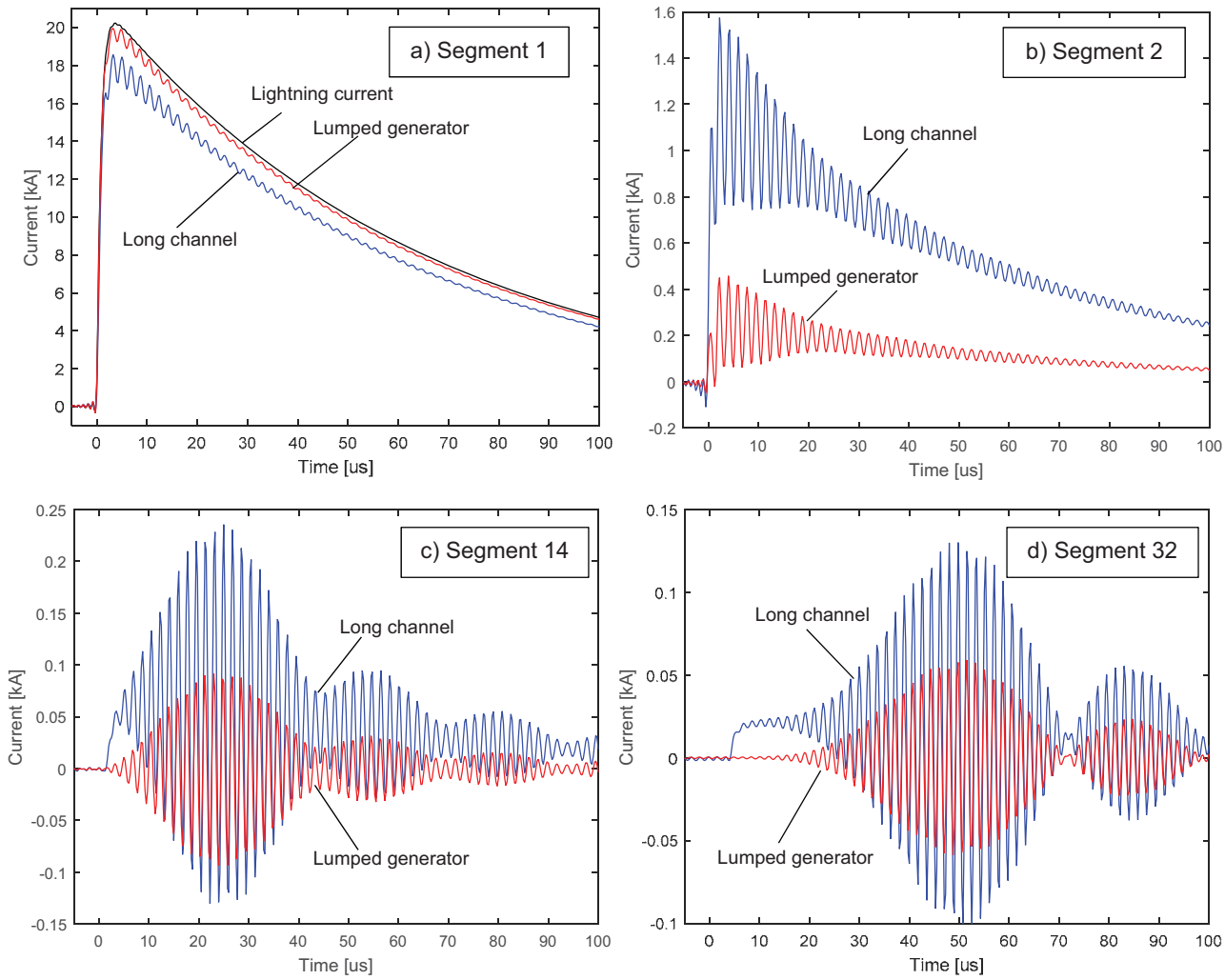


Fig. 2. Current waveforms calculated in selected segments

Due to the relatively large line section length, the analysis of the lightning threat of the tower directly hit by lightning (segment no. 1) may be considered acceptable without taking the radiation of the lightning channel into account. A lumped current generator may be used instead (Fig. 2a). This is because the major part of the lightning current flows down the tower being hit. However, if one wants to analyze currents in the shielding wires and in the subsequent towers, then the electromagnetic coupling between the long lightning channel and the analyzed structure cannot be neglected.

Literature

[1] Cristina S., Orlandi A., "Lightning channel's influence on currents and electromagnetic fields in a building struck by lightning," in *Proc. IEEE Int. Symp. Electromagn. Compat.*, pp. 338-342, 1990.
[2] Aniserowicz K., *Analysis of electromagnetic compatibility problems in extensive objects under lightning threat* (monograph, in Polish, available at http://pbc.biaman.pl/dlibra), Bialystok 2005.
[3] Djordjevic A. R., Bazdar M. B., Petrovic V. V., Olcan D. I., Sarkar T. K., Harrington R. F., *AWAS 2.0 for Windows: Analysis of Wire Antennas and Scatterers*, Artech House, 2002.

This work was realized in the Bialystok University of Technology, Poland, and supported by the Polish Ministry of Education and Science under Rector's Project WZ/WE-IA/1/2020.

BADANIE UKŁADU STEROWANIA MPPT ELEKTROWNIĄ WIATROWĄ Z ESTYMACJĄ MOMENTU I EFEKTYWNEJ PRĘDKOŚCI WIATRU NA STANOWISKU LABORATORYJNYM

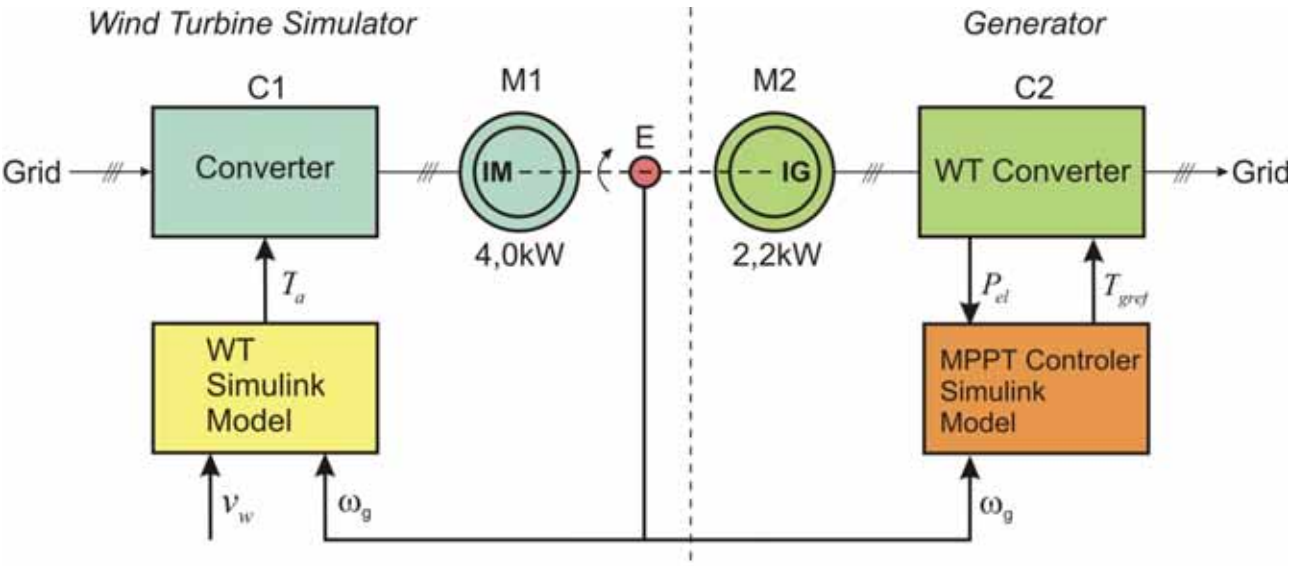
Janusz BARAN, Andrzej JĄDERKO

Politechnika Częstochowska

Opis stanowiska badawczego

Do badań eksperymentalnych wykorzystano zmodyfikowane stanowisko pomiarowe – emulator elektrowni wiatrowej opisane w [1]. Schemat blokowy stanowiska badawczego pokazano na rysunku 1. Stanowisko składa się z sześciu zasadniczych elementów:

1. silnik asynchroniczny klatkowy SZJe34b (M1) o następujących parametrach: 4.0 kW, 380 V, 8.5 A, 1430 rpm;
2. przemiennik częstotliwości Schneider ALTIVAR 71 (C1) o mocy 11 kW;
3. silnik asynchroniczny SZUe46a (M2) o następujących parametrach: 2.2 kW, 380 V, 5.7 A, 950 rpm;
4. przemiennik częstotliwości MMB 005 AC (C2) ze sterownikiem elektrowni wiatrowej;
5. model turbiny wiatrowej w środowisku MatlabSimulink;
6. model układu sterowania MPPT w środowisku MatlabSimulink.



Rys. 1. Schemat blokowy stanowiska badawczego

Przemiennik częstotliwości (C1) służy do sterowania silnikiem (M1) w trybie zadawania momentu. Silnik indukcyjny (M1) wytwarza moment obrotowy, którego aktualna wartość T_a odpowiada zadanej prędkości wiatru V_w. Wielkość proporcjonalna do aktualnego momentu aerodynamicznego na wale turbiny wiatrowej jest wyliczana jako wielkość wyjściowa z modelu matematycznego turbiny wiatrowej wykonanego w środowisku Matlab-Simulink i zadawana do przekształtnika C1 w postaci analogowej poprzez kartę z przetwornikiem DAC. Wielkościami wejściowymi do modelu turbiny są: wartość chwilowa efektywnej prędkości wiatru V_w, której profil jest zadawany wewnątrz modelu Simulinka oraz mierzona wartość prędkości

obrotowej wału układu ω_g. Model turbiny wiatrowej zawiera nieliniową zależność współczynnika wykorzystania mocy C_p od wyróżnika szybkobieżności $\lambda=\omega_t R/V_w$ (tip-speed ratio, gdzie: ω_t – prędkość obrotowa turbiny, R – promień łopaty wirnika turbiny), jako funkcji charakteryzującej sprawność przetwarzania energii wiatru w energię mechaniczną przenoszoną na wale turbiny.

Prędkość obrotowa wału odpowiada prędkości generatora (M2) z zastosowaniem przekładni. Silnik indukcyjny (M2) pracuje jako generator elektrowni wiatrowej. Przemiennik częstotliwości (C2) z układem sterowania multiskalarnego maszyną indukcyjną [2] służy do wymuszania momentu generatora (M2) z zastosowaniem algorytmu śledzenia mocy maksymalnej (MPPT).

Regulacja prędkości z estymacją momentu i efektywnej prędkości wiatru

Rozpatrywane jest działanie WECS w strefie słabych i średnich efektywnych prędkości wiatru V_w. Celem sterowania w tej strefie jest przechwytywanie przez turbinę wiatrową mocy aerodynamicznej P_a z maksymalną efektywnością określaną przez współczynnik wykorzystania energii wiatru $C_p(\lambda)=P_t/P_a$, gdzie: P_t – moc mechaniczna wytwarzana przez turbinę. Moc mechaniczna i moment obrotowy wytwarzane przez turbinę [3, 4]:

$$P_t = \frac{1}{2}\pi\rho R^2 C_p(\lambda) V_w^3, \quad T_t = \frac{P_t}{\omega_t} = K\omega_t^2, \text{ gdzie } K = \frac{1}{2}\pi\rho R^5 \frac{C_p}{\lambda^3} \quad ,$$

gdzie: ρ – gęstość powietrza. Celem sterowania jest utrzymywanie WECS w punkcie pracy o maksymalnej wartości C_{pmax} występującej dla pewnej optymalnej wartości λ_{opt}. Efektywna prędkość wiatru nie jest wielkością mierzalną (anemometry mierzą prędkość wiatru punktowo i w pewnej odległości od wirnika turbiny) i w związku z tym stosuje się układy odtwarzające V_w na podstawie dostępnych i estymowanych zmiennych stanu oraz znanej dla danej konstrukcji zależności $C_p(\lambda)$.

W stanowisku badawczym zastosowano układ sterowania MPPT (maximum power point tracking) z estymacją momentu aerodynamicznego i efektywnej prędkości wiatru opisany w [5] i wykonany w środowisku Matlab-Simulink [6]. Wielkościami wejściowymi układu sterowania są: moc elektryczna P_a oddawana przez przekształtnik C2 do sieci oraz prędkość generatora ω_g. Wielkością wyjściową układu sterowania jest aktualna wartość zadana momentu generatora T_{gref}.

Badania eksperymentalne układu sterowania przeprowadzono z zastosowaniem znormalizowanego modelu wiatru opisanego w PN-EN 61400-2 [7].

Literatura

[1] Baran J., Jąderko A., Stanowisko laboratoryjne z silnikami indukcyjnymi do emulacji turbiny wiatrowej, Przegląd Elektrotechniczny, 94 (2018) nr 12, ss. 174-177

[2] Krzemiński Z., Cyfrowe sterowanie maszynami asynchronicznymi, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Postępy Napędu Elektrycznego i Energoelektroniki, PAN Komitet Elektrotechniki, 2001

[3] Bianchi F., De Battista H., Mantz R., Wind Turbine Control Systems. Principles, Modelling and Gain Scheduling Design, Springer, 2007

[4] Bourlis D., A Complete Control Scheme for Variable Speed Stall Regulated Wind Turbines, in: Fundamental and Advanced Topics in Wind Power, Ed. by R.Carriveau, InTech, pp. 309-338, 2011

[5] Baran J., Jąderko A., An MPPT Control of a PMSG-Based WECS with Disturbance Compensation and Wind Speed Estimation, *Energies,* 2020, 13(23), 6344, doi: 10.3390/en13236344

[6] Simscape Electrical User's Guide, The Mathworks Inc., 2019

[7] Jąderko A., Badania symulacyjne układu sterowania turbiną wiatrową z generatorem indukcyjnym, Przegląd Elektrotechniczny, 91 (2015) nr 12, ss. 110-113

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

POTENCJALNE ODDZIAŁYWANIE POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO URZĄDZEŃ PRZEMYSŁOWYCH NA ŚRODOWISKO

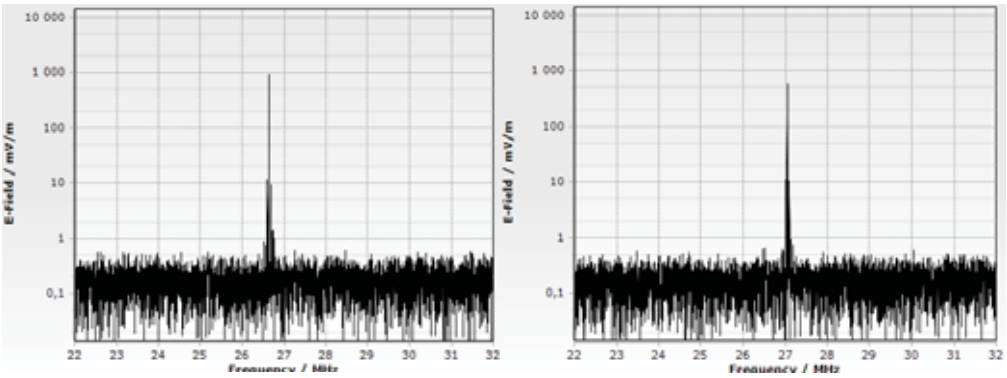
Paweł BIEŃKOWSKI, Przemysław SOBKIEWICZ, Bartłomiej ZUBRZAK

Politechnika Wrocławska

Pole elektromagnetyczne jest jednym z czynników fizycznych, którego oddziaływanie podlega kontroli zarówno w środowisku pracy jak i środowisku ogólnym. Z punktu widzenia oddziaływania na środowisko ogólne najistotniejszymi źródłami PEM są instalacje radiokomunikacyjne i elektroenergetyczne najwyższych napięć. Instalacje takie podlegają ocenie oddziaływania PEM na podstawie odpowiednich przepisów ustawy Prawo ochrony środowiska. Jednocześnie energia elektromagnetyczna wykorzystywana jest w wielu procesach technologicznych w przemyśle, nauce i medycynie – zastosowania te ogólnie określa się skrótem ISM. Ze względu na potrzebę gospodarowania widmem elektromagnetycznym, na potrzeby ISM przydzielono odpowiednie pasma częstotliwości i w tych zakresach urządzenia te powinny pracować. Pasma ISM dopuszczone do użytku w Polsce to między innymi: 6,75 MHz, 13,55 MHz, 27,12 MHz, 40,6 MHz, 433 MHz, 868 MHz i 2,45 GHz.

Istnieje szereg urządzeń, które pracują na częstotliwościach bardzo niskich – np. grzejnictwo indukcyjne – częstotliwości od ok. kilkuset Hz do kilkudziesięciu kHz – te zakresy nie są wprost normowane i w zasadzie można przyjąć, że jeżeli tylko nie kolidują z częstotliwościami pracy nadajników radiowych oraz częstotliwości pośredniej wykorzystywanej w odbiornikach radiowych 450-460 kHz – nie powinny być uciążliwe dla innych systemów radiowych. Należy również wspomnieć o paśmie 915 MHz, które owszem jest pasmem ISM – ale nie w Europie, dlatego urządzeń pracujących w tym paśmie (a spotyka się takie w przemyśle) w Polsce używać nie wolno.

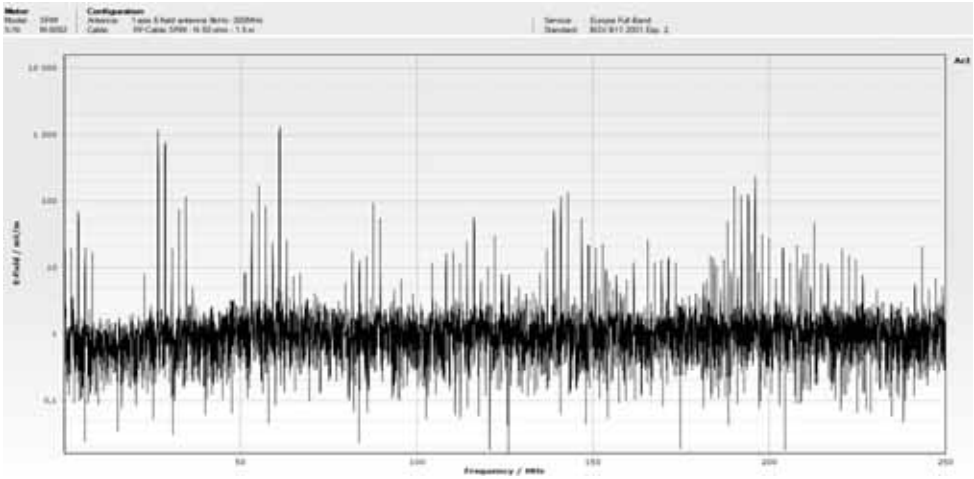
Wymienione powyżej pasma są przeznaczone w pierwszej kolejności dla zastosowań ISM – ale nie tylko – w pasmach tych pracują również tak zwane „nielicencjonowane systemy radiowe" – np. CB radio, WiFi, Bluetooth itp. Należy podkreślić, że to ISM jest na tych pasmach „gospodarzem" i ewentualne zarzuty o zakłócanie innych służb pracujących w pasmach ISM jest nieuzasadnione i nie może być podstawą zaskarżenia urządzeń ISM – ale jednocześnie należy zadbać, aby ISM spełniało wszelkie wymagania – w szczególności praca w zakresach przydzielonych częstotliwości – a nie „trochę obok" – co może zdarzać się szczególnie układom pracującym w pasmach 13, 27 i 40 MHz. Przykład takiej odstrojonej zgrzewarki – o częstotliwości zmieniającej się trakcie procesu dostrajania mocy – przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Zmienność częstotliwości pracy zgrazewarki dielektrycznej w czasie dostrajania mocy zgrzewu.

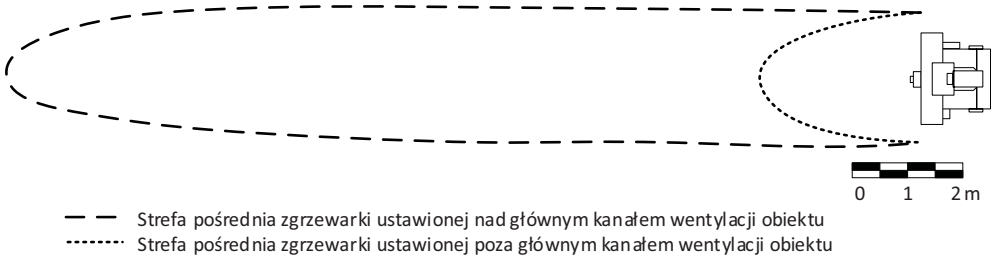
Drugim poważnym problemem są częstotliwości harmoniczne – czyli niepożądane sygnały na częstotliwościach będących wielokrotnościami częstotliwości podstawowej. Warto zauważyć, że pasma 6-40 MHz są tak dobrane, że są to harmoniczne niższych pasm – 13,5 MHz =2*6,7, 27 MHz = 2*13,5,

40,6 MHz = 3*13,5. Ułatwia to zachowanie kompatybilności – bo częstotliwości harmoniczne „wpadają" również w pasma ISM. Niestety nie dotyczy to najpopularniejszej częstotliwości 27 MHz – której harmoniczne mogą zakłócać systemy radiokomunikacyjne, ale i tak „szczęśliwie" np. trzecia harmoniczna to ok. 81 MHz – a więc trochę poniżej radia UKF FM, czwarta – ok. 108 MHz – górna granica pasma UKF FM – tak radio UKF FM jest „bezpieczne". Problem częstotliwości harmonicznych występuje zwłaszcza w urządzeniach dużej mocy – przykładowe widmo w otoczeniu zgrzewarki o częstotliwości podstawowej 27, 12 MHz przedstawiono na rys. 2. Warto zauważyć, że druga harmoniczna ma poziom zbliżony do częstotliwości podstawowej.



Rys. 2. Widmo PEM w otoczeniu zgrzewarki o nie prawidłowo zestrojonych obwodach generatora

Powyższy dość długi opis związany z częstotliwościami pracy ISM oraz potencjalnymi zakłóceniami radiowymi jest o tyle uzasadniony, że z punktu widzenia oddziaływania na środowisko to właśnie ten problem może być najistotniejszy. Zwykle urządzenia przemysłowe znajdują się na terenach zamkniętych – niedostępnych dla ludności i podlegają ocenie BHP – tak więc są nadzorowane i niezwykle rzadko się zdarza, żeby pola o poziomach większych od dopuszczalnych w środowisku występowały poza terenem nadzorowanym (zwłaszcza po podniesieniu decyzją Ministra Zdrowia w grudniu 2019 r. dopuszczalnych PEM w środowisku). Oczywiście zdarzają się sytuacje, kiedy PEM urządzeń ISM pojawia się poza bezpośrednim miejscem jego wykorzystania – np. w pomieszczeniach przyległych do hali produkcyjnej czy gabinetu fizykoterapii – ale takie sytuacje są wyłapywane przy kontroli PEM dla celów BHP i powinny być odpowiednio nadzorowane. W tym przypadku niezmiernie istotna jest wiedza na temat możliwości optymalizacji pracy urządzeń i ograniczania oddziaływania PEM poza niezbędny obszar. Przykład niewłaściwej konfiguracji przestrzeni pracy przedstawiono na rysunku 3 – gdzie pole elektromagnetyczne od zgrzewarki jest „roznoszone" po całej hali przez metalowe konstrukcje technologiczne przebiegające bezpośrednio nad zgrzewarką.



Rys. 3. Nienaturalnie duży zasięg stref ochronnych przy zgrzewarce 27 MHz

Jednocześnie warto podkreślić, że nie zawsze osoby postronne, a nawet nie wszyscy pracujący w danym zakładzie muszą znać oznaczenia dotyczące PEM, czy zasady przebywania w obszarach podwyższonego PEM i takie informacje w formie „ogólnie dostępnej" są bez wątpienia przydatne – nawet, jeżeli poziomy PEM są mniejsze od wartości dopuszczalnych i formalnie informacje takie nie są wymagane.

PROTOTYPE OF PHOTOVOLTAIC SYSTEM WITH DUAL AXIS TRACKER AND FLAT MIRROR CONCENTRATORS

Vitaliy BOYARCHUK[1], Valerii SYROTIUK[1], Roman KUZMINSKY[1], Serhiy SYROTYUK[1], Volodymyr HALCHAK[1], Serhiy BARANOVYCH[1], Kateryna YANKOVSKA[1], Oksana FTOMA[1], Andrzej CHOCHOWSKI[2], Pawel OBSTAWSKI[2], Joanna ALEKSIEJUK[2], Michal AWTONIUK[2], Tomasz JAKUBOWSKI[3], Jan GIEŁŻECKI[3]

[1] Lviv National Agrarian University

[2] University of Life Sciences

[3] University of Agriculture

Introduction

The research was carried out in the framework of the implementation of the joint Ukrainian-Polish research project "Theoretical, computer and physical research of a dual axis microcontroller tracing solar photovoltaic system with flat concentrators". The easiest way to increase the efficiency of a photovoltaic solar installation is to use, for example, flat concentrators that cannot operate effectively on stationary installations. Therefore, such installations should be equipped with dual axis devices following the Sun. The purpose of the study is to compare the increase in the productivity of the solar photovoltaic system through the use of flat mirror concentrators and the system of automatic monitoring of the Sun. For material and technical support of the research, it is envisaged to develop a prototype of a photovoltaic system equipped with a solar monitoring device and flat mirror concentrators with an intelligent microprocessor control system. To study the influence of each component of the photovoltaic system (tracker and concentrators) on increasing its electrical performance, comparative experimental studies of installations with different structures are foreseen, in particular, the installation with a stationary photoelectric panel, an installation equipped with a solar tracing tracker and an installation equipped with a solar tracing tracker and flat mirror concentrators. The construction of trackers for photovoltaic systems is conditioned by the daily movement of the Sun on the sky on a certain trajectory, from east to west. There are several ways to ensure this movement of the photovoltaic panel. For justification of the type of solar tracker and its construction, an analysis of the existing systems, from the point of view of constructive execution, and from the point of view of the algorithm of the operation of the tracker control system, has been carried out. Tracing solar trackers are divided into two classes according to the general algorithm of work. The drives of the first class trackers are guided by the time principle, which involves the periodic or continuous movement of the photoelectric panel in accordance with the change of the position of the Sun in the sky at azimuthal angle (uniaxial trackers), and azimuthal and zenithal angles (dual axis trackers). The second class includes trackers whose drives are carried out using photosensitive sensors, which ensure that the photoelectric panel is brought to a position that corresponds to the maximum level of its illumination. As for solar trackers, they are implemented on the basis of analog or digital controllers. In addition, the algorithm of the drive control system may include a number of measures, among which, for example, is integrated protection of the photovoltaic system from the destructive effects of strong wind flow, etc. Structurally, the solar trackers are uniaxial, rotating around the polar axis (Fig. 1a), uniaxial with a rotation around the horizontal axis (Fig. 1b), uniaxial with rotation around the vertical axis (Fig. 1c), dual axis with a rotation around the polar axis and the change of the zenith angle (Fig. 1d), dual axis with a rotation around the vertical axis and the change in the zenith angle (Fig. 1e). An example of serial solar trackers that realize most of the aforementioned ways of targeting a solar photoelectric panel on the Sun is Lorentz. In particular, it has developed a series of solar trackers ETATRACK active, which can be used for different power of the photovoltaic system (from 1 to 4.6 kW). In the ETATRACK active solar trackers, they use drives for both

rotary and linear motion with the possibility of manually changing the inclination of the plane of the photoelectric panels to the horizon.

Theoretical principles of increasing the productivity of photovoltaic systems

Our theoretical studies of solar trackers with polar-turning devices indicate that it is advisable to conduct the solar tracking in the energy-saving mode of discrete correction, since the average daily deviation of $\Delta\delta = 0.26$ deg/day in the half-year interval $\Delta\delta max = 47$ °. In particular, for photoelectric panels, a weekly adjustment of the angle of inclination is sufficient, in which the maximum deviation from the optimal does not exceed 2o with a correspondingly negligently small decrease in the generated power - up to 99.94 % of the optimal. But the correction is not carried out by the change of the axis of rotation inclination, but the deviation of the track plane from it to the angle of change of the inclination $\Delta\delta$. In the literature dedicated to the solar energy, this circumstance is usually not emphasized, therefore, designers may not overturn the appropriate technical solution.

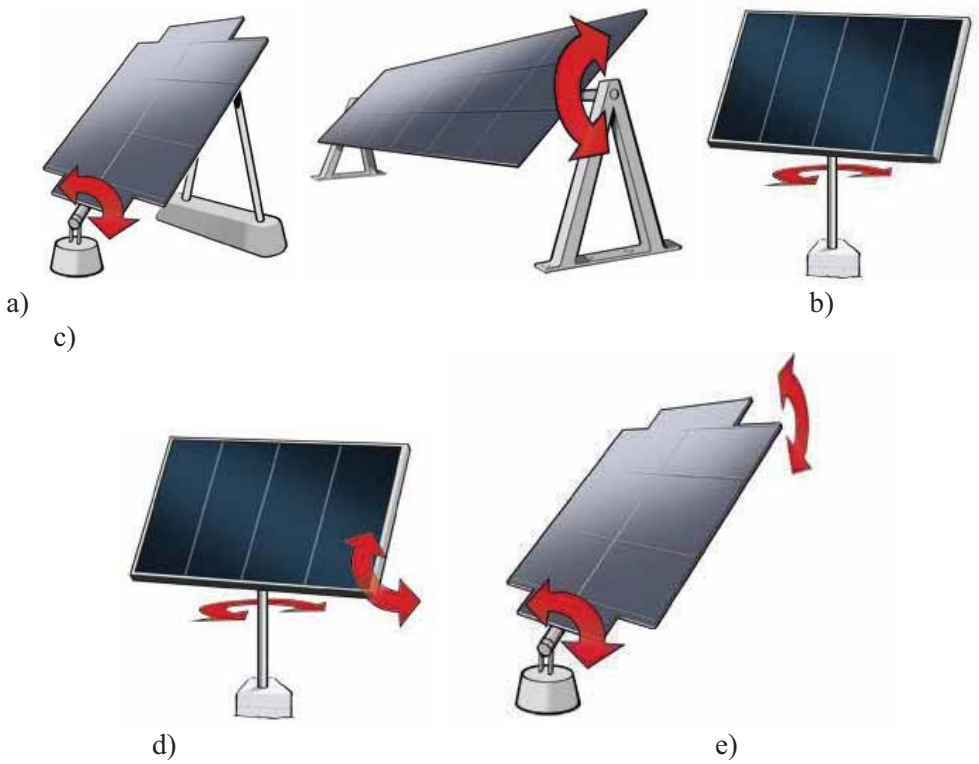


Figure 1. Scheme of orientation of photoelectric panels; a – uniaxial with a rotation around the polar axis; b – uniaxial with a rotation around the horizontal axis; c – uniaxial with a rotation around the vertical axis; d – dual axis with a rotation around the polar and the change of the zenith angle; e – dual axis with a rotation around the vertical axis and the change of the zenith angle.

References

[1] Solar trackers. [Electronic resource]. Mode of access: URL: https://www.solarchoice.net.au/blog/solar-trackers, 2020)

[2] Lorentz, Solar Tracking System, ETATRACK active 1500-A. [Electronic resource]. Mode of access: URL: https://www.theoffgridfactory.com/en/product/etatrack-active-1500-a, 2019

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL EFFECTS IN FIELD BEANS (*VICIA FABA L. (PARTIM)*) AFTER PRE-SOWING EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELD

Daniele CECCHETTI[1], Joanna WYSZKOWSKA[2], Adriana SZMIDT-JAWORSKA[1], Agnieszka PAWEŁEK[1]

[1] Nicolaus Copernicus University, Faculty of Biological and Veterinary Sciences, Chair of Plant Physiology and Biotechnology

[2] Nicolaus Copernicus University, Faculty of Biological and Veterinary Sciences, Department of Animal Physiology and Neurobiology

Plants are valuable models for investigating the biological effects of electromagnetic field (EMF) action on living organisms. In contrast to animals, plants do not move within the EMF, thus the dosage of exposure is not varied during experiments [1]. Specific mode of development in plants (high surface area to volume ratio) allows them to efficiently intercept EMF, also making them outstanding reporters of any environmental perturbations [2]. The mechanisms of EMF action influencing plant growth and development are yet to be fully discovered, but several theories, including i.a. biochemical changes and altered enzyme activities, have been proposed [3]. Recently, new reports are appearing that suggest the participation of phytohormones such as auxins and abscisic acid (ABA) in EMF signaling in plant cells [4].

Currently, in existing agroecosystem, there is the need to find alternative ways to improve crop growth without excessive use of fertilizers or herbicides. Among the most useful and appreciated means of improving agricultural plant vigour are different physical methods of pre-sowing treatments of seeds [5], including exposure to EMF. The main aims of these pre-sowing treatments are an acceleration of germination and growth processes, and enhancement of plant tolerance to chosen abiotic stressors. As long as EMF exposure solely influences physiological and biochemical processes in seeds, this treatment would continue to be considered as sustainable and safe for the environment.

Cultivation of field bean (also known as faba bean or horse bean) for use as a high-protein feed component has a long history in Poland. *Vicia faba* as a legume, positively affects soil structure and enriches the soil with nitrogen [6] which makes it a better choice in agricultural cultivation compared to the high-protein but unsustainable soybean. Presently, the cultivation of field beans in Europe is increasingly difficult due to changing environmental conditions, especially drought [6]. Therefore, the search for new, safe and possibly inexpensive agronomic practices for seed improvement is crucial. Consequently, this study aimed to investigate the influence of pre-sowing EMF treatment on germinating seeds and growing plants of field bean. To check the hypothesis that priming seeds with specific parameters of EMF exposure can be a new tool for seed and plant vigour enhancement, specific physiological and metabolic effects of EMF action on field bean were tested. During the experiments, additional factors of seed priming such as seed age and light conditions during seed germination were analyzed.

The study was conducted on *Vicia faba L. (partim)* of Polish variety Fernando. Two sets of field bean seeds were tested: (1) fresh, harvested in 2020, and (2) old, harvested in 2016. Dry seeds were exposed to EMF (50 Hz, 7 mT) under controlled conditions. Afterwards, seed germination and seedling growth tests were performed in Petri dishes and in pots with soil. Germination in Petri dishes was carried out in two different light conditions: (1) long-day – 15h of light and 9h of darkness; and (2) continuous darkness. On the 6th day,

the parameters of seed germination and physiological traits of seedlings (root and stem length, fresh and dry mass) were determined. The in-soil experiments were conducted for two weeks. Similarly, certain physiological traits of the plants were measured afterwards. The biochemical analysis of EMF effects in field beans included the determination of: (1) hydrogen peroxide (H_2O_2) level, (2) amylases activity, (3) chlorophyll and carotenoids content, and (4) plant hormones quantity. The above metabolic activities were measured with different spectrophotometric methods. The level of phytohormones, including i.a. auxins and ABA, was analyzed by liquid chromatography with mass spectrometry (LC/MS-MS) method.

The obtained results showed that EMF treatment stimulated germination of field bean seeds in Petri dishes to a statistically significant level. This stimulation was the strongest for old seeds germinating in long-day conditions. Concerning seedling growth, EMF stimulated mostly stem length. Other parameters of seedling growth were enhanced by EMF depending on seed age and light conditions during germination. The level of H_2O_2 belonging to the reactive oxygen species (ROS) changed in germinating seed after EMF treatment. This response was different among fresh and old seeds showing that old seeds react to EMF stronger than fresh seeds. Moreover, in-soil experiments, plants growing from EMF treated seeds showed statistically significant stimulation of root length. However, the content of photosynthetic pigments in *Vicia faba* leaves was not significantly affected by EMF exposure. Preliminary results from the measurement of enzymatic activity of amylases and the level of phytohormones could indicate that the mechanisms of EMF response also act through these metabolic components.

In conclusion, EMF exposure (50 Hz, 7 mT) can be a stimulating factor for field bean seed germination and plant growth. The strength of stimulation is apparently modulated by physiological parameters of seed (age) and growth conditions (light). Moreover, since EMF stimulated root growth of *Vicia faba* in soil, it could be concluded that priming field beans seeds with EMF could enhance plant survival during environmental stresses, especially drought.

Research funded under the INCOOP competition "Excellence Initiative - Research University" at the Nicolaus Copernicus University in Toruń.

References

[1] Beaubois E., et al., “Intercellular communication in plants: evidence for two rapidly transmitted systemic signals generated in response to electromagnetic field stimulation in tomato”, Plant Cell Environ., vol. 30, pp. 834–844, 2007.
[2] Vian A., et al., “Plant Responses to High Frequency Electromagnetic Fields”, Biomed Res Int. 2016:1830262, 2016.
[3] Çelik Ö., et al., “Effects of magnetic field on activity of superoxide dismutase and catalase in glycine max (L.) Merr. Roots”, Pol. J. Environ. Stud., vol. 18, pp. 175-182, 2009.
[4] Mildažienė V., et al., “Treatment of common sunflower (Helianthus annus L.) seeds with radio-frequency electromagnetic field and cold plasma induces changes in seed phytohormone balance, seedling development and leaf protein expression”, Sci Rep., vol. 9:6437, 2019.
[5] Thakur, M., et al., “Seed priming-induced early vigor in crops: an alternate strategy for abiotic stress tolerance”, In *Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings,* pp. 163–180, Springer, 2019.
[6] Różewicz M., “Cultivation and use of faba beans (Vicia faba minor) as a component in poultry feed”, Polish Journal of Agronomy, vol. 42, pp. 34–39, 2020.

STABILIZACJA NAPIĘCIA POMPOWEGO UKŁADU NAPĘDOWEGO Z SILNIKAMI ASYNCHRONICZNYMI I SYNCHRONICZNYMI O PODATNEJ TRANSMISJI RUCHU

Andriy CHABAN[1], Marek LIS[2], Andrzej SZAFRANIEC[1]

[1] Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

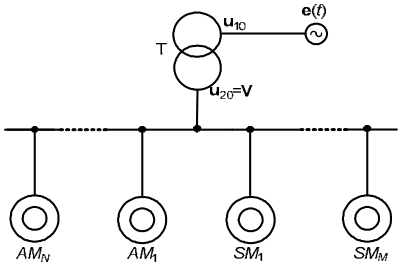
[2] Politechnika Częstochowska

Wstęp

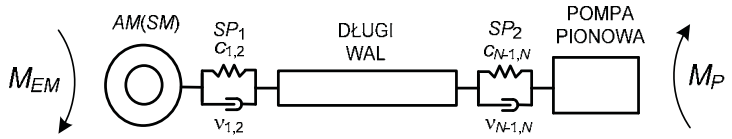
W pracy opracowano model matematyczny części siłowej elektrycznego układu napędowego zawierającego transformator mocy oraz napędy asynchroniczne i synchroniczne o podatnej transmisji ruchu. Silniki elektryczne poprzez układ przeniesienia napędu, który zawiera dwa sprzęgła elastyczne o parametrach skupionych oraz jeden długi wał o mechanicznych parametrach rozłożonych, napędzają układy pompowe. Układ przeniesienia napędu opisuje się za pomocą równań Eulera-Poissona o pochodnych cząstkowych, co z matematycznego punktu widzenia razem z warunkami brzegowymi tworzy zadanie mieszane. Natomiast sprzęgła elastyczne opisuje się za pomocą zwyczajnych równań Lagrange'a drugiego rodzaju. Elektromagnetyczne procesy dynamiczne w transformatorze mocy opisywane są za pomocą nieliniowych równań zwyczajnych różniczkowych. Procesy dynamiczne w silnikach asynchronicznych się opisywane są za pomocą nieliniowych zwyczajnych równań różniczkowych oraz równań różniczkowych o pochodnych cząstkowych. Równania te na podstawie teorii pola elektromagnetycznego opisują zjawisko skin-efektu w żłobkach klatki wirnika. Elektromagnetyczne procesy dynamiczne w silnikach synchronicznych opisywane są za pomocą nieliniowych zwyczajnych równań różniczkowych. Pompy pionowe pełnią rolę momentu obciążenia w funkcji prędkości obrotowej. Za pomocą złożonego modelu matematycznego analizowane są elektromechaniczne procesy przejściowe w układzie napędowym. Na tej podstawie stabilizuje się napięcie obciążenia układu napędowego. Końcowe równania elektromechaniczne przedstawione są w normalnej postaci Cauchy'ego i całkują się za pomocą metody Runge-Kutta czwartego rzędu.

Model matematyczny układu elektromechanicznego

Uproszczoną elektryczną część układu napędowego przedstawiono na rysunku 1. Na rysunku 2 przedstawiono złożoną transmisje ruchu napędu elektrycznego, gdzie AM – silniki asynchroniczne, SM – silniki synchroniczne.



Rys. 1. Schemat układu napędowego



Rys. 2. Podstawowy schemat układu pompowego

Przedstawiamy równania elektromagnetyczne elementów układu napędowego w tradycyjny sposób, dla modelu transformatora mocy, głębokożłobkowych silników asynchronicznych oraz jawnobiegunowych silników synchronicznych. Równania analizowanych obiektów przedstawiono w uogólnionych

współrzędnych w postaci macierzowo-wektorowej, co dało możliwość obliczenia napięcia układu napędowego [1, 2, 3, 4]:

$$\frac{d\mathbf{i}_{10}}{dt} = \mathbf{A}_{11,0}(\mathbf{u}_{10} - \mathbf{r}_{10}\mathbf{i}_{10}) + \mathbf{A}_{12,0}(\mathbf{V} - \mathbf{r}_{20}\mathbf{i}_{20}), \quad \frac{d\mathbf{i}_{20}}{dt} = \mathbf{A}_{21,0}(\mathbf{u}_{10} - \mathbf{r}_{10}\mathbf{i}_{10}) + \mathbf{A}_{22,0}(\mathbf{V} - \mathbf{r}_{20}\mathbf{i}_{20}), \quad \mathbf{V} = \mathbf{u}_{20}; \tag{1}$$

$$\frac{d\mathbf{i}_{S,k}}{dt} = \mathbf{A}_{S,k}(\mathbf{V} - \mathbf{r}_{S,k}\mathbf{i}_{S,k}) + \mathbf{A}_{SR,k}(-\mathbf{u}_{R,k} - \mathbf{\Omega}_k\mathbf{\Psi}_{R,k} - \mathbf{r}_{RL,k}\mathbf{i}_{R,k}); \tag{2}$$

$$\frac{d\mathbf{i}_{R,k}}{dt} = \mathbf{A}_{RS,k}(\mathbf{V} - \mathbf{r}_{S,k}\mathbf{i}_{S,k}) + \mathbf{A}_{R,k}(-\mathbf{u}_{R,k} - \mathbf{\Omega}_k\mathbf{\Psi}_{R,k} - \mathbf{r}_{RL,k}\mathbf{i}_{R,k}) + \mathbf{\Omega}_k\mathbf{i}_{R,k}; \tag{3}$$

$$\frac{d\mathbf{i}_{S,m}}{dt} = \mathbf{A}_{S,m}(\mathbf{V} - \mathbf{r}_{S,m}\mathbf{i}_{S,m} - \mathbf{\Omega}_m\mathbf{\Psi}_{S,m}) + \mathbf{A}_{SR,m}\mathbf{B}^{\mathrm{T}}(\mathbf{u}_{R,m} - \mathbf{r}_{R,m}\mathbf{i}_{R,m}) + \mathbf{\Omega}_m\mathbf{i}_{S,m}; \tag{4}$$

$$\frac{d\mathbf{i}_{R,m}}{dt} = \mathbf{B}\mathbf{A}_{RS,m}(\mathbf{V} - \mathbf{r}_{S,m}\mathbf{i}_{S,m} - \mathbf{\Omega}_m\mathbf{\Psi}_{S,m}) + \mathbf{A}_{R,m}(\mathbf{u}_{R,m} - \mathbf{r}_{R,m}\mathbf{i}_{R,m}); \tag{5}$$

gdzie $\mathbf{i}$ – prądy w jednostkach układu napędowego, $\mathbf{u}$ – napięcia fazowe, $\mathbf{V}$ – napięcie układu napędowego, $\mathbf{r}$ – rezystancja uzwojeń, $\mathbf{A}$ – macierz odwrotnych indukcyjności, $\mathbf{\Psi}$ – pełne strumieni skojarzone, $\mathbf{\Omega}$ – macierz prędkości kątowych, $\mathbf{B}$ – macierz topologiczna.

Napięcie układu napędowego $\mathbf{V}$ wyznaczamy na podstawie równania pierwszego prawa Kirchhoffa, różniczkujący go w funkcji czasu z uwzględnieniem zadanych warunków brzegowych.

$$\mathbf{V} = \left\{\mathbf{A}_{22,0} + \sum_{n=1}^{N}\mathbf{A}_{S,n} + \sum_{m=1}^{N}\mathbf{A}_{S,m}\right\}^{-1}\left\{\mathbf{A}_{22,0}\mathbf{r}_{20}\mathbf{i}_{20} - \mathbf{A}_{21,0}(\mathbf{u}_{10} - \mathbf{r}_{10}\mathbf{i}_{10}) + \right.$$
$$+\sum_{n=1}^{N}\left[\mathbf{A}_{S,n}\mathbf{r}_{S,n}\mathbf{i}_{S,n} - \mathbf{A}_{SR,n}(-\mathbf{u}_{R,n} - \mathbf{\Omega}_{1,n}\mathbf{\Psi}_{R,n} - \mathbf{r}_{R,n}\mathbf{i}_{R,n})\right] +$$
$$\left. +\sum_{m=1}^{M}\left[\mathbf{A}_{S,m}(\mathbf{r}_{S,m}\mathbf{i}_{S,m} - \mathbf{\Omega}_m\mathbf{\Psi}_{S,m}) - \mathbf{A}_{SR,m}(\mathbf{u}_{R,m} - \mathbf{r}_{R,m}\mathbf{i}_{R,m}) - \mathbf{\Omega}_m\mathbf{i}_{S,m}\right]\right\}.$$

Wnioski

Wykorzystanie modeli matematycznych elementów układu napędowego we współrzędnych prądów fazowych daje możliwość w dość prosty sposób obliczyć funkcję napięcia zasilania układu napędowego.
Uwzględnienie podatności transmisji ruchu napędów elektrycznych za pomocą teorii równań o pochodnych zwyczajnych (układy o parametrach skupionych) i cząstkowych (układy o parametrach rozłożonych) z wysokim stopniem adekwatności pozwala opisać zasady elektromechanicznego przetwarzania energii w układzie napędowym. Istnieje możliwość analizowania skomplikowanych stanów mechanicznych, powiązanych z procesami rezonansu oraz bliskimi do rezonansu (dudnienie drgań). Wymienione procesy istotnie wpływają na jakość pracy napędów elektrycznych, a w szczególności napędów pompowych.
W rozpatrywanym układzie napędowym, który zawiera układy pompowe występują bardzo skomplikowane procesy fizyczne. Wykorzystanie teorii matematyki stosowanej, która opiera się na teorii nieliniowych równań różniczkowych o pochodnych zwyczajnych i cząstkowych daje możliwość na wysokim poziomie opisywać dynamiczne procesy nieustalone w układzie napędowym.

Literatura

[1] Chaban A.: Hamilton-Ostrogradski Principle in Electromechanical Systems, Soroki: Lviv, Ukraine; p. 488, 2015.

[2] Łukasik Z., Czaban A., Szafraniec A., Żuk V.: The mathematical model of the drive system with asynchronous motor and vertical pump, Przegląd Elektrotechniczny, pp. 133-138, R.94 NR 1/2018.

[3] Lis M., Szafraniec A.: Model matematyczny synchronicznego układu pompowego o podatnej transmisji ruchu, Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe, pp. str. 165 – 170, nr 2/2018.

[4] Szafraniec A.: Analysis of transient processes in a susceptible motion transmission pump drive system with asynchronous motor, Przegląd Elektrotechniczny, pp. 161-165, 5/2019.

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

ANALIZA PROCESÓW NIEUSTALONYCH W SIECI ELEKTROENERGETYCZNEJ PODCZAS ZWARCIA JEDNOFAZOWEGO

Andriy CHABAN[1], Marek LIS[2], Andrzej SZAFRANIEC[1], Vitaliy LEVONIUK[3]

[1] Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

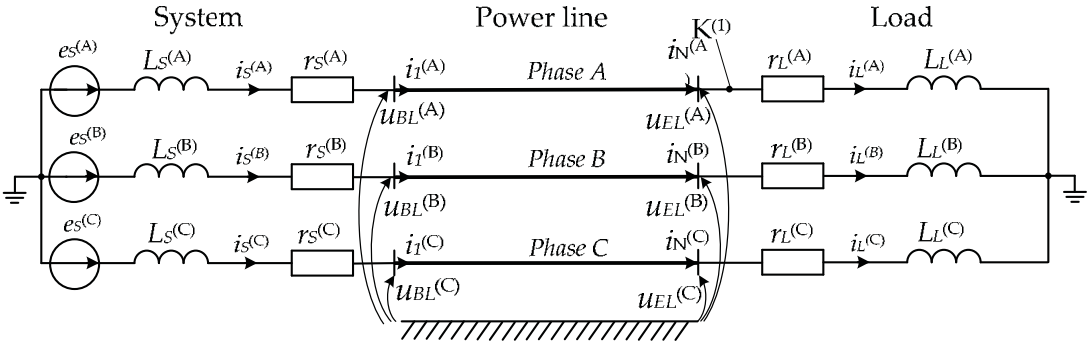
[2] Politechnika Częstochowska

[3] Lwowski Narodowy Uniwersytet Rolniczy

Wstęp

W pracy niniejszej z uwzględnieniem podejść polowych opracowano model matematyczny fragmentu sieci elektroenergetycznej. Analizowany obiekt składa się z dwu podukładów elektroenergetycznych opisywanych za pomocą zwyczajnych równań różniczkowych, przedstawionych, jako systemy o parametrach skupionych, które połączone są między sobą przez trójfazową linie zasilania, przedstawioną, jako system o parametrach rozłożonych. Model linii elektroenergetycznej jest opisywany za pomocą równań o pochodnych cząstkowych. W sensie matematycznym model linii zasilania opisuje się za pomoc zadania mieszanego (brzegowego) z jawnie nieokreślonymi warunkami brzegowymi. Wszystkie równania elektromagnetycznego stanu scalonego układu przedstawione są w postaci macierzowo-wektorowej. Równanie trójfazowej długiej linii zasilania przedstawiono nie w zwykły tradycyjny sposób a mianowicie: jako system dwu równań różniczkowych pierwszego rzędu w funkcji napięcia i prądu, a jako jedno falowe równanie różniczkowe drugiego rzędu w funkcji napięcia długiej linii. Ponieważ linia zasilania jest elementem scalonego układu, do którego wchodzą dwa podukłady, to warunki brzegowe na początku i końcu linii są niejawnie określone, a to uniemożliwia tradycyjne wykorzystanie warunków brzegowych pierwszego rodzaju Dirichleta. Do obliczenia warunków brzegowych wykorzystano rozbudowany układ zwyczajnych równania różniczkowych, które opisują procesy fizyczne w obu podukładach: zasilania i obciążenia. W tym celu do opisu falowego równania linii elektroenergetycznej wykorzystano warunki brzegowe trzeciego rodzaju, czyli warunki Poincarégo.
Na podstawie opracowanego scalonego modelu układu elektroenergetycznego analizowane są procesy nieustalone w linii zasilania podczas rozruchu systemu elektroenergetycznego oraz w stanie jednofazowego zwarcia w końcowym punkcie linii elektroenergetycznej. Wyniki symulacji komputerowej przedstawione są w postaci rysunków, które są analizowane.

Wiadomo, że fala elektromagnetyczna wprowadza hamujący efekt w czasowo-przestrzennych przebiegach analizowanych napięć, prądów, mocy i in., podobnie jak w układach mechanicznych [1, 2]. Dlatego naszym zdaniem, z najbardziej maksymalnym stopniem adekwatności, procesy nieustalone w liniach zasilania należy analizować na podstawie podejść polowych. Obliczenie warunków brzegowych do równania linii zasilania zostanie przedstawione na przykładzie fragmentu elektroenergetycznego układu zasilania o napięciu znamionowym 750 kV przedstawionym na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat obliczeniowy elektroenergetycznego układu zasilania

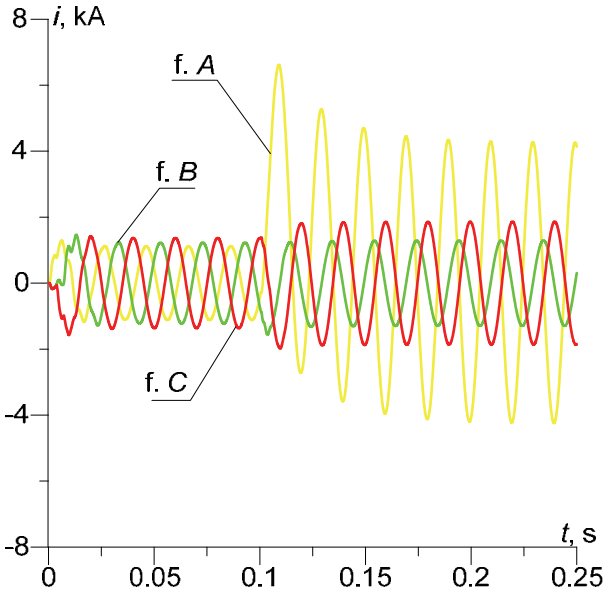
Analizowany układ elektroenergetyczny składa się z zastępczego podukładu zasilania, linii przesyłowej o parametrach rozłożonych oraz zastępczego rezystancyjno-indukcyjnego obciążenia. Parametry podukładu zasilania zawierają: siły elektromotoryczne SEM – $e_S^{(A)}$, $e_S^{(B)}$, $e_S^{(C)}$, indukcyjności – $L_S^{(A)}$, $L_S^{(B)}$, $L_S^{(C)}$, rezystancje – $r_S^{(A)}$, $r_S^{(B)}$, $r_S^{(C)}$. Trójfazowa linia przesyłowa oraz zastępcze obciążenie linii zawierają: rezystancje – $r_L^{(A)}$, $r_L^{(B)}$, $r_L^{(C)}$ oraz indukcyjności – $L_L^{(A)}$, $L_L^{(B)}$, $L_L^{(C)}$.

Przy wyznaczaniu warunków brzegowych wykorzystujemy równanie równowagi napięć dla układów o parametrach rozłożonych [3]:

$$-\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial x} = \mathbf{L}_0 \frac{\partial \mathbf{i}}{\partial t} + \mathbf{r}_0 \mathbf{i} \ . \tag{1}$$

Symulację komputerową przeprowadzono w następujący sposób: w czasie t = 0 s na początek linii przyłożono napięcie. Po przejściu systemu w stan ustalony zasymulowano jednofazowe zwarcie $K^{(1)}$ do masy na końcu linii zasilania w fazie A w czasie t = 0,1 s – rysunek 1.

Na rysunku 2 przedstawiono przebieg chwilowych prądów w środku linii podczas jej załączania i późniejszego przejścia w stan zwarcia jednofazowego w fazie A na końcu linii.



Rys. 2. Chwilowe prądy w środkowej części linii podczas zwarcia jednofazowego

Po wystąpieniu zwarcia jednofazowego, prąd zwarciowy tej fazy w środku linii osiągnął wartość 6,6 kA, a Wartość amplitudy prądu w stanie ustalonym wynosi 4,25 kA. Ze względu na zwarcie w fazie A ustalona wartość amplitudy prądu fazy C wzrosła do 1,86 kA, a prąd fazy B pozostał niezmieniony.

Wnioski

Do rozwiązania równania różniczkowego długiej linii elektroenergetycznej o parametrach rozłożonych wykorzystano warunki brzegowe drugiego i trzeciego rodzaju Neumana i Poincaré. Zaproponowana metoda poszukiwania funkcji napięć wejściowych i wyjściowych na początku i na końcu długiej linii znacznie rozszerzyła zakres modelu linii, jako autonomicznego obiektu modelu systemu elektroenergetycznego.

Literatura

[1] Lozynskyy A., Chaban A., Perzyński T., Szafraniec A., Kasha L.: Application of Fractional-Order Calculus to Improve the Mathematical Model of a Two-Mass System with a Long Shaft, Energies vol. 14(7), p. 1854, 2021.

[2] Chaban, A.; Lis, M.; Szafraniec, A.; Jedynak, R. Application of Genetic Algorithm Elements to Modelling of Rotation Processes in Motion Transmission Including a Long Shaft, Energies vol. 14(1), p. 115, 2021.

[3] Chaban A.: Hamilton-Ostrogradski Principle in Electromechanical Systems, Soroki: Lviv, Ukraine; p. 488, 2015.

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

WPROWADZENIE DO PROJEKTOWANIA ALGORYTMÓW ZARZĄDZAJĄCYCH SIECIĄ DYSTRYBUCJI ENERGII Z OBCIĄŻENIAMI ŁADOWANIA POJAZDÓW

Aleksander CHUDY, Paweł A. MAZUREK

Politechnika Lubelska

Pojazdy elektryczne są formą transportu, która może pomóc w osiągnięciu celów środowiskowych, społecznych i zdrowotnych. Zgodnie z dokumentem Komisji Europejskiej [1], pojazdy elektryczne są postrzegane jako jeden z kluczowych sposobów ograniczenia globalnej emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczenia powietrza w sektorze transportu do 2050 r., zwłaszcza przy coraz większym wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii.

Flota pojazdów elektrycznych rozwija się w szybkim tempie na kilku największych światowych rynkach pojazdów, na przykład, w Chinach, Stanach Zjednoczonych, Niemczech, czy Norwegii. Koszty akumulatorów i pojazdów elektrycznych spadają, a producenci kontynuują poszerzanie liczby modeli pojazdów elektrycznych dostępnych dla klientów.

Rosnąca liczba pojazdów i pojemność ich akumulatorów prawdopodobnie stworzy w przyszłości dużą presję na obecne sieci dystrybucyjne. Stoją one przed wieloma wyzwaniami związanymi z rozwijającą się infrastrukturą ładowania pojazdów elektrycznych. Elektromobilność może stanowić coraz większy problem dla operatorów sieci elektroenergetycznych, w szczególności ze względu na dość losowe zachowanie właścicieli samochodów elektrycznych oraz trudne do przewidzenia profile obciążenia [2, 3].

Nieskoordynowane ładowanie akumulatorów samochodów elektrycznych może powodować [4]:

- wzrost zapotrzebowania na energię o różnych porach, w tym w godzinach szczytu,
- przeciążenie komponentów systemu elektroenergetycznego,
- przyspieszenie potrzeby wymiany elementów sieci lub wzmocnienia już istniejącej sieci elektroenergetycznej – większe obciążenie podczas zapotrzebowania szczytowego może prowadzić do przegrzania elementów systemu, na przykład elektroenergetycznych linii dystrybucyjnych i transformatorów, oraz skrócenia oczekiwanej żywotności tych elementów,
- przerwy w dostawie energii z sieci, wpływając w ten sposób na jakość i niezawodność dostarczanego zasilania.

Dodatkowe problemy pojawiają się także w transmisji energii w drugą stonę, gdzie zmagazynowana energia w akumulatorach pojazdów może być uwalniana do systemu elektroenergetycznego a zarządzanie nią i rozliczanie ciągle nie jest zamkniętym procesem.

Aby nadążyć za rosnącym zapotrzebowaniem na moc, wynikającym z procesów ładowania, oprócz lepszych prognoz niezbędna będzie również kontrola procesów ładowania w celu zminimalizowania kosztów infrastruktury oraz utrzymania parametrów jakości energii na wymaganym poziomie [5].

Niewątpliwie szybkie ładowanie można zrealizować tylko przy wystarczającej mocy sieci w punkcie przyłączenia, co jest wymagane, na przykład dla publicznych stacji ładowania. Inteligentne rozwiązania są potrzebne ze względów ekonomicznych i ekologicznych. W związku z tym inteligentne wykorzystanie dostępnej przepustowości może pomóc w obniżeniu kosztów przyłączenia do sieci. Metody inteligentnego ładowania można najprościej podzielić na dwa główne podejścia związane z:

- zarządzaniem i planowaniem opłat [6, 7],
- kontrolą ładowania w celach poprawy stabilności systemu elektroenergetycznego [8, 9].

Praca będzie dotyczyła inteligentnego podejścia do ładowania wraz z uwzględnieniem warunków sieci w celu utrzymania parametrów jakości energii. Aby zapewnić wszystkim klientom bezpieczną i bezawaryjną usługę ładowania, należy albo ulepszyć sieć, albo ustanowić inteligentny mechanizm zdolności ładowania. Celem nadrzędnym jest ustabilizowanie parametrów sieci i jakości energii podczas ładowania akumulatorów samochodów elektrycznych.

Literatura

[1] European Commission. *Roadmap to a Single European Transport Area: Towards a Competitive and Resource Efficient Transport System: White Paper*; Publications Office of the European Union, 2011.

[2] Chudy A., Mazurek P., Electromobility – the Importance of Power Quality and Environmental Sustainability, *J. Ecol. Eng.*, 20 (2019), Nr 10, 15-23.

[3] Chudy A., Stryczewska H. D., Electric vehicle charging – aspects of power quality and electromagnetic compatibility, *Journal of Automation, Electronics and Electrical Engineering (JAEEE):*17-22, 2019.

[4] Mazurek P., Chudy A., Zagadnienia jakości energii stacji ładowania pojazdów elektrycznych, *ELECTROTECHNICAL REVIEW*, 1 (2021), Nr 4, 105-110.

[5] Ahmadi A., Tavakoli A., Jamborsalamati P., Rezaei N., Miveh M. R., Gandoman F. H., Heidari A., Nezhad A. E., Power quality improvement in smart grids using electric vehicles: a review, *IET Electrical Systems in Transportation*, 9 (2019), Nr 2, 53-64.

[6] Li R., Wu Q., Oren S. S., Distribution Locational Marginal Pricing for Optimal Electric Vehicle Charging Management, *IEEE Trans. Power Syst.*, 29 (2014), Nr 1, 203-211.

[7] Cortés A., Martínez S., A hierarchical algorithm for optimal plug-in electric vehicle charging with usage constraints, *Automatica*, 68 (2016), Nr 23, 119-131.

[8] Kalyanaraman, S.; Seetharam, D. P.; Shorey, R.; Ramchurn, S.; Srivastava, M., eds. *Proceedings of the 2015 ACM Sixth International Conference on Future Energy Systems*; ACM: New York, NY, USA, 07142015.

[9] Martinenas S., Knezovic K., Marinelli M., Management of Power Quality Issues in Low Voltage Networks Using Electric Vehicles: Experimental Validation, *IEEE Trans. Power Delivery*, 32 (2017), Nr 2, 971-979.

POMIARY WYBRANYCH PARAMETRÓW JAKOŚCI ENERGII ELEKTRYCZNEJ A ROZWÓJ ELEKTROMOBILNOŚCI

Aleksander CHUDY, Henryka D. STRYCZEWSKA, Paweł A. MAZUREK

Politechnika Lubelska

W ramach globalnej strategii dekarbonizacji coraz więcej mówi się o pojazdach elektrycznych. Obecnie duża część gazów cieplarnianych jest emitowana przez silniki spalinowe pojazdów opartych na paliwach kopalnych i stanowi około 16% całkowitej emisji CO_2 powodowanej przez człowieka. Emisje te pogarszają jakość powietrza, co jest niebezpieczne dla ludzkiego zdrowia. Oczekuje się, że w najbliższej przyszłości tendencja do zastępowania konwencjonalnych pojazdów napędzanych paliwami kopalnymi pojazdami elektrycznymi będzie nadal rosła. Jednocześnie obciążenia nieliniowe oparte na energoelektronice stają się coraz bardziej powszechne w środowiskach domowych, co wpływa na parametry jakości energii elektrycznej [1-3].

Według Licznika Elektromobilności [4] w kwietniu 2021 roku, w Polsce było 23 834 samochodów elektrycznych (11 841 w pełni elektrycznych oraz 11 993 hybrydowych) oraz 1456 stacji ładowania (972 wolnego ładowania oraz 484 szybkiego ładowania).

Procesy stałego monitorowania parametrów jakości energii elektrycznej oraz pomiarów miernikami przenośnymi są niezbędne do rozwiązywania problemów w systemach przemysłowych i mieszkaniowych. Pomiary te stały się integralną częścią ogólnych procedur oceny wydajności systemu elektroenergetycznego. Korzyści z monitorowania jakości energii obejmują:

- lepsze zrozumienie aspektów jakości energii elektrycznej i niezawodności funkcjonujących w niej urządzeń,
- priorytetyzację ulepszeń,
- szybszą identyfikację problemów w systemie elektroenergetycznym.

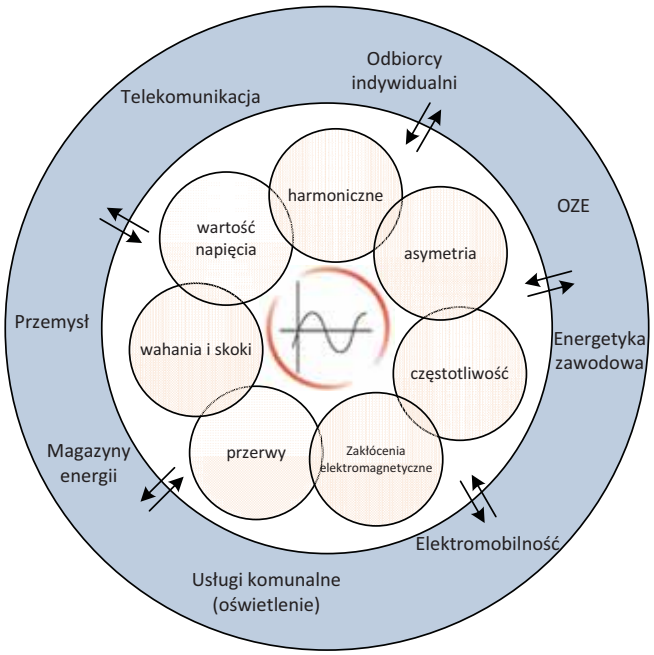
Pojawiają się obawy co do wpływu powszechnego przyłączenia do sieci tego typu obciążeń na parametry jakości energii elektrycznej. Zintegrowanie coraz większej liczby stacji ładowania pojazdów elektrycznych z z sieciąmi elektroenergetycznąmi może powodować wiele problemów z jakością energii i mieć duży wpływ na małych pozostałych odbiorców. Elektromobilność stanowi potencjalny problem dla systemu elektroenergetycznego w postaci emisji wyższych harmonicznych prądu i niskiego współczynnika mocy [5, 6]. Wykorzystywane do ładowania akumulatora pojazdu elektrycznego przetwornice energelektroniczne są źródłem tych harmonicznych i wpływają na pogorszenie parametrów jakości energii. Z tego względu ważne jest przeanalizowanie wpływu stacji ładowania akumulatorów samochodów elektrycznych na system elektroenergetyczny, a następnie podjęcie działań w celu poprawy parametrów jakości energii elektrycznej [7].

Aby monitorować parametry jakości energii niezbędne są pomiary:

- napięcia,
- prądu,
- częstotliwości,
- zniekształceń harmonicznych
- zakłóceń przebiegu sygnałów prądu i i napięcia.

Energia elektryczna jest odpowiedniej jakości, jeżeli m.in. wartości wskazanych wyżej parametrów są w granicach określonych przez normy i rozporządzenia krajowe i międzynarodowe. Nadmierna emisja wyższych harmonicznych w systemie zasilania prądem przemiennym może powodować przegrzewanie transformatorów, wyjątkowo duże prądy w przewodzie neutralnym w układach trójfazowych oraz szum elektromagnetyczny, który może zakłócać działanie wrażliwego sprzętu elektronicznego. W związku

z wymieniownymi zaburzeniami inżynierowie i technicy potrzebują sposobów precyzyjnego wykrywania i pomiaru parametrów jakości energii [8].



Rys. 1. System elektroenergetyczny a parametry jakości energii

Identyfikacja parametrów energii jest także potrzebna dla określenia jej wpływu na stacje i punkty ładowania oraz na pojazdy z nich korzystające. Szczegółowa analiza oparta będzie na badaniach własnych przeprowadzonych na terenie miasta Lublin przy wykorzystaniu analizatora Chauvin Arnoux 8336

Rozwój elektromobilności będzie w dużyym stopniu zależał od działań podjętych w celu poprawy jakości energii w systemie elektroenergetycznym, współpracującym ze stacjami ładowania pojazdów elektrycznych i hybrydowych.

Literatura

[1] Sharma H., Rylander M., Dorr D., Grid Impacts Due to Increased Penetration of Newer Harmonic Sources, *IEEE Trans. on Ind. Applicat.*, 52 (2016), Nr 1, 99-104.

[2] Bollen M., Ronnberg S., Zavoda F., Langella R., Djokic S., Cuifo P., Meyer J., Cuk V., Consequences of smart grids for power quality: Overview of the results from CIGRE joint working group C4.24/CIRED. In: *2017 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe)*; IEEE, 2017 - 2017, 1-6.

[3] International Energy Agency Global EV Outlook 2021: Accelerating ambitions despite the pandemic, 2021.

[4] www.pspa.com.pl, dostęp: (14.06.2021)

[5] Chudy A., Stryczewska H. D., Electric vehicle charging – aspects of power quality and electromagnetic compatibility, *Journal of Automation, Electronics and Electrical Engineering (JAEEE):*17-22, 2019.

[6] Chudy A., Mazurek P., Electromobility – the Importance of Power Quality and Environmental Sustainability, *J. Ecol. Eng.*, 20 (2019), Nr 10, 15-23.

[7] Khalid M. R., Alam M. S., Sarwar A., Jamil Asghar M. S., A Comprehensive review on electric vehicles charging infrastructures and their impacts on power-quality of the utility grid, *eTransportation*, 1 (2019), p. 100006.

[8] Sabarimuthu M., Senthilnathan N., Monnisha A. M., KamaleshKumar V., Krithika Sree S., Mala Sundari P., Measurement and Analysis of Power Quality Issues Due to Electric Vehicle Charger, *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, 1055 (2021), Nr 1, p. 12131.

MODELOWANIE ZJAWISKA KOLMATACJI W OBECNOŚCI SILNEGO POLA MAGNETYCZNEGO

Antoni CIEŚLA, Mikołaj SKOWRON

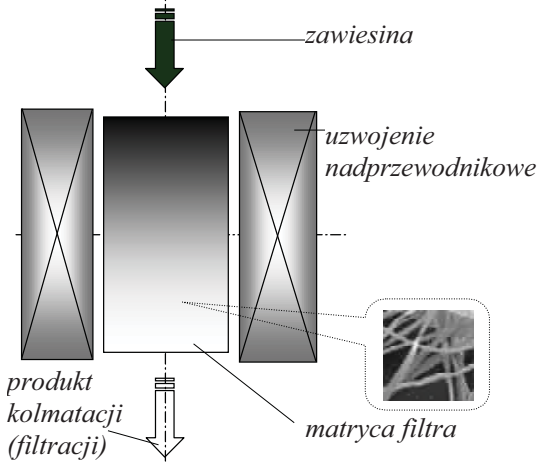
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza,
Katedra Elektrotechniki i Elektroenergetyki

Wstęp

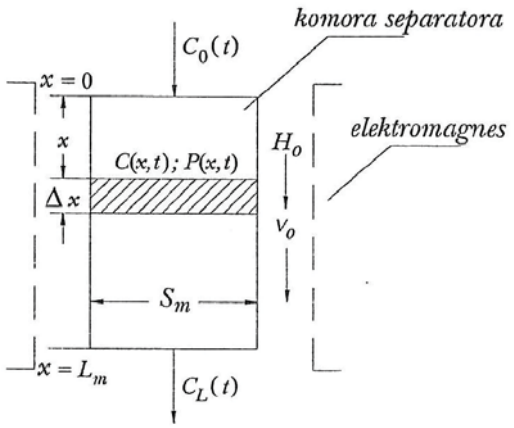
Kolmatacja jest procesem osadzania w przestrzeni porowej ośrodka porowatego drobnych (nawet mikronowych rozmiarów) cząstek stałych unoszonych przez przepływający płyn. Przykładem procesu kolmatacji jest stopniowe zatykanie się filtrów porowatych (np. sączki, samochodowy filtr powietrza) przez drobne cząstki stałe zawarte w filtrowanym płynie. W pracy autorzy rozważają przepływ zawiesiny przez ośrodek porowaty jakim jest pojemnik (kanister) wypełniony ferromagnetycznymi włóknami (watą ferromagnetyczną) wykonanymi ze stali nierdzewnej i umieszczony w silnym polu magnetycznym. Takie rozwiązanie wzmacnia proces kolmatacji umożliwiając m. in. filtrację zawiesiny, która zawiera cząstki o mikronowych rozmiarach i określonych własnościach magnetycznych (np. paramagnetyki).

Model kolmatacji z wykorzystaniem pola magnetycznego

Autorzy analizują proces kolmatacji (filtracji) zawiesiny przepływającej przez porowaty ośrodek utworzony przez włókna waty ferromagnetycznej, których średnica może wynosić ok. 100 μm. Włókna te umieszczone są w pojemniku (matrycy), przez który przepływa zawiesina zawierająca cząstki stałe mikronowych rozmiarów i słabych własnościach magnetycznych (np. paramagnetyki). Matryca filtra umieszczona jest w obszarze silnego pola magnetycznego (wzbudzanego np. przez elektromagnes nadprzewodnikowy). Siła pola magnetycznego działająca ze strony niejednorodnego pola magnetycznego na cząstki powinna – wg autorów – wzmocnić proces kolmatacji, wpływając pozytywnie na stopień oczyszczenia zawiesiny. Przykładem praktycznym takiego rozwiązania jest oczyszczanie kaolinu z zanieczyszczeń takich jak Fe_2O_3 i TiO_2. Są to zanieczyszczenia trudne do usunięcia – ze względu na wspomniane wyżej właściwości – klasycznymi metodami znanymi w technologii przeróbki kopalin. Schemat filtra wykorzystującego w procesie kolmatacji siłę pola magnetycznego pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Obszar kolmatacji (matryca filtra) wypełniony włóknami ferromagnetycznymi



Rys. 2. Przepływ zawiesiny o koncentracji wejściowej $C_0(t)$ przez ośrodek porowaty (matrycę filtra)

Na rysunku 2 przedstawiono schematycznie przepływ zawiesiny o wejściowej koncentracji C_0 z prędkością v_0 przez matrycę filtra wysokogradientowego o wysokości L_m i przekroju S_m. W przestrzeni roboczej filtra panuje pole magnetyczne o natężeniu H_0 *(indukcji magnetycznej* B_0 *).*

Mechanizm wydzielania cząstek z zawiesiny w komorze filtra opisuje się równaniem kinetyki kolmatacji:

$$\frac{\partial P(x,t)}{\partial t} = \beta C(x,t)\big(A - P(x,t)\big) \qquad (1)$$

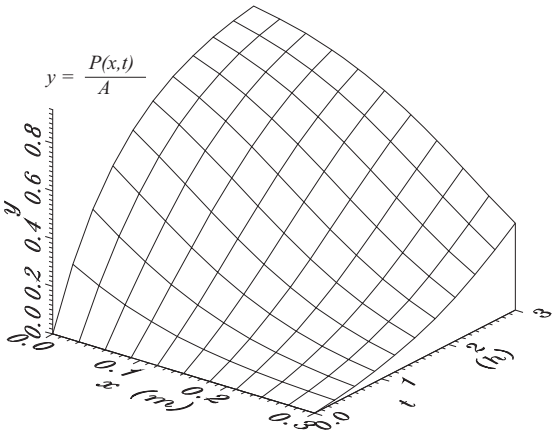
oraz równaniem bilansu masy:

$$\frac{\partial C(x,t)}{\partial t} + v_0 \frac{\partial C(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial P(x,t)}{\partial t} = 0 \qquad (2)$$

w których: $P(x,t)$ – koncentracja cząstek frakcji magnetycznej wydzielonych w matrycy filtra, $C(x,t)$ – koncentracja frakcji magnetycznej przepływającej przez matrycę filtra, A – maksymalna wartość koncentracji cząstek zatrzymanych w matrycy ($A=P(x,t)_{max}$), β – współczynniki aktywności procesu osadzania cząstek na kolektorach, v_0 – prędkość przepływu zawiesiny przez matrycę. Użyty w równaniu (1) współczynnik aktywności procesu kolmatacji (filtracji) β ujmuje – z punktu widzenia rozważań teoretycznych i zastosowań technicznych – całość działania różnych mechanizmów na proces kolmatacji cząstek z zawiesiny w ośrodku porowatym.

Współczynnik ten charakteryzuje prawdopodobieństwo zaabsorbowania cząstek z zawiesiny.
Rozwiązanie równań (1) i (2), a także wyznaczenie współczynników modelu: β i A pozwala na pełną analizę procesu filtracji (kolmatacji) zawiesin.

Przeprowadzone przez autorów badania teoretyczne zjawiska osadzania cząstek na kolektorach matrycy potwierdziły ogólną zasadę nierównomiernego rozkładu masy wzdłuż ośrodka porowatego jakim jest matryca filtra. Pokazuje to wykres przedstawiony na rys. 3. W warunkach jednakowej zdolności akumulacyjnej matrycy, jej pierwsza warstwa wysyca się składnikiem magnetycznym zawiesiny szybciej niż warstwy pozostałe. Tak więc uzasadnione jest dążenie do takiego doboru warunków filtracji, aby racjonalnie wykorzystać zdolności akumulacyjne matrycy. Praca autorów koncentruje się na optymalnym wykorzystaniu matrycy w procesie kolmatacji.



Rys. 3. Rozkład masy cząstek osadzonych w matrycy filtra obliczony dla parametrów kolmatacji:
B_0 = 4,0 T, v_0 = 0,05 m·s^{-1}, R_k = 25·10^{-6} m, C_0 = 10^{4}kg·m^{-3}
(R_k jest promieniem pojedynczego włókna ośrodka porowatego)

Podsumowanie

Przedstawiony w pracy model przepływu zawiesiny przez ferromagnetyczny ośrodek porowaty, z uwzględnieniem wymiany frakcji magnetycznej z ośrodka ciekłego do stałego, jest z konieczności przybliżonym opisem zjawisk zachodzących w warunkach rzeczywistych. Autorzy, przy przyjęciu założeń upraszczających, opracowali model, którego głównym celem było wykazanie zdecydowanego wpływu indukcji magnetycznej na przebieg procesu ekstrakcji ziaren magnetycznych z zawiesiny. W sposób jednoznaczny wykazano, że najważniejszy parametr modelu, jakim jest współczynnik aktywności osadzania cząstek na powierzchni kolektorów matrycy, istotnie zależy od wartości indukcji pola magnetycznego.

Literatura

[1] Cieśla A: Use of the superconductor magnet to the magnetic separation. Some selected problems of exploitation. International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 19 (2004) IOS Press, pp. 327-331

[2] Cieśla A.: Analiza stanów pracy separatora matrycowego z elektromagnesem nadprzewodnikowym jako źródłem pola, (in polish) Wydawnictwa AGH, seria: Rozprawy, Monografie, Nr 44, Kraków 1996,

[3] Wei Ge, Armando Encinas, Elsie Araujo, Shaoxian Song, Magnetic matrices used in high gradient magnetic separation (HGMS): A review, Results in Physics, Volume 7, 2017, pp. 4278-4286,

[4] Zixing Xue, Yuhua Wang, Xiayu Zheng, Dongfang Lu, Zixi Sun, Study on optimal aspect ratio for diamond matrices in axial high gradient magnetic separation, Minerals Engineering, Volume 160, 2021, Article 106699

WPŁYW JEDNOCZESNEGO ODDZIAŁYWANIA PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH GENEROWANYCH PRZEZ LINIE PRZESYŁOWE WYSOKIEGO NAPIĘCIA PRĄDU ZMIENNEGO ORAZ TELEFON KOMÓRKOWY NA RÓWNOWAGĘ PROOKSYDACYJNO-ANTYOKSYDACYJNĄ W STRUKTURACH MÓZGU SZCZURÓW

Grzegorz CIEŚLAR[1], Karolina SIEROŃ[1], Aleksander SIEROŃ[2], Paweł SOWA[3]

[1] Śląski Uniwersytet Medyczny

[2] Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza

[3] Politechnika Śląska

Cel badania

Celem badania była ocena wpływu pola elektromagnetycznego o natężeniu 10 kV/m generowanego przez linie przesyłowe prądu zmiennego o częstotliwości 50 Hz i pola elektromagnetycznego generowanego przez systemy telefonii komórkowej działające w zakresie częstotliwości 900 MHz na równowagę prooksydacyjno-antyoksydacyjną w poszczególnych strukturach mózgu samców szczurów, w oparciu o oznaczenie stężenia markerów procesu peroksydacji lipidów błonowych i stresu oksydacyjnego oraz aktywności wybranych enzymów antyoksydacyjnych w homogenatach struktur tego narządu.

Zwierzęta doświadczalne i metodyka badań

Materiał badawczy stanowiło 20 samców szczurów rasy Wistar, w wieku 10 tygodni o masie ciała około 180 g przed rozpoczęciem eksperymentu, będących na tym samym etapie rozwojowym i wykazujących dojrzałość narządową. W trakcie trwania całego eksperymentu zwierzęta przebywały w optymalnych warunkach środowiskowych o stałej temperaturze 21ºC i stałej wilgotności powietrza (60%), z zachowaniem 24 godzinnego cyklu dobowego (12-godzinna faza dzienna w sztucznym oświetleniu i 12-godzinna faza ciemności). Szczury przebywały w typowych klatkach plastikowych, nie ograniczających możliwości swobodnego poruszania się, po 10 zwierząt w klatce, otrzymywały standardową karmę dla gryzoni Labofed-B oraz miały nieograniczony dostęp do wody pitnej. Zwierzęta zostały podzielone losowo na 2 równoliczne grupy.

Grupę eksperymentalną stanowiło 10 szczurów poddawanych cyklowi codziennych ekspozycji na oddziaływanie pola elektromagnetycznego o parametrach fizycznych występujących w otoczeniu linii przesyłowych wysokiego napięcia prądu zmiennego (częstotliwość 50 Hz i natężenie 10 kV/m) przez 22 godziny dziennie (z dwugodzinną przerwą pomiędzy 8^{00} a 10^{00}) oraz na oddziaływanie pola elektromagnetycznego o parametrach fizycznych generowanych przez systemy telefonii komórkowej działające w zakresie częstotliwości 900 MHz. W trakcie ekspozycji w polu elektromagnetycznym o częstotliwości sieciowej szczury przebywały w metalowych klatkach umieszczonych pomiędzy 2 okrągłymi elektrodami ustawionymi w odległości 0,5 m od siebie. Do elektrody wysokonapięciowej (tzw. wysoki potencjał) przyłożone było napięcie przemienne o wartości 5 kV (źródłem napięcia był wysokonapięciowy transformator probierczy), a klatka ustawiona była na elektrodzie uziemionej (niski potencjał). Czas dodatkowej ekspozycji na oddziaływanie pola elektromagnetycznego o częstotliwości komórkowej wynosił 8 godzin dziennie, w dwóch cyklach 4-godzinnych (9^{00} – 13^{00} i 14^{00} – 18^{00}) z godzinną przerwą pomiędzy godziną 13^{00} i 14^{00}. W trakcie ekspozycji co ½ godziny włączany był telefon komórkowy Nokia 5100, który

przez 15 s emitował promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości 900 Hz. Łączna liczba inicjowanych połączeń wynosiła 16/dobę, a łączny czas trwania tych połączeń wynosił 4 minuty/dobę. Najwyższa wartość współczynnika absorpcji swoistej promieniowania (ang. *Specific Absorption Rate* – SAR) dla aparatu Nokia 5100, podana przez producenta na podstawie standardowych pomiarów testowych zgodnych z zaleceniami ICNIRP, wynosi 0,69 W/kg m.c. Ponieważ w użytym modelu doświadczalnym, w którym ze względu na możliwość swobodnego poruszania się szczurów w klatce nie był możliwy pomiar rzeczywistej wartości SAR, jako wskaźnik intensywności pola elektromagnetycznego przyjęto wartość średniej gęstości mocy, którą obliczano z szesnastu kolejnych pomiarów rejestrowanych w pięciu punktach stanowiska pomiarowego w klatce dla zwierząt. Średnia gęstość mocy pola elektromagnetycznego rejestrowana w czasie nawiązywania połączenia E_1 wynosiła 85,3 $\mu W/m^2$, natomiast średnia gęstość mocy pola elektromagnetycznego rejestrowana w czasie nawiązanego połączenia E_2 wynosiła 17,0 $\mu W/m^2$.

Grupę kontrolną stanowiło 10 szczurów poddawanych cyklowi codziennych pozorowanych ekspozycji w polu elektromagnetycznym, w trakcie których w układzie ekspozycyjnym nie było generowane pole elektromagnetyczne. Czas ekspozycji pozorowanej wynosił 22 godziny dziennie (z dwugodzinną przerwą pomiędzy 8^{00} a 10^{00}).
Po zakończeniu cyklu 28 codziennych ekspozycji w polu elektromagnetycznym lub ekspozycji pozorowanych, szczurom po wprowadzeniu do głębokiej narkozy otwierano klatkę piersiową przez nacięcie żeber, a następnie nakłuwano koniuszek lewej komory serca i pobierano krew, doprowadzając do całkowitego skrwawienia zwierząt. Następnie szczury dekapitowano przy użyciu gilotyny, usuwano kości pokrywy czaszki i wyjmowano mózg. Po wypreparowaniu odpowiednio: kory czołowej mózgu, hipokampa, pnia mózgu, podwzgórza, prążkowia oraz móżdżku, pobrane tkanki zamrażano na zestalonym CO_2 (tzw. „suchym lodzie"), a następnie przechowywano w głębokim zamrożeniu w temperaturze -70°C aż do dnia, w którym wykonywane były oznaczenia laboratoryjne. W dniu wykonywania oznaczeń laboratoryjnych, po uprzednim rozmrożeniu, badane tkanki poddawano homogenizacji za pomocą homogenizatora firmy Glass-Col, w czasie 3 minut, przy 50 obr./min, w układzie szkło-szkło, w temperaturze 21ºC. W homogenatach oznaczano za pomocą rutynowych metod spektrofotometrycznych i kinetycznych zawartość markera procesu peroksydacji lipidów błonowych: dialdehydu malonowego (MDA) oraz markera wolnorodnikowych procesów oksydacyjnych: całkowitej zdolności oksydacyjnej (TOS), a także aktywności wybranych enzymów antyoksydacyjnych: dysmutazy ponadtlenkowej (SOD), katalazy (CAT), peroksydazy glutationowej (GPx), reduktazy glutationowej (GR) i S-transferazy glutationowej (GST). Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu testu ANOVA Kruskala-Wallisa oraz testu U Manna-Whitney'a.

Omówienie wyników i wnioski

Na podstawie uzyskanych wyników wykazano, że 4-tygodniowa ekspozycja samców szczurów na jednoczesne oddziaływanie pola elektromagnetycznego o parametrach fizycznych generowanych w otoczeniu linii przesyłowych wysokiego napięcia prądu zmiennego oraz przez system telefonii komórkowej pracujący w zakresie częstotliwości 900 MHz, nie powoduje w żadnej z badanych struktur mózgu istotnych statystycznie zmian zawartości markera procesu peroksydacji lipidów błonowych MDA ani markera innych procesów oksydacyjnych TOS, natomiast powoduje znamienny statystycznie spadek aktywności GR i GST we wszystkich strukturach mózgu, a dodatkowo spadek aktywności SOD w korze czołowej, pniu mózgu i móżdżku, spadek aktywności GPx w prążkowiu oraz wzrost aktywności CAT w korze czołowej mózgu, hipokampie i prążkowiu.

Zmiany aktywności enzymów antyoksydacyjnych miały prawdopodobnie charakter kompensacyjny, wynikający z wyczerpania zapasowej puli tych enzymów w strukturach mózgu, w wyniku nadmiernego ich zużycia w celu neutralizacji wolnych rodników tlenowych i zapobiegania powstaniu stresu oksydacyjnego w warunkach przewlekłej ekspozycji szczurów na jednoczesne oddziaływanie pola elektromagnetycznego emitowanego przez linie przesyłowe wysokiego napięcia prądu zmiennego i system telefonii komórkowej. [1],[2]

Literatura

[1] Elhag M.A., Nabil G.M., Attia A.M.. Effects of electromagnetic field produced by mobile phones on the oxidant and antioxidant status of rats. Pak. J. Biol. Sci., vol. 10, no. 23, pp. 4271-4274, Dec. 2007.
[2] Dasdag S., Akdag M.Z.: The link between radiofrequencies emitted from wireless technologies and oxidative stress. J. Chem. Neuroanat., vol. 75, no. Pt B, pp. 85-93, Sep. 2016.

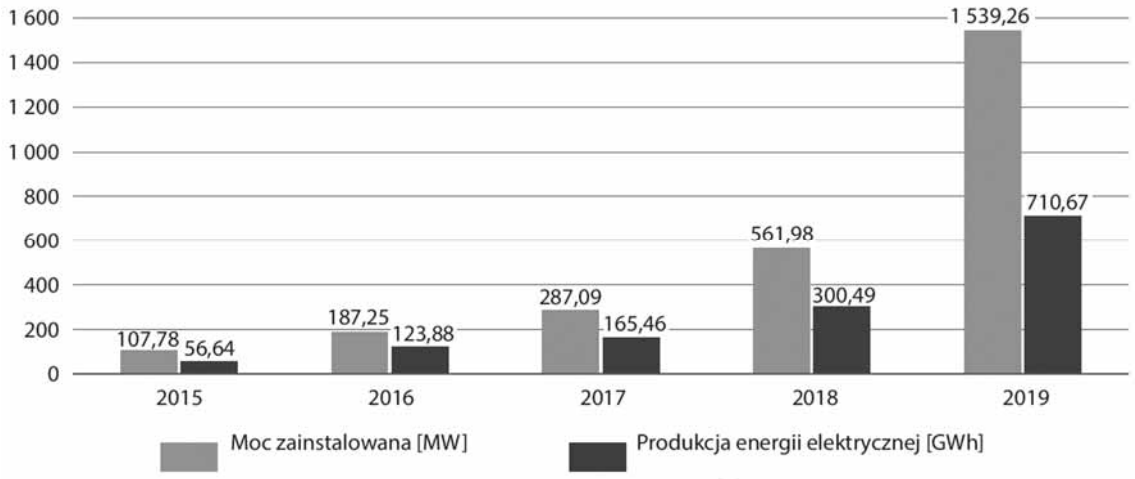
BEZPIECZEŃSTWO POŻAROWE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH

Paweł CZAJA

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Wstęp

Wprowadzenie programu wsparcia "Mój Prąd" oraz obowiązujące regulacje prawne w zakresie pozyskiwania "zielonej energii" jak również jej zbywania, wpływają na bardzo dynamiczny rozwój sektora instalacji fotowoltaicznych (PV). Rynek instalacji PV, jest najszybciej rozwijającym się sektorem OZE w Polsce. Łączna moc zainstalowana w źródłach fotowoltaicznych na koniec 2019 roku wyniosła 1539,26 MW [1]. Według danych Agencji Rynku Energii [2], moc zainstalowana PV w Polsce na koniec kwietnia 2021 roku wynosiła 4732,9 MW, a w porównaniu do kwietnia 2020 roku nastąpił wzrost o 129%. Największa dynamika występuje w obszarze mikroinstalacji PV (< 10 kWp). W okresie od stycznia do końca kwietnia 2021 roku, podłączono do systemu elektroenergetycznego 86183 nowe instalacje PV o łącznej mocy zainstalowanej 757,92 MW [2].



Rys. 1. Moc zainstalowana oraz wyprodukowana energia elektryczna z instalacji PV w Polsce w latach 2015-2019 [1]

Instalacje PV to bardzo bezpieczna technologia pod względem ochrony przeciwporażeniowej jak również przeciwpożarowej. Systemy fotowoltaiczne mają bardzo wysoki poziom bezpieczeństwa w zakresie prewencyjnej ochrony przeciwpożarowej pod warunkiem, że zaprojektowane oraz wykonane są w profesjonalny sposób. W artykule przedstawiono prawne oraz techniczne wymagania wpływające na bezpieczeństwo pożarowe instalacji PV. Przeprowadzono analizę najczęstszych przyczyn wpływających na powstawanie zagrożenia pożarowego.

Wymagania prawne i techniczne stawiane instalacją PV

Spełnienie odpowiednich standardów bezpieczeństwa pożarowego to jedna z podstawowych kwestii nowoczesnego budownictwa. Zgodnie z zapisami wprowadzonymi do ustawy Prawo budowlane [3], od 19 września 2020 roku konieczne jest wskazanie warunków ochrony przeciwpożarowej dla nowo projektowanych instalacji PV, gdy moc zainstalowanych modułów PV będzie większa niż 6,5 kWp. Wprowadzono również obowiązek uzgodnienia projektu technicznego instalacji PV pod względem ochrony przeciwpożarowej z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz obowiązek

zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej o zakończeniu budowy instalacji PV i planowaniu przystąpienia do jej użytkowania [3].

Warunkiem uzyskania uzgodnienia jest zawarcie w projekcie technicznym instalacji PV następujących wymagań [4]:

- konieczność łączenia elementów obwodów DC za pomocą złączek tego samego typu (np. MC4) i pochodzących od tego samego producenta;
- ograniczenie do minimum liczby połączeń w obwodach DC;
- prowadzenie przewodów DC będących stale pod napięciem w metalowych korytkach kablowych z uwzględnieniem ich ochrony przed ostrymi krawędziami;
- prowadzenie oprzewodowania DC w odległości min. 10 cm od powierzchni dachów; pokrytych materiałami palnymi;
- konieczność uszczelnienie przejść oprzewodowania przez budowlane przegrody oddzielenia pożarowego do wymaganej pierwotnej odporności ogniowej;
- konieczność wykonania badań odbiorczych całej instalacji w zakresie poprawności wykonania oraz skuteczności zastosowanych środków ochrony przeciwporażeniowej [5, 6];
- konieczność umieszczenia oznakowania: "Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC", na trasach oprzewodowania DC będącego stale pod napięciem nawet po wyłączeniu instalacji;
- konieczność wprowadzenia oznakowania w budynku zgodnie z wytycznymi normy [7], poprzez umieszczenie odpowiednich piktogramów informacyjnych w miejscu przyłączenia instalacji PV do instalacji elektrycznej niskiego napięcia, przy układzie pomiarowo-rozliczeniowym oraz przy głównym wyłączniku zasilania dla całego obiektu.

Jedną z głównych przyczyn powstawania zagrożenia pożarowego instalacji fotowoltaicznych (PV) jest nieprawidłowe wykonanie połączeń, systemowymi złączami po stronie obwodów DC. Najpopularniejsze złącza typu MC4, dostarczane przez różnych producentów, nie zawsze są między sobą w pełni kompatybilne ze względu na różne tolerancje produkcji jak również różną rozszerzalność cieplną. Na podstawie opublikowanych raportów z wypadków w Niemczech, Wielkiej Brytanii oraz Holandii, są to podstawowe przyczyny pożarów instalacji PV [8, 9].

Na oprzewodowanie obwodów DC, należy stosować kable jednożyłowe na napięcie min. 0,6/1 kV o dopuszczalnej temperaturze pracy nie niższej niż 90°C i wysokiej odporności na promieniowanie UV. Ze względu na temperaturę pracy i sposób instalacji, wyznaczając dopuszczalną długotrwałą obciążalność prądową kabli, wymagane jest stosowanie współczynników korekcyjnych w odniesieniu do wartości określonych przez producentów [5, 9].

Zgodnie z wymogami normy [7], w obwodach instalacji PV o napięciu $U_{OC\ max}$ > 120 V DC, jako środek ochrony przeciwporażeniowej należy stosować izolację wzmocnioną lub podwójną. Dostępne na rynku moduły fotowoltaiczne, standardowo produkowane są w II klasie ochronności, przystosowane są do pracy w zakresie temperatur -40°C ÷ +90°C i zapewniają szczelność na poziomie IP67. Maksymalne napięcie w obwodzie DC, łączącym pojedyncze moduły w łańcuchy może wynosić maksymalnie 1000 V. Norma [7] nakazuje stosować urządzenia zabezpieczające w obwodach DC do ochrony modułów PV i okablowania przed prądami zwarć po stronie AC inwertera (w przypadku braku separacji galwanicznej) oraz przed prądami zwrotnymi występującymi przy uszkodzeniu jednego z kilku połączonych równolegle łańcuchów modułów PV. Najczęściej stosowane są bezpieczniki o charakterystyce gPV zgodnie z wymaganiami normy [10], napięciu znamionowym wyższym niż najwyższe napięcie w obwodzie DC (<$U_{OC\ STC}$) oraz prądzie znamionowym, spełniającym zależność (1):

$$1{,}4 \cdot I_{SC} \le I_n \le 2{,}4 \cdot I_{SC} \quad (1)$$

gdzie: I_{SC} – znamionowy prąd zwarciowy modułu PV, I_n – znamionowy prąd bezpiecznika.

Literatura

[1] Energia ze źródeł odnawialnych w 2019 r. Analizy statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2020, publikacja dostępna na stronie stat.gov.pl, ISSN: 1898-43479

[2] Informacja statystyczna o energii elektrycznej, Agencja Rynku Energii S.A., nr 4 (328) 2021, ISSN 1232-5457

[3] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane, Dz.U. z 2020 r. poz. 1333, z późniejszymi zmianami

[4] Fotowoltaiczny dekalog dobrych praktyk, SBF Polska PV, Kraków 2021

[5] Czaja P.: Środki ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach fotowoltaicznych, Przegląd Elektrotechniczny, R.91, nr 12, 2015, str. 73-76

[6] Czaja P.: Reception and exploitation tests of photovoltaic installations, 2018 Progress in Applied Electrical Engineering, PAEE 2018, art. no. 8441161, DOI: 10.1109/PAEE.2018.8441161

[7] Norma PN-HD 60364-7-712:2016-05 Instalacje niskiego napięcia. Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania

[8] Bezpieczeństwo Pożarowe instalacji PV, Fronius Polska, 2020

[9] MC4 & MC4-Evo 2 for low-voltage DC applications up to 100 A, Staubli Description Report, 2021

[10] Norma PN-EN 60269-6:2011 Bezpieczniki topikowe niskonapięciowe – Część 6: Wymagania dodatkowe dotyczące wkładek topikowych do zabezpieczania fotowoltaicznych systemów energetycznych

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

WŁAŚCIWOŚCI MAGNETYCZNE RDZENI WYŁĄCZNIKÓW RÓŻNICOWOPRĄDOWYCH

Paweł CZAJA, Wojciech PLUTA

Politechnika Częstochowska Wydział Elektryczny

Wstęp

Głównym zadaniem transformatora sumującego w wyłącznikach różnicowoprądowych (RCD) o działaniu niezależnym od napięcia sieci jest dostarczenie z obwodu pierwotnego odpowiedniej mocy do zadziałania wyzwalacza różnicowego zasilanego z obwodu wtórnego. W artykule przedstawiono wpływ właściwości magnetycznych rdzenia przekładnika sumującego na wymaganą liczbę uzwojeń pierwotnych i wtórnych oraz na konstrukcję obwodu wtórnego zasilającego wyzwalacz elektromechaniczny.

Analiza budowy wewnętrzne wyłącznika RCD

Wyłącznik RCD, aby zapewniał prawidłowe wyłączanie, jego przekładnik sumujący wraz z obwodem wtórnym muszą spełniać dwa zasadnicze warunki:

- elektromagnetyczny wyzwalacz powinien rozłączać styki główne przy przepływie pierwotnego prądu różnicowego w zakresie $(0{,}5\div1)\cdot I_{\Delta n}$ wyłącznika [9], oraz
- napięcie uchybu pojawiające się przy przepływie maksymalnego długotrwałego prądu obciążenia wyłącznika, nie powinno powodować zbędnych wyłączeń.

W przypadku wyłączników RCD mających zapewniać ochronę uzupełniającą w obwodach niskiego napięcia [1, 2], zakres poprawnego wyzwalania wynosi od 15 do 30 mA pierwotnego prądu różnicowego. Dobierając przekładnik sumujący oraz konstrukcję obwodu wtórnego w tego typu wyłącznikach RCD uwzględnia się dwie zależności:

- przekładnik sumujący powinien charakteryzować się maksymalnie dużą impedancją gałęzi magnesowania, określoną przez indukcyjność L_μ oraz rezystancję R_{Fe} schematu zastępczego przekładnika [3] albo
- dopasowaniem impedancyjnym obciążenia wtórnego przekładnika sumującego do impedancji gałęzi magnesowania przekładnika powinno zapewniać wydzielenie maksymalnej mocy na obciążeniu.

Dla rdzeni pierścieniowych działających w zakresie liniowej części charakterystyki magnesowania (bez nasycenia) indukcyjność jest określana zależnością:

$$L = \frac{0.4\pi Z^2 \mu \; S_{Fe} 10^{-2}}{l_{sr}} \quad (1)$$

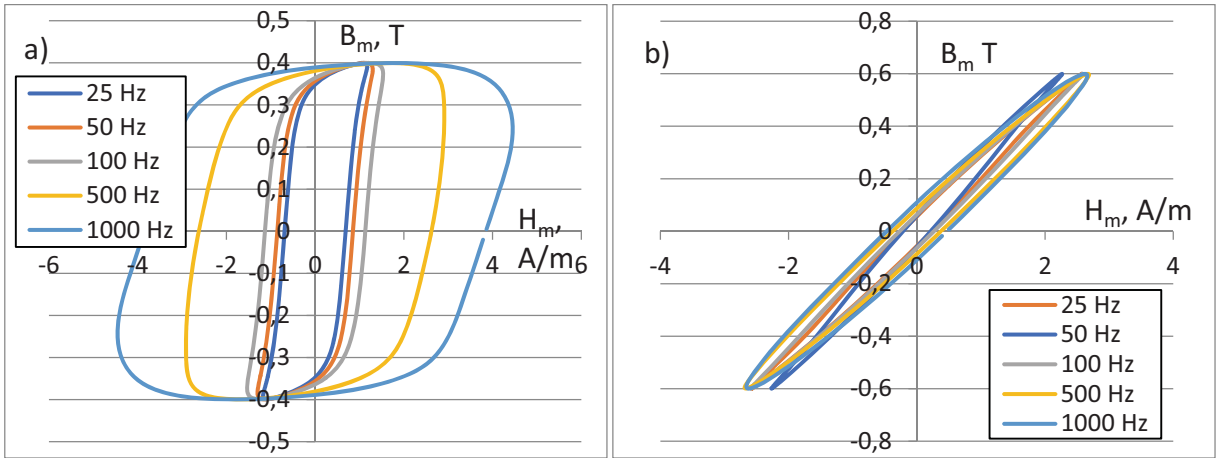
gdzie: L – indukcyjność, nH; z – liczba zwojów; μ – przenikalność magnetyczna rdzenia, S_{Fe} – przekrój poprzeczny rdzenia, cm^2; $l_{śr}$ – efektywna długość drogi magnetycznej, cm.

Zależność ta stanowi zbyt duże uproszczenie gdyż wraz ze wzrostem natężenia pola magnetycznego ze wzrostem częstotliwości prądu magnesującego zmienia się także przenikalność rdzenia. Zmianie ulega także reaktancja indukcyjna ze względu na jej liniową zależność od częstotliwości. W efekcie dopasowanie impedancyjne nie jest możliwe dla znacznie różniących się częstotliwości.

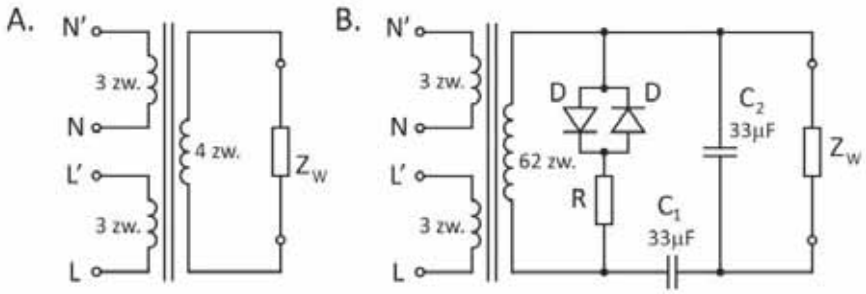
Pomiar właściwości rdzeni przekładników sumujących

Pomiary właściwości magnetycznych rdzeni przekładników sumujących zostały przeprowadzone na rdzeniach wyjętych z przetestowanych wcześniej wyłącznikach RCD. Cewki magnesujące i do pomiaru indukcji magnetycznej nawinięto równomiernie na całym obwodzie rdzenia. Natężenie pola magnetycznego H_m, indukcję magnetyczną B_m i stratność P_S wyznaczono w skomputeryzowanym systemie pomiarowym [4, 5].

Pomiary wykonano przy kontrolowanym sinusoidalnym kształcie indukcji magnetycznej w zakresie indukcji magnetycznej od 0,05 T do 1,0 T i częstotliwości od 50 Hz do 1 kHz – w zależności od materiału wykorzystywanego do budowy przekładnika sumującego. Przykładowe wyniki badań przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Pętle histerezy dla przykładowych rdzeni wyłączników RCD, a) model A, b) model B



Rys. 2. Schematy ideowe przykładowych wyłączników RCD (model A i B)

Do badań właściwości magnetycznych wybrano trzy rdzenie spośród kilkunastu rdzeni zdemontowanych z wyłączników RCD typu AC różnych producentów o długotrwałym dopuszczalnym prądzie 25 A oraz znamionowym prądzie różnicowym 30 mA. Są to powszechnie montowane wyłączniki w instalacjach niskiego napięcia w celu zapewnienia przeciwporażeniowej ochrony dodatkowej i uzupełniającej zgodnie z wymogami norm [6, 7]. Zastosowanie w wyłącznikach RCD elementów dopasowania impedancyjnego w obwodzie pośredniczącym wpływa na znaczne skrócenie czasu ich zadziałania, ale również może skutkować występowaniem zbędnych wyłączeń chronionych obwodów instalacji elektrycznej.

Literatura

[1] Norma PN-EN 61008-1:2007 Wyłączniki różnicowoprądowe bez wbudowanego zabezpieczenia nadprądowego do użytku domowego i podobnego (RCCB). Część 1: postanowienia ogólne

[2] Norma PN-EN 61009-1:2009 Wyłączniki różnicowoprądowe z wbudowanym zabezpieczeniem nadprądowym do użytku domowego i podobnego (RCBO). Część 1: Postanowienia ogólne

[3] Czaja P.: Examination of the impact of design of a residual current protective device on the release frequency range, Progress in Applied Electrical Engineering, PAEE 2017, art. no. 8009009

[4] Pluta W.A., Angular properties of specific total loss components under axial magnetization in grain-oriented electrical steel. *IEEE Trans. on Magn.*, Vol. 52(4), 2016, pp. 6300912

[5] IEC 404-3:1999; Magnetic materials. Methods of measurements of soft magnetic properties of electrical steel and type with the use of single sheet tester

[6] PN-IEC 61140:2005/A1:2008 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym – Wspólne aspekty instalacji i urządzeń

[7] Norma PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

OPINIA POLAKÓW NA TEMAT ZJAWISKA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Joanna EJDYS[1], Urszula SOREL[2]

[1] Politechnika Białostocka

[2] Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II

Pole elektromagnetyczne (PEM) jest zjawiskiem, które otacza człowieka od początku istnienia. Biorąc pod uwagę zarówno naturalne źródła pola elektromagnetycznego (np. zjawiska atmosferyczne, Słońce), jak i sztuczne, te wytworzone przez człowieka (np. fale radiowe, urządzenia elektroniczne) trudno sobie wyobrazić wszechświat bez pola elektromagnetycznego. Rozwój cywilizacyjny nie byłby możliwy bez wynalezienia takich urządzeń jak radio, telewizor, telefon, które są również źródłem pola elektromagnetycznego. Obserwując tempo rozwoju technologicznego trudno sobie wyobrazić przyszły świat bez nowoczesnych urządzeń elektronicznych czy sieci 5G. W szczególności dynamiczny (wykładniczy) rozwój technologii może być obiektem fascynacji oraz źródłem obaw o niekontrolowany, nieprzewidywalny przebieg procesów w przyszłości. Jednak pomimo ponad dwustu lat badań i odkryć naukowych związanych z promieniowaniem elektromagnetycznym i technologiami, które je wykorzystują wiedza społeczeństwa na jego temat wciąż nie jest duża, a samo PEM wywołuje wiele obaw, które czasem prowadzą nawet do protestów społecznych.

Według wyników badań realizowanych przez Institute for Comparative Survey Research w Wiedniu w ramach *World Values Survey*, Polaków charakteryzuje relatywnie wysoki poziom zaufania do technologii w kontekście wypływu technologii na rozwój społeczno-gospodarczy. Ponad 61% Polaków oceniło stwierdzenie *nauka i technologia sprawiają, że nasze życie jest zdrowsze, łatwiejsze i bardziej komfortowe* na poziomie od 8 do 10 (w skali 10-stopniowej, gdzie poziom 1 oznaczał: całkowicie się nie zgadzam ze stwierdzeniem, a poziom 10 oznaczał: całkowicie się zgadzam). Ponad 73% Polaków (dokonując oceny na poziomie 8-10) potwierdziło, że nauka i technologia stwarzają więcej możliwości dla przyszłych pokoleń.

Pytania o rozwój technologii w kontekście jego skali, kierunków, charakteru, oddziaływania na życie społeczno-gospodarcze, jest niewątpliwie istotnym zagadnieniem zarówno z perspektywy badawczej, jak i zainteresowań przeciętnych obywateli. Dostęp do wiedzy o oddziaływaniu każdej technologii na środowisko, umiejętność intepretowania danych i informacji stanowią podstawę kształtowania naszej świadomości o nowych zjawiskach. W dalszej kolejności to świadomość i nastawienie użytkowników technologii determinują skalę i zakres przyszłego wykorzystywania technologii. Dostrzegając z jednej strony potencjał technologii wykorzystujących promieniowanie elektromagnetyczne, z drugiej społeczne obawy związane z rosnącą skalą zjawiska promieniowania elektromagnetycznego w środowisku nas otaczającym podjęto się realizacji badań ogólnopolskich, których głównym celem było poznanie opinii Polaków na temat zjawiska promieniowania elektromagnetycznego. W szczególności w trakcie badań poszukiwano odpowiedzi na następujące pytania:

- Jaki jest poziom wiedzy Polaków na temat zjawiska promieniowania elektromagnetycznego?
- Jak Polacy oceniają potencjalny pozytywny i negatywny wpływ urządzeń elektromagnetycznych na zdrowie i życie człowieka?
- Jaki jest poziom akceptacji infrastruktury wykorzystującej promieniowanie elektromagnetyczne?
- Jakie jest nastawienie Polaków do rozwoju nauki i technologii w ogóle?
- Jakie jest nastawienie Polaków do rozwoju technologii 5G?
- Jaka jest skala korzystania Polaków z wybranych nowoczesnych technologii?

W przyjętym postępowaniu badawczym zastosowano metodę wywiadów bezpośrednich (CAPI) realizowanych przy użyciu papierowej ankiety wypełnianej przez wykwalifikowanego ankietera. Badania zostały zrealizowane na zlecenie Polskiej Izby Informatyki i Telekomunikacji. Respondentami w badaniu byli mieszkańcy Polski. Wyniki badań dotyczą reprezentatywnej próby 1005 Polaków.

Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

- Polaków charakteryzuje niski subiektywnie deklarowany poziom wiedzy na temat zjawiska promieniowania elektromagnetycznego – odsetek badanych posiadających co najmniej dobrą wiedzę wynosi zaledwie 6% wszystkich respondentów.
- Posiadanie wiedzy o promieniowaniu elektromagnetycznym zmniejsza siłę negatywnej postawy wobec tego zjawiska.
- 38% Polaków czerpie wiedzę dotyczącą PEM z internetu, a 25% z mediów społecznościowych, gdzie „autorytetem" może być każdy. Konieczna jest edukacja społeczna w rozpoznawaniu źródeł prezentujących rzetelne informacje oraz tych służących dezinformacji.
- W opinii Polaków odpowiedzialność za ochronę przed potencjalnie szkodliwym działaniem promieniowania elektromagnetycznego ponoszą instytucje państwowe, czy operatorzy sieci komórkowych, jak i sami użytkownicy. Polacy uznają rozwój nowoczesnych technologii za szansę na szybszy rozwój państwa i społeczeństwa oraz na szczęśliwsze, bezpieczniejsze i spokojniejsze życie. Aż 61% respondentów raczej lub całkowicie zgodziła się ze stwierdzeniem, że *Nauka i technologia stwarzają więcej możliwości rozwoju społeczeństwa*. Również 59% respondentów raczej lub całkowicie zgodziła się ze stwierdzeniem, że *Nauka i technologia sprawiają, że nasze życie jest łatwiejsze i bardziej komfortowe*, a 55% respondentów, że *Dzięki nauce i technologii świat jest lepszy*. Największy wpływ na stan wiedzy o PEM ma korzystanie z Internetu, ale chociaż 78% respondentów z niego korzysta, to aż 69% deklaruje brak wiedzy na temat PEM.
- Wśród urządzeń, produktów i zjawisk najczęściej wymienianych jako negatywnie wpływających na zdrowie i życie człowieka należą: zanieczyszczenie wody pitnej (62%), palenie papierosów (61%), linie wysokonapięciowe (59%), czy zmiany klimatu (54%).
- Dużo obaw wzbudzają nowe technologie telekomunikacyjne, jak nadajniki 5G stacje bazowe sieci komórkowej i wzmacniacze sygnału sieci komórkowej. Ich negatywny wpływ wskazała taka sama liczba respondentów (54%). Niemal równie negatywnie postrzegane są radary (46%) oraz mikrofalówki i telefony komórkowe (49%).
- Wielu Polaków boji się także technologii ratujących życie, jak tomograf (43%), czy USG (38%).
- Wśród zachowań mogących przyczynić się do ochrony przed nadmiernym PEM najczęściej wymieniane są: unikanie źródeł PEM, pozostawianie telefonu komórkowego, laptopa, tabletu poza miejscem snu, wyłączanie sieci Wi-Fi na noc oraz trwałe wyłączanie sprzętu RTV (wymienione przez co najmniej 25% respondentów).

Literatura

[1]. World Values Survey [Access http://www.worldvaluessurvey.org/wvs.jsp 03.08.2021].
[2]. Hiltunen E., Hiltunen K.. Technolife 2035. How Will Technology Change our Future, Cambridge Scholars Publishing, Cambridge 2015.
[3]. Davis, F. D. A technology Acceptance model for empirically testing new and-user information systems: theory and results. Unpublished Doctoral dissertation, MIT Sloan School of Management, Cambridge, MA 1985.
[4]. Ejdys J., Building technology trust in ICT application at a University, International Journal of Emerging Market vol. 13, no. 5, pp. 980-997, 2018, https://doi.org/10.1108/IJoEM-07-2017-0234
[5]. Ejdys J., Zaufanie do technologii w e-administracji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2018.
[6]. Soler U., Busiło M., Oswajanie z technologią.Na przykładzie elektryfikacji Wielkiej Brytanii i technologii 5G, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097, R. 95 NR 12/2019, ss. 97-100.
[7]. Soler U., Political and Economic Contexts of Implementing 5G in Poland and in Selected European Countries, "Journal of Telecommunications and Information Technology" nr 2/2021, ss. 38-48.

ANALIZA WPŁYWU ZJAWISKA ZACIENIENIA NA PRODUKCJĘ ENERGII ELEKTRYCZNEJ W INSTALACJACH FOTOWOLTAICZNYCH

Radosław FIGURA[1], Ihor SHCHUR [2]

[1] Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. K. Pułaskiego w Radomiu

[2] Politechnika Lwowska

Wstęp

W artykule zaprezentowano i szczegółowo omówiono temat powstawania zacienienia oraz generacji energii elektrycznej w zacienionym generatorze fotowoltaicznym. Przedstawiono model matematyczny zacienienia, uwzględniających wiele czynników, które mają w pływ na zacienienie takich jak: kąt padania promieni słonecznych, odległość w jakiej zostały zamontowane moduły fotowoltaiczne oraz określona zostaje zacieniona powierzchnia dla danego dnia i godziny.

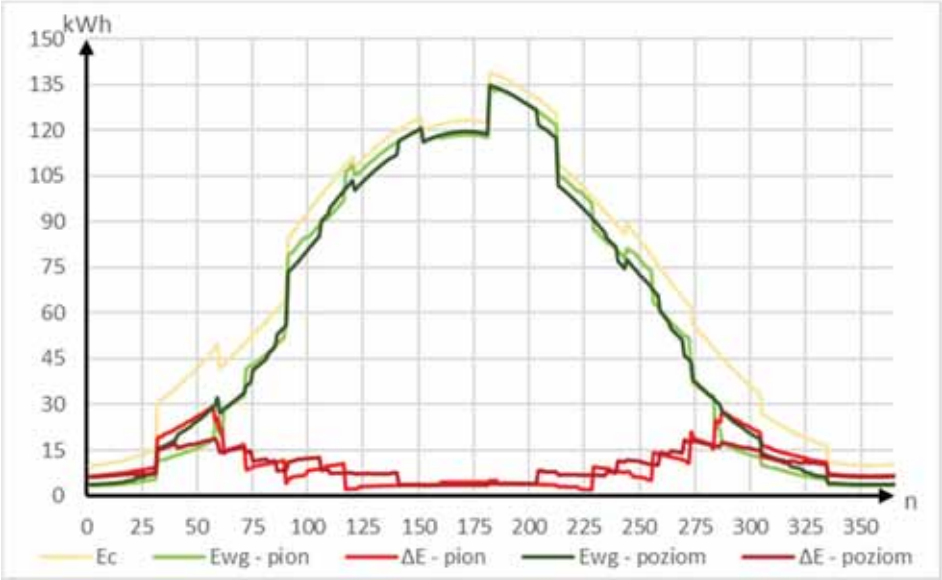
Modelowanie efektu zacienienia generatora PV

Zjawisko zacienienia generatora fotowoltaicznego jest niepożądanym efektem wpływającym na obniżenie produkcji energii elektrycznej. Prawidłowe zaprojektowanie i rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych zarówno w mikroinstalacjach oraz na farmach fotowoltaicznych zapewnia maksymalizację produkcji energii elektrycznej. W niniejszym artykule omówiono jakie czynniki wpływają na zacienienie generatora fotowoltaicznego oraz zaprezentowano model matematyczny umożliwiający analizę wpływu zacienienia na produkcję energii elektrycznej.

$$E_c = \sum_{i=1}^{n}\left(\sum_{k=1}^{h}(A_{nz} * G_z * \eta + A_{cz} * G_z * \eta)_h\right)_n + \sum_{i=1}^{n}\left(\sum_{k=1}^{h}(A_z * G_z * \eta)_h\right)_n$$

gdzie:
E_c – energia całkowita
A_{nz} – pole powierzchni niezacienionej wszystkich modułów PV
A_{cz} – pole powierzchni częściowo zacienione
A_z – pole zacienionej powierzchni modułów PV
G_z – natężenie promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni ziemi uwzględniającego współczynnik bezchmurności
η – sprawność modułów fotowoltaicznych
n – dzień w roku
h – godzina w danym dniu

Ważnym czynnikiem jest określenie natężenia promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni ziemi, uwzględniając jednocześnie zachmurzenie wynikające ze zmiennych warunków atmosferycznych.
Poznanie zjawiska zacienienia pozwoliło na stworzenie odpowiedniego modelu matematycznego zacienienia w którego skład wchodzą takie czynniki jak: kąt padania promieni słonecznych, odległość między rzędami modułów, zacieniona powierzchnia, energia promieniowania słonecznego docierająca do zewnętrznych warstw atmosfery, współczynnik bezchmurności, energia promieniowania słonecznego która dociera do powierzchni ziemi oraz energia promieniowania słonecznego docierająca do generatora fotowoltaicznego. Wymienione wielkości zostały opisane zależnościami umożliwiającymi wyznaczenie energii całkowitej która stanowi estymowaną wartość energii wyprodukowanej przez generator PV. Estymowana wartość energii elektryczna wygenerowanej w rzeczywistości uwzględnia straty energii wynikające z wystąpienia zjawiska zacienienia modułów fotowoltaicznych dla ich różnych ustawień i odległości w jakich się znajdowały.



Rys. 1. Produkcja i straty energii dla pionowego (3m) i poziomego (2m) ustawienia modułów w przeciągu roku

Analiza otrzymanych wyników pozwoliła na stwierdzenie, że zacienienie modułów fotowoltaicznych wchodzących w skład generatora fotowoltaicznego powoduje zmniejszenie generowanej przez nie energii elektrycznej przy tej samej sprawności przetwarzania energii promieniowania słonecznego. Przedstawione wyniki w pokazują wpływ zacienienia generatora fotowoltaicznego na produkcję energii elektrycznej.
Omówiono również sposoby zapobiegania występowania zacienienia oraz sposoby zmniejszania wpływu występującego za-cienienia na pracę generatora fotowoltaicznego.

Literatura

[1] Marchel P., Paska J. Modelowanie niezawodności elektrowni fotowoltaicznych. https://www.cire.pl/pliki/2/13marchelpaskaree14.pdf [23.06.2020]
[2] Culligan M., Botkin J., Impact of tilt angle on system economics for area constrained rooftops, SunPower White Paper, 2007
[3] Coulson K., Solar and Terrestrial Radiations. Methods and Measurements. Academic Press Inc. New York, 1975.
[4] Salem, F., Awadallah, M.A., Detection and assessment of partial shading in photovolta-ic arrays. J. Electr. Syst. Inform. Technol 2016. 3 (1), 23–32. http://www. sciencedi-rect.com/science/article/pii/S2314717216300058.
[5] Saint-Drenan Y. M., Barbier T., Data-analysis and modelling of the effect of inter-row shading on the power production of photovoltaic plants.
[6] Thakkar N., Cormode D., Lonij V.P.A., Pulver S., Cronin A.D., A simple non-linear model for the effect of partial shade on pv systems. June 2010. In: 2010 35th IEEE Pho-tovoltaic Specialists Conference, pp. 002321–002326.
[7] Cooper P.I., The absorption of solar radiation in solar stills. Solar Energy. Vol. 12, No. 3, 1969.
[8] https://www.hewalex.pl/oferta/panele-fotowoltaiczne/panel-fotowoltaiczny-ja-solar-340w.html
[9] Bratu C.: Evaluation of solar irradiance to a flat surface arbitrary oriented. Annals of the University of Craiova, Electrical Engineering series. No. 32, 2008.
[10] Chwieduk D.: Modelowanie i analiza pozyskiwania oraz konwersji termicznej promie-niowania słonecznego w budynku. Praca habilitacyjna Instytutu Podstawowych Proble-mów Techniki PAN. Warszawa 2006.
[11] Tytko R.: Urządzenia i systemy energetyki odnawialnej, Wadanie X, Kraków 2019
[12] Dexter J. Booth, Stroud K.A.: Matematyka od zera dla inżyniera, Wydanie VII, Warszawa 2016
[13] Dane dotyczące irradiacji słonecznej (PMOD Composite TSI) ze strony Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos: http://www.pmodwrc.ch/pmod.php?topic=tsi/composite/SolarConstant.

[14] Iqbal, M. (Ed.), 1983. An Introduction to Solar Radiation. Academic Press. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123737502500033
[15] Rys. Andrzej Z. Kotarba / CBK PAN. Zmienność średniej miesięcznej wielkości za-chmurzenia ogólnego nad Polską w latach 2003-2015. http://chmury.edu.pl/chmury-nad-polska/zachmurzenie-ogolne/, [18.07.2020r.]
[16] Instalacja fotowoltaiczna – dane
[17] Martínez-Moreno, F., Muñoz, J., Lorenzo, E., 2010. Experimental model to estimate shading losses on pv arrays. Sol. Energy Mater. Sol. Cells 94 (12), 2298–2303. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092702481000454X.

EVALUATION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USEFULNESS OF USING DIFFERENT EXCITATION SIGNALS FOR DIAGNOSTIC TESTS TO DETERMINE THE BROADBAND CHARACTERISTIC FREQUENCY WINDINGS OF POWER TRANSFORMERS

Łukasz FUŚNIK, Paweł ZYDROŃ, Bartłomiej SZAFRANIAK

AGH University of Science and Technology

Introduction

TF transmittance analysis methods have been used in the diagnosis of power transformer windings for several decades. Gradually, various forcing signals, both continuous and impulse, were introduced into the measurement practice. Different methods of digital signal processing (DSP) began to be used to improve the signal-to-noise ratio (SNR) and to reduce the measurement uncertainty. According to the recommendations of the standards, in each case the stimulating signals used must enable the determination of the transmittance in the frequency range not lower than 2 MHz.

Experiment

During the presented research, the possibility of using pseudo-white noise transformer windings to determine the transfer function was analyzed. The tesotwa signal used is characterized by a wide band with a limited corner frequency and evenly distributed energy in the bandwidth used. The signal energy is also evenly distributed over the test voltage waveform. Measurements were made in laboratory conditions and computer-controlled (Fig. 1a). The tested object is a 3-phase MV 16 kVA 15 kV / 0.4 kV transformer. The source of pseudo-white noise was the Tektronix Arbitrary-Function Generator model AFG 2021, selected for research due to the appropriate bandwidth of generated noise [1]. Taking into account the requirements of the IEC 60076-18 standard [2], the test signal should enable the transmittance characteristics of the transformer windings to be determined in the frequency range not lower than 2 MHz.

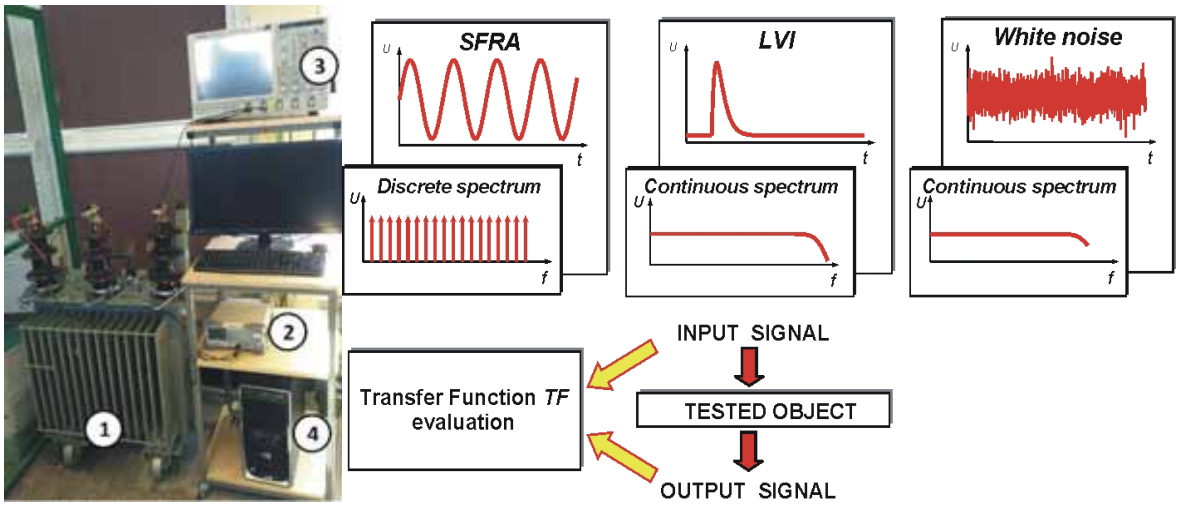


Fig. 1. a) The laboratory testing stand for transformer windings' TF measurement and evaluation: 1) tested transformer, 2) pseudo-white noise generator (AFG 2021), 3) oscilloscope (DPO 7104C), 4) test controlling computer; b) The use of various excitation signals to determine the transfer function of the transformer winding

Different signals (voltage waveforms) are used as the forcing signals to determine the broadband transmission characteristics of transformer windings (Fig. 1b). Determining the broadband characteristics of the transformer winding can be considered as a classic problem of estimating the unknown transmittance of a linear causal system invariable in time (LTI class system). The transfer function is usually defined as the ratio of voltage and / or current spectra in various configurations [3-5]. Its assessment is made (Fig. 1b):

- scanning of the discrete spectrum, with the analysis of the sinusoidal waveform set sequentially on selected frequencies – used in the Sweep Frequency Response Analysis (SFRA) method [6, 7];
- measurements in the time domain, using low-voltage short impulse excitation, i.e. Low Voltage Impulse method (LVI) or lightning impulses (possibly) [3, 5, 9];
- digital acquisition of signal samples in the time domain and numerical computation of their spectra using the Fourier transform (e.g. with the FFT algorithm) for TF determination – used in the low voltage pulse method (LVI) [8-11] and in the random white noise method [1].

Conclusion

In off-line transmittance measurements, the SFRA method with sinusoidal stimulation is used. The article presents, as an alternative, preliminary work on the estimation of the transmittance characteristics based on measurements with the use of a lightning pulse and a noise stimulus, using basic methods of digital signal processing, aimed at improving the quality of the obtained results. Ultimately, the use of this stimulation is considered in on-line measurements. The STFT time-frequency analysis of the signals used was also used to check how the analyzed signals carry energy. The results of laboratory tests indicate the possibility of using this type of signal to determine the transmittance of transformer windings. A discussion of the results and conclusions were also presented.

Acknowledgement

The researches presented in the paper were financed by the Polish Ministry of Science and Higher Education, by subvention for Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Biomedical Engineering of AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland.

References

[1] P. Zydron, M. Kuniewski, Ł. Fuśnik, “Comparison of pseudorandom white-noise generators used as signal source for wideband analysis of transformer windings impedance”, Proc. 9th Int. Sci. Symp. on Electr. Power Eng. Elektroenergetika 2017, Stará Lesná, pp. 344-348, 2017.
[2] IEC 60076-18 – Power transformer – Part 18: Measurement of frequency response
[3] E. Rahimpour, J. Christian, K. Feser, H. Mohseni, “Transfer function method to diagnose axial displacement and radial deformation of transformer windings”, IEEE Trans. Pow. Deliv., vol. 18, no. 2, pp. 493- 505, 2003.
[4] M. Florkowski, J. Furgał, “Detection of transformer winding deformations based on the transfer function – measurements and simulations”, Meas. Sci. Technol., vol. 14, pp. 1986–1992, 2003.
[5] M. Florkowski, J. Furgał, “Transformer winding defects identification based on a high frequency method”, Meas. Sci. Technol., vol. 18, pp. 2827–2835, 2007.
[6] E. P. Dick; C. C. Erven, “Transformer diagnostic testing by Frequency Response Analysis”, IEEE Trans. Power App. Syst., vol. PAS-97, no. 6, pp. 2144-2153, 1978.
[7] S.A. Ryder, “Diagnosing transformer faults using frequency response analysis”, IEEE Electr. Insul. Mag., vol. 17, no. 2, pp. 17-22, 2003.
[8] W. Lech, L. Tyminski, “Detecting transformer winding damage – The low voltage impulse method”, Electr. Rev., vol. 179, pp. 768-72, 1966.
[9] R. Malewski, B. Poulin, “Impulse testing of power transformers using the transfer function method”, IEEE Trans. Power Del., vol. 3, no. 2, pp. 476–489, 1988.
[10] R. Malewski, A. Claudi, E Gockenbach, R. Maier, K.H. Fellmann, "Five years of monitoring the impulse test of power transformers with digital recorders and the transfer function method", CIGRE Paper no.12-201, Paris, 1992.
[11] M. Wang, A. J. Vandermaar, K. D. Srivastava, “Condition monitoring of transformers in service by the low voltage impulse test method”, 11th Int. Symp. on High Voltage Engineering, London, vol 1, pp. 45-48, 1999.

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA TGA, MASZYNY WYTRZYMAŁOŚCIOWEJ ORAZ TK DO POMIARU WYBRANYCH ZMIAN STRUKTURALNYCH ORAZ USZKODZEŃ W DREWNIE STARYM

Monika Barbara GACH, Krzysztof MICHALEC, Bartłomiej BEDNARZ

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Wstęp

Drewno jest materiałem uniwersalnym o powszechnym zastosowaniu w różnych dziedzinach życia człowieka. Popyt na surowiec drzewny wykazuje tendencje wzrostowe przy stałym spadku powierzchni leśnych na świecie. Znaczną część surowca drzewnego można pozyskać z tzw. recyklingu do którego z całą pewnością zalicza się drewno z starych budynków, oraz drewno kopalne. Możliwość pozyskania, wydobycia oraz racjonalnego wykorzystania pozyskanego surowca drzewnego (w tym w znacznej mierze drewna cennego) wymaga szczegółowych badań właściwości chemicznych oraz cech fizycznych. Niewłaściwe postępowanie w przypadku drewna starego w tym w wykopaliskowego może doprowadzić do trwałych i niekorzystnych zmian w postaci np. spękania a nawet nieodwracalnego zniszczenia. W celu jak najlepszego wykorzystania surowca konieczne jest przeprowadzenie szeregu analiz laboratoryjnych pozwalających określić stopień degradacji oraz możliwości przeciwdziałania następstwu zaistniałych zmian.

Badania elementarne składu chemicznego próbek drewna z zastosowaniem aparatury TGA

Badanie elementarne składu chemicznego drewna starego w tym wykopaliskowego jest sprawdzoną i tradycyjna metodą określenia stopnia zachowania trwałości badanego materiału. Badania elementarne umożliwią rozpoznanie zmian jakie zaszły w chemizmie drewna w trakcie przelegiwania drewna w badanym środowisku. Analizy te pozwalają również na rozpoznanie zmian jakie zachodzą w trakcie mikrobiologicznego rozkładu drewna. W celu określenia zaistniałych zmian jakie zaszły w trakcie trwającego w czasie procesu starzenia się materiału drzewnego konieczne jest poznanie składu chemicznego badanego surowca świeżego, w tym celu zaleca się pozyskanie próby drzew rosnącej w badanym rejonie tego samego gatunku i stworzenie bazy referencyjnej w celu zestawienia i wykazania zaistniałych różnic.
Określenie zawartości ligniny celulozy oraz hemicelulozy metodą termo analizy różnicowej TGA. Termograwimetria (TGA) jest techniką za pomocą której można zmierzyć zmiany masy próbki drewna, gdy próbka jest ogrzewana, chłodzona lub utrzymywana w stałej temperaturze. Termograwimetria jest stosowana głównie w celu charakteryzowania badanych próbek drewna w zakresie ich składu chemicznego. Spalanie poszczególnych związków zachodzi w charakterystycznych temperaturach dzięki znajomości zależności utraty masy w danej temperaturze możemy obliczyć zawartość ligniny, celulozy oraz hemicelulozy. Na podstawie badań wykonanych termograwimetrem określony zostanie procentowy udział celulozy, hemicelulozy oraz ligniny w badanych próbkach drzewnych. Zaistniałe zmiany oraz procentowy udział poszczególnych substancji budujących strukturę analizowanego materiału drzewnego uwidaczniany jest na wykresach procesu spalania przygotowanego materiału.

Badania fizykomechaniczne pobranych próbek drewna z wykorzystaniem tomografia komputerowego oraz maszyny wytrzymałościowej Shimadzu model AG-XV

Badania fizykomechaniczne mają na celu określić wytrzymałość, odporność na zginanie oraz zgniatanie analizowanych próbek drewna zgodnie z obowiązującymi normami. Na podstawie badań

fizykomechanicznych określony zostaje wpływ przelegiwania drewna w różnych warunkach środowiskowych na przydatność do dalszego wykorzystania. Po przeprowadzonych analizach surowiec jest poddawany prześwietleniom z pomocą tomografii komputerowej 3D w celu kompleksowego zobrazowania powstałych uszkodzeń mechanicznych. Tomografia komputerowa, w skrócie TK lub CK (ang. computed tomography) jest obrazową metodą diagnostyki, która wykorzystuje działanie promieni rentgenowskich. Badanie pozwala uzyskać przekroje badanych obiektów, a także ich wizualizacje 3D, co bardzo usprawnia proces diagnostyczny powstałych uszkodzeń zmian w tkance badanego obiektu. Na podstawie wykonanych badań wytrzymałościowych można dokonać oceny zgodnej z przyjętymi normami prawnymi przydatności materiału drzewnego do ponownego wykorzystania w różnych dziedzinach przetwórstwa drewna.

Literatura

Björdal C.G., NilssonT., Daniel G. 1999. Microbial decay of waterlogged archaeological wood found in Sweden. International Biodeterioration & Biodegradation 43, s. 63-73

Broda M. i in. 2019. Methyltrimethoxysilane as a stabilising agent for archaeological waterlogged wood differing in the degree of degradation. Journal of Cultural Heritage 35, s.129–139

Broda M., Mazela B. 2017. Application of methyltrimethoxysilane to increase dimensional stability of waterlogged wood. Journal of Cultural Heritage 25, s.149–156

Dziamski Z. 1989. Wybrane mechaniczne właściwości drewna topoli (Populus Alba L.) po 2-letnim składowaniu w wodzie. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Bydgoszczy, Studia Techniczne z. 15, s. 125-132

Jensen P., Gregory D.J. 2006. Selected physical parameters to characterize the state of preservation of waterlogged archaeological wood: apractical guide for their determination. Journal of Archaeological Science 33, s. 551-559

Krąpiec M. 2008. Dendrochronologia kalendarz dziejów. V Konferencja Naukowo-Techniczna „Błękitny San" Jabłonka, 24 – 25 kwietnia 2008, s. 109-125

Krąpiec M., Ważny T. 1994. Dendrochronologia: podstawy metodyczne i stan zastosowania badań w Polsce. Światowid 39, s. 193-214

Krutul D., Kozakiewicz P. 1999. Zawartość substancji mineralnych w drewnie Dębowym po wieloletnim oddziaływaniu środowiska wodnego. Folia Forestalia Polonica Seria B, Zeszyt 30, s. 95-102

Krzysik F. 1978. Czarna Dębina - sposób powstawania i cechy charakterystyczne. Sylwan Nr 6, s. 39-42

Soldenhoff B. 1994. Sposoby przechowywania mokrego drewna archeologicznego. Acta Universitatis Nicolai Copernici, Nauki Humanistyczno-Społeczne Zeszyt 270, s.115-122

Ważny J. 2002. Bakterie jako czynnik degradacji drewna. Przemysł drzewny, Ochrona drewna, s.8-13

ANALIZA PRACY FILTRU DRUGIEJ HARMONICZNEJ W UKŁADZIE ZASILANIA PIECA ŁUKOWEGO AC

Marek GAŁA[1,2], Kazimierz JAGIEŁA[2,3]

[1] Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

[2] Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Oddział Częstochowa

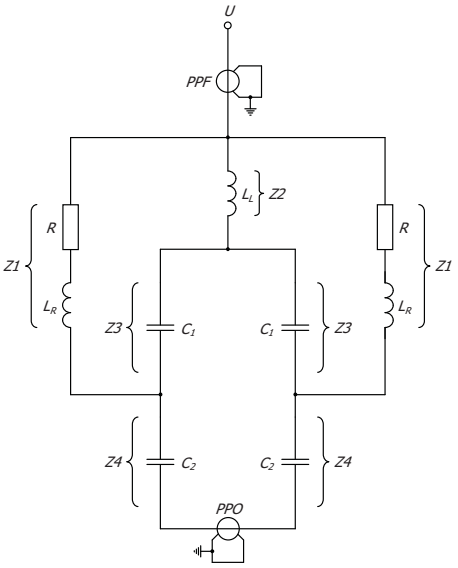
[3] Akademia Techniczno-Humanistyczna

Wstęp

Piece łukowe AC stanowią nieliniowe i niespokojne odbiorniki energii elektrycznej, których praca generuje widmo ciągłe harmonicznych prądu, a występująca niestabilność łuku powoduje stochastyczne zmiany prądu zasilania pieca, co szczególnie widoczne jest w początkowej fazie wytopu stali. Praca pieców łukowych AC wywołuje także wahania napięcia oraz wzrost zapotrzebowania na moc bierną w systemie elektroenergetycznym. Dlatego też ze względu na ograniczenie negatywnego oddziaływania pieców AC na sieć elektroenergetyczną, zasadnicze znaczenie ma odpowiedni dobór parametrów elektrycznych instalacji zasilania pieca [1, 2, 3].

Schemat biernego filtru drugiej harmonicznej typu C

Do eliminacji drugiej harmonicznej oraz kompensacji mocy biernej stosowany jest filtr 2H trzeciego rzędu o schemacie przedstawionym na rys. 1. Charakterystykę częstotliwościową modułu impedancji przedstawiono na rys. 2. Częstotliwość rezonansowa tego filtru wynosi f_r = 98,7 Hz.

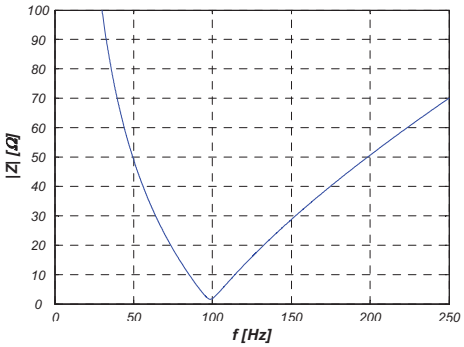


$$Z1 = R + j\omega L_R = 790 + j\omega \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-3}\ \Omega$$

$$Z2 = j\omega L_L = j\omega \cdot 53{,}915 \cdot 10^{-3}\ \Omega; \quad X_L = 16{,}93\ \Omega$$

$$Z3 = \frac{1}{j\omega \cdot C_1} = \frac{10^6}{j\omega \cdot 96{,}45} = -j\frac{10^6}{\omega \cdot 96{,}45} = -j\frac{10368}{\omega}\ \Omega$$

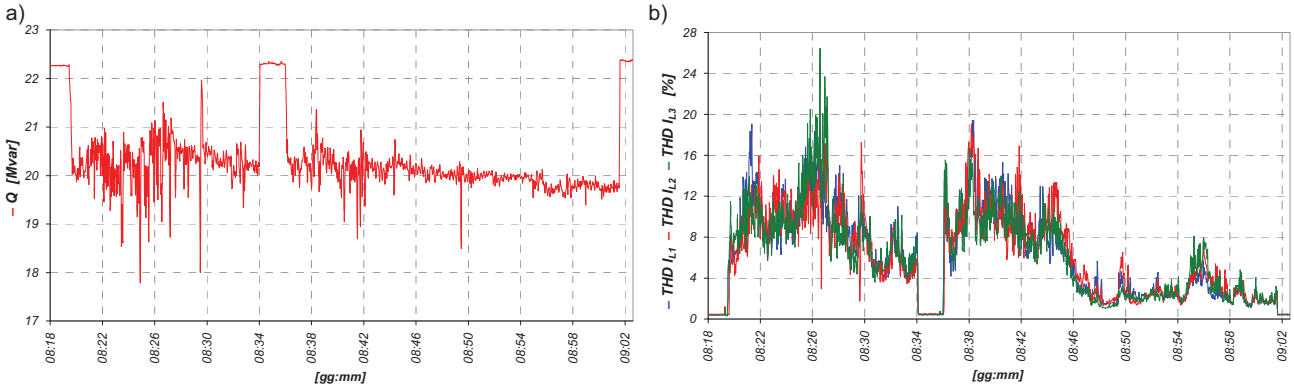
$$Z4 = \frac{1}{j\omega \cdot C_2} = \frac{10^6}{j\omega \cdot 32{,}15} = -j\frac{10^6}{\omega \cdot 32{,}15} = -j\frac{31104}{\omega}\ \Omega$$



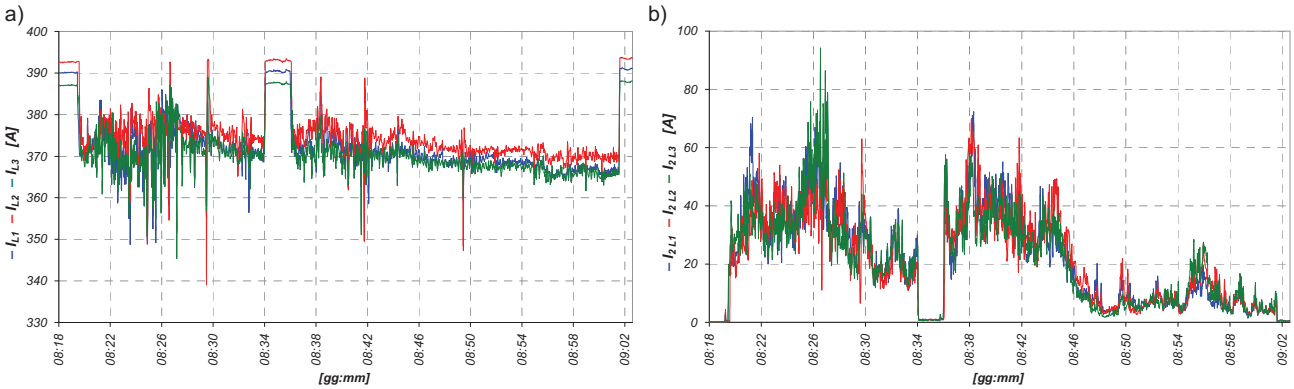
Rys. 1. Schemat zastępczy oraz charakterystyka częstotliwościowa filtru 2. harmonicznej pracującego w układzie zasilania pieca łukowego AC

Pomiary i rejestracja energii elektrycznej oraz jej parametrów jakościowych w układzie zasilającym filtr 2H

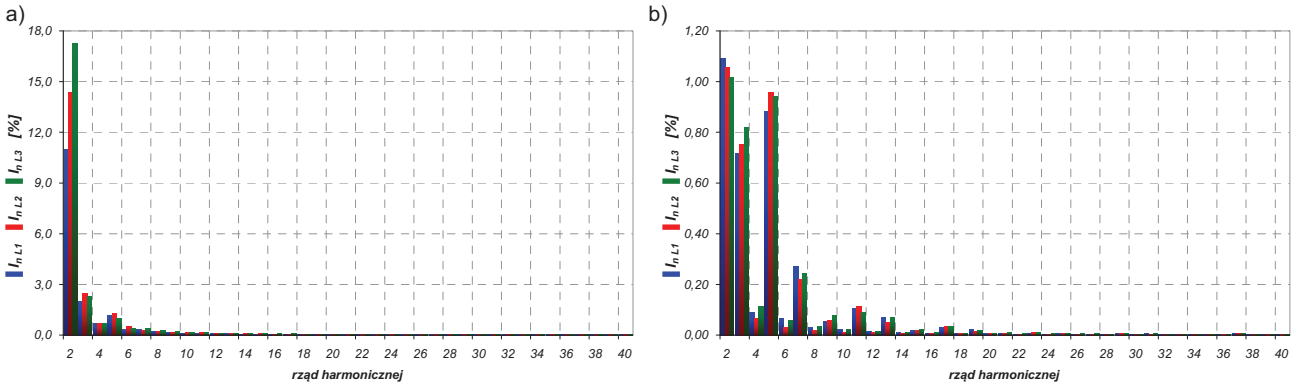
Do pomiaru prądów fazowych wykorzystano przekładniki prądowe PPF (rys. 1), natomiast sygnały napięć międzyprzewodowych zarejestrowano z obwodów wtórnych przekładników napięciowych. Na podstawie zarejestrowanych danych pomiarowych wyznaczono, a następnie wykreślono, przebiegi mocy biernej (rys. 2a), wartości skuteczne prądów fazowych (rys. 3a), wartości skuteczne prądów fazowych drugiej harmonicznej (rys. 3b) oraz wartości współczynników THD prądów fazowych (rys. 2b). Stosując szybką transformatę Fouriera FFT wykreślono widma harmonicznych prądów dla dwóch stanów pracy pieca – roztapiania (rys. 4a) i rafinacji (rys. 4b).



Rys. 2. Wyniki pomiarów zarejestrowane w obwodzie filtra 2. harmonicznej a) mocy bierna trójfazowa Q; b) współczynniki THD I_{L1}, THD I_{L2}, THD I_{L3} prądów filtra



Rys. 3. Wartości skuteczne prądów zarejestrowane w obwodzie filtra 2. harmonicznej: a) z uwzględnieniem pełnego widma wyższych harmonicznych I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}; b) wyłącznie 2. harmonicznej prądów $I_{2\,L1}$, $I_{2\,L2}$, $I_{2\,L3}$



Rys. 4. Widmo harmonicznych prądów zarejestrowane w obwodzie filtra 2. harmonicznej: a) podczas roztapiania złomu; b) w stadium rafinacji

Literatura

[1] Lange A. Pasko M.: Wybrane metody poprawy jakości energii elektrycznej za pomocą układów LC. Monografia, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2015 (ISBN 978-83-7880-267-9)
[2] Chou C.J., Liu C.W., Lee J. Y., Lee K.D.: Optimal planning of large passive-harmonic-filters set at high voltage level. IEEE Trans. Power Syst. , vol. 15, No. 1, Febr.2000, pp.433-441
[3] Lange A. Pasko M.: Kompensacja mocy biernej i filtracja wyższych harmonicznych generowanych do sieci przez piece łukowe. Przegląd Elektrotechniczny, R. 88, Nr 10a, 2012, s.15-18

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

BADANIA ZŁOŻONEGO UKŁADU NAPĘDOWEGO MŁYNA TECHNOLOGICZNEGO

Marek GAŁA[1,2], Kazimierz JAGIEŁA[2,3]

[1] Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

[2] Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Oddział Częstochowa

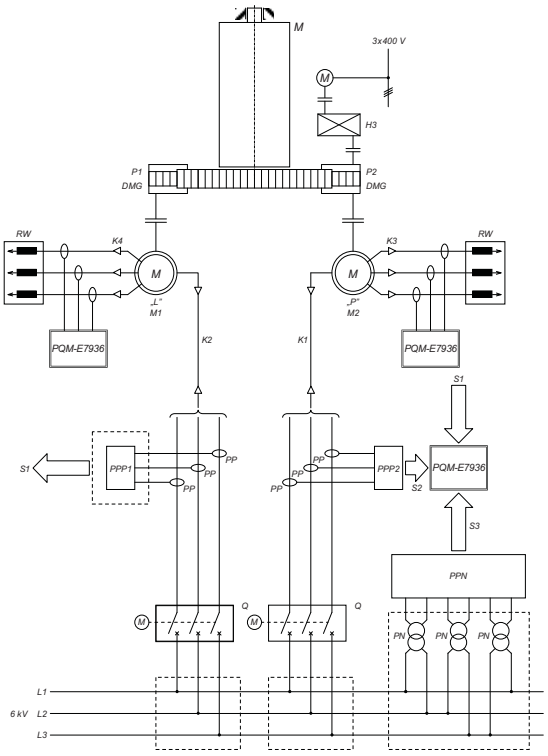
[3] Akademia Techniczno-Humanistyczna

Wstęp

W przemysłowych układach napędowych powszechnie stosowane są silniki asynchroniczne, najczęściej z wirnikiem klatkowym, z uwagi na prostotę budowy i dużą niezawodność, jednakże w zespołach elektromaszynowych dużej mocy, w przypadku występowania ciężkich rozruchów, instaluje się silniki asynchroniczne pierścieniowe zasilane napięciem 6 kV. Ze względu na zasadnicze znaczenie dla prawidłowości i ciągłości realizacji procesów technologicznych, przemysłowe układy napędowe wymagają ciągłego monitorowania ich pracy, a także przeprowadzania okresowej diagnostyka eksploatacyjnej [1, 2, 3].

Pomiary i analiza pracy układu napędowego młyna technologicznego

W układzie badanego napędu młyna zarejestrowano w sposób ciągły wartości chwilowe napięć fazowych U_{L1}, U_{L2} i U_{L3} na szynach rozdzielni oraz prądów stojana I_{L1}, I_{L2} i I_{L3} obu silników M1 i M2 w polach odpływowych rozdzielni 6 kV,a także prądów wirników $I_{W\,L1}$, $I_{W\,L2}$ i $I_{W\,L3}$ Do przeprowadzenia pomiarów zastosowano trzy komputerowe systemy synchronicznej akwizycji danych pomiarowych PQM-E7936 podłączone w punktach pomiarowych zobrazowanych na rys. 1.



Rys. 1. Schemat napędu młyna technologicznego z zaznaczeniem punktów pomiarowych

Na rys. 2a przedstawiono wartości chwilowe prądów prądu wirnika $I_{W\,L1}$ podczas rozruchu oraz pracy silnika M1, natomiast na rys. 2b zobrazowano wartości chwilowe prądu stojana I_{L1} również podczas rozruchu oraz pracy tego samego silnika. Wyznaczono także charakterystykę zmiany prędkości obrotowej wirnika podczas rozruchu każdego z silników. Na rys. 3a przedstawiono charakterystykę zmiany prędkości obrotowej wirnika silnika M1.

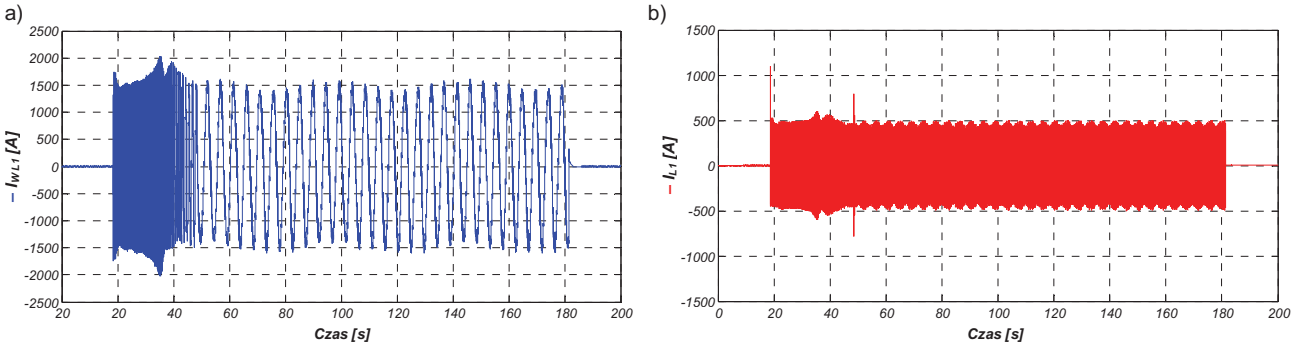
Na potrzeby realizacji badań diagnostycznych układu napędowego wyznaczono także moduł wektora przestrzennego prądu stojana I_P:

$$I_P = \left|I_{\alpha\beta}\right| = \sqrt{i_\alpha^2 + i_\beta^2}\,, \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{L1} \\ i_{L2} \\ i_{L3} \end{bmatrix} \quad (1)$$

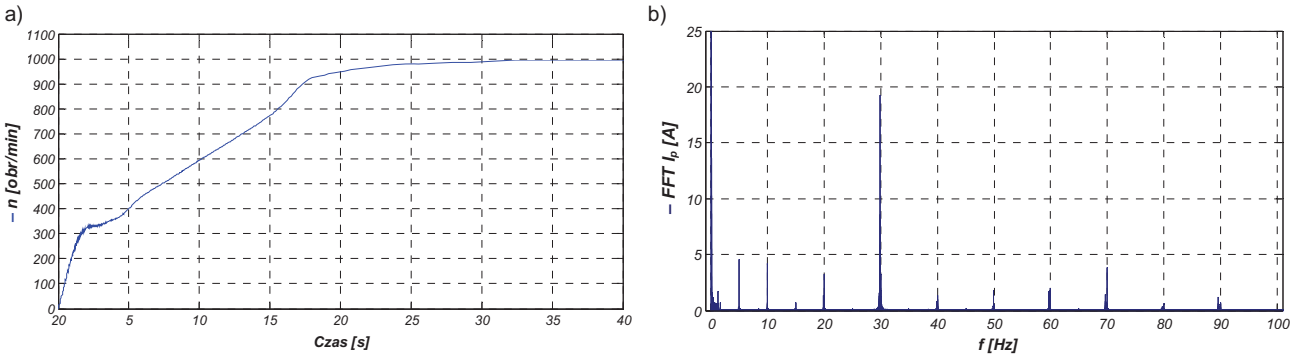
gdzie: i_α, i_β – skł. ortogonalne wektora przestrzennego prądu, i_{L1}, i_{L2}, i_{L3} – w. chwilowe prądów stojana.

Wyznaczono i przedstawiono na rys. 3b widmo częstotliwościowe modułu wektora przestrzennego prądu stojana I_P podczas pracy silnika M1. Widoczna składowa o częstotliwości 30 Hz wskazuje na występowanie ekscentryczności w układzie mechanicznym napędu młyna.

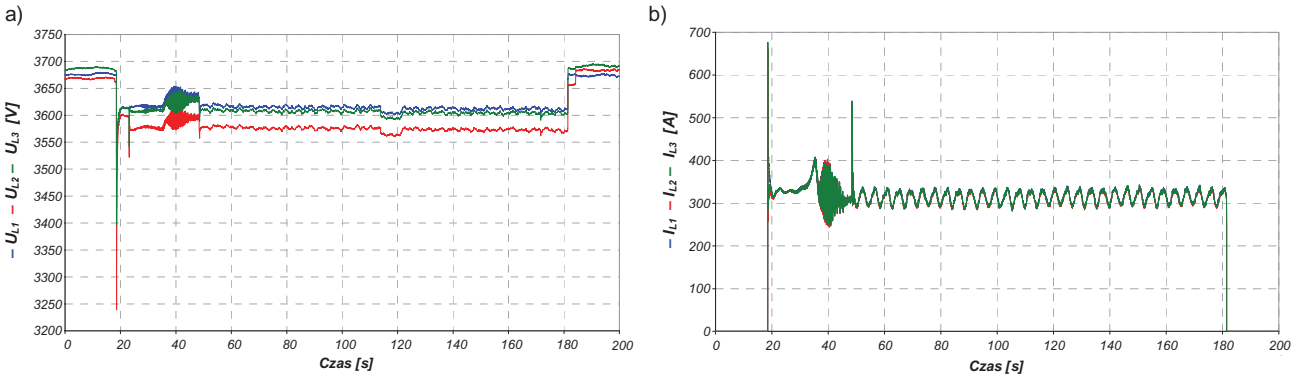
Na rys. 4a zaprezentowano wykres zmian wartości skutecznych napięć fazowych zarejestrowanych na szynach rozdzielni podczas rozruchu oraz pracy silników M1 i M2, natomiast na rys. 4b przedstawiono wykres zmian wartości skutecznych prądów stojana silnika M1 zarejestrowanych podczas rozruchu oraz pracy układu napędowego młyna technologicznego.



Rys. 2. Wartości chwilowe prądów fazy L1 podczas rozruchu oraz pracy silnika M1: a) prąd wirnika $I_{W\mathrm{L1}}$; b) prąd stojana I_{L1}



Rys. 3. Zmiana prędkości obrotowej wirnika podczas rozruchu silnika (a); widmo częstotliwościowe modułu wektora przestrzennego prądu stojana I_p podczas pracy silnika M1 (b)



Rys. 4. Wartości skuteczne napięć fazowych zarejestrowane na szynach rozdzielni podczas rozruchu oraz pracy silników M1 i M2 (a); wartości skuteczne prądów stojana silnika M1 zarejestrowane podczas rozruchu oraz pracy silnika (b)

Literatura

[1] Gała, M. , Jagieła, K. , Rak, J. , Kępiński, M.: Diagnostyka silników asynchronicznych pierścieniowych napędu młyna cementu. Zeszyty Problemowe - Maszyny Elektryczne, 2014, Nr 1(101), s. 167-173
[2] Glinka T.: Badania diagnostyczne maszyn elektrycznych w przemyśle. BOBRME Komel, Katowice 2002
[3] Wolkiewicz M., Kowalski Cz. T.: Wykrywanie i lokalizacja zwarć zwojowych silnika indukcyjnego przy wykorzystaniu analizy składowych głównych hodografu wektora przestrzennego prądu stojana. Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej, Nr 65, Studia i Materiały, Nr 31/2011, s. 179-191

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

WSPÓŁPRACA ENERGOELEKTRONICZNEGO KOMPENSATORA MMC Z PIECEM ŁUKOWYM AC

Marek GAŁA[1,2], Kazimierz JAGIEŁA[2,3]

[1] Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

[2] Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Oddział Częstochowa

[3] Akademia Techniczno-Humanistyczna

Wstęp

Piece łukowe AC ze względu na ich nieliniowy i stochastyczny charakter należą do odbiorników energii elektrycznej o największych mocach jednostkowych, których praca ma zasadniczy wpływ na stopień degradacji jakości energii elektrycznej w systemie elektroenergetycznym. Piece łukowe AC wymagają podłączenia w węzłach PWP o odpowiednio dużych mocach zwarcia, a także stosowania w instalacjach je zasilających dedykowanych środków technicznych, mających na celu ograniczenie negatywnego wpływu pracy pieców na stopień odkształcenia napięcia w węźle przyłączenia, ograniczenie zapotrzebowania na moc bierną, symetryzację prądów oraz ograniczenie asymetrii napięć. Do stosowanych rozwiązań technicznych, oprócz pasywnych gałęziowych filtrów wyższych harmonicznych, należą m.in.: nadążne kompensatory mocy biernej, filtry aktywne, a także wielopoziomowe kompensatorów VSC.

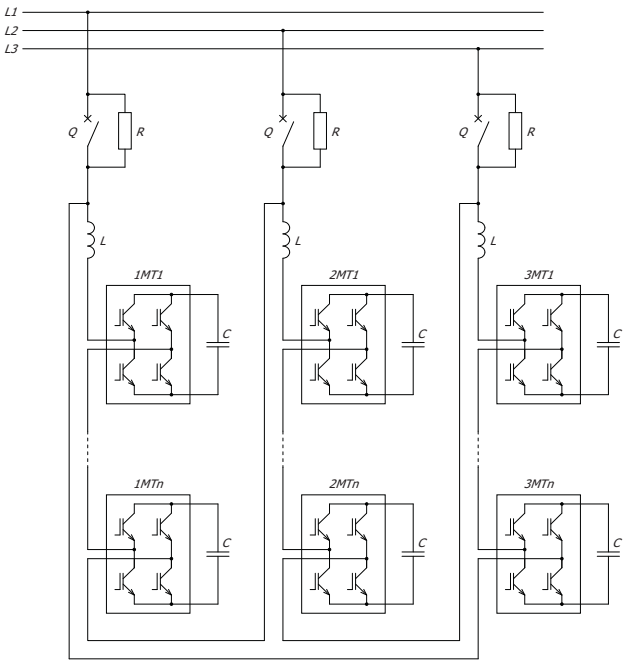
Topologia kompensatora MMC

Na rys. 1 przedstawiono wielopoziomowy modulator MMC (ang. *Modulator Multilevel VSC*) zbudowany z n jednofazowych mostków mocy PM, w których elementami kluczującymi są tranzystory IGBT. Włączenie trzech gałęzi połączonych w trójkąt do obwodu wtórnego transformatora sieciowego wraz z równoległymi filtrami wyższych harmonicznych pozwala na pełną i szybką kompensację składowej biernej prądu obciążenia. Oznaczając wartość napięcia strony wtórnej transformatora przez U_2 (L1, L2 i L3) oraz spadek napięcia U_L na reaktancji $X = \omega L$, można wyznaczyć wartość fazowej mocy biernej pobieranej przez układ MMC:

$$Q = U_2 \frac{n \cdot U_{VSC} - U_2}{\omega L} \tag{1}$$

Do wstępnego naładowania kondensatorów mostków tranzystorowych podłączony jest rezystor R, który po krótkim czasie zostaje zwarty wyłącznikiem Q.

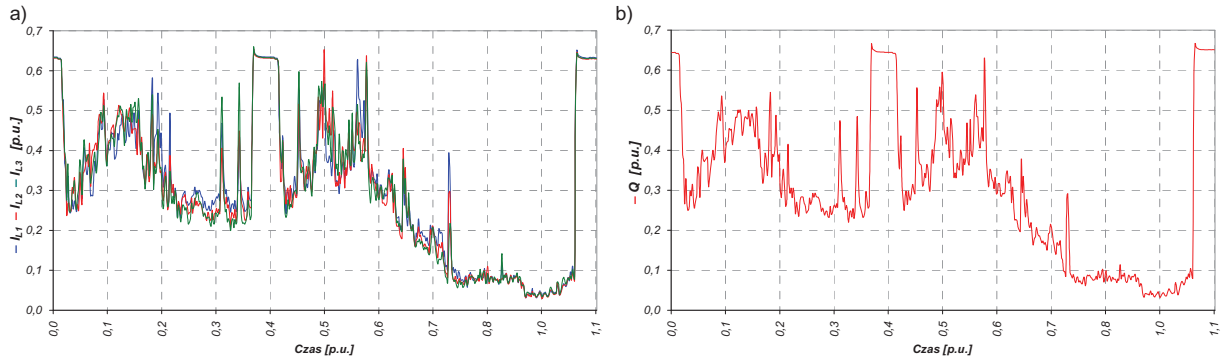
Jeśli pojedyncza gałąź fazowa układu VSC wyposażona byłaby tylko w dwa mostki PM (n = 2), wówczas uzyskuje się pięć poziomów napięcia modulującego. W przypadku większej ilości mostków uzyskuje się bardzo dużą liczbę poziomów napięcia modulującego, co pozwala na szybką reakcję kompensacji mocy, a także na eliminację odkształceń napięć w punkcie wspólnego przyłączenia, ograniczając w zasadniczym stopniu intensywność wahań napięcia [1, 2].



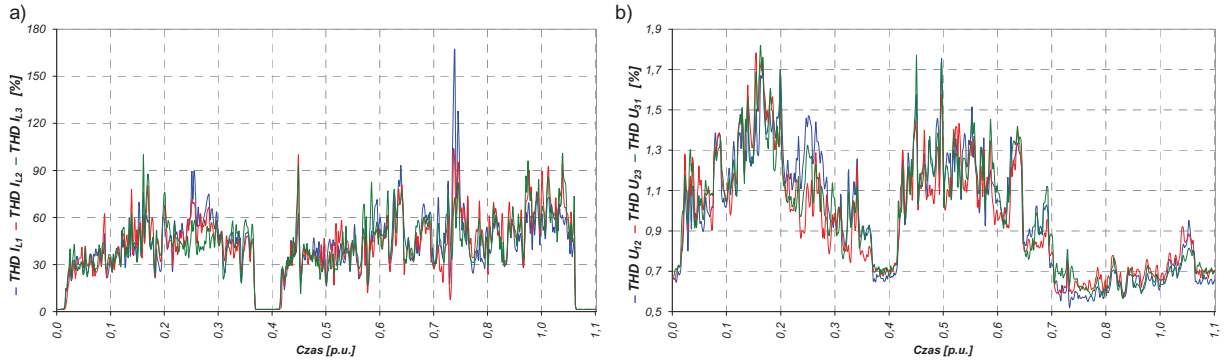
Rys. 1. Topologia układu MMC

Wyniki pomiarów współpracy kompensatora MMC z piecem łukowym AC

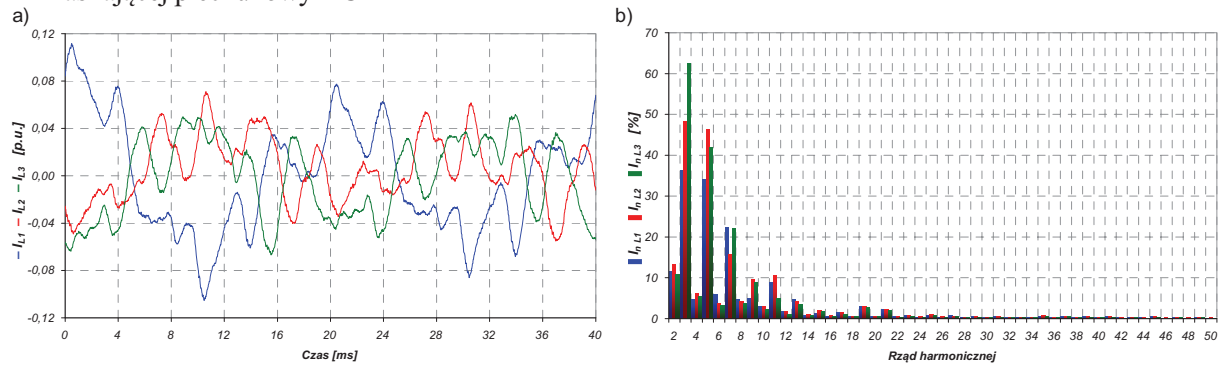
Na rys. 2a przedstawiono zarejestrowany wykres zmian wartości skutecznych prądów fazowych w czasie pełnego wytopu i odpowiadający mu profil zmian mocy biernej (rys. 2b). Silnie odkształcone prądy faz MMC (rys. 3a) powodują znaczne obniżenie zniekształcenia napięć zasilających *U* z rys. 1, co przedstawione zostało na rys. 3b w postaci zmiany wartości wskaźników THD *U*. Na rys. 4a przedstawiono względne w. chwilowe prądów w obwodzie układu MMC w stadium rafinacji, natomiast na rys. 4b zobrazowano widma harmonicznych tychże prądów.



Rys. 2. Względne wartości prądów I_{L1}, I_{L2}, I_{L3} w obwodzie układu MMC (a) oraz mocy biernej *Q* (b) układu MMC w pojedynczym cyklu wytopu stali



Rys. 3. Wartości współczynników THD w pojedynczym cyklu wytopu stali: a) THD I_{L1}, THD I_{L2}, THD I_{L3} prądów w obwodzie układu MMC; b) THD U_{L1}, THD U_{L2}, THD U_{L3} napięć na szynach rozdzielni SN zasilającej piec łukowy AC



Rys. 4. Prądy w obwodzie układu MMC w stadium rafinacji: a) względne wartości chwilowe; b) widmo wyższych harmonicznych

Literatura

[1] Pereira M., Pieschel M., Stoeber R.: Prospects of the new SVC with modular multilevel voltage source converter. CIGRE, SCB4 Colloquium, 2011, No. 25, p.1-9

[3] Gemmell B., Dorn J., Retzmann D., Soerangr D.: Prospects of multilevel VSC technologies for power transmission. p. 16, /http://www.ptd.siemens.de/IEEE_Multilevel_VSC.pdf/

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

SYSTEMY ZASILANIA I OPTYMALIZACJI ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ W BUDYNKACH INTELIGENTNYCH

Marek GAŁA, Andrzej JĄDERKO

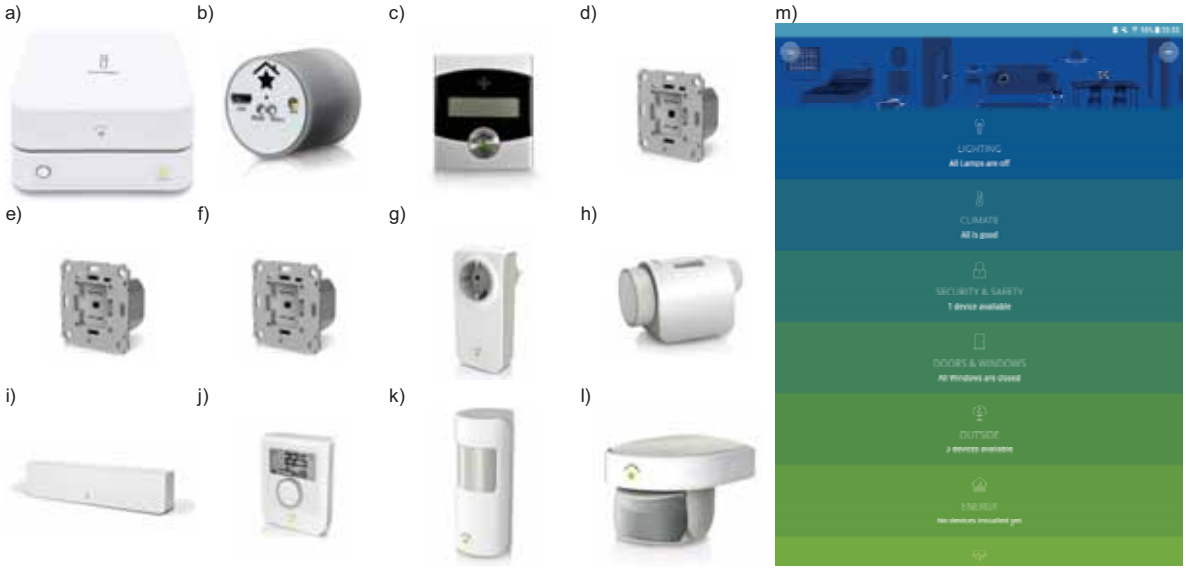
Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Wstęp

Współczesne systemy przeznaczone do stosowania w budynkach inteligentnych oprócz zapewnienia m.in. wysokiego poziomu komfortu użytkowania, wymaganego bezpieczeństwa, integracji podsystemów w budynku, a także poprawy efektywności zarządzania budynkiem, pozwalają na współpracę z systemami zasilania budynków inteligentnych, instalacjami fotowoltaicznymi, magazynami energii elektrycznej oraz stacjami ładowania samochodów elektrycznych.

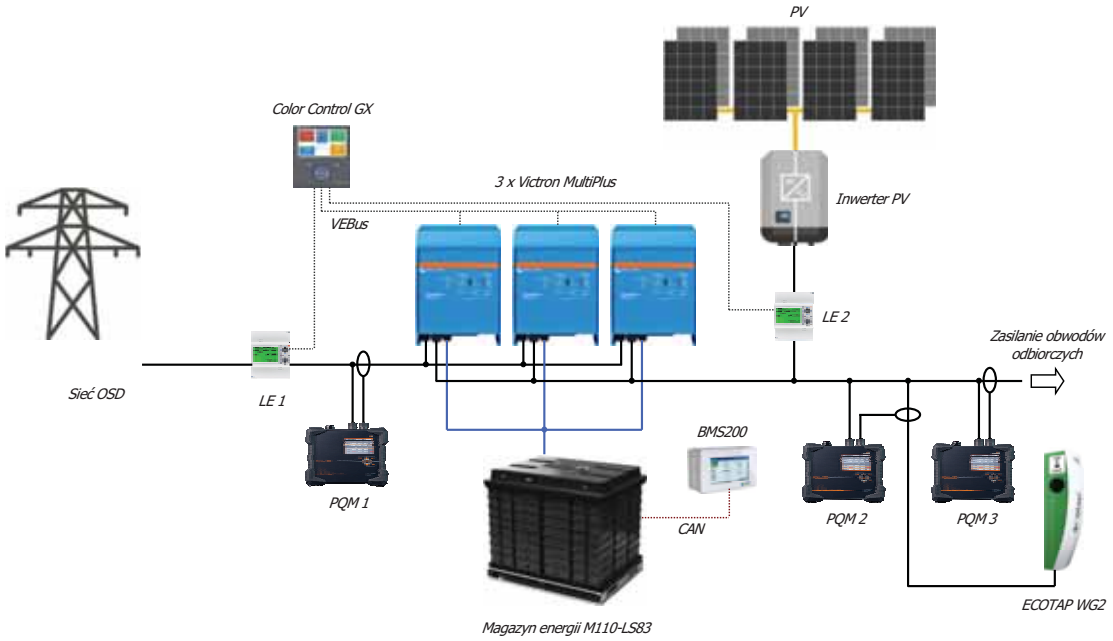
Bezprzewodowy system przeznaczony dla budynku inteligentnego

Na rynku dostępnych jest wiele systemów przeznaczonych do stosowania i integracji podsystemów i usług w budynkach inteligentnych. Na rys. 1 przedstawiono przykładowy system Innogy SmartHome, którego zasadniczym elementem jest centrala systemowa, a wszystkie elementy systemu komunikują się bezprzewodowo w paśmie 868 MHz.

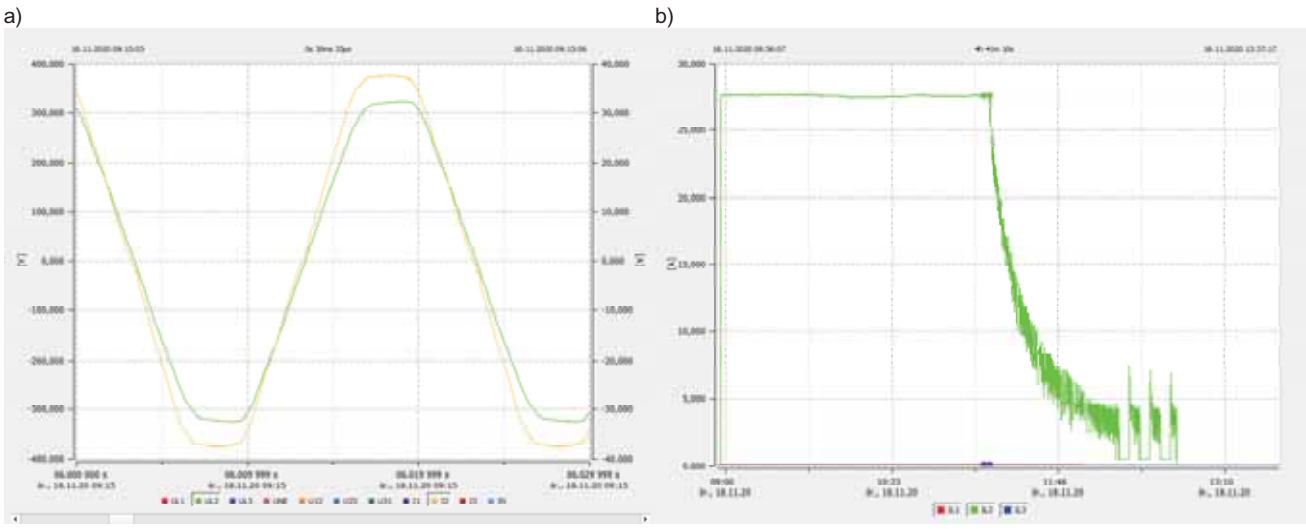


Rys. 1. Widok wybranych elementów systemu Innogy SmartHome: a) centrala; b, c) moduły przeznaczone do odczytu wskazań liczników energii elektrycznej; podtynkowe łączniki: d) oświetlenia, e) żaluzjowy; f) podtynkowy moduł ściemniający; g) łącznik gniazdkowy; h) głowica termostatyczna; i) sterownik ogrzewania podłogowego; j) strefowy regulator temperatury; czujki ruchu: k) wewnętrzna, l) zewnętrzna; m) interfejs aplikacji mobilnej Innogy SmartHome [oprac. wł. na podstawie [1, 2]]

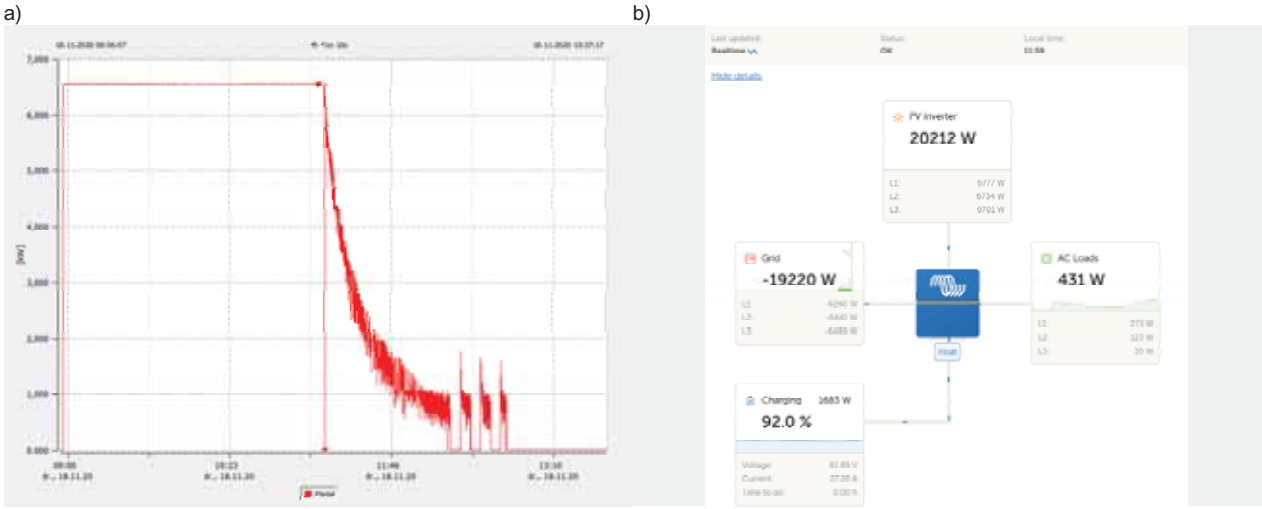
System ten pozwala na akwizycję danych z liczników energii elektrycznej oraz optymalne zarządzanie użytkowaniem energii elektrycznej w układach zasilania o strukturze przedstawionej na rys. 2. Na rys. 3a – rys. 4b przedstawiono wybrane wyniki pomiarów przeprowadzonych w systemie zasilania budynku inteligentnego (rys. 2) podczas ładowania samochodu elektrycznego.



Rys. 2. System zasilania budynku inteligentnego wraz z instalacją fotowoltaiczną, magazynem energii elektrycznej, ładowarką samochodów elektrycznych ECOTAP WG2 oraz analizatorami parametrów jakości energii elektrycznej PQM1 - PQM3



Rys. 3. Wartości chwilowe napięcia i prądu (a) oraz wartości skuteczne prądu (b) zarejestrowane analizatorem PQM3 typu PQ-Box 300 w obwodzie zasilania ładowarki ECOTAP WG2 podczas ładowania samochodu Nissan Leaf



Rys. 4. Zmiana mocy czynnej zarejestrowana w obwodzie zasilania ładowarki ECOTAP WG2 podczas ładowania samochodu Nissan Leaf (a); przepływy mocy czynnej w układzie po zakończeniu ładowania samochodu (b)

Literatura

[1] Gała M., Wyczółkowski R.: Systemy zasilania i magazynowania energii elektrycznej w budynkach inteligentnych oraz w budynkach zeroenergetycznych. Możliwości i Horyzonty Ekoinnowacyjności – Proekologiczne rozwiązania innowacyjne jako elementy transformacji energetycznej. ISBN 978-83-66550-55-1, 2020 r. s. 129-146

[2] Materiały informacyjne dotyczące systemu Innogy SmartHome, https://www.livisi.de (11.06.2021 r.)

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

WYZNACZANIE SPRAWNOŚCI PRZETWARZANIA ENERGII W INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

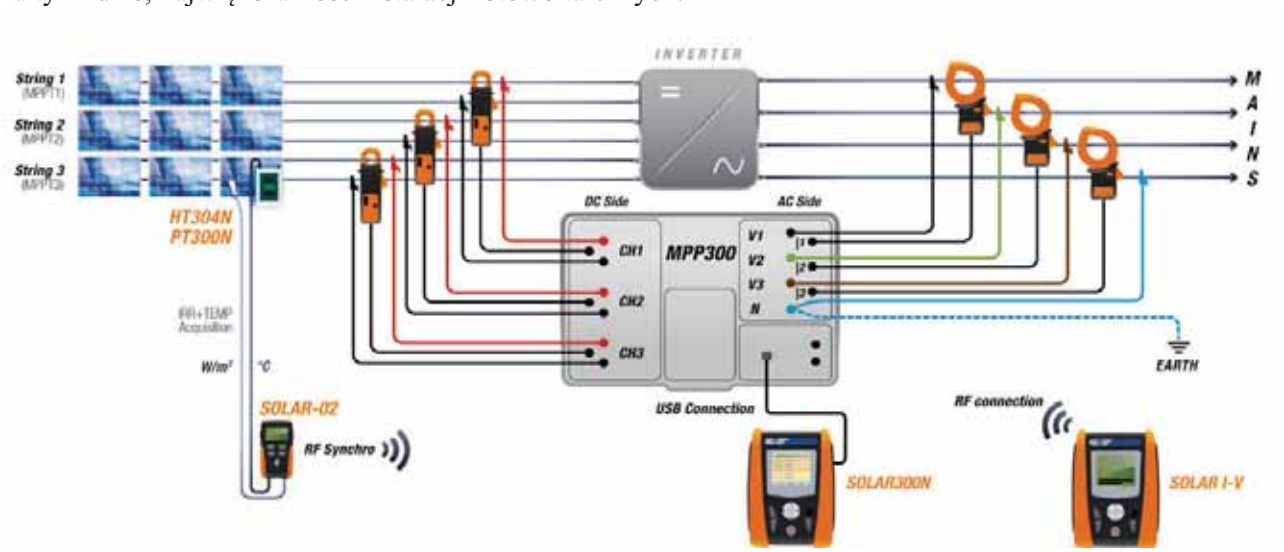
Marek GAŁA, Andrzej JĄDERKO

Politechnika Częstochowska

Wprowadzenie

Producenci modułów fotowoltaicznych podają ich charakterystyki elektryczne wyznaczane w tzw. standardowych warunkach badania (Standard Test Conditions – STC) i przy znamionowej temperaturze roboczej ogniwa (Nominal Operating Cell Temperature – NOCT). Standardowymi warunkami badania są: natężenie promieniowania słonecznego 1000 W/m^2, spektrum AM 1.5 oraz temperatura ogniw 25ºC, natomiast warunki odpowiadające znamionowej temperaturze roboczej ogniwa to natężenie promieniowania słonecznego 800 W/m^2, spektrum AM 1.5, temperatura otoczenia 20ºC oraz prędkość wiatru 1 m/s [1, 2].

Współczynnik masy powietrza AM (air mass) określa długość drogi optycznej promieniowania słonecznego przez atmosferę Ziemi w stosunku do długości drogi optycznej w zenicie, zatem w sposób bezpośredni jest uzależniony od chwilowego położenia Słońca na sferze niebieskiej, pory roku i pory dnia oraz szerokości geograficznej. Powszechnie stosowany jest współczynnik AM 1.5, który określa widmo promieniowania słonecznego w średnich szerokościach geograficznych, gdzie znajdują się największe skupiska ludności, a co za tym idzie, największa ilość instalacji fotowoltaicznych.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego [wykorzystano rysunek z https://tomtronix.pl]

Spektrum AM 1.5 jest określone przez International Standard IEC 60904-3 [3], według którego Słońce znajduje się pod kątem 41,81º do horyzontu, powierzchnia badanego modułu jest nachylona pod kątem 37,0º do horyzontu, całkowite natężenie promieniowania słonecznego wynosi 1000 W/m^2 i jest bliskie natężeniu promieniowania, które dociera do powierzchni Ziemi w bezchmurny letni dzień. Podczas pomiarów brane jest pod uwagę promieniowanie słoneczne padające bezpośrednio, promieniowanie rozproszone oraz albedo (część promieniowania odbita przez Ziemię).

Pomiary instalacji fotowoltaicznej

Instalacja fotowoltaiczna o mocy znamionowej 45 kWp, umieszczona na budynku B (fot. 1) zasila wydzielone obwody instalacji wewnętrznej obiektów Wydziału Elektrycznego Politechniki Częstochowskiej. Pomiary

parametrów eksploatowanej instalacji wykonano w zakresie kategorii I i kategorii II określonej przez normę PN-EN IEC 62446-2:2020-12.

Do przeprowadzenia pomiarów użyto wielofunkcyjnego miernika instalacji fotowoltaicznych HT SOLAR I-V z przystawkami HT MPP300 i SOLAR-02 oraz cęgami prądowymi AC i DC [4, 5]. Schemat układu pomiarowego pokazano na rysunku 1. Zestaw przyrządów pomiarowych (rys.1) umożliwia wykonanie następujących pomiarów:

- pomiary napięć i prądów DC trzech łańcuchów ogniw fotowoltaicznych;
- pomiar mocy DC łańcucha i łącznej mocy DC;
- pomiary napięć i prądów RMS po stronie AC inwertera;
- pomiar łącznej mocy AC oddawanej do sieci;
- pomiar natężenia promieniowania słonecznego przez komórkę odniesienia połączoną z SOLAR-02;
- pomiar temperatury panelu PV i środowiska za pomocą sondy PT300N.

Parametry systemu fotowoltaicznego mogą być rejestrowane z okresem od 5 s do 60 min. Wyniki pomiarów zostaną zaprezentowane w pełnej wersji artykułu.

Widok instalacji fotowoltaicznej umieszczonej na budynku B Wydziału Elektrycznego Politechniki Częstochowskiej pokazano na fotografii 1.

Fot. 1. Widok badanej instalacji fotowoltaicznej

Literatura

[1] PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-01 - Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 1: Systemy podłączone do sieci - Dokumentacja, odbiory i nadzór
[2] PN-EN IEC 62446-2:2020-12 - Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania - Część 2: Systemy podłączone do sieci - Utrzymanie systemów PV
[3] IEC 60904-3, Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data, (2008)
[4] Karta katalogowa HT SOLAR I-V, rel. 1.02 – 18/06/12
[5] Karta katalogowa HT MPP300, rel. 1.00 – 15/03/11

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

WPŁYW ZABURZEŃ ŁUKÓW NA PRACĘ PIECA STALOWNICZEGO AC

Marek GAŁA[1,2], Antoni SAWICKI[2], Kazimierz JAGIEŁA[3,2]

[1] Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

[2] Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Oddział Częstochowa

[3] Akademia Techniczno-Humanistyczna

Wstęp

W urządzeniach elektrotechnologicznych zmiany rozmiarów geometrycznych łuku wynikają z działania różnych zaburzeń wewnętrznych (np. turbulencje gazów, drgania elektrod) i zewnętrznych. Zmiany długości wpływają na stabilność płonięcia łuków i rozkład mocy rozpraszanej z kolumny plazmowej konwekcją i promieniowaniem. Z powodu nieliniowości charakterystyk elektrycznych ulegają zmianom przebiegi i parametry prądu i napięcia w obwodach zasilających.

Zmodyfikowane modele Woronina łuku elektrycznego o zmiennych parametrach

Do odwzorowania zmian parametrów łuku elektrycznego z zaburzanymi parametrami przydatne są zmodyfikowane modele matematyczne Woronina [1, 2]. Wymagają one przyjęcia kilku typowych założeń upraszczających: kolumna łuku ma kształt cylindryczny; plazma jest jednorodna względem powierzchni przekroju i osi łuku; rozpraszanie ciepła odbywa się tylko z powierzchni bocznej łuku; w czasie może się zmieniać długość kolumny łuku. Ze względu na zakres prądowy i kształt charakterystyk można je sklasyfikować na dwa rodzaje: model Mayra-Woronina do łuków słaboprądowych i model Cassie-Woronina do łuków silnoprądowych [2].

Podstawą utworzenia tych modeli jest uproszczone równanie bilansu cieplnego kolumny plazmowej

$$\frac{dQ}{dt} = P_{el} - P_{dis} = u_{col} i - P_{dis} \tag{1}$$

gdzie: Q – entalpia plazmy; P_{el} – moc elektryczna dostarczana do kolumny; P_{dis} – moc cieplna rozpraszana z kolumny łuku; u_{col} – napięcie na kolumnie; i – prąd kolumny łukowej. Wprowadzając oznaczenia: $Q = q_V V = q_V l S$, $g = \sigma S / l$, $P_{dis} = P_{ds}(S_s) = P_{ds}(l,S) = p_S S_s = p_S l \sqrt{4\pi S}$ – moc cieplna rozpraszana, gdzie: q_V – gęstość objętościowa entalpii; g – konduktancja; σ – konduktywność właściwa kolumny łukowej; l – długość kolumny łuku; p_S – gęstość mocy rozpraszanej przez powierzchnię boczną kolumny; P_{ds} – moc rozpraszana przez powierzchnię boczną kolumny; S – pole powierzchni przekroju poprzecznego łuku; S_s – pole powierzchni bocznej łuku; $S_s = l\sqrt{4\pi S}$.

Jeśli przyjąć jedno z założeń modelu Mayra $\sigma = \sigma_{0M} \cdot \exp(q_V / q_{0M})$, gdzie: σ_{0M} i q_{0M} – współczynniki aproksymacji funkcji konduktywności plazmy, to można uzyskać równanie modelu Mayra-Woronina łuku ze zmieniającą się długością $l(t)$ w postaci:

$$\frac{1}{g}\frac{dg}{dt} = \frac{1}{\theta_{Ms}(S)}\left(\frac{u_{col} i}{P_{Ms}(l,S)} - 1\right) - \frac{1}{l}\frac{dl}{dt}\left(1 + \ln\frac{g\,l}{\sigma_{0M} S}\right) + \frac{1}{S}\frac{dS}{dt}\left(1 - \ln\frac{g\,l}{\sigma_{0M} S}\right) \tag{2}$$

gdzie: $\theta_{Ms}(S) = \frac{q_{0M}}{p_S}\sqrt{\frac{S}{4\pi}}$ – funkcja tłumienia, $P_{Ms}(l,S) = p_S l \sqrt{4\pi S}$ – funkcja mocy rozpraszanej.

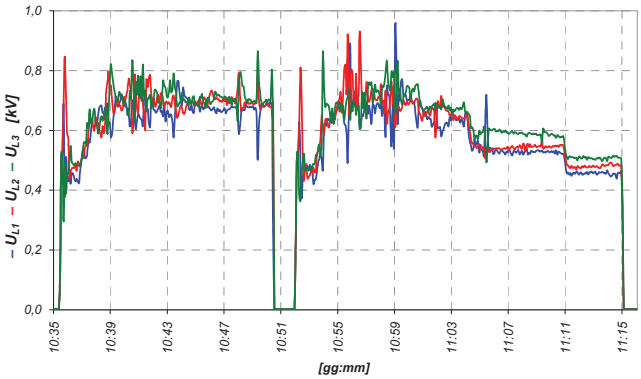
Jeśli przyjąć, że $\sigma = \sigma_{0C} q_V / q_{0C}$, gdzie: σ_{0C} i q_{0C} – współczynniki aproksymacji funkcji konduktywności plazmy, to otrzymuje się model Cassie-Woronina w postaci:

$$\frac{1}{g}\frac{dg}{dt} = \frac{1}{\theta_{Cs}(S)}\left(\frac{u_{col}^2}{U_{Cs}^2(l,S)} - 1\right) - \frac{2}{l}\frac{dl}{dt} \tag{3}$$

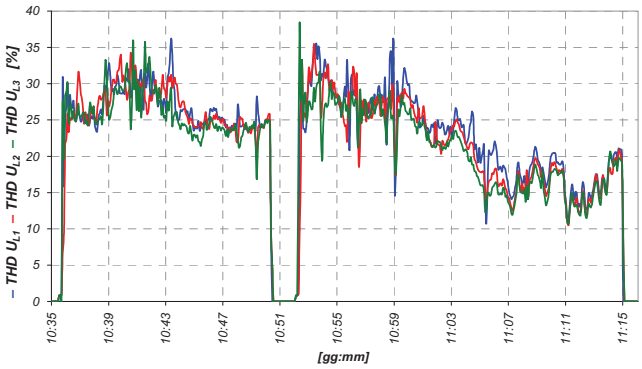
gdzie: $\theta_{Cs}(S)=\dfrac{q_{0C}gl}{\sigma_{0C}p_S\sqrt{4\pi S}}=\dfrac{q_V}{p_S}\sqrt{\dfrac{S}{4\pi}}$ – funkcja tłumienia, $U_{Cs}^2(l,S)=\dfrac{p_S l\sqrt{4\pi S}}{g}=E_{Cs}^2(S)\cdot l^2$ – funkcja napięcia, E_{Cs} – natężenie pola elektrycznego w kolumnie łuku.

Odwzorowanie zmienności parametrów łuku za pomocą przebiegów czasowych

Podczas eksploatacji stalowniczych pieców łukowych występuje szereg zaburzeń o charakterach deterministycznych i losowych [3]. Najczęściej są to zaburzenia długości kolumny łukowej. W zależności od bieżącej mocy pieca można je opisać za pomocą modelu (2) lub (3). Skutkiem tych zaburzeń są nie tylko zmiany czasowe wartości skutecznych napięć i prądów (rys. 1), ale także odkształcenia wartości chwilowych napięć pokazanych na rys. 2 jako THD *U*.

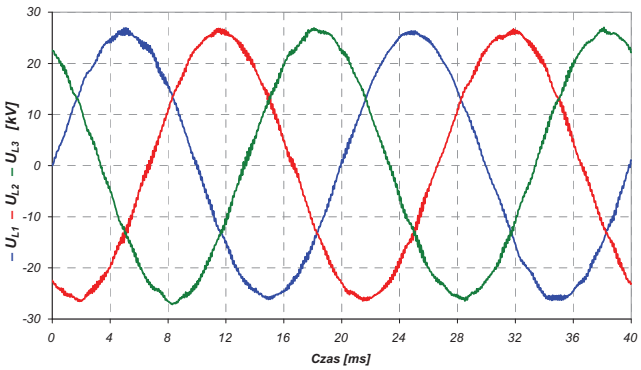


Rys. 1. Wartości skuteczne napięć fazowych U_{L1}, U_{L2}, U_{L3} zarejestrowane po stronie wtórnej tr. piecowego

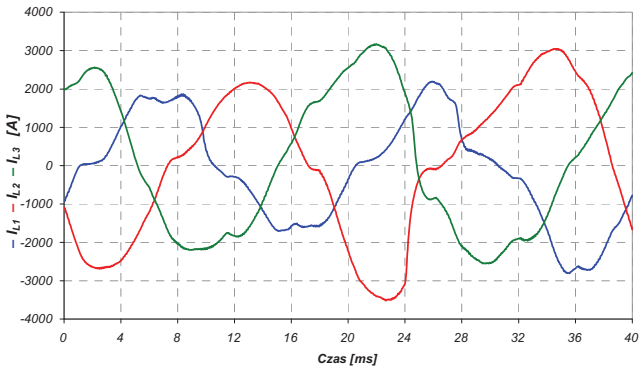


Rys. 2. Wartości współczynników THD U_{L1}, THD U_{L2}, THD U_{L3} napięć fazowych po stronie wtórnej transformatora piecowego

Zaburzenia te, przeliczone w odpowiedniej skali przenoszone są do sieci SN (rys. 3 i 4) poprzez transformator piecowy. Trudności dopasowania odbiornika wynikają nie tylko z intensywności zaburzeń, ale także ze zmian dynamicznych obciążenia. Dokładne rozpoznanie tych stanów umożliwia określenie wskaźników użytecznych w doborze parametrów układu sterowania. Celem badań jest ocena wpływu zmian długości łuków na podstawowe wskaźniki energetyczne pracy pieca w systemie zasilania.



Rys. 3. Wartości chwilowe napięć fazowych U_{L1}, U_{L2}, U_{L3} po stronie pierwotnej tr. piecowego, stadium roztapiania



Rys. 4. Wartości chwilowe prądów I_{L1}, I_{L2}, I_{L3} po stronie pierwotnej tr. piecowego, stadium roztapiania

Literatura

[1] Voronin A.A.: Improving the efficiency of contact-extinguishing systems of high-current switching devices with an extending arc: Abstract of thesis, Samara 2009. (in Russian)

[2] Sawicki A.: Modified Voronin models of electric arc with disturbed geometric dimensions and increased energy dissipation. Archives of Electrical Engineering 2021, vol. 70, No 1, pp. 89-102.

[3] Gała M., Rak J., Jagieła K., Sawicki A.: Wpływ zjawisk w obwodzie wielkoprądowym na pracę układu zasilania pieca łukowego AC. Przegląd Elektrotechniczny, R. 95, 2020, nr 3, s. 67-72.

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

MODYFIKACJE BARWY TURMERIC RHIZOMES (*Curcuma longa* L.) Z WYKORZYSTANIEM PEF

Ilona GAŁĄZKA-CZARNECKA[1], Ewa KORZENIEWSKA[2], Andrzej CZARNECKI[1]

[1] Instytut Chemicznej Technologii Żywności, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka

[2] Instytut Systemów Inżynierii Elektrycznej, Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechnika Łódzka

Ostryż długi – *Curcuma longa* L. (kurkuma, szafran indyjski, szafran domowy) to roślina należąca do rodziny imbirowatych. Uprawiana jest w strefie okołorównikowej, Do Europy została przywieziona w XIII wieku [1, 2]. Kurkuma najczęściej występuje w postaci świeżych kłączy oraz jako suszona przyprawa o żółtym zabarwieniu.

Barwa produktów roślinnych jest czynnikiem kształtującym jego jakość. Barwa owoców, warzyw, kłączy, przypraw jest także odzwierciedleniem rodzaju i ilości związków barwnych. W przypadku kłączy kurkumy świadczy o ich atrakcyjności, a konsumenci niejednokrotnie poszukują produktów o barwie charakterystycznej, naturalnej, ale i intensywnej.

Substancje barwne występujące w kurkumie to przede wszystkim kurkumina, która odpowiada za intensywnie żółtą barwę tych kłączy/korzeni. Kurkumina należy do podstawowych kurkuminoidów, jest związkiem bioaktywnym o silnych właściwościach leczniczych i prozdrowotnych. W medycynie Dalekiego Wschodu jej korzystny wpływ dla zdrowia dostrzeżono już wieki temu [3]. Wieloletnie badania naukowe wykazały, iż ma właściwości przeciwutleniające, przeciwnowotworowe, przeciwzapalne, przeciwgrzybiczne [4]. W przemyśle spożywczym pełni funkcję barwnika i jest czasami dodawana podczas produkcji np. do margaryn, makaronów, oraz jako przyprawa do wielu dań azjatyckich, mięs, warzyw, jest ponadto składnikiem przyprawy curry [5]. Kłącze kurkumy, zawiera ponadto wiele składników odżywczych, w tym węglowodany, białko i tłuszcze. Obecne są także olejki eteryczne, składniki mineralne tj. sód, wapń, potas, żelazo i witaminy: C, B_1, B_2, B_3 [6].

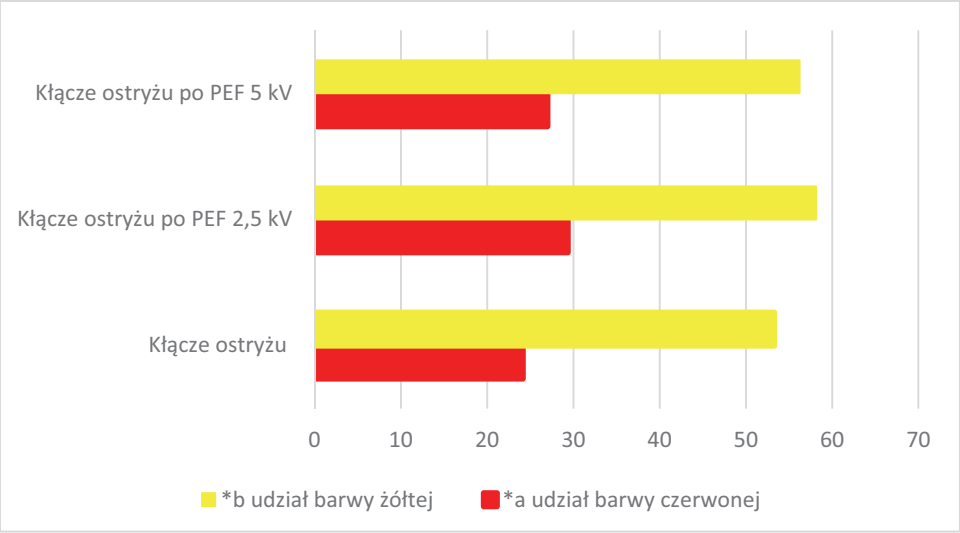
Na zmiany w składzie chemicznym żywności, można wpłynąć za pomocą stosowania różnych metod. Wpływ obróbki wstępnej i kulinarnej na zawartość witamin jest jednoznaczny. Rodzaj procesu, czas trwania i temperatura w różnym stopniu wpływają na ich zmniejszenie, a w tym szczególności witaminy C, A, czy folianów. Spadek zawartości nie dotyczy jednak wszystkich związków. Zawartość polifenoli, a w tym także niektórych związkami barwnych w zależności od rodzaju produktu i stosowanej obróbki może się zmienić. Obecnie w produkcji żywności funkcjonalnej możliwa jest modyfikacja koncentracji naturalnych związków, barwników, aby zwiększyć ich udział i wzmocnić ich dobroczynne działanie [7 - 9].

Celem niniejszej pracy jest ocena możliwości modyfikacji barwy ostryżu długiego z wykorzystaniem techniki PEF.

Materiałem badanym były turmeric rhizomes kłącza ostryżu długiego (kurkumy) (*Curcuma longa* L.), pochodzące z Tajlandii. Korzenie charakteryzowały się wysoką jakością, były suche, jędrne, równomiernie wybarwione w kolorze intensywnie pomarańczowym. Korzenie kurkumy z Tajlandii podzielono na trzy próby. Pierwszą cześć turmeric rhizomes nie poddano działaniu PEF (próba odniesienia). Dwie kolejne próby poddano procesowi PEF z wykorzystaniem impulsów elektrycznych o natężeniu 5 kV/cm (druga próba), trzecią zaś o natężeniu 2,5 kV/cm. Korzenie z Peru również podzielono na dwie próby. W jednej próbie zastosowano impulsy elektryczne o natężeniu 5 kV/cm, natomiast w drugiej próbie użyto impulsów o natężeniu 2,5 kV/cm. Stanowisko laboratoryjne zostało opisane w [9]. W celu oznaczenia barwy zastosowano Spektrofotometr Konica Minolta Chroma Meter CR-400 (aperture 8 mm) (Japan), który w postaci liczbowej w oparciu o znormalizowany rachunek kolorymetryczny CIE Lab definiuje parametry barwy. Model

barw CIE Lab został opracowany przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową (CIE – fr. Comission Internationale de l'Eclairage).

Wykazano, że zastosowanie PEF do modyfikacji ostryżu długiego skutkuje modyfikacją barwy kłączy (rys. 1). Zaobserwowano, że stosując jako obróbkę wstępną PEF zmianie uległy wszystkie parametry opisujące barwę w systemie CIE Lab. Przy czym uzyskano zwiększony udział barwy czerwonej i żółtej, w kurkumie po PEF 2,5 kV/cm odpowiednio o 21,6% i 9,2% w stosunku do próbek ostryżu nie poddanych obróbce. Po zastosowaniu PEF 5kV/cm wzrost udziału barwy czerwonej i żółtej był mniejszy i wynosił odpowiednio 11,9% i 5,4%. W oparciu o uzyskane wyniki stwierdzono, że zastosowanie PEF na kłącza ostryżu korzystnie wpływa na modyfikację barwy, intensyfikując ją.



Rys. 1. Udział barwy żółtej i czerwonej kłączy ostryżu świeżego i poddanego działaniu PEF

Literatura

1. Sztaba D. Barwa szafranu, aromat cynamonu, smak kaparów – właściwości lecznicze biblijnych przypraw. Rozmaitości 2009, 65 (1), 29-40
2. Wierońska J.M. Kurkuma – roślinne panaceum. Wszechświat 2017, 118 (4-6), 117-124
3. Deptuła T., Gruber B., Krówczyński A. Kurkumina i jej pochodne – zastosowanie w terapii przeciwnowotworowej i chemoochronnej. Postępy Fitoterapii 2014, (3), 155-165
4. Kubina R. Przeciwnowotworowy efekt kurkuminy, oraz jej pochodnych w stosunku do komórek raka języka linii SCC-25**. Postępy Fitoterapii 2017, 18(2), 105-112
5. Sikorska – Polaczek M., Bielak – Żmijewska A., Sikorska E. Molekularne i komórkowe mechanizmy działania kurkuminy – dobroczynny wpływ na organizm. Postępy biochemii 2011, 57(1), 74-84
6. Przybylska S. Kurkumina – prozdrowotny barwnik kurkumy. Problemy Higieny i Epidemiologii 2015,96(2), 414-420
7. Różańska D., Regulska – lLow B., ILow R. Wpływ wybranych procesów kulinarnych na potencjał antyoksydacyjny i zawartość polifenoli w żywności. Problemy Higieny i Epidemiologii 2014, 95(2), 215-222
8. Ilona Gałązka-Czarnecka, Ewa Korzeniewska, Andrzej Czarnecki, Krzysztof Politowski, Modyfikacja zawartości polifenoli w winach z wykorzystaniem impulsowego pola elektrycznego, Przegląd Elektrotechniczny, R. 95 NR 1/2019, 89-92
9. Gałązka – Czarnecka I, Korzeniewska E, Czarnecki A. Influence of pulsed electric field on the content of polyphenolic compounds in wine. IEEE Xplore 2018, 37-40

ZASTOSOWANIE WAGI INFORMACJI W ANALIZIE EFEKTYWNOŚCI PRACY SIECI DYSTRYBUCYJNEJ

Anna GAWLAK, Mirosław KORNATKA

Politechnika Częstochowska

Wstęp

Kluczowe wskaźniki efektywności (Key Performance Indicators, KPI) mogą określać zarówno finansowe jak i niefinansowe wskaźniki stosowane jako mierniki w procesach pomiaru stopnia realizacji celów pracy sieci dystrybucyjnej. KPI [1] mogą stanowić źródło obiektywnej informacji i narzędzie kontroli, pozwalając szybko podejmować decyzje, nadawać priorytety działaniom oraz reagować na pojawiające się problemy w sieci dystrybucyjnej. W artykule analizowana jest efektywności pracy krajowej sieci dystrybucyjnej średniego i niskiego napięcia, gdzie jako KPI przyjęto straty energii i jej niezawodność [2,3,4,5].

Stan badań

Do przeprowadzenia analizy dostępnych danych dotyczących efektywności działania systemu elektroenergetycznego należy stosować właściwy aparat matematyczny. Na ogół analiza danych w sieci dystrybucyjnej, ze względu na jego hierarchiczną strukturę, dokonywana jest prostymi metodami statystycznymi, podczas których wyznaczane są na ogół tylko wartości średnie analizowanych KPI.

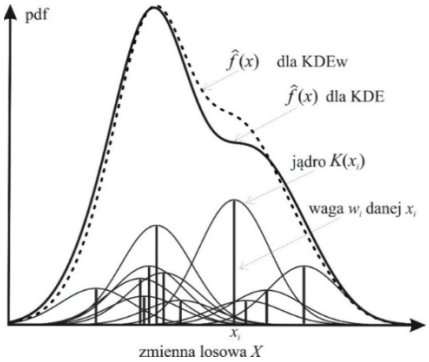
Trzeba tu podkreślić, że dostępne dane dotyczące efektywności działania są bardzo istotną informacją dla operatorów systemów dystrybucyjnych, bo warunkują ich przychody. Stąd operator musi posiadać odpowiednie metody matematyczne, zarówno pozwalające wiarygodnie estymować bieżące wartości, jak i prognozować kierunki zmian. Dotychczasowe metody nie w pełni spełniały wymagania operatorów, toteż konieczne jest poszukiwanie nowych narzędzi statystycznych i na ich podstawie opracowanie nowych metod analizy [6,7].

W artykule stosowany jest estymator jądrowy z wagami (KDEw). Dla n wymiarowej zmiennej losowej X, o rozkładzie gęstości f, estymator jądrowy $\hat{f} : \mathbb{R}^n \to [0, \infty)$ wyznacza się na podstawie wartości m elementowej próby losowej $x_1, x_2, \dots, x_m$, której przyporządkowano nieujemne wartości $waga_1, waga_2, \dots, waga_m$ (suma ich wynosi 1), zdefiniowany wzorem:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{h^n \sum_{i=1}^{m} waga_i} \sum_{i=1}^{m} waga_i \, K\left(\frac{x - x_i}{h}\right), \tag{1}$$

gdzie funkcja $K : \mathbb{R}^n \to [0, \infty)$ która spełnia warunek $\int_{\mathbb{R}^n} K(x)dx = 1$ oraz współczynnik h który jest parametrem wygładzania. Parametr $waga_i$ interpretowany jest jako „ważność" poszczególnych elementów próby x_i uzyskanej ze zmiennej X. W przypadku, gdy wszystkie wartości $waga_1$, $waga_2, \dots, waga_m$ są równe $1/m$, wówczas postać estymatora KDEw jest równoważna klasycznemu estymatorowi jądrowemu bez wagi KDE.

Interpretacje graficzna estymatora jądrowego z wagami (KDEw) oraz bez uwzględniania wagi (KDE) zaprezentowano na rys. 1.



Rys. 1. Jądrowe estymatory gęstości rozkładu jednowymiarowej zmiennej losowej X wyznaczone z zastosowaniem KDEw oraz KDE

Nad każdą wartością próby losowej x_i „rozpięte" jest jądro $K(x_i)$, (na ogół jądro normalne), którego powierzchnia jest proporcjonalna do parametru $waga_i$. Estymatory jądrowe $\hat{f}(x)$ wyznaczone zgodnie z zależnością (1) przyjmuje postać sumy pojedynczych oszacowań spełniających warunek $\int_{\mathbb{R}} \hat{f}(x)\, dx = 1$.

Zasadnicze znaczenie dla jakości estymatorów jądrowych ma parametr wygładzania h, który wpływa na „gładkość" uzyskanej krzywej gęstości. Najnowsze opracowania naukowe dotyczące tego zagadnienia prezentują dogodne algorytmy, które umożliwiają obliczanie parametru h, zbliżonego do optymalnego w sensie kryterium błędu średniokwadratowego.

Podsumowanie

Zastosowanie KDEw, pozwala uwzględnić uwarunkowania badanej rzeczywistości w zagadnieniach dotyczących analizy efektywności działania SEE za pomocą KPI. Analiza historycznych oraz bieżących KPI wspiera proces ciągłego doskonalenia i efektywnego wykorzystywanie posiadanych przez operatorów systemów dystrybucyjnych zasobów technicznych i organizacyjnych.

Literatura

[1] Lotfi, M,; Javadi, M,; Osorio, G,; Monteiro, C,; Catalao, J, A Novel Ensemble Algorithm for Solar Power Forecasting Based on Kernel Density Estimation. Energies 2020,
[2] Gawlak, A,; Profitability Analysis of Investment Projects in Distribution Networks, Przegląd Elektrotechniczny, Vol. 2019 (95), Nr 8,
[3] Gawlak A.: „Kierunki inwestowania a straty energii elektrycznej w sieci rozdzielczej" Przegląd Elektrotechniczny R.93 nr 3/ 2017
[4] Kornatka M., The Application of Kernel Density Estimations to the Analysis Reliability in Cable Lines, in Control of Power Systems, Strbske Pleso, Slovak Republic, 2008.
[5] Kornatka M., The weighted kernel density estimation methods for analysing reliability of electricity supply, in 17th International Scientific Conference on Electric Power Engineering, Praga, 2016
[6] Girbau-Llistuella, F.; Díaz-González, F.; Sumper, A.; Gallart-Fernández, R.; Heredero-Peris, D. Smart Grid Architecture for Rural Distribution Networks: Application to a Spanish Pilot Network. Energies 2018, 11(4),
[7] Barone, G.; Brusco, G.; Burgio, A.; Menniti, D.; Pinnarelli, A.; Motta, M.; Sorrentino, N.; Vizza, P. A Real-Life Application of a Smart User Network. Energies 2018, 11(12),

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

WPŁYW ZASTOSOWANIA POLA MAGNETYCZNEGO NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO-CHEMICZNE OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Maciej GLINIAK, Arkadiusz BIESZCZAD, Paulina POSTAWA

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu stałego pola magnetycznego generowanego napięciem 150 i 260 V na właściwości fizyko-chemiczne przemysłowego osadu ściekowego zmieszanego z popiołami ze spalania węgla kamiennego. Próbki poddano działaniu stałego pola magnetycznego o czasie oddziaływania wynoszącym 10 min i oznaczono parametry takie jak: zawartość strat prażenia, części lotnych oraz popiołu, pH a także przewodność elektryczną właściwą. Na podstawie zgromadzonych materiałów oraz wyników badań z 3 serii pomiarowych przeprowadzonych w miesiącach styczeń, marzec oraz maj określono wpływ pola na analizowane właściwości. Przedstawiona w niniejszej pracy analiza pokazuje, że pole magnetyczne generowane napięciem 150 V i 260 V w niewielkim stopniu powoduje powstanie zmian w wykonanych oznaczeniach.

Analizując poszczególne wartości pH kolejnych prób wykonanych w marcu i maju trudno doszukać się pomiędzy nimi analogii, gdyż zmieniają się bardzo nierównomiernie. Pole magnetyczne ma niewielki wpływ na zmiany odczynu osadu ściekowego. Pomiędzy próbami poddanymi działaniu pola o napięciu 150 V i 260 V występują znikome różnice odczynu. Wyższe zróżnicowanie pH występuje między próbami z dodatkiem popiołu. Wartość pH badana w obydwu miesiącach mieści się w granicach 8 – 10. Ze względu na swoje właściwości popiół powoduje zwiększenie odczynu w mieszaninie. Określenie, która mieszanka osadowo-popiołowa jest najodpowiedniejsza i czy pole magnetyczne istotnie wpływa na zmianę wartości odczynu, jest skomplikowane. Zastosowanie połączenia osadu ściekowego z popiołem pozytywnie wpłynie na wzrost pH i może być wykorzystane do przyrodniczego lub rolniczego zagospodarowania obu rodzajów odpadu.

Zmiany wartości przewodności elektrycznej właściwej podobnie jak odczyn próbek mają niejednorodny przebieg, gdyż na przewodnictwo wpływają zarówno skład chemiczny jak i właściwości badanego materiału. Dodatek popiołu wpływa na zmniejszenie przewodności mieszanin osadowo-popiołowych. Próby o największym udziale popiołu w mieszance wykazują znikomą przewodność, która wynosi poniżej 50 $\mu S \cdot cm^{-1}$. W tych próbach (mieszanka 1:5) również pole magnetyczne istotnie wpływa na obniżenie przewodności.

W pozostałych mieszankach o mniejszym udziale popiołu pole magnetyczne podnosi wartość przewodności elektrycznej właściwej. Przeprowadzone badania dowodzą więc, że oddziaływanie stałego pola magnetycznego na osad ściekowy ma wpływ na zwiększenie jego przewodności. Wyniki badań wykazały bowiem, że pole magnetyczne wpływa na polaryzację cząstek materiału oraz zmianę i uporządkowanie ładunku elektrycznego, co skutkuje zmianą przewodności. Zastosowanie mieszanek o obniżonej zawartości popiołu i poddanie ich działaniu pola może przynieść negatywne skutki przy doglebowym zastosowaniu.

Badając wysokość strat prażenia w mieszaninach osadowo-popiołowych dowiedziono, że pole magnetyczne ma wpływ na istotne obniżenie wartości strat prażenia (do 80%), jednakże nie wpływa na zmiany w czystym osadzie ściekowym. Stwierdza się, że niewielki dodatek popiołu do osadu ściekowego istotnie wpływa na obniżenie strat prażenia w próbce. Nie ma jednak znaczenia wielkość napięcia pola magnetycznego, gdyż pomiędzy wartościami napięcia 150 V i 260 V odnotowano nieistotne różnice.

Porównując zawartości części lotnych w próbkach stwierdzono, że oddziaływanie pola magnetycznego generowanego napięciem 150 V i 260 V istotnie wpływa na zmiany w mieszankach. Nie istotna jest tutaj wartość napięcia pola. Istotną rolę odgrywa dodatek popiołu do osadu, gdyż w każdej z mieszanin osadowo-popiołowych widać znaczne obniżenie zawartości części lotnych względem czystego osadu. Zawartość części

lotnych wpływa na charakterystykę procesu spalania a im wyższa jest ich zawartość, tym proces spalenia przebiega sprawniej. Wyniki badań wskazują więc, że osad ściekowy w połączeniu z popiołem nie tworzy dobrego paliwa, gdyż zawartości części lotnych poniżej 30%. Zastosowanie takiego materiału do celów energetycznych nie jest więc odpowiednim sposobem jego zagospodarowania.

Poszczególne oznaczenia zawartości popiołu w próbkach wskazują na jednoznaczny wzrost udziału popiołu w badanych mieszankach powstający po działaniu pola magnetycznego. Na zmiany zawartości popiołu nie ma wpływu wartość zadanego pola, gdyż porównując wyniki poszczególnych napięć zauważa się nieistotne różnice. Na zawartość popiołu istotnie wpływa udział dodatku popiołu w badanej próbce a wyniki mieszczą się w wąskim zakresie (80-95%). Duży udział popiołu w próbce wpływa na obniżenie wartości opałowej materiału, co oznacza, że osad ściekowy w połączeniu z popiołem jest nieprzydatny do celów energetycznych.

Można przypuszczać, że nieistotne zmiany w badanych parametrach fizyko-chemicznych takich jak pH czy przewodność elektryczna właściwa są spowodowane zbyt krótkim czasem oddziaływania pola magnetycznego na próbki. Czas 10 min być może nie wystarczy do wytworzenia istotnych przemian w strukturze materiału, które mogą wypłynąć na zmianę właściwości. Przeprowadzone badania wykazują wpływ stałego pola magnetycznego na zmianę zawartości części lotnych, strat prażenia i popiołu, gdyż widoczne są istotne różnice pomiędzy próbkami umieszczonymi w polu magnetycznym a próbami ślepymi. Przemysłowe osady ściekowe mają bardzo niejednorodny skład, co utrudnia otrzymanie obiektywnych i jednoznacznych wyników.

WPŁYW ZASTOSOWANIA POLA MAGNETYCZNEGO NA WŁAŚCIWOŚCI BIODEGRADACJI MATERII ORGANICZNEJ W OSADACH ŚCIEKOWYCH

Maciej GLINIAK, Arkadiusz BIESZCZAD, Justyna STABRAWA

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Osady ściekowe są szczególnym odpadem, który powstaje w wyniku oczyszczania ścieków. Powstaje ich coraz więcej a wybór sposobu ich zagospodarowania przez oczyszczalnie nie jest łatwym zadaniem. Aby móc wykorzystać osad ściekowy, należy go wcześniej odpowiednio przygotować by nie stanowił zagrożenia dla ludzi, a także nie był toksyczny dla środowiska. Stabilizacja osadu polega na unieszkodliwieniu materii organicznej zawartej w osadzie ściekowym poprzez mikroorganizmy w nim występujące. Ustabilizowany osad pozbawiony jest odorów oraz zanikają w nim procesy gnilne. W pracy zbadano wpływ zastosowania stałego pola magnetycznego na tempo rozkładu materii organicznej w przemysłowym osadzie ściekowym, przez mikroorganizmy w nim występujące. Posłużono się do tego celu oznaczeniem parametrów takich jak: wilgotność całkowita, przewodność elektryczna właściwa, zawartość węgla organicznego, stosunek C:N a także dokonano oznaczenia ilościowo – jakościowego pod kątem obecności mikroorganizmów chorobotwórczych.

Przeprowadzone badania należą do badań pionierskich w tym zakresie przez co nie ma możliwości porównania ich do innych źródeł literatury, w celu określenia poprawności uzyskanych wyników.

Badanie wilgotności całkowitej wykazało, że pole magnetyczne zarówno o zakresie 150 V jak i 260 V nie ma wpływu na wilgotność. Wartości mieszanek będących w polu jak i mieszanek, na które nie działano polem są do siebie bardzo zbliżone. Wyniki wilgotności różnią się między sobą pod względem ilości popiołu dodanego do osadu. Mieszanki, w których większą część stanowił osad mają zdecydowanie wyższą wilgotność. Popiół natomiast spowodował spadek wilgotności. Jest to spowodowane tym, iż popiół jest materiałem suchym a po zmieszaniu z bardzo wilgotnym osadem obniża wilgotność całej mieszanki.

Wyniki oznaczenia przewodności elektrycznej właściwej wskazują na istotny wpływ pola magnetycznego. Zarówno w osadzie z marca jak i maja, przewodność elektryczna pod wpływem pola zmieniała swoją wartość. Na osad pobrany w marcu oba zakresy pola magnetycznego zadziałały pozytywnie. Wskazuje na to wzrost przewodności prawie we wszystkich mieszankach (tylko w mieszance 1:5 przewodność zmalała). Wzrost przewodności świadczy o tym, iż dostępne są składniki pokarmowe dla mikroorganizmów, dzięki czemu mogą one przetrwać i unieszkodliwić materię organiczną poprzez jej rozkład na związki nieorganiczne, przyswajalne dla roślin i bezpieczne dla środowiska. Nie można jednoznacznie stwierdzić, które pole magnetyczne jest lepszym rozwiązaniem ponieważ w niektórych mieszankach korzystniejszy był niższy zakres pola a w niektórych wyższy. Nie są to jednak istotne różnice dlatego optymalnym rozwiązaniem jest zastosowanie niższego zakresu pola (150 V) we wszystkich mieszankach z wyjątkiem 1:3 i samego osadu (tam wyższą przewodność osiągnięto przy zakresie pola 260 V) co da pozytywny efekt a jednocześnie pozwoli ograniczyć koszty. Mieszanką o najlepszych właściwościach przewodzenia okazała się być mieszanka z niewielkim dodatkiem popiołu (5:1). Przewodność elektryczna w tej próbce osiągnęła wartość około 2200 µS/cm. Badania wykazały, że niewielki dodatek popiołu poprawia przewodzenie. Wyniki badań osadu pobranego w maju wykazały bardzo wysokie wartości przewodności. Prawdopodobnie jest to efektem wprowadzenia przez zakład do oczyszczalni ścieków związków jonowych czynnych, przez co wyniki przewodności nie są do końca wiarygodne. Osiągają wartości nawet kilkunastokrotnie wyższe (nawet o 630%) niż w badaniach prowadzonych w marcu a pole magnetyczne powoduje spadek przewodności (wzrost widoczny tylko w osadzie i mieszance 5:1).

Zawartość węgla organicznego wzrastała pod wpływem działania pola magnetycznego. Jest to pozytywny rezultat ponieważ świadczy to o lepszej przyswajalności substancji odżywczych przez drobnoustroje (lepsza biodostępność). Na osad pobrany w marcu pole magnetyczne miało zdecydowanie większy wpływ, gdyż różnice pomiędzy mieszankami będącym w polu i mieszankami, na które nie działano polem są bardzo duże. Osad z maja również reagował na działanie pola natomiast nie są to aż tak duże zmiany. Prawdopodobnie jest to spowodowane różnorodnym składem fizyko – chemicznym osadów. Na osiągane wartości miał też wpływ dodatek popiołu. Na podstawie uzyskanych wyników można wnioskować, że dodatek popiołu obniża zawartość węgla organicznego.

Podsumowując, uzyskane wyniki pokazują, że istnieje istotny wpływ pola magnetycznego na stymulację mikroorganizmów unieszkodliwiających materię organiczną w osadach ściekowych. Po oddziaływaniu polem zmieniały się zarówno zawartości węgla organicznego jak i przewodności elektrycznej właściwej. Wnioskuje się, iż optymalnym rozwiązaniem jest stosowanie pola o zakresie 150 V ponieważ w większości mieszanek wywoływał korzystniejsze sumaryczne oddziaływanie. Stwierdzono również, że tylko niewielki dodatek popiołu powoduje uzyskanie pozytywnego wyniku przewodności elektrycznej właściwej (1:5 oraz 1:3).

Na podstawie analizy mikrobiologicznej ustalono, że w badanych osadach nie występują organizmy chorobotwórcze co umożliwia wykorzystanie osadu do celów przyrodniczych. Dodatkowo wysoki stosunek zawartości węgla do azotu wskazuje na pozytywną cechę mieszanek w przypadku rozwoju roślin. Korzystniejszy stosunek C:N występuje w mieszankach z większym udziałem popiołu.

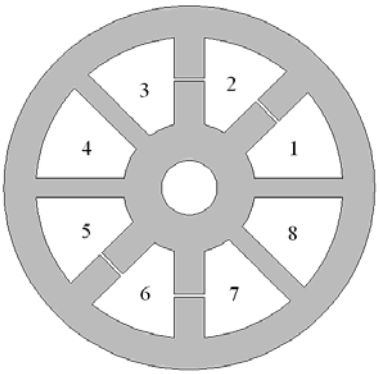
Metoda działania pola magnetycznego na przemysłowy osad ściekowy daje pozytywne efekty, natomiast aby upewnić się i określić najbardziej optymalne warunki tego procesu należy wykonać dalsze próby oraz sprawdzić inne natężenia pola. Istotne byłoby również zweryfikowanie czy oddziaływanie polem magnetycznym przez dłuższy czas nie będzie dawało lepszych rezultatów.

HYBRYDOWY SILNIK INDUKCYJNY Z UZWOJENIAMI PRZEKSZTAŁTNIKA CZĘSTOTLIWOŚCI W UKŁADZIE SCOTTA

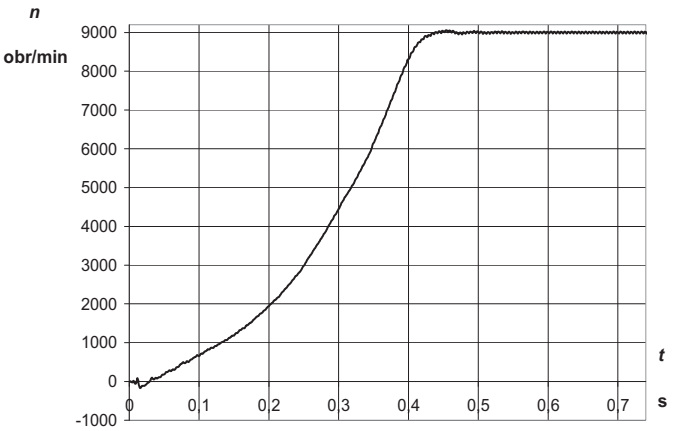
Ryszard GOLEMAN

Politechnika Lubelska

Obserwuje się ciągły postęp w technologii elektrycznych maszyn elektrycznych, który jest stymulowany dostępnością nowych materiałów konstrukcyjnych, wystąpieniem nowych obszarów zastosowań, wpływem energoelektroniki, potrzebą oszczędzania energii i nowych wyzwań technologicznych [1, 2, 3, 4, 5]. W artykule przedstawiono rozwiązanie modelu indukcyjnego silnika hybrydowego, który charakteryzuje się nową strukturą geometryczną magnetowodu oraz sposobem połączeń uzwojeń przetwornika częstotliwości w układ Scotta. W stojanie można wyróżnić 8 kolumn rozchodzących się promieniście. Cztery z nich stanowią rdzenie liniowe (ze szczeliną powietrzną), pracują w liniowej części charakterystyki magnesowania; kolejne cztery są nieliniowe (pracują w stanie nasycenia). Ich przekroje poprzeczne różnią się od siebie. Obie grupy kolumn są umieszczane na przemian, aby zapewnić symetrię. Uwzględniając zasadę połączeń uzwojeń przetwornika, specyfikę układu Scotta oraz warunki symetrii magnetycznej i geometrycznej, opracowano schemat obwodu elektrycznego przetwornika częstotliwości i liczby faz dla modelu silnika hybrydowego. Obwód elektryczny przetwornika jest zasilany trójfazowo, uzwojenia pierwotne są połączone w układzie Scotta. Poszczególne cewki strony wtórnej przetwornika częstotliwości są połączone szeregowo przeciwsobnie, aby uzyskać efekt odejmowania się pierwszych harmonicznych indukowanych napięć. W następstwie można uzyskać napięcia wyjściowe o potrojonej częstotliwości przesunięte w fazie o 90º. Zasilają one uzwojenia klatkowego silnika indukcyjnego. Przez odpowiedni dobór liczby zwojów poszczególnych cewek otrzymuje się napięcia o praktycznie jednakowej amplitudzie.



Rys. 1. Przekrój magnetowodu modelu silnika



Rys. 2. Charakterystyka prędkości obrotowej w funkcji czasu

Literatura

[1] Buticchi G. et al.: Challenges of the optimization of a high-speed induction machine for naval applications, Energies, 2019, 12, 2431

[2] Gieras J. F., Advancements in electric machines, Springer, 2008

[3] Goleman R.:Performance and characteristics of a hybrid induction motor with magnetic frequency changer, Przegląd Elektrotechniczny, R. 97, NR 12/2020, pp.170-173

[4] Goleman R.: Magnetic field and characteristics of a three phase hybrid induction motor, Non-linear Electromagnetic Systems, IOS Press, 2000, pp.629-632.

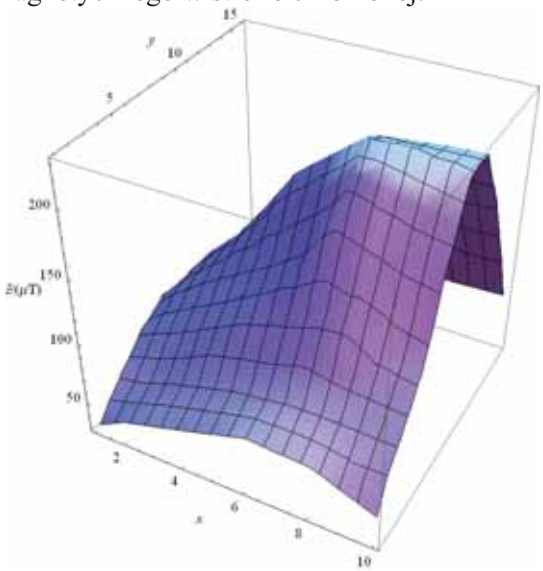
[5] Sobczyński D.: Review of solutions used in high-speed induction motor drives operating in household appliances, Power Electronics And Drives, Vol. 1(36), No. 1, 2016

PRZYKŁAD OGRANICZANIA POLA MAGNETYCZNEGO GENEROWANEGO PRZEZ URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE W OBSZARZE POMIESZCZENIA PRACY

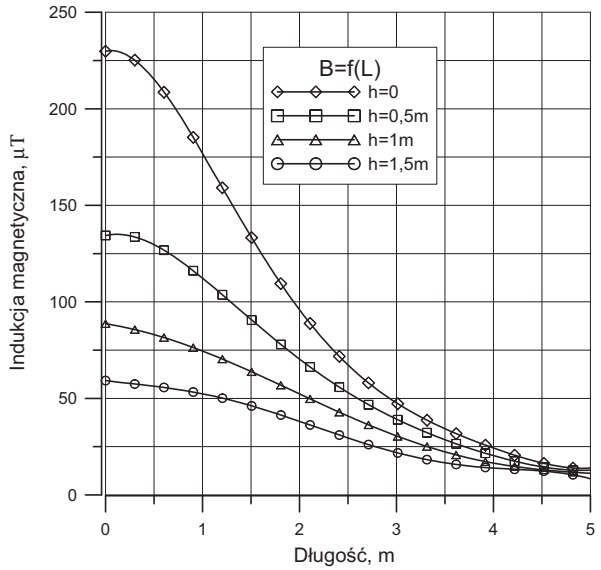
Ryszard GOLEMAN

Politechnika Lubelska

W środowisku w którym żyjemy ciągle poddawani jesteśmy wpływom różnego rodzaju pól elektrycznych i magnetycznych, stałych i zmiennych o różnych częstotliwościach. Ochrona przed oddziaływaniem obcych pól elektromagnetycznych jest zagadnieniem trudnym, szczególnie przy ich niskim poziomie natężenia i jednocześnie małej częstotliwości [1, 2, 3]. Przedmiotem artykułu jest analiza pola magnetycznego w pomieszczeniu chronionym, w którym funkcjonuje stacja operatorska oraz opracowanie sposobu jego ograniczenia w przestrzeni wykonywanej pracy. Pomieszczenie dyspozytorni znajduje się bezpośrednio nad dławikiem powietrznym i nad szafami z układami sterowania przekształtnikowego. Jak wykazały badania, pole magnetyczne jest wzbudzane głównie prądami płynącymi w dławiku, w przewodach zasilających dławik oraz w szynach szaf sterowniczych. Praca przedstawia wyniki pomiarów rozkładu natężenia pola magnetycznego w pomieszczeniu chronionym, komputerową analizę rozkładu pola magnetycznego dla ekranów o różnej konstrukcji oraz propozycję konstrukcji ekranów, które ograniczają natężenia pola magnetycznego w strefie chronionej.



Rys. 1. Przestrzenny rozkład indukcji magnetycznej w pomieszczeniu projektowanej dyspozytorni przy obciążeniu maksymalnym, (jednostkom długości na osiach "x" i "y" odpowiada wartość 0,3 m)



Rys. 2. Rozkład indukcji magnetycznej na wysokości h od powierzchni podłogi w pomieszczeniu projektowanej dyspozytorni, przy obciążeniu maksymalnym

Literatura

[1] Bambynek D., Jakubas A., Jabłoński P.: Wpływ składu kompozytu żelazo-polimer na właściwości ekranujące fale elektromagnetyczne wielkiej częstotliwości, Przegląd Elektrotechniczny, R. 93, NR 12/2017,.55-58

[2] Beiu C.; Toader C.; Golovanov N.; Buica G.: Low frequency electromagnetic shielding solutions, International Conference on Electromechanical and Power Systems, IEEE Xplore: 01 December 2017, DOI: 10.1109/SIELMEN.2017.8123301

[3] Goleman R., Wac-Włodarczyk A., Giżewski T., Czerwiński D.: Modelling of open magnetic shields' operation to limit magnetic field of high-current lines, Advanced Computer Techniques in Applied Electromagnetics, Studies in Applied Electromagnetic and Mechanics, 30, IOS Press 2008, pp. 403-409

AUTOMATIC SYSTEM FOR IDENTIFYING OBJECTS IN THE SUPPLY CHAIN BASED ON RFID TECHNOLOGY

Łukasz GOŁĄBEK[1], Paweł RYMARCZYK[1], Damian PLISZCZUK, Tomasz CIEPLAK[2]

[1] Netrix Group sp. z o.o., Lublin

[2] Lublin University of Technology

Abstract

The main goal of the research was to create a system that automatically enables the detection of resources regardless of where it is located in the cargo space of a delivery vehicle, using RFID technology. As part of the research, an original system was designed, consisting of a dedicated RFID reader and software - an IT application. The end result is a system that allows the RFID transponder to be detectable, regardless of where it is located in the cargo space of the car. The designed and tested system can be used for further adaptation works on the customer's vehicles and containers. The use of RFID technology in systems contributes to the improvement of automatic identification of semi-finished products and products in the supply chain.

Methods

Actually, the RFID (Radio Frequency Identification) technology allows you to monitor the condition and location of products from the moment they are manufactured until they reach the end customer. It enables the identification of many objects at the same time, provided that they are within the system's operating range. [1-3] However, RFID, as any radio technology has some limitations, among others, the distance information transmitting devices, as well as the environmental conditions in which the signal is transmitted [4-5]. Therefore, the use of this technology requires each time considering the specific needs and specifics of the process and stored products.

Long-range UHF RFID technology with operating frequencies in the range of 865 - 868 MHz (EU) was used as a source of information about the availability of a given equipment at the location. Two types of readers were tested as a recording element. In addition, tests were made for different types of tags. The GSM/GPS sim808 module was used as a communication element.

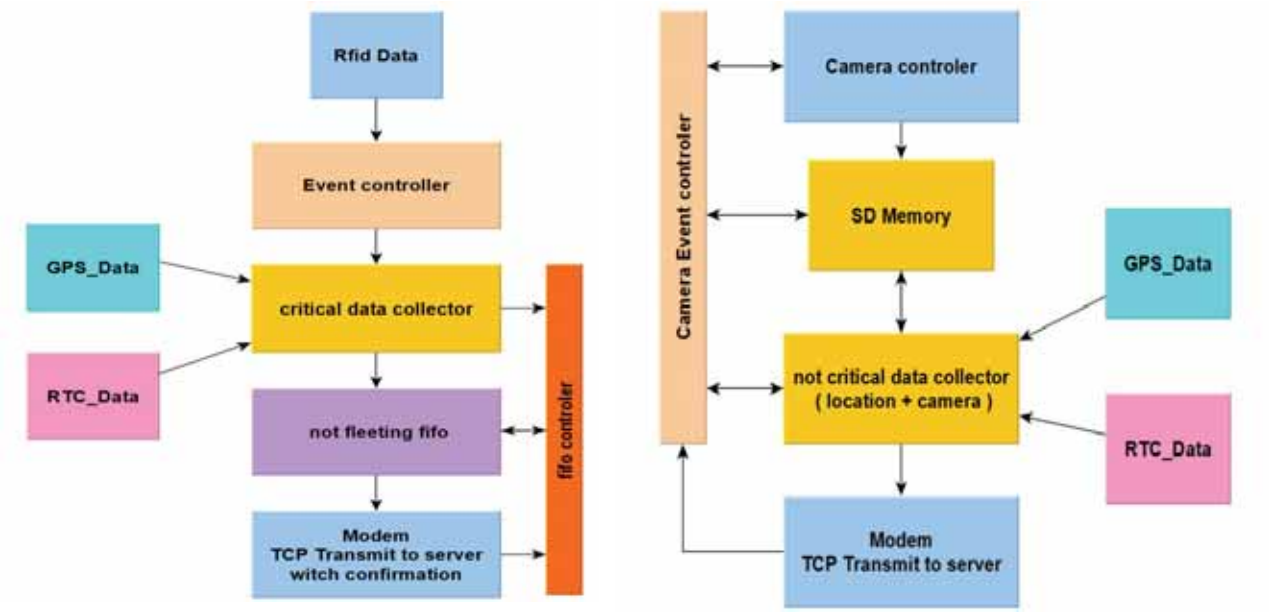
The system is based on the STM32 processor equipped with the Cortex-M7 core and together with the embedded software it forms the central element of the system. In addition to the basic functions related to the operation of individual peripherals and data processing, it also acts as a power controller.

The system is equipped with two separate GPS location systems and a built-in GSM modem. In addition to the communication module, the key element of the system is the communication interface of the RFID reader through which the reader obtains information about the currently remaining identification tags and, based on the received data, detects new logged in or loss of contact with individual tags. Connection is via RS232 serial port with the system conversion levels MAX3232. The system allows for two-way communication in the fullduplex mode.

The software was created using the CubeMX environment with the use of HAL hardware libraries and where it is necessary to ensure the necessary speed of LL (LowLevel) and the real-time RTOS system. The individual functional elements have been divided into independent threads with an extensive semaphore and priority system depending on the rank of the activities performed.

The concept of the software is divided into two basic function blocks with different levels of priority. The scheme of the system's operation related to RFID identification is shown in Fig. 1a, and concerning the image and position recording system - in Fig. 1b.

The system was tested on a VAN type vehicle with a cargo space. The layout of the elements with RFID tags (placing the elements under the ceiling), which hinders their detectability, is shown in Fig. 2. The end result of the project is the detectability of the RFID transponder, regardless of where it is located in the cargo space of the car. An example of the result of the system operation is shown in Fig. 3.



(a) (b)

Fig. 1. System operation diagram for RFID identification (a), image and position recording system (b)

Fig. 2. An example of random distribution of items with RFID tags in a VAN type vehicle

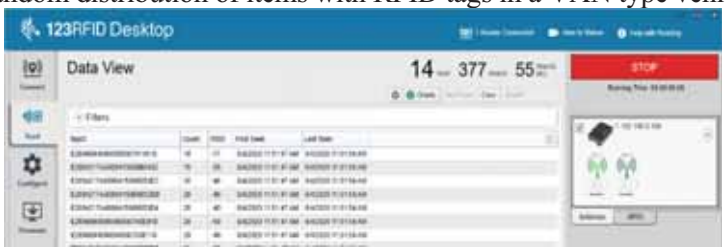


Fig. 3. Presentation of label detection results

Literatura

[1] Kumar S., Swanson E., Tran T.: RFID in the healthcare supply chain: Usage and application, Int. J. Health Care Qual. Assur., vol. 22, no. 1, pp. 67-81, 2009.

[2] Wing R.: RFID applications in construction and facilities management, Electron. J. Inf. Technol. Constr., vol. 11, pp. 711-721, 2006.

[3] Jankowski-Mihułowicz P., Węglarski M.: Synteza anteny czytnika / programatora indukcyjnie sprzężonego systemu RFID bliskiego zasięgu funkcjonującego w paśmie HF, Prz. Elektrotechniczny, vol. 8-9, pp. 1077-1084, 2012.

[4] Meng Z., Li Z.: RFID Tag as a Sensor - A Review on the Innovative Designs and Applications, Meas. Sci. Rev., vol. 16, no.6, pp. 305-315, 2016.

[5] Finkenzeller K.: RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and near-Field Communication, IEEE, 2010.

SEARCH FOR THE OPTIMAL BAND OF A GIVEN WIDTH IN A SIMPLY CONNECTED REGION

Andrey GRISHKEVICH

Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu
Wydział Zamiejscowy w Chorzowie

Introduction

Algorithms for finding the minimum cuts (maximum flows), being one of the classical problems of combinatorial analysis, are well studied theoretically [1]. The development of computer programs that are highly efficient on high-dimensional graphs [2–4] has stimulated application of these algorithms in vision and imaging technology such as image and video segmentation, co-segmentation, stereo vision, and multi-view reconstruction [5,6]. Parallel versions of similar algorithms [7] are being investigated with the aim of increasing their speed. The increase of effectively solved problems has resulted in the expansion of the practical application of such algorithms. This paper proposes an original method for finding the optimal band (band of variation) based on the algorithms for the maximum flow / minimum cut construction. It is the requirement to take the width into account (to search for a band, not a curve) in the model that dictates the need to find an alternative to the shortest path search algorithm (Dijkstra's algorithm [8]).

By the optimal band we mean the band of a certain fixed width on which the global (absolute) minimum of the used quality criterion is achieved. Similar problems arise in imaging. A certain linear structure (skin [9], power line, road, glade, channel) needs to be identified in an image, or the image needs to be segmented into parts, assuming that the border between the segments is blurred, i.e. characterised by some width.

The problem of the optimal band choice

The problem of choosing the optimal band can be formulated as a variation problem

$$P(A) = \iint\limits_{A(a,b,r)\subset\Omega} \omega(x,y)ds \ ,$$

where Ω is the area under consideration (image / part of the terrain in which the linear structure is being searched / designed); s, t are the start and end points of the strip (of the designed structure); $\omega(x, y)$ is a certain function defined on Ω which characterizes the efficiency (quality criterion of a design solution); A is a certain region including the points s, t (s, $t\in A$) which is characterised by the width r. An illustration of the problem is shown in Fig. 1.

Problem relates to multidimensional problems of variation calculus. The direct analytical solution of problem which determines the optimal corridor is difficult to find, since there are no general methods for its solution. The reduction of this problem to a problem of discrete optimisation can be done due to the fact that the discrete model most adequately reflects the knowledge of the domain Ω. Images (such as satellite imagery) form an array of pixels. The result of topographic, geological, hydrological and other conditions surveyed in a field environment is the information about specific points (linked to geographic coordinates) of the area, which is then summarised in the form of digital maps, diagrams, etc.

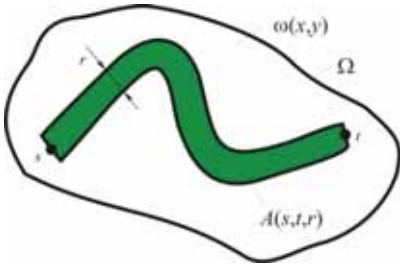


Fig. 1. The variational problem of choosing the optimal band

Fig. 2. The function ω(*x*,*y*) (quality criterion) in the domain Ω

Fig. 3. Computer calculation of the optimal band

The initial data for choosing the optimal band is shown in Fig.2. Numbers represent function values $\omega(i,j)$ $i = 0,1,2,...,M-1$, $j = 0,1,2,...,N-1$, $M = N = 22$. With a computer band search $r^2 = 7$. The calculation results are shown in Fig.3.

Conclusions

A mathematical model for finding the optimal band of a given width between arbitrary points of a simply connected domain is presented in the form of a combinatorial optimisation problem that allows for an efficient algorithm to obtain an optimal solution.

The task of building an optimal corridor of a given width is reduced to the problem of finding the minimum cut in a graph. An algorithm for the formation of the calculation graph is presented, which allows the width of the optimal band (corridor) to be set and standard programs to be used for the maximum flow / minimum cut search to find it.

Literatura

[1] Galil Z.: On the theoretical efficiency of various network flow algorithms, Theoretical Computer Science, 14, pp. 103–111, 1981

[2] Boykov Y., Kolmogorov V.: An experimental comparison of min-cut/max-flow algorithms for energy minimization in vision, IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell, 26(9), pp. 1124–1137, 2004

[3] Fishbain B., Hochbaum D.S., Mueller S.: A competitive study of the pseudoflow algorithm for the minimum s–t cut problem in vision applications, J Real-Time Image Proc, 1, 2016

[4] Otsukia K., Kobayashib Y., Murota K.: Improved max-flow min-cut algorithms in a Circular Disk Failure Model with application to a road network, European Journal of Operational Research, 248, pp. 396–403, 2016

[5] Sun W., Dong E.: Kullback-Leibler distance and graph cuts based active contour model for local segmentation, Biomedical Signal Processing and Control, 52, pp. 120–127, 2019

[6] Liu Z., Song Y.-Q., Sheng V.S. et al.: Liver CT sequence segmentation based with improved U-Net and graph cut, Expert Systems With Applications, 126, pp. 54–63, 2019

[7] Gianinazzi L., Kalvoda P., Palma A., Besta M., Hoefler T.: Communication-Avoiding Parallel Minimum Cuts and Connected Components, ACM Conference Principles and Practice of Parallel Programming 2018 (PPoPP'18) (http://www.unixer.de/~htor/publications), 2018

[8] Hu T. C.: Integer programming and network flows, Addison-Wesley, 1969

[9] Radlak K., Frackiewicz M., Palus H., Smolka B.: Finger joint synovitis detection in ultrasound images, Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences, 66(2), pp. 235–245, 2018

ANALIZA PORÓWNAWCZA WPŁYWU WYBRANYCH ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH NAPOWIETRZNYCH LINII WYSOKIEGO NAPIĘCIA NA EMISJĘ POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Jacek GUMIELA, Dariusz SZTAFROWSKI

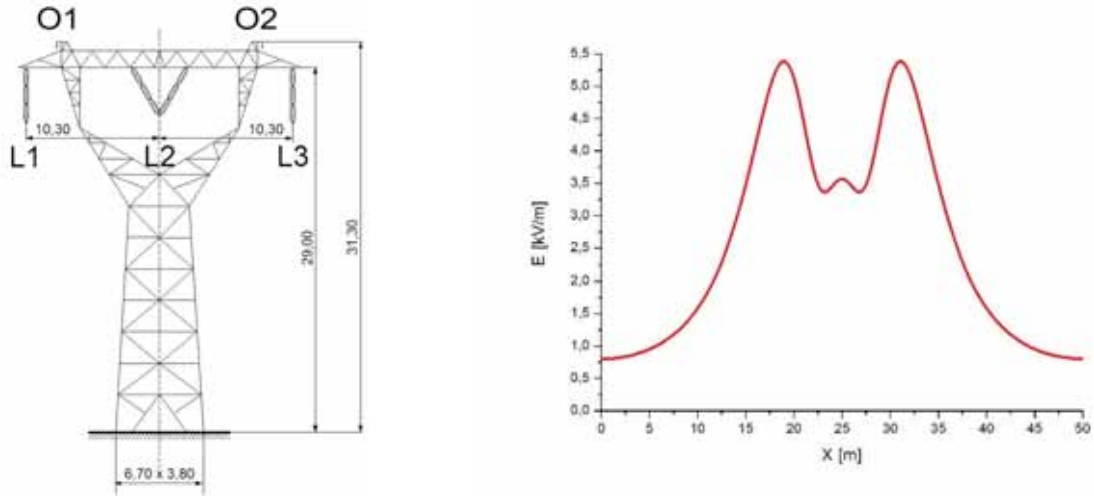
Politechnika Wrocławska

Wstęp

Przesył energii elektrycznej za pomocą linii elektroenergetycznych związany jest z emisją pola elektromagnetycznego niskiej częstotliwości. Wśród wielu parametrów posiadających wpływ na wielkość oraz zasięg oddziaływania elektromagnetycznego istotne znaczenie ma konfiguracja geometryczna przewodów roboczych. W liniach najwyższych napięć o napięciu 400 kV i wyższym przewody robocze wykonywane są w postaci wiązek rozdzielonych odstępnikami. W niniejszym artykule autorzy zbadali wpływ układu przewodów w ramach wiązki oraz długości zastosowanych odstępników na wypadkowy rozkład pola elektrycznego i magnetycznego, jakie jest generowane podczas pracy takiej linii.

Przesyłowe linie napowietrzne

W pobliżu przewodów linii elektroenergetycznej występują wysokie wartości natężenia pola elektrycznego oraz magnetycznego. Pola te szybko maleją wraz ze wzrostem odległości od osi przewodu stanowiącego ich źródło [1]. Przy odpowiednio dużym natężeniu składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego na granicy metal-powietrze mogą pojawić się tzw. wyładowania niezupełne związane ze stratami ulotowymi [2, 3, 4, 5]. Ze wzoru Peeka można wyznaczyć krytyczną wartość napięcia, przy której, przy znanych parametrach przewodu, może wystąpić zjawisko ulotu [4]. Dla linii 400 kV zbudowanej na słupach, którego sylwetkę pokazano na rys. 1a) wykonano cyfrową symulację rozkładu pola elektrycznego generowanego przez tą linię (Rys. 1b).

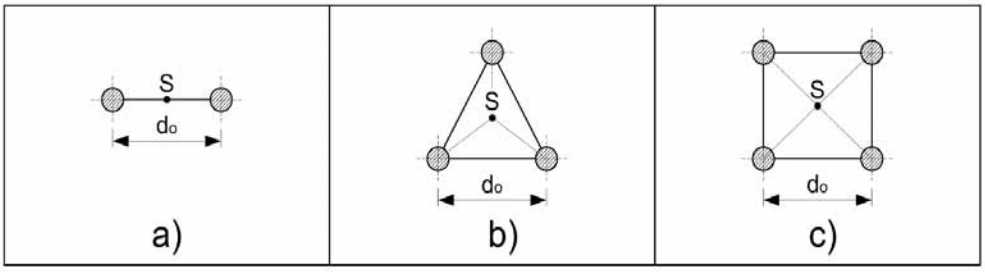


a) b)

Rys. 1. Linia napowietrzna 400 kV a) sylwetka słupa typu Y52;
b) rozkład natężenia pola elektrycznego E pod linią na wysokości h=2 m

Ponieważ dla linii napowietrznych o napięciu znamionowym 400 kV i wyższym tory prądowe wykonuje się jako wiązki kilku przewodów, celowe jest sprawdzenie, w jakim stopniu natężenie pola elektrycznego jest uzależnione od budowy wiązki, tzn. liczby przewodów wchodzących w jej skład jak również wzajemnych odległości między nimi. Na rysunku 2 pokazano przekroje poprzeczne typowych wiązek, dla których

wykonano obliczeniową identyfikację rozkładu natężenia pola elektrycznego przyjmując odległość d_0 kolejno, jako: 0,30 m; 0,40 m; 0,50 m oraz 0,60 m;



Rys. 2. Budowa torów prądowych elektroenergetycznych linii napowietrznych w formie przewodów wiązkowych

Do wyznaczenia natężenia pola elektrycznego w przekroju poprzecznym linii elektroenergetycznej poddanym analizie zastosowano zmodyfikowaną metodę różnicową [6], dzięki której uzyskano dane pozwalające na dokonanie oceny narażenia środowiska na działanie pola elektromagnetycznego o niskiej częstotliwości zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia [7].

Podsumowanie

Budowa torów prądowych napowietrznych linii przesyłowych w formie przewodów wiązkowych powoduje zmniejszenie strat przesyłowych związanych z ulotem. Większa liczba wiązek oraz zwiększenie odległości pomiędzy przewodami w wiązce zgodnie z empirycznym wzorem Peeka powoduje podwyższenie wartości napięcia U_{fkr}, od której mogą wystąpić wyładowania niezupełne wokół przewodów fazowych. Ponieważ wypadkowe natężenie pola elektrycznego stanowi superpozycję składowych elektrycznych pól źródłowych, to wszystkie przewody każdego z torów prądowych mają na nie wpływ. Znaczenie danego przewodu jest tym większe, im bliżej znajduje się on od punktu, w którym wykonuje się identyfikację natężenia pola elektrycznego. Natężenie pola elektrycznego szybko maleje wraz z odległością od źródła, dlatego konfiguracja geometryczna toru prądowego ma istotne znaczenie w najbliższym jego sąsiedztwie, natomiast na wysokości h=2 m, na której typowo wykonuje się badania, różnice natężenia pola elektrycznego generowanego przez linię napowietrzną w zależności od sposobu wykonania torów prądowych są niewielkie, choć zauważalne. Wraz ze wzrostem liczby przewodów w wiązce lub wzrostem odległości d_0 pole elektryczne staje się bardziej jednorodne, dlatego wartości jego natężenia notowane na wysokości h=2 m nad ziemią osiągają wyższe wartości.

Literatura

[1] Szuba M. i inni: Linie i stacje elektroenergetyczne w środowisku człowieka, Informator, Wydanie 4, Biuro Konsultingowo-Inżynierskie "EKO MARK", Wrocław, 2008

[2] CIGRE Working Group 01 of Study Committee 36 (Interferences): Interferences produced by corona effect of electrical systems. Description of phenomena. Practical guide for calculation, Publication No. 20, 1974

[3] CIGRE Working Group 36.01 (EMC Aspects of Corona Electric and Magnetic Fields): Interferences produced by corona effect of electrical systems. Description of phenomena and practical guide for calculation. Addendum to CIGRE Document No. 20 (1974), No. 61, 1996

[4] Tarko R.: Modelowanie ulotu elektrycznego dla analizy warunków eksploatacyjnych wysokonapięciowych układów elektroenergetycznych, Rozprawa doktorska, Promotor: prof. dr hab. inż. Barbara Florkowska, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki, Katedra Elektroenergetyki, Kraków, 2007

[5] Dariusz Sztafrowski, Jacek Gumiela; Analiza technicznych możliwości ograniczania zjawiska ulotu elektrycznego zrealizowana na podstawie cyfrowej identyfikacji natężenia pola elektrycznego w otoczeniu przewodów roboczych elektroenergetycznych linii WN. Przegląd Elektrotechniczny. 2018, R. 94, nr 1, s. 113-116

[6] Sadiku M. N.O.: Numerical Techniques in Electromagnetics, Second Edition, CRC Press, 2001

[7] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2019 poz. 2448)

SIMULATION OF THE INFLUENCE OF MULTIPLE REFLECTIONS OF BACKGROUND RADIATION ON THE THERMOGRAPHY RESULTS

Nataliya HOTS[1], Krzysztof PRZYSTUPA[2]

[1] Lviv Polytechnic National University

[2] Lublin University of Technology

Introduction

Background radiation and repeated reflection of background radiation have a significant impact on the accuracy of results in thermography [1-3]. In the presence of a source of background radiation, each receiver of the thermal imager perceives an effective stream of radiation L_{ef} [4-6]:

$$L_{ef} = L_{ob} + L_{bg} = L_{ob} + L_{mbg} + L_{mob} + L_{im}, \quad (1)$$

L_{ob} – radiation intensity of the object;

L_{bg} – intensity of background radiation;

L_{mbg} – the intensity of radiation of background objects, multiply reflected in the system object - background;

L_{mob} – the intensity of the radiation flux of the object of study, multiply reflected in the object-background system;

L_{im} – radiation intensity of the intermediate medium.

Main part

The reflection coefficient of real objects with emissivity $\varepsilon \leq 1$ is determined by Kirchhoff's law $\rho = 1 - \varepsilon$. The reflection of radiation in the background object system is multiple. Let us consider in more detail the effect of multiple reflections on the effective radiation in the object-background system and the conditions under which the multiple reflection can be neglected and take into account only a single reflection of radiation from the surface of the object. The effectivy intensity of radiation in the object-background system is defined:

$$L_{ef} = \varepsilon \cdot L_T + \varepsilon_{bg} L_{bg} (1-\varepsilon) \cdot (1 + \sum_{n=1}^{\infty} (1-\varepsilon_{bg})^n (1-\varepsilon)^n). \quad (2)$$

$$\lim_{n\to\infty} \left(1 - \sum_{n=1}^{\infty} \left(1-\varepsilon_{bg}\right)^n (1-\varepsilon)^n\right) = \frac{1}{1-(1-\varepsilon_{bg})(1-\varepsilon)}. \quad (3)$$

To take into account the reflected background radiation, we propose the following concepts:

1. The coefficient of multiple reflection of radiation in the object - background system:

$$k_{ob-bg} = \frac{1}{1-(1-\varepsilon_{bg})(1-\varepsilon)}. \quad (4)$$

The coefficient k_{ob-bg} shows the effect of multiple reflections on the effective radiation in the object-background system. In the absence of multiple reflections of radiation, the coefficient of multiple reflections is equal to $k_{ob-bg} = 1$.

2. The effective coefficient of background radiation in the system object - background:

$$\varepsilon_{ef-bg} = \varepsilon_{bg} \cdot \frac{1}{1-(1-\varepsilon_{bg}) \cdot (1-\varepsilon)} = \varepsilon_{bg} \cdot k_{ob-bg}. \quad (5)$$

The coefficient ε_{ef-bg} shows what the value of background radiation in the object - background system.

3. The effective radiation intensity of the object:

$$L_{ef} = \varepsilon \cdot L_T + (1-\varepsilon) \cdot L_{bg} \cdot \varepsilon_{ef-bg} \ . \tag{6}$$

4. The condition of neglecting of the influence of multiple reflections of background radiation. Based on the dependence (2 and 3), the condition for neglecting multiple reflections for the object-background system is the following:

$$\lim \frac{1}{1-(1-\varepsilon_{bg})(1-\varepsilon)} \to 1 \, . \tag{7}$$

According the formula (5) we can conclude that failure thereflection is possible fccjrding the requarement:

$$(1-\varepsilon) \cdot (1-\varepsilon_{bg}) << 1. \tag{8}$$

Simulation

Ignoring the background radiation will lead to temperature measurement errors. the temperature dependences of the error for different values of the background temperature are calculated and presented in Figure 1.

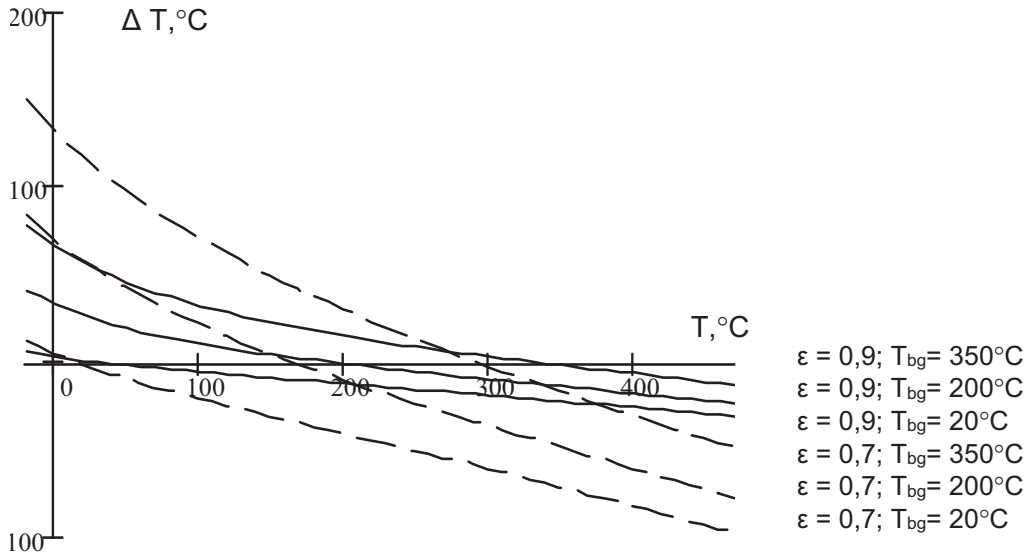


Fig. 1. Temperature dependences of the error of measurement of temperature on radiation which arises as a result of disregard of the reflected background radiation.

Conclusion

The ignoring multiple reflections of radiation is possible under the following conditions: the radiation flux reflected from the background is much smaller than the radiation flux reflected from the object. Then we can assume that the most significant contribution to the measurement result is made by the radiation of the object and the radiation of the surrounding objects only (once reflected from the target area).

Literatura

[1] Kruczek, T. Use of infrared camera in energy diagnostics of the objects placed in open air space in particular at non-isothermal sky. *Energy*, *91*, 35-47, 2015.

[2] Kruczek, T. Conditions for the use of infrared camera diagnostics in energy auditing of the objects exposed to open air space at isothermal sky. *Archives of Thermodynamics*, *36*(1), 2015.

[3] Strąkowska, M., Strąkowski, R., Strzelecki, M., De Mey, G., & Więcek, B. Thermal modelling and screening method for skin pathologies using active thermography. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, *38*(3), 602-610, 2018.

[4] Torzyk, B., & Więcek, B. Second-Harmonic Contactless Method for Measurement of RMS Current Using a Standard Infrared Camera. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, *70*, 1-8, 2021.

[5] Tholl, H. D., Münzhuber, F., Kunz, J., Raab, M., Rattunde, M., Hugger, S., ... & Lorenzen, A.. Active multispectral reflection fingerprinting of persistent chemical agents. In *Electro-Optical Remote Sensing XI* (Vol. 10434, p. 104340C, 2017). International Society for Optics and Photonics.

[6] Dulski, R., Piątkowski, T., & Polakowski, H. Sectoral thermal emitter for testing of modern IR systems. *Infrared Physics & Technology*, *67*, 14-20, 2014.

SYSTEM CODESIGN FOR SURFACE POTENTIALS DATA ANALYSIS ON BIOLOGICAL TISSUES

Oleksii HYKA[2], Andrés VEJAR[1,2], Tomasz RYMARCZYK[1,2]

[1]Institute of Computer Science and Innovative Technologies,
University of Economics and Innovation in Lublin

[2] Research & Development Centre Netrix S.A., Lublin

Introduction

In this project will be created acceleration potentials measuring using digital signal processing (DSP) with a system on chip (SoC) that considers two ARM-based microcontroller and on FPGA device. We use a hardware software codesign approach using a Zynq-7000 XC7Z020 SoC.

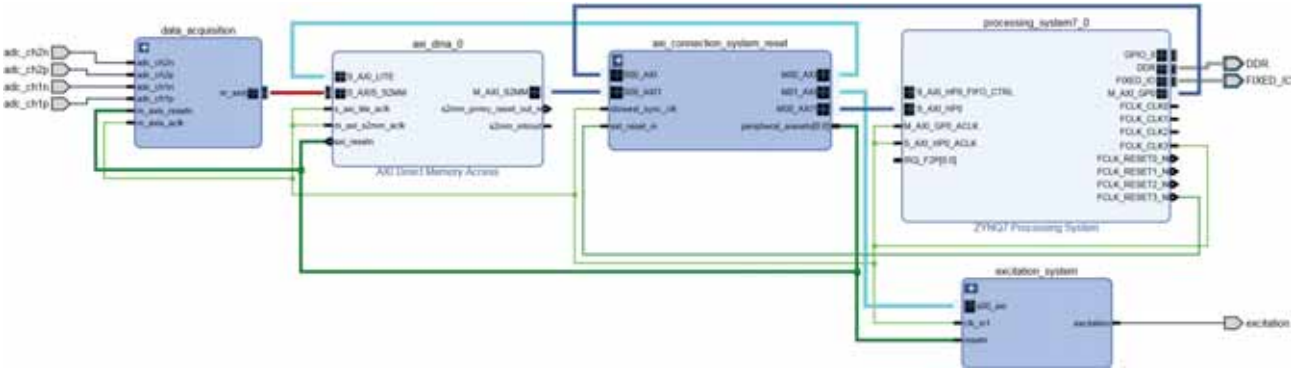


Figure 1: ARM + FPGA system integration

Hardware Software Codesign

In Figure 1 we present the top view of the ARM-FPGA codesign. The purpose of this design is to generate an excitation signal, and to read it back using the on-chip XADC device, for prototyping real time filters on the FPGA side. For accumulating continuously data from XADC which have internal FIFO of 1024 values and 1000 KSPS the data transmits to DMA and generate TLAST in AXIS. After that the python code using Pynq DMA driver provide fast reading of huge amount of data.

For visualization and comparing the result of digital filtering, computer code was created using Python. The functionality implemented connects the local server started on the ARM/FPGA data acquisition device and transmit in real time to the client machine. Data passed true FIR and IIR are presented in Figure 2. In figure 3 provided excitation and sensitivity signal. The sensitivity signal has changed shape due to capacitance.

Hardware Accelerators

FPGA modern use is to construct accelerators for liberating CPU resources and to execute operations at speeds that can be orders of magnitude faster than pure CPU implementations. These accelerators differ with respect to GPU accelerators because the designer has the freedom to create hardware specifically conceived for the acceleration task, but in the case of GPU the designer need to fit the software in a preconceived architecture for graphic engines. Highly used in machine learning, GPU acceleration has becoming a standard, it is proven to work and it is extensively available. The parallel computing architecture of graphics cards has become a sub-product of the economic forces that drives the video-game industry.

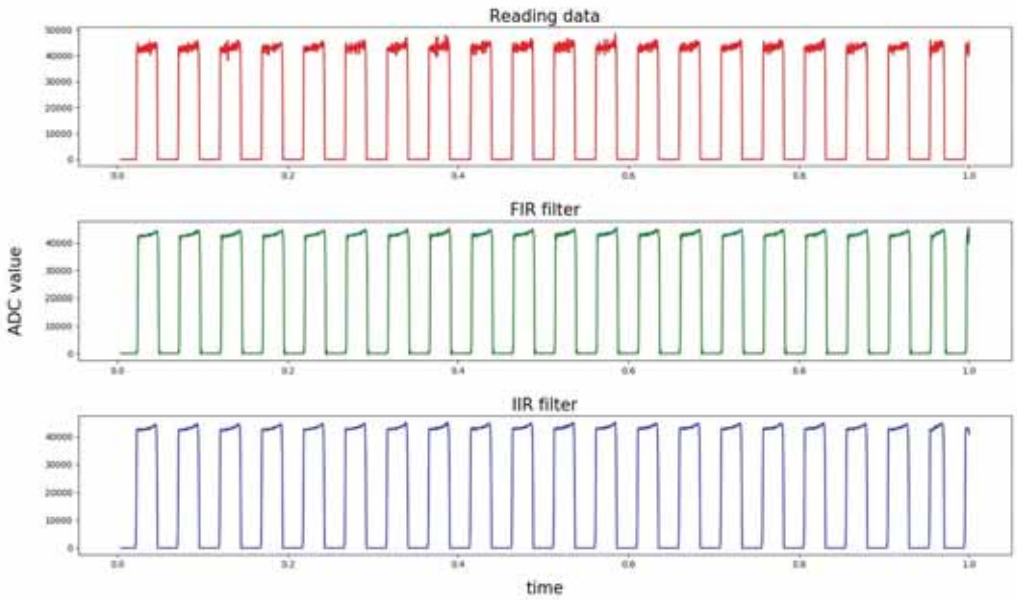


Figure 2: Plot of input signal 1.5 kHz after FIR and IIR

Computer science practitioners has discovered long ago this advantage and it is currently used for acceleration of cryptography algorithms in finance (crypto-currency miners), neural network training acceleration, and general-purpose algorithm acceleration, but specially well suited for all types of image processing. GPUs use floating point numbers at the base, and that makes also a particular difference with FPGAs that are discrete machines with binary vectors at the very foundation of their data transformations. There are probably many advantages of using GPU engines for acceleration, but there are more limitations in its way than advantages.

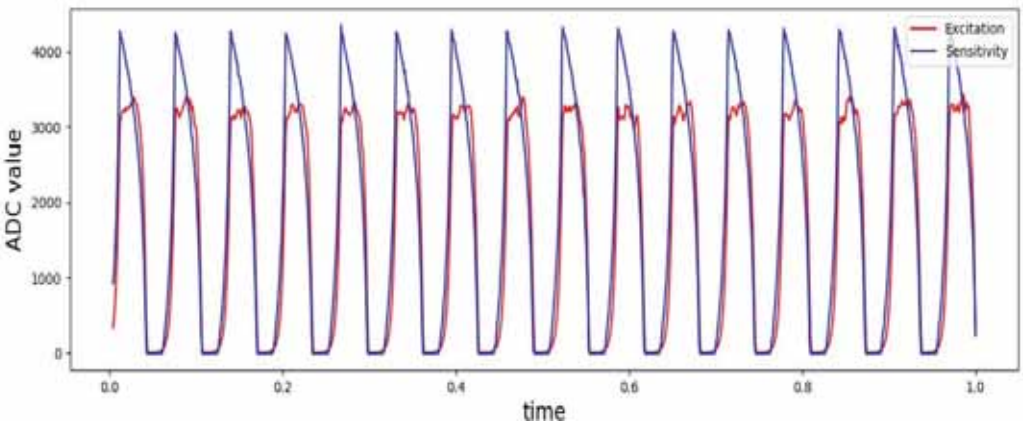


Figure 3: Plot of excitation and sensitivity

Technology of FPGA has been available for long ago, they can be found at the core of many specialized devices in engineering (for example inside of most of the oscilloscopes) but also in telecommunications, aeronautics, military, health, and manufacturing. These characteristics are suitable for modern monitoring and control [1]. Their incorporation as a standard part of modern computers is a matter of time. A comparison between GPU and FPGA acceleration is presented in [2].

References

[1] T. Rymarczyk, K. Król, A. Zawadzki, M. Oleszek, and G. Kłosowski, "An intelligent sensor platform with an open architecture for monitoring and controlling cyber-physical," *Przegląd Elektrotechniczny*, vol. 1, no. 3, pp. 143–147, Mar. 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.15199/48.2021.03.27

[2] J. Morss, "FPGAs vs. GPUs: A Tale of Two Accelerators," https://www.delltechnologies.com/en-us/blog/fpgas-vs-gpus-tale-two-accelerators/. [Online]. Available: https://www.delltechnologies.com/en-us/blog/fpgas-vs-gpus-tale-twoaccelerators/

ANALIZA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH KOMPOZYTÓW DO ZASTOSOWAŃ W ELEKTROTECHNICE BAZUJĄCYCH NA MATERIAŁACH RECYKLINGOWYCH

Adam JAKUBAS, Mateusz CHYRA, Łukasz SUCHECKI, Katarzyna MORDAL

Politechnika Częstochowska

Wstęp

Modyfikacja polimerów jest coraz częściej stosowana w produkcji elementów do zastosowań w różnych gałęziach przemysłu. Wynika to np. z chęci poprawy właściwości finalnego wyrobu, czy też możliwości obniżenia jego ceny poprzez zastosowanie surowców pochodzących z recyklingu [1, 2]. Wyróżnia się trzy podstawowe metody wytwarzania kompozytów polimerowych: fizyczną, chemiczną oraz fizykochemiczną. Najczęściej stosowana jest metoda fizyczna, polegająca na wymieszaniu tworzywa, będącego osnową z napełniaczem w postaci pyłu, proszku, włókien bądź płatków [3].

Powszechna świadomość konieczności ochrony środowiska naturalnego oraz ograniczoność zasobów wpłynęły na przestrzeni ostatnich lat na coraz większy udział recyklingu oraz odzysku energii w produkcji wyrobów zarówno z polimerów, jak i metali. Spowodowane jest to m.in.: wymaganiami prawnymi, coraz większą świadomością obywateli, chęcią zmniejszenia ilości odpadów oraz możliwością zwiększenia zysków [4, 5].

Połączenie ze sobą popularnego polimeru termoplastycznego oraz iron scale umożliwia opracowanie kompozytu konstrukcyjnego (np. do budowy obudów i przesłon) o dodatkowych właściwościach. W zależności od cech jakościowych (płatki, pyły) napełniacza i jego ilościowego udziału można uzyskać właściwości antyelektrostatyczne lub ekranujące pole elektromagnetyczne, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej sztywności i odporności mechanicznej konstrukcji [6, 7].

Metodyka badań

W badaniach analizie poddano kompozyty polietylenu wysokiej gęstości (PE-HD) z zendrą powstającą na powierzchni rozgrzanych elementów metalowych w wyniku reakcji zachodzących z otaczającym je powietrzem. Polietylen jest tworzywem należącym wraz z polipropylenem do grupy poliolefin. Polimery te są jednymi z najczęściej stosowanych w przemyśle. Służą do produkcji m.in.: wszelkiego rodzaju opakowań, zakrętek folii, rur oraz pojemników. Natomiast zendra, która stanowi mieszankę tlenków żelaza (hematyt, magnetyt, wustyt), powstaje podczas kocia lub walcowania wyrobów hutniczych.

Do badań przygotowano cztery rodzaje próbek o następującym składzie: nienapełniony polietylen, 40% polietylen + 60% zendra, 30% polietylen + 70% zendra, 20% polietylen + 80% zendra. Tworzywo wykorzystane w badaniach pozyskano z recyklingu, oczyszczono i przygotowano do przetwórstwa. Zendrę z kolei usunięto mechanicznie z poużytkowych elementów. Następnie sporządzono odpowiednie mieszaniny polimeru w postaci proszku wraz z płatkami zendry. Próbki w kształcie kwadratowych płytek oraz wiosełek wytworzono na prasie mechanicznej pod ciśnieniem równym 15 MPa w temperaturze 165°C. W ramach pracy przeprowadzono badania udarności, twardości, dynamicznych właściwości mechanicznych (DMTA), wykonano statyczną próbę rozciągania oraz zmierzono wartość rezystancji skrośnej i powierzchniowej. Analizę twardości oraz rezystancji przeprowadzono z użyciem kształtek płytkowych. Z kolei badania DMTA, udarności oraz wytrzymałości na rozciąganie przeprowadzono z wykorzystaniem próbek w kształcie wiosełek.

Przeprowadzone badania pozwoliły na określenie właściwości mechanicznych oraz elektrycznych rozpatrywanych kompozytów. Otrzymane wyniki badań dają podstawę do wykorzystania kompozytów polietylenu pozyskiwanego z recyklingu oraz zendry, do produkcji materiałów antyelektrostatycznych i ekranujących pole elektromagnetyczne, o zadowalających właściwościach termomechanicznych.

Literatura

[1] Legocka I., Wierzbicka E., Al-Zahari T.M., Osuwaru O.: Wpływ modyfikowanego haloizytu na strukturę, właściwości cieplne i mechaniczne poliamidu 6, Polimery, T 58, nr 1 s. 24-32, 2013.
[2] German J.: Podstawy mechaniki kompozytów włóknistych, Politechnika Krakowska, Kraków 2001.
[3] Gnatowski A.: The research of mechanical properties and structure of the polyethylene composites with cardboard fibre, Composites Theory and Practise, 8 (1), s. 99-103 2008.
[4] Małuszyńska I., Bielecki B., Wiktorowicz A., Małuszyński M.J.,: Recykling materiałowy I surowcowy odpadów samochodowych, Inżynieria Ekologiczna, nr 28, s. 111-118, 2012.
[5] Romański L., Kowalczyk M., Ocena procesu odzysku wybranych odpadów pochodzących z eksploatacji pojazdów samochodowych na przykładzie przedsiębiorstwa Moto-Polis, Iżynieria Rolnicza, 2(120), s. 149-156, 2010.
[6] D. Bambynek, P. Jabłoński, A. Jakubas, "Attenuation of High Frequency Electromagnetic Waves by Polymer Composites with Waste Materials". In 2018 Applications of Electromagnetics in Modern Techniques and Medicine (PTZE), pp. 1-4, 2018,
[7] A. Jakubas, E. Łada-Tondyra, M. Makówka, M. Chyra, O. Sochacka, Ł. Suchecki, "Concept of Using Recycled Raw Materials for the Production of Composite Soft Magnetic for shielding of electromagnetic field", Przeglad Elektrotechniczny, Vol. 97, No. 12, pp. 182-185, 2020

Acknowledgment
The research was supported by the National Centre for Research and Development of Poland, grant,
No. LIDER/11/0049/L-10/18/NCBR/2019.

A STUDY ON THE POSSIBILITY OF USING IRON SCALE IN THE CONSTRUCTION OF ELECTROMAGNETIC FIELD SHIELDS

Adam JAKUBAS[1], Ewa ŁADA-TONDYRA[1], Marcin MAKÓWKA[2], Łukasz SUCHECKI[3], Olga KOŁECKA[1], Mateusz CHYRA

[1]Faculty of Electrical Engineering, Czestochowa University of Technology

[2]Faculty of Mechanical Engineering, Lodz University of Technology

[3]Faculty of Mechanical Engineering and Computer Science

Introduction

Radiation is one of the three ways of energy transfer, apart from conduction and convection. It takes place by emitting electromagnetic waves or particles from a radiation source. It does not require the presence of a material intermediary (e.g. conductor) between the emission source and the receiver - waves or particles spread through space. In the modern world, two types of artificial electromagnetic fields are dominant: electric and magnetic fields of low frequency (up to 30 kHz) and fields of high or radio frequency (above 30 kHz), including radio waves (wavelength is 1-3000 m, and frequency 0.1-300 MHz) and microwaves (the wavelength is 1-1000 mm, and the frequency is 0.3-300 GHz) [1].

Radiation, especially high-frequency radiation (e.g. emitted by cellular telephone systems, wireless communications, medical and household and personal use devices, as well as devices and control systems in industrial processes), may have a negative effect and failure to follow other electronic systems (e.g. computers, microcontrollers and control and measurement systems) [2].

There are many different electromagnetic (EM) radiation protection materials, the design and composition of which depend on the intended use. One possibility is to reflect radiation. In addition to reflection and absorption, the incident wave passing through the material can be reflected many times inside it (Fig. 2.). The shielding effectiveness of the material is defined in decibels (dB) as shielding effectiveness (*SE*):

$$SE = -20\log_{10}\left(\frac{V_{out}}{V_{in}}\right) \tag{1}$$

Where V_{in} and V_{out} are the voltages induced in front of and behind the shield. Additionally, the shielding effectiveness can be divided into factors [3]:

$$SE(dB) = R(dB) + A(dB) + M(dB) \tag{2}$$

where *R*(dB), *A*(dB), *M*(dB) represent respectively reflection loss, absorption attenuation, additional multiple reflection effects.

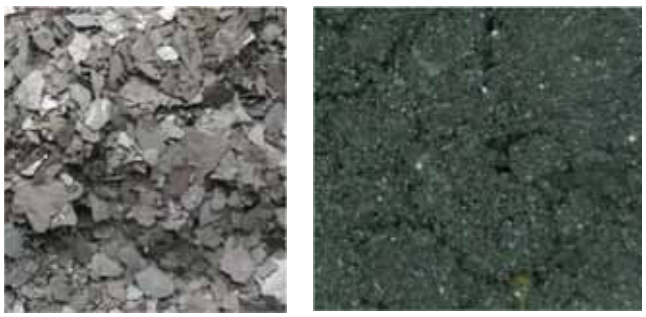


Figure. 1. An iron oxides in the form of (a) flakes, (b) powder.

Various materials are used for shielding the field, and the scientific community is looking for more and more advanced and effective combinations, e.g. nanomaterials, including carbon and ferrite nanotubes and powders, nanocrystalline and amorphous alloys, mu-metals and many others [3]. The article focuses on the use of mill scale waste materials [4,5] for shielding, which are easy and cheap to obtain. In addition, the screen construction process was to involve as few processing processes as possible. Such materials could be used as shielding enclosures for electronic devices, but also as wall elements in buildings.

Research

In order to determine the optimal qualitative and quantitative composition of the iron scale - HDPE composite, a number of tests were carried out, including: morphological, thermo-mechanical (DMTA, DSC) tests and measurements of electrical properties. Based on the obtained values of mechanical strength, hardness, magnetic permeability, and electrical resistance, the composition and thickness of the composite were selected, which ensures a satisfactory level of electromagnetic field shielding. Example results for the variant of the composite made of iron scale and HDPE flakes are shown in Figure 2.

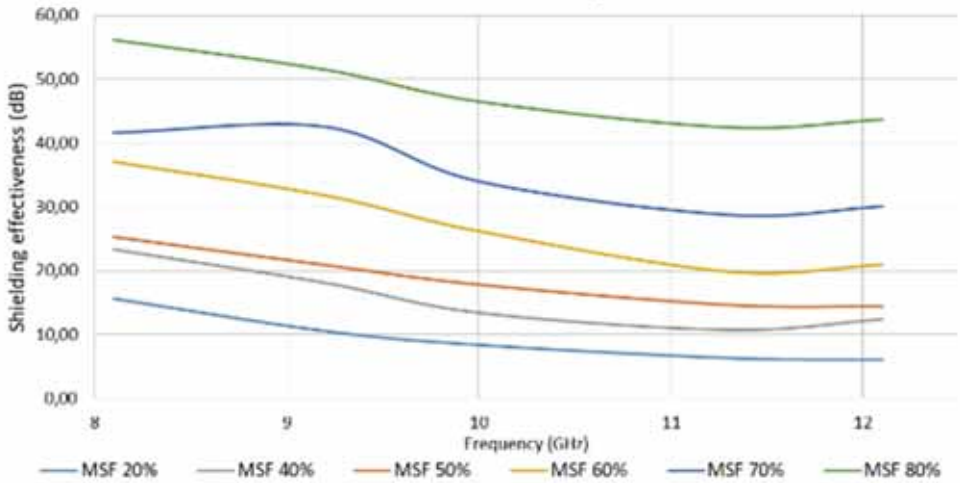


Figure. 2. Shielding effectiveness for different% iron scale content

Acknowledgment

The research was supported by the National Centre for Research and Development of Poland, grant, No. LIDER/11/0049/L-10/18/NCBR/2019.

References

[1] Non-binding guide to good practice for implementing Directive 2013/35/EU Electromagnetic Fields, http://bookshop.europa.eu/en/non-binding-guide-to-good-practice-for-implementing-directive-2013-35-eu-electromagnetic-fields-pbKE0415140, (available on-line: 14.05.2021 r.),

[2] Geetha, S., Satheesh Kumar, K. K., Rao, C. R., Vijayan, M., Trivedi, D. C. EMI shielding: Methods and materials—A review. J. Appl. Polym. Sci. 2009, Vol 112, No. 4, pp. 2073-2086,

[3] Xiao L., Shielding effectiveness (SE) measurement for maxair waveguide panel, lossy material evaluation by laptop appli-cation, Masters Theses, 2014, 7316,

[4] Jakubas, A., Łada-Tondyra, E., Makówka, M., Chyra, M., Sochacka, O., Suchecki, Ł. Concept of Using Recycled Raw Materials for the Production of Composite Soft Magnetic for shielding of electromagnetic field. Przeglad Elektrotechniczny, 2020, Vol. 97, No. 12, pp. 182-185.

[5] Bambynek D., Jabłoński P., Jakubas A. Attenuation of High Frequency Electromagnetic Waves by Polymer Composites with Waste Materials. In 2018 Applications of Electromagnetics in Modern Techniques and Medicine (PTZE), 2018, pp. 1-4.

SIMULATIONS AND TESTS OF SHIELDING EFFECTIVENESS OF COMPOSITE ELECTROMAGNETIC SHIELDS MADE OF WASTE MATERIALS

Adam JAKUBAS[1], Ewa ŁADA-TONDYRA[1], Łukasz SUCHECKI[2], Marcin MAKÓWKA[3]

[1] Faculty of Electrical Engineering, Czestochowa University of Technology

[2]Faculty of Mechanical Engineering, Lodz University of Technology

[3]Faculty of Mechanical Engineering and Computer Science

Introduction

Radiation, especially high-frequency radiation, e.g. from cellular telephone systems, wireless communications, medical and home devices and devices for personal use, as well as devices and control systems in industrial processes, can adversely affect other electronic systems (e.g. computers, microcontrollers and control and measurement systems).

The essence of the electromagnetic interference (EMI) problem grows with the number of power sources and signals. This is particularly evident in the area of the Industrial Internet of Things and 5G technology development. Accordingly, the demand for materials with electromagnetic field shielding properties in a wide frequency range has increased [1].

Various materials are used to shield the field, and the scientific community is looking for increasingly advanced and effective combinations, such as nanomaterials, including carbon and ferrite nanotubes and powders, nanocrystalline and amorphous metal alloys, mu-metal and many others. The article focuses on modeling the effectiveness of electromagnetic field shielding in single and multi-layer systems as well as multi-component mixtures. The composites were made of waste materials such as iron scale and nanocrystalline flakes, while high-density polyethylene (HD-PE) was used as the bonding material [2].

Overall, the topic of shielding effectiveness can be presented as:

$$SE = -20\log_{10}\left(\frac{V_{out}}{V_{in}}\right) \quad (1)$$

Where V_{in} i V_{out} are the induced voltages in front of and behind the shield. Additionally, the shielding effectiveness can be divided into factors:

$$SE\ (\mathrm{dB}) = R\ (\mathrm{dB}) + A\ (\mathrm{dB}) + M\ (\mathrm{dB}) \quad (2)$$

where R (dB), A (dB), M (dB) mean reflection loss, absorption attenuation, additional multiple reflection effects, respectively.

Simulations and tests

Various variants of the composite were tested in terms of shielding effectiveness. The qualitative composition was left unchanged: nanocrystalline flakes, scale powder, ceramic powder, HD-PE matrix and shield thickness. However, the proportions of the materials used were changed. Moreover, the influence of the composite structure (layers, homogenization) on its parameters was investigated.

For the purposes of the research, simulations were made taking into account the actual electrical and magnetic properties of the components, their percentage content in the composite, as well as the thickness of the layers. The shielding effectiveness was carried out in the millimeter wave range, taking into account

telecommunications frequencies. Then, the obtained results were compared with the values of the screening efficiency of the real samples.

Acknowledgment
The research was supported by the National Centre for Research and Development of Poland, grant, No. LIDER/11/0049/L-10/18/NCBR/2019.

References

[1] Jakubas, A., Łada-Tondyra, E., Makówka, M., Chyra, M., Sochacka, O., Suchecki, Ł. Concept of Using Recycled Raw Materials for the Production of Composite Soft Magnetic for shielding of electromagnetic field. Przeglad Elektrotechniczny, 2020, Vol. 97, No. 12, pp. 182-185.
[2] Bambynek D., Jabłoński P., Jakubas A. Attenuation of High Frequency Electromagnetic Waves by Polymer Composites with Waste Materials. In 2018 Applications of Electromagnetics in Modern Techniques and Medicine (PTZE), 2018, pp. 1-4.

WYKORZYSTANIE MODELOWANIA PĘTLI HISTEREZY DO OPISU WŁAŚCIWOŚCI MAGNETYCZNYCH RDZENI KOMPOZYTOWYCH OPARTYCH O MATERIAŁ NANOKRYSTALICZNY

Adam JAKUBAS, Mariusz NAJGEBAUER, Radosław JASTRZĘBSKI

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Wstęp

Rozwój inżynierii materiałowej i elektrotechniki prowadzi do poszukiwania coraz to doskonalszych materiałów magnetycznych. Efektem tego jest szerszy zakres dostępnych materiałów magnetycznie miękkich. W ostatnich latach obserwuje się szczególny nacisk na rozwój magnetycznie miękkich materiałów kompozytowych (ang. Soft Magnetic Composites – SMC) [1-4]. Jednym z istotnych problemów leżących w zakresie badań nad nowoczesnymi materiałami magnetycznymi jest możliwość opisu ich właściwości przy pomocy różnych modeli pętli histerez, przedstawionych między innymi w pracach [5-8]. Niniejsza praca ma na celu wykonanie analizy, która pozwoli na oszacowanie wpływu zmian zawartości żelaza w nanokrystalicznych próbkach SMC na ich właściwości magnetyczne, a tym samym na parametry modelu GRUCAD, opisującego pętlę histerezy magnetycznej.

Równania modelu GRUCAD

Najczęściej wykorzystywanym modelem pętli histerezy jest opis zaproponowany w ubiegłym wieku przez Jilesa i Athertona (JA). Popularność modelu wynika z stosunkowo prostej budowy i łatwości implementacji numerycznej co przełożyło się na wiele badań w zakresie zachowania się samego modelu jak i możliwości jego wykorzystania do opisu różnych materiałów magnetycznych [9-10]. W niniejszej pracy skupiono się na alternatywnym modelu pętli histerezy, który został zaproponowany przez brazylijski zespół badawczy GRUCAD na początku tego wieku. Oryginalna nazwa modelu to „Zmodyfikowanego modelu Jilesa – Athertona" [11]. Sam model GRUCAD eliminował szereg niedoskonałości które dotyczył modelu JA. Model GRUCAD buduje pętlę histerezy wprowadzając offset wzdłuż osi H, a wartością wejściową jest indukcja magnetyczna, natomiast w oryginalnym modelu JA pętla była uzyskiwana po przez nałożenie offsetu wzdłuż osi magnetyzacji, która sama w sobie była zmienną niezależną – co z punktu widzenia elektrotechniki jest dość kłopotliwe.

Model GRUCAD opisany jest następującymi równaniami:

(1) $$H_{\mathrm{an}} = B/\mu_0 - M_{\mathrm{s}}\left(\coth\lambda - 1/\lambda\right)$$

(2) $$\lambda = \frac{1}{a}\left[\left(1-\alpha\right)H_{\mathrm{an}} + \alpha\frac{B}{\mu_0}\right]$$

(3) $$H_{\mathrm{h}} = H_{\mathrm{HS}}\left(\coth\lambda_{\mathrm{H}} - 1/\lambda_{\mathrm{H}}\right)$$

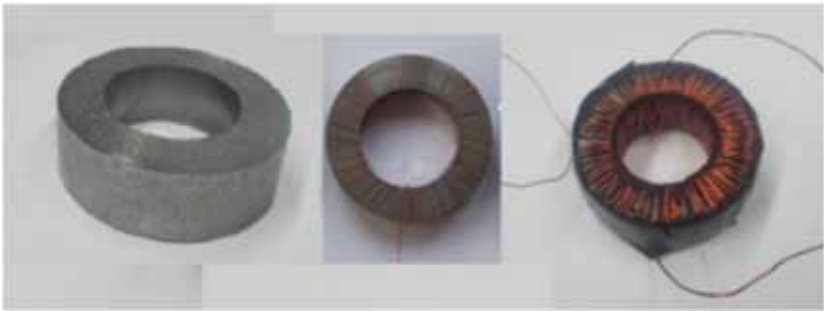
(4) $$\lambda_{\mathrm{H}} = \frac{H_{\mathrm{h}} + \delta H_{\mathrm{HS}}}{\gamma},\ \text{gdzie } \delta = \pm 1 \text{ znak pochodnej } \mathrm{d}B/\mathrm{d}t$$

(5) $$H = H_{\mathrm{an}} + H_{\mathrm{h}}$$

gdzie: $\alpha, a, \gamma, H_{\mathrm{HS}}, M_s$ są parametrami modelu.

Opis wykorzystanych próbek

W przeprowadzonych badaniach przeanalizowano właściwości magnetycznie miękkich materiałów kompozytowych w postaci próbek z wykonanych z proszków materiału nanokrystalicznego i żelaza, pochodzących z przetworzonych taśm nanokrystalicznych i blach transformatorowych [2], o różnych proporcjach wagowych. Rolę lepiszcza pełniła żywica fenolowo-akrylową stanowiąca 1% masy całkowitej próbek. Próbki zostały wykonane w formie toroidów przy wykorzystaniu ręcznej prasy hydraulicznej, a formowanie wykonano pod naciskiem 65 ton i w temperaturze 165°C.



Rysunek 1. Przykładowe zdjęcia wykonanych rdzeni.

Literatura

[1] A, Jakubas., E. Łada-Tondyra, M. Makówka, M. Chyra, R. Jastrzębski, & Ł. Suchecki, *Koncepcja Wykorzystania Surowców Pochodzących z Recyklingu do Produkcji Kompozytowych Materiałów Miękkich Magnetycznie*.

[2] B. Węgliński, *Sinters for Magnetic Applications*, Reviews on Powder Metallurgy and Physical Ceramics – Elsevier Applied Science, Vol. 5 (1), pp. 1–79 (1992).

[3] A. Jakubas, P. Gębara, S. Seme, A. Gnatowski, K. Chwastek, *Magnetic Properties of SMC Cores Produced at a Low Compacting Temperature,* Acta Physica Polonica A, Vol. 131 (5) 1289–1293 (2017).

[4] R. Jastrzębski, A. Jakubas, *Wpływ wielkości ziarna na właściwości magnetycznie miękkich materiałów kompozytowych,* XLIX Międzyuczelniana Konferencja Metrologów (MKM 2017), Częstochowa - Koszęcin, Polska (04 do 06 września 2017 r.). Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, Vol. 54, pp. 109 – 111 (2017).

[5] B. Ślusarek, K. Chwastek, J. Szczygłowski, B. Jankowski, *Modelling hysteresis loops of SMC cores*, Solid State Phenomena. Vols. 220–221, pp. 652–660 (2015).

[6] I. D. Mayergoyz, G. Friedman, Generalized Preisach model of Hysteresis, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 24(1), pp. 212– 217, (1988).

[7] B. Jankowski , B. Ślusarek , J. Szczygłowski , K. Chwastek, Modelling Hysteresis Loops in Fe-Based Soft Magnetic Composites Using Takács Description, Acta Physica Polonica A, Vol. 128, no. 1, pp. 116–119 (2015).

[8] J. Takács, A phenomenological mathematical model of hysteresis, Compel, Vol. 20, pp. 1014–1022 (2001).

[9] K. H. Carpenter, A differential equation approach to minor loops in the Jiles-Atherton hysteresis model. IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 27, pp. 4404 – 4406 (1991).

[10] S. E. Zirka, Y. I. Moroz, R. G. Harrison, K. Chwastek, On physical aspects of the Jiles-Atherton hysteresis models, Journal of Applied Physics Vol. 112, 043916 (7pp.) (2012).

[11] Koltermann P.I., Righi L.A., Bastos J.P.A., Carlson R., Sadowski N., Batistela N.J., A modified Jiles method for hysteresis computation including minor loops, *Physica B* 275 (2000) 233-237.

Acknowledgment

The research was supported by the National Centre for Research and Development of Poland, grant, No. LIDER/11/0049/L-10/18/NCBR/2019.

BADANIA KOMPUTEROWE ENERGOCHŁONNOŚCI ROBOTA W PRZESTRZENI ROBOCZEJ

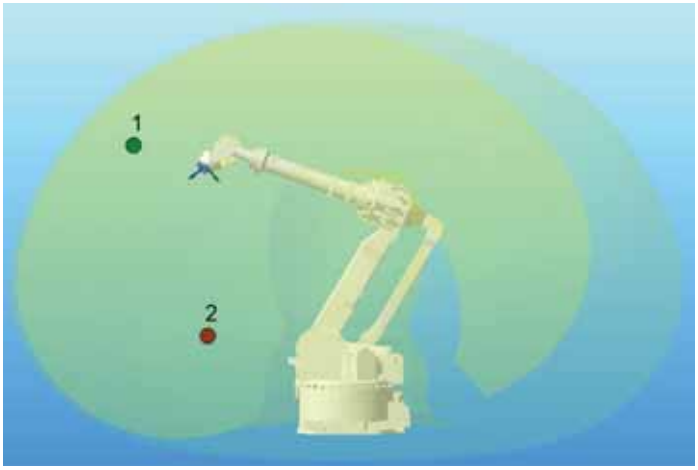
Beata JAKUBIEC

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Nowoczesne zakłady przemysłowe charakteryzuje wysoki stopień robotyzacji procesu technologicznego [10]. Dlatego też problematyka niezawodności, wydajności i eksploatacji systemów zrobotyzowanych jest obecnie częstym tematem badań naukowych. Dotyczą one zarówno opracowywania nowych rozwiązań konstrukcyjnych, jak również optymalizacji pracy robotów. Działania te ukierunkowane są na poprawę parametrów technicznych robotów w celu polepszenia jakości wytwarzanych wyrobów lub rozwój metod programowania i planowania trajektorii prowadzących głównie do minimalizowania czasu cyklu pracy [1,2,3,4,5,8,9,11]. Jednakże coraz częściej brany jest pod uwagę także aspekt minimalizowania zużycia energii elektrycznej przez roboty. Wynika to z ogólnoświatowego trendu ostatnich lat jakim jest dążenie do prowadzenia produkcji energooszczędnej, a więc ekologicznej. W podejściu obniżania energochłonności procesu zrobotyzowanego kluczowe jest więc zidentyfikowanie czynników i ich wpływu na zużycie energii elektrycznej przez roboty. Jak już pokazały wcześniejsze analizy należy brać tu pod uwagę zadaną prędkość ruchu oraz masę ładunku [6]. Wiedza ta może być wówczas wykorzystana do przemyślanego doboru parametrów robota (np. pod względem udźwigu) do wykonywanych przez niego zadań.

W artykule zostaną przedstawione wyniki dalszych badań symulacyjnych dotyczących określenia wielkości zmian zużycia energii elektrycznej robota w jego przestrzeni roboczej podczas realizacji zaplanowanego cyklu pracy. Mogą one stanowić praktyczną wskazówkę dla użytkowników przy programowaniu stanowisk zrobotyzowanych i planowaniu ścieżki robota.

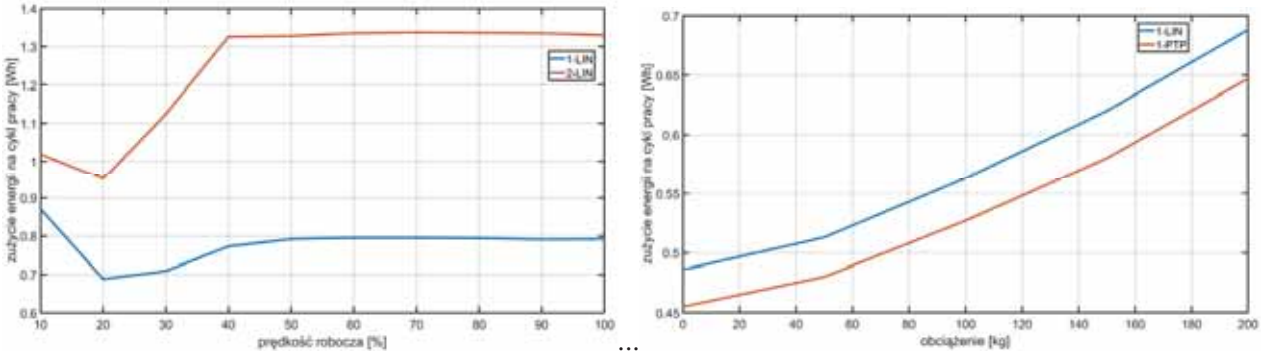
Eksperymenty komputerowe przeprowadzono w środowisku do programowania off-line i symulacji pracy robotów z emulatorem kontrolera robota. Implementacja w oprogramowaniu OLP emulatora systemu pracującego na kontrolerze robota zapewnia dużą zgodność otrzymywanych wyników symulacji z parametrami robota rzeczywistego [7]. Pozwala to na wykorzystanie komputerowego modelu robota do prowadzenia analiz zrobotyzowanych stanowisk przemysłowych. W ramach pracy wykonano szereg symulacji celem uzyskania szacowanej wartości zużycia energii elektrycznej dla cyklu pracy w różnych miejscach przestrzeni roboczej. Przykładowe obszary realizacji zadania przez robota pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Przykładowe obszary pracy robota w przestrzeni roboczej [oprac. wł.]

Zbadano przy tym wielkość zmian energochłonności robota w zależności od typu ruchu, obciążenia robota oraz prędkości roboczej. Przykładową charakterystykę zużycia energii na cykl pracy w zależności od zadanej prędkości ruchu robota oraz usytuowania trajektorii w przestrzeni roboczej (obszar 1 oraz 2) zaprezentowano na rysunku 2a. Rysunek 2b przedstawia przebieg wartości zużycia energii na cykl pracy w funkcji obciążenia robota przy ruchu liniowym (LIN) i PTP.

a) b)



Rys. 2. Zużycie energii na cykl pracy a) w zależności od prędkości roboczej, b) w funkcji obciążenia robota dla ruchu typu LIN oraz PTP [oprac. wł.]

Przeprowadzone badania symulacyjne dostarczają wiedzy o szacowanej energochłonności robota przemysłowego w jego przestrzeni roboczej. Uzyskane wyniki pozwalają na wskazanie obszarów, w których występuje zwiększone zużycie energii elektrycznej przez robota. Występowanie takich zmian energochłonności robota w przestrzeni roboczej powinno być uwzględniane podczas planowania zadań robota, jak również przy projektowaniu architektury stanowiska zrobotyzowanego.

Literatura

[1] Bara, A., Rusu, C., Dale, S.: DSP Application on PMSM Drive Control for Robot Axis, Proceedings of the 13th WSEAS International Conference on SYSTEMS, 2009.
[2] Bryan C., Grenwalt M., Stienecker A.: Energy consumption reduction in industrial robots, In Proceedings of ASEE North Conference, pp. 1–4, 2010.
[3] Conrad K.L., Shiakolas P.S., Yih T. C.: Robotic calibration issues: Accuracy, repeatability and calibration, Proceedings of the 8th Mediterranean Conference on Control and Automation, Vol 1719, 2000.
[4] Du G., Zhang P.: Online robot calibration based on vision measurement, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 29 (1), 484–492, 2013.
[5] Hansen, C., Oltjen, J., Meike, D., Ortmaier, T.: Enhanced aproach for energy-efficient trajectory generation of industrial robots, In: Proceedings of IEEE International Conference on Automation Science and Engineering, CASE 2012.
[6] Jakubiec B.: Analiza wpływu parametrów roboczych robota przemysłowego na zużycie energii elektrycznej, Wirtualne Sympozjum Środowiskowe PTZE Zastosowania Elektromagnetyzmu we Współczesnej Inżynierii i Medycynie, Warszawa, s. 151–152, 2020
[7] Kawasaki, K-ROSET software - https://robotics.kawasaki.com.
[8] Meike, D., Ribickis, L.: Energy efficient use of robotics in the automobile industry, In: Proceedings of the 15th International Conference on Advanced Robotics, pp. 507–511, 2011.
[9] Wei, Y., Minxiu, K., Lining, S.: Optimal motion generation for heavy duty industrial robots-control scheme and algorithm, In: Proceedings of the 2011 IEEE International Conference on Mechatronics, pp. 528–533, 2011.
[10] World Robotics 2020 Industrial Robots, International Federation of Robotics, 2020.
[11] Żurek J., Wiśniewski M.: Dokładność i powtarzalność pozycjonowania robota przemysłowego Fanuc M-16iB, Technologia i Automatyzacja Montażu, nr 1, s. 31–34, 2013.

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

BADANIE ZAKŁÓCEŃ WOLNOZMIENNYCH W POMIARACH PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH ZA POMOCĄ SENSORA D-DOT

Jacek JAKUBOWSKI, Marek KUCHTA

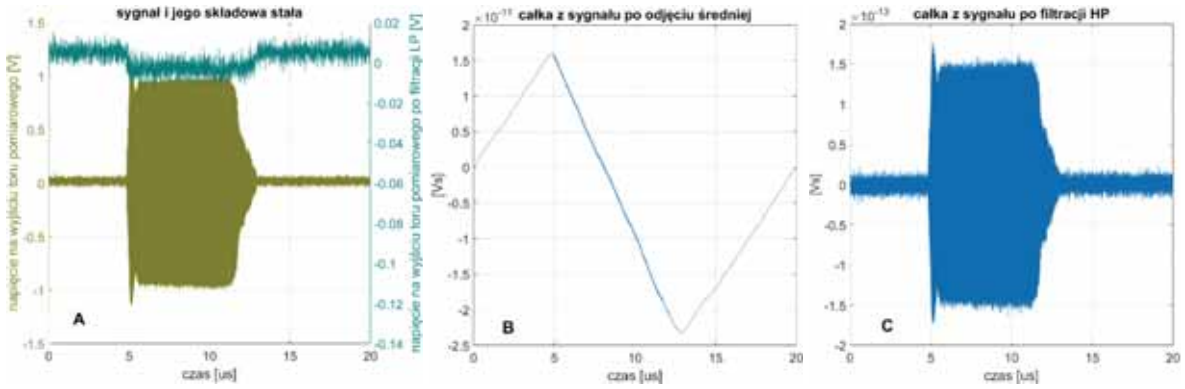
Wojskowa Akademia Techniczna

Wprowadzenie

Jednym ze sposobów pomiarów wysokomocowych pól elektromagnetycznych na potrzeby oceny własności budowanych źródeł o znaczeniu ofensywnym oraz badania odporności stosowanych zabezpieczeń infrastruktury krytycznej na ich oddziaływanie jest wykorzystanie szerokopasmowych sensorów. Rozwiązaniem zapewniającym pomiary w zakresie do pojedynczych gigaherców i więcej są pasywne sensory różniczkujące D-dot, tzn. takie, których napięcie wyjściowe jest proporcjonalne do pochodnej z przebiegu czasowego oddziałującego pola elektrycznego. Z powodu różniczkowania, operacja odwrotna, czyli całkowanie jest nieodłącznym elementem procesu przetwarzania sygnału wyjściowego sensora celem odtworzenia postaci czasowej mierzonego pola elektrycznego. Przy odpowiednio dużej częstotliwości próbkowania przetwornika A/C stosowanego do rejestracji sygnału w łańcuchu pomiarowym, całkowanie może być przeprowadzone numerycznie z wykorzystaniem filtru cyfrowego aproksymującego transmitancję analogowego integratora. W przetwarzaniu należy jednak uwzględnić możliwą składową stałą, której niezerowa wartość skutecznie degraduje poprawność wykonanych obliczeń.

Problem badawczy

Dotychczasowe wyniki badań zaprezentowane w [1], w których wykorzystano tor pomiarowy obejmujący sensor D-dot współpracujący z układem szybkiego przetwornika A/C oraz linku optycznego z zestawem wymiennych tłumików pokazują, że najlepszą metodą usuwania składowej stałej w pomiarach pola elektrycznego o dużej wartości jest zastosowanie cyfrowej filtracji górnoprzepustowej HP. Filtracja cyfrowa usunie nie tylko składową stałą, możliwą do eliminacji za pomocą zwykłego odjęcia średniej arytmetycznej, ale również składową wolnozmienną, której obecności nie można wykluczyć w zarejestrowanym sygnale odpowiedzi sensora D-dot. Na rys. 1 przedstawiono wyniki rejestracji oraz przetwarzania sygnału na wyjściu sensora D-dot przy pomiarze pola elektrycznego o częstotliwości ok. 0,95 GHz, generowanego przez magnetron.



Rys. 1. Wyniki przetwarzanie sygnału przy pomiarze pola o wartości międzyszczytowej 10 kV/m

Wynika z nich, że oddziałujące pole wymusiło zmianę składowej stałej na drodze pewnego procesu rektyfikacji (rys. 1A). Usunięcie tak wytwarzanej składowej stałej nie było możliwe za pomocą odjęcia średniej arytmetycznej (rys. 1B). Dopiero użycie filtru HP o arbitralnie dobranej częstotliwości granicznej 80 MHz pozwala na poprawne wyznaczenie przebiegu całki (rys. 1C). Problemem, jaki się pojawia jest pytanie o możliwe najniższe częstotliwości mierzonych pól elektromagnetycznych, które można odseparować

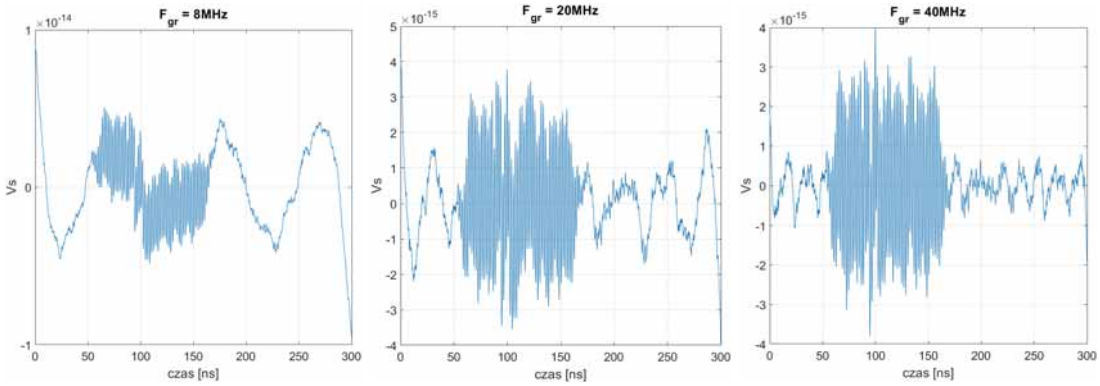
powyższą metodą od występujących zakłóceń niskoczęstotliwościowych. Na prezentowanych powyżej rysunkach dominującym było zakłócenie indukowane przez dużą wartość pola. Przy słabszych polach obserwowany proces rektyfikacji może być mniej intensywny i istotna jest kwestia ewentualnej obecności innych składowych, które zakłócą proces numerycznego całkowania, zwłaszcza przebiegów pól, których częstotliwości nie są dostatecznie odległe od zakłóceń.

Metoda

Celem oceny innych zakłóceń niskoczęstotliwościowych, które utrudniają proces numerycznego całkowania, w komorze bezechowej zrealizowano pomiary słabszych pól (ok. 100 V/m) z wykorzystaniem generatora w.cz. modulowanego amplitudowo, który pozwolił na wytwarzanie impulsów z wypełnieniem 500 MHz i 900 MHz o czasach trwania równych 100 ns, 1 µs, 6 µs wypromieniowanych z repetycją 60 µs przez dwa różne systemy nadawcze. Zarejestrowane sygnały zostały poddane przetwarzaniu, które objęło filtrację cyfrową, numeryczne wyznaczenie całek oraz analizę widmową uzyskanych przebiegów.

Wyniki

Uzyskane wyniki wskazują, że obecność składowej wolnozmiennej nie jest związana z żadnym z badanych układów wytwarzania pola, ani z długością impulsu. Na rys. 2 przedstawiono zestawienie całek z sygnału impulsowego o długości 100 ns, a więc o długości odpowiadającej okresowi sygnału o częstotliwości 10 MHz, uzyskanych z wykorzystaniem filtracji górnoprzepustowej o rosnącej częstotliwości granicznej F_{gr}.



Rys. 2. Wyniki wyznaczania całki z impulsu 500 MHz o długości 100 ns

Można na nich zauważyć obecność składowych o częstotliwościach zbliżonych do częstotliwości granicznych użytych filtrów, których amplituda jest porównywalna z amplitudą obserwowanego sygnału użytecznego o częstotliwości 500 MHz (poziom tych zakłóceń maleje z częstotliwością).

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono w sygnałach rejestrowanych na wyjściu sensora D-dot obecność składowych niepożądanych z punktu widzenia całkowania numerycznego. Ich wpływ jest tym mniejszy im większa jest częstotliwość mierzonego sygnału z uwagi na możliwość zastosowania filtru HP o odpowiednio dużej częstotliwości granicznej. Jednocześnie, jeśli w pomiarach wystąpią pola o częstotliwościach kilkudziesięciu MHz i o poziomach zbliżonych do tych obserwowanych w eksperymencie, to wyznaczenie ich amplitudy może być obarczone dużym błędem.

Literatura

[1] J. Jakubowski, M. Kuchta, R. Kubacki, D-Dot Sensor Response Improvement in the Evaluation of High-Power Microwave Pulses, Electronics 2021, 10, 123, https://doi.org/10.3390/electronics10020123.

Praca finansowana w ramach uczelnianego grantu badawczego Wojskowej Akademii Technicznej nr. UGBB 22-850.

MODELING OF THE ELECTRIC ENERGY STORAGE PROCESS IN A PHASE CONVERTING BATTERY

Anna KARBOWNICZAK, Hubert LATAŁA, Krzysztof NĘCKA, Sławomir KURPASKA

University of Agriculture in Krakow,
Faculty of Production and Power Engineering

Introduction

Currently, the storage of energy from PV systems mainly uses lithium-ion batteries, which have a high potential due to fewer limitations than in lead-acid batteries [1], but their disadvantage is environmental pollution during their disposal [2].

Another method of storing energy obtained from photovoltaic sources is its specific heat storage and latent heat storage or a combination of these storage systems [3]. Many scientific studies have confirmed that heat storage systems using phase change material (PCM) are the most effective heat storage technique because they provide very high energy density during melting and solidification processes compared to conventional thermal energy storage. This means that a heat storage system using PCM requires much less materials to store a certain amount of energy than in competing systems [4].

Purpose and scope of work

The aim of the work was to build a model of the process of storing electricity in a phase change battery. The aim of the work was achieved by building the model of energy storage in the PCM battery and the model of energy loss in the PCM battery.

Material and research method

The heat storage medium in the phase conversion accumulator was R58 paraffin weighing 750 kg. To heat the air flowing through the PCM battery, a set of three heaters was used - each with a capacity of 3 kW together with an axial fan with a power of 0.4 kW.

During the construction of models allowing to determine the amount of stored energy in the PCM battery, the algorithm was developed, the block diagram of which is shown in Figure 1.

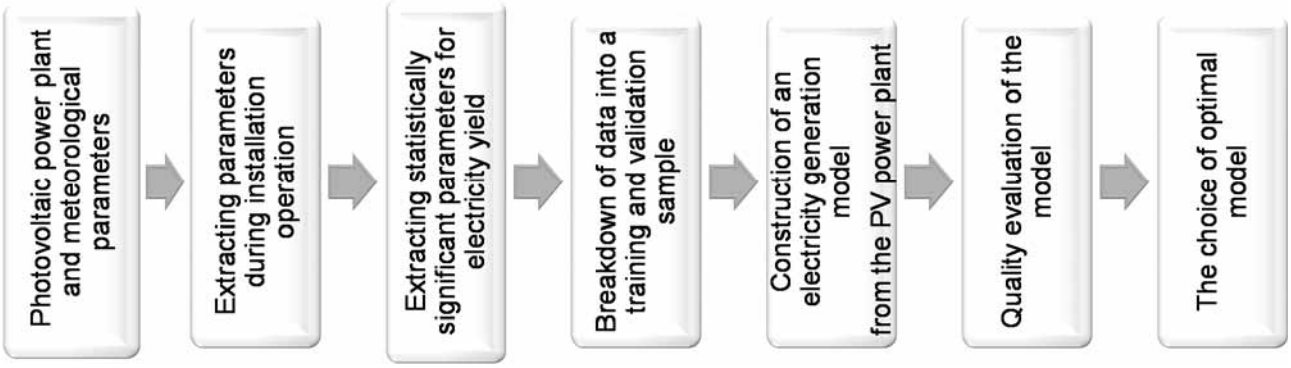


Fig. 1. Block diagram of the model for estimating the amount of energy stored in a battery

Results

The energy supplied to the battery and the paraffin temperature were selected as independent variables for the construction of energy storage models in the phase change battery. Table 1 lists errors in the methods of modeling the energy stored in the PCM battery.

Tab. 1. Summary of validation errors for the applied methods of modeling the energy stored in the PCM battery

Error [%]	Methods						
	SSN	RF	BRT	MARS	SMR	CRT	CHAID
MAPE	**1,82**	5,81	11,51	1,93	15,05	3,86	12,09
ΔESRt	**1,31**	1,97	5,44	0,90	6,93	1,40	4,83

The same set of methods was again used to model the energy losses in the battery as for the modeling of the energy storage process. Paraffin temperature and the temperature inside the tunnel where the battery was located were used as independent variables. Such a set of variables made it possible to make forecasts with a very low error not exceeding 3% (Table 2).

Tab. 2. Summary of validation errors for the applied methods of modeling energy losses in the PCM battery

Error [%]	Methods						
	SSN	RF	BRT	MARS	SMR	CRT	CHAID
MAPE	**0,06**	1,72	2,15	0,08	0,09	1,85	2,50
ΔESRt	**0,06**	1,67	2,05	0,08	0,09	2,02	2,29

Conclusions

The performed tests allowed for the collection of information on the process of heat accumulation in the phase change accumulator, not on a laboratory scale, as is the case in most previous studies, but in practical applications.

The conducted analyzes allowed for the development of models of energy collection from photoelectric conversion in the battery. ANNs, which generated an error not exceeding 2%, showed the best suitability for this purpose. The ANN was also considered the most effective model for estimating energy losses in the tested battery. In this task, most of the methods tested gave very good results.

References

[1]. Cococcioni M.,·Ducange P., Lazzerini B., Marcelloni F. A Pareto-based multi-objective evolutionary approach to the identification of Mamdani fuzzy systems. Soft Comput (2007) 11:1013–1031 DOI 10.1007/s00500-007-0150-6.

[2]. Dobrzańska I., Dąsal K., Łyp J., Popławski T., Sowiński J., 2002, Prognozowanie w elektroenergetyce. Zagadnienia wybrane, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa (2002), ISBN8371931778,

[3]. Piwowar A., Dzikuć M., 2015, Proekologiczna gospodarka energetyczna w rolnictwie i na obszarach wiejskich w Polsce – stan aktualny i perspektywy rozwoju, WIEŚ I ROLNICTWO, NR 3 168 (2015), ss. 107 - 115

[4]. Blanc P., Gschwind B., Lefe`vre M., Wald L., 2011. The HelioClim project: surface solar irradiance data for climate applications. RemoteSensing 3 (2) (2011), ss. 343 – 361, https://doi.org/10.3390/rs3020343

MODELING OF THE ENERGY STORAGE SYSTEM FROM PHOTOELECTRIC CONVERSION IN A PHASE CONVERSION BATTERY

Anna KARBOWNICZAK, Hubert LATAŁA, Krzysztof NĘCKA, Sławomir KURPASKA

University of Agriculture in Krakow, Faculty of Production and Power Engineering

Introduction

In recent years, we have observed a growing interest in photoelectric conversion, which consists in the direct conversion of solar radiation energy into electricity, using photoelectric cells. This requires efficient use of the energy obtained, because the availability of solar radiation energy is very variable in the daily and annual period. Therefore, it is necessary to take actions both in the area of forecasting the energy yield in advance as well as in the field of effective energy storage [1]. The use of local storage of surplus energy by individual users helps to increase the consumption of generated energy for their own needs [2] and integrates PV energy production and the electricity market [3].

Purpose and scope of work and research method

The aim of the work was to build a model of energy collection from photoelectric conversion in a phase change battery in a form that allows its use to determine the amount of stored energy depending on the power of the PV power plant and meteorological conditions.

The subject of the research was a photovoltaic power plant located at the Faculty of Production and Power Engineering in Krakow, built of three types of photovoltaic modules with a total power of 12.9 kWp. The second subject of the research was the prototype of the phase change battery, the heat storage medium of which was R58 paraffin weighing 750 kg. To heat the air flowing through the PCM battery, a set of three heaters was used - each with a capacity of 3 kW together with an axial fan with a power of 0.4 kW.

The research methodology included the development of a model of energy storage from photoelectric conversion in the form of internal energy of the deposit, which is R58 paraffin, in accordance with the algorithm presented in Figure 1.

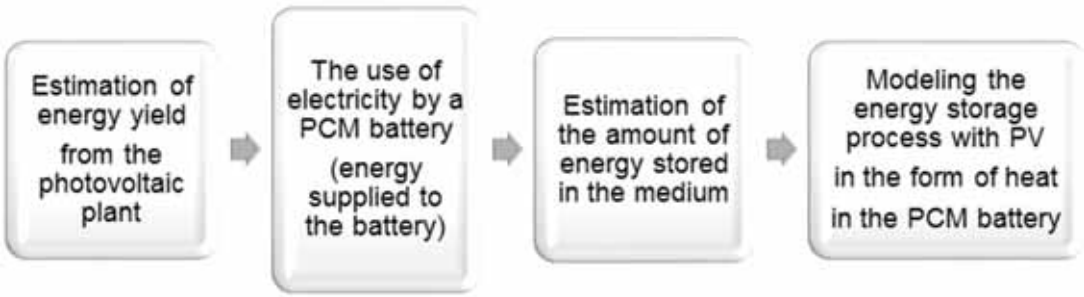


Fig. 1. Block diagram of the modeling steps of the energy storage system in a PCM battery

Results

During the test, R58 paraffin weighing 750 kg was heated within the range of its temperature changes from 20 ° C to 70 ° C. To obtain such a change in the bed temperature, it was necessary to supply almost 70 kWh of electricity (Tab. 1). The battery used in the work allowed for the storage of approx. 85% of the electricity supplied. The efficiency of energy accumulation was strongly dependent on the temperature range of the battery's operation. Table 1 shows the average values for the energy storage process for the analyzed charging cycles.

Tab. 1. Characteristics of the battery charging process in real conditions

Battery operation range:	Average amount of energy supplied kWh	Average amount of energy stored kWh
until the end of the I transformation	26.10 ± 2.71	20.24 ± 1.29
until the end of the II trans formation	68.35 ± 2.11	58.45 ± 0.84
while charging	69.59 ± 1.8	58.67 ± 0.8

sunny cloudy

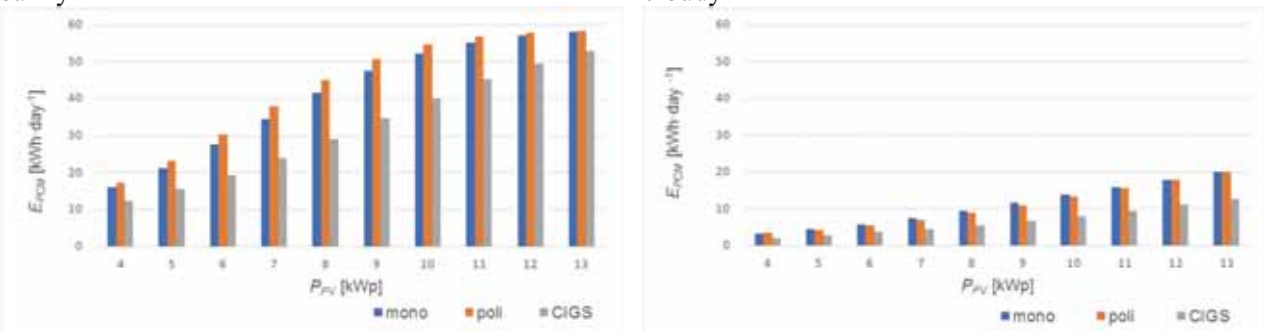


Fig. 2. The amount of energy stored in the PCM battery as a function of the power of the PV plant for sunny and cloudy days

sunny cloudy

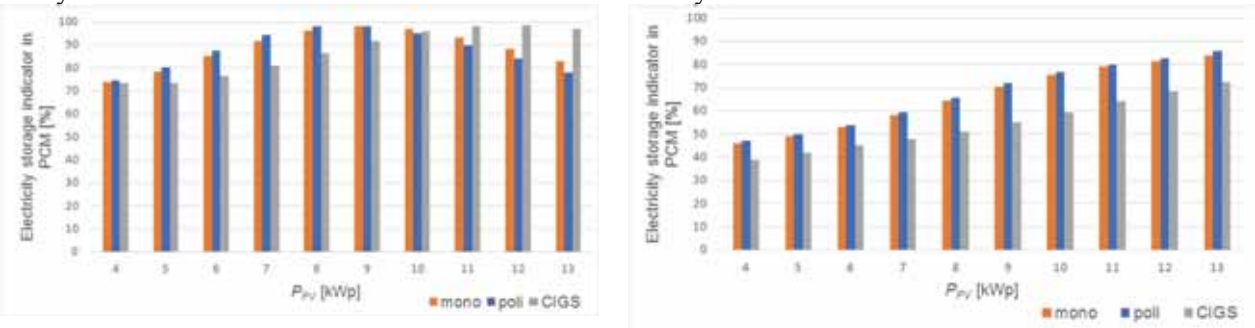


Fig. 3. Indicators of electricity storage in PCM as a function of PV power plant power - sunny and cloudy days

Conclusions

Taking into account the efficiency of energy storage in the battery and its heat accumulation capacity (Figs. 2 and 3), it is recommended to reduce the power of the photovoltaic power plant to approx. 9 kWp for mono and polycrystalline panels and 13 kWp for CIGS panels.

The available amount of energy supplied to the battery on a cloudy day will not allow to achieve the proper phase transformation in the entire volume of the battery and will reduce the amount of stored energy to less than 13 kWh, but the efficiency of electricity conversion in the battery will be almost 83%, for mono and polycrystalline panels and 70% for CIGS.

The analyzed processes of solar radiation energy accumulation in the phase change accumulator show one of the many possibilities of utilizing excess solar energy. Analyzing the possibilities of storing solar radiation energy in a phase change accumulator with its indirect conversion into electricity and heat, efficiencies were obtained at the level of 7% for mono and polycrystalline panels and 3.8% for CIGS.

References

[1]. Diouf B., Pode R., 2015, Potential of lithium-ion batteries in renewable energy, Renew. Energy 76 (2015), ss. 375 – 380, https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.11.058

[2]. Izgi E, Öztopal A, Yerli B, Kaymak MK, Şahin AD. 2012, Short–mid-term solar power prediction by using artificial neural networks. Sol Energy 86 (2) (2012), ss. 725 – 733, https://doi.org/10.1016/j.solener.2011.11.013

[3]. Liu J, Fang W, Zhang X, Yang C. An improved photovoltaic power forecasting model with the assistance of aerosol index data. IEEE Trans Sustain Energy 6 (2015), ss. 434 – 442, https://doi.org/10.1109/TSTE.2014.2381224

MODELOWANIE PRACY OGNIW PALIWOWYCH W POJAZDACH WODOROWYCH

Leszek KASPRZYK, Damian BURZYŃSKI, Agnieszka LEWANDOWSKA, Robert PIETRACHO

Politechnika Poznańska

Wprowadzenie

W ostatnich latach zauważyć można dynamiczny wzrost pojazdów napędzanych wodorem. Pojazdy takie – w rozumieniu ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych – to *pojazdy samochodowe, wykorzystujące do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nich ogniwach paliwowych*, które generują energię w wyniku reakcji utleniania paliwa. Proces ten charakteryzuje się stosunkowo wysoką sprawnością (zależną od rodzaju ogniw, ale w większości rozwiązań sprawność przekracza 50%) [1]. Co więcej pojazdy takie wykorzystują do napędu silniki elektryczne, które wyróżniają się bardzo wysoką sprawnością (znamionowa sprawność nierzadko przekracza 90%). Warto także podkreślić, że silnik elektryczny, pełniący funkcję napędu pojazdu, nie zużywa energii podczas pracy na biegu jałowym (np. na postoju w korku miejskim) oraz umożliwia rekuperację energii podczas hamowania. Bez wątpienia, wraz z niemal bezgłośną pracą i brakiem emisji gazów cieplarnianych, są to kluczowe zalety pojazdów z napędem elektrycznym (tj. elektrycznych i wodorowych) w porównaniu do klasycznych rozwiązań z napędem spalinowym, niezależnie od zastosowanego paliwa (sprawność silników spalinowych wynosi około 30-45%, a wypadkowa sprawność układu napędowego w pojazdach w praktyce jest znacznie niższa) [2].

Większość ogniw paliwowych do produkcji energii elektrycznej wykorzystuje wodór (na anodzie) oraz tlen (na katodzie) – stąd ich nazwa: ogniwa wodorowe. W odróżnieniu od ogniw galwanicznych, podczas pracy ogniw paliwowych nie zmienia się skład chemiczny elektrod i elektrolitu. Dzięki temu nie zachodzi potrzeba odtwarzania stanu pierwotnego poprzez czasochłonne ładowanie, a jedynie uzupełnianie paliwa. To właśnie ta kwestia jest wciąż hamulcem ograniczającym rozwój samochodów wodorowych, mimo że pierwsze ogniwo paliwowe zostało zbudowane już prawie półtora wieku temu. Problem z tankowaniem wodoru związany jest przede wszystkim z brakiem stacji do tankowania wodoru. Co prawda kilka miesięcy temu została zbudowana pierwsza w Polsce stacja z wodorem, ale jest to prywatna stacja zlokalizowana w Warszawie (na terenie Telewizji Polsat), lecz aktualnie najbliższa publiczna znajduje się w Berlinie. Na szczęście zapowiadane są budowy kolejnych stacji do tankowania wodoru. Nadzieje te potęguje projekt *Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do 2040* (opracowywana przez ekspertów Ministerstwa Klimatu i Środowiska oraz Międzyresortowy Zespół do spraw gospodarki wodorowej), której jednym z celów jest wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie [3]. W stacjach takich do tankowania aut osobowych, zgodnie z normą ISO 17268, wykorzystuje się wodór H70 (przechowywany w formie lotnej i pompowany pod ciśnieniem 700 bar w temperaturze 15°C), które umożliwia zatankowanie w ciągu kilku minut około 5 kg wodoru, co przeciętnie pozwoli na przejechanie około 600 km. W przypadku autobusów i pojazdów ciężarowych do tankowania wykorzystuje się wodór H35 (przechowywany w formie lotnej i pompowany pod ciśnieniem 350 bar w temperaturze 15°C), co umożliwia w ciągu 15 minut uzupełnienie 30 kg wodoru [4]. Przeciętnie taka ilość pozwala na pokonanie przez autobus około 400 km. Niestety należy dodać, że w sprzedaży detalicznej koszt wodoru to około 9,50 Euro/kg, a hurtowej 3,80 Euro/kg, co sprawia, że aktualnie nie jest to cena zachęcająca do zakupu pojazdu wodorowego.

Modelowanie pracy ogniw wodorowych

Zasada działania ogniw wodorowych została opisana matematycznie przez Walthera Hermanna Nernsta w 1887 roku. Równanie to, znane jako równanie Nernsta, które wyraża równowagowy potencjał elektrody E

(siłę elektromotoryczną) względem jej potencjału standardowego E^0 (teoretycznego napięcia jałowego ogniwa) i stężenia substancji biorących udział w procesie elektrodowym [5]:

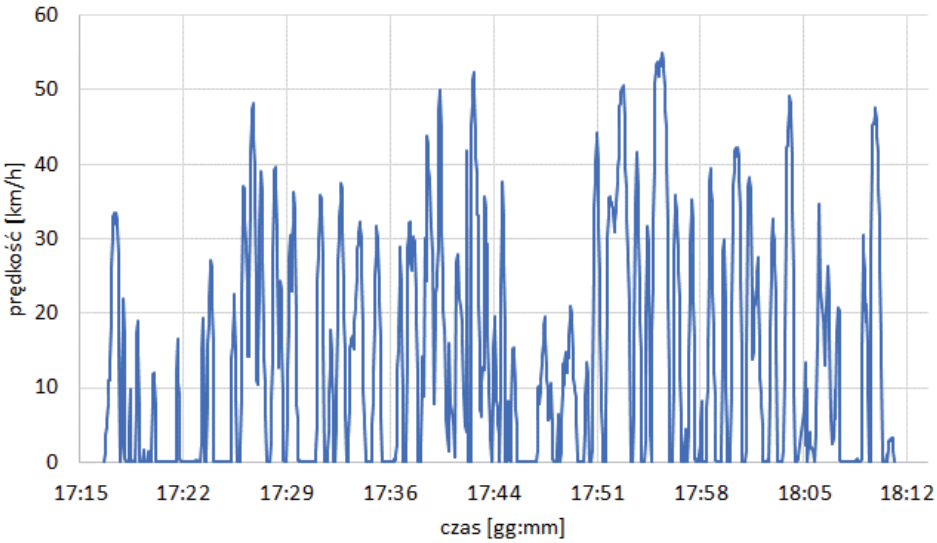
$$E = E^0 + \frac{RT}{zF} \ln\left(\frac{a_{\mathrm{ox}}}{a_{\mathrm{red}}}\right) \tag{1}$$

gdzie: R – stała gazowa, T – temperatura (wyrażona w kelwinach), z – liczba wymienianych elektronów, a – aktywność chemiczna indywiduów chemicznych biorących udział w reakcji elektrodowej (red – redukcji i ox – oksydacji), F – stała Faradaya.

Napięcie na zaciskach ogniwa paliwowego U zmniejszone jest dodatkowo o straty wynikające z szybkości reakcji elektrodowych (polaryzacja aktywacyjna) i koncentracji stężenia substratów reakcji w pobliżu elektrod (polaryzacja koncentracji), a także z powodu rezystancji wewnętrznej (polaryzacja omowa) [6]. Straty te zależą głównie od natężenia pobieranego z ogniwa prądu, dlatego wartość napięcia U może być wyznaczana na podstawie zależności fizyko-elektrochemicznych opisujących te procesy czy empirycznych wzorów, ale w przypadku analiz zachowania się ogniw paliwowych w obwodach elektrycznych najczęściej stosuje się obwody ekwiwalentne (schematy zastępcze). Składają się one z elementów rezystancyjnych i pojemnościowych, które odzwierciedlają skalę i inercję procesów elektrochemicznych powodujących straty.

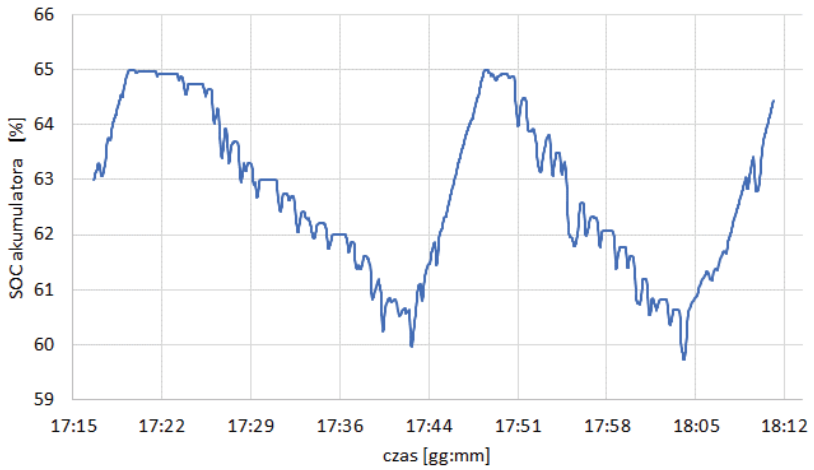
Przykładem takich obliczeń jest analiza zachowania się układu zasilającego pojazdy wodorowe. System zasilania samochodów wodorowych (FCEV) różni się od analogicznego rozwiązania w pojazdach elektrycznych (EV) tym, że oprócz akumulatorów zasilających układ napędowy posiada ogniwo paliwowe uzupełniające energię w akumulatorach – pełniącego rolę tzw. *range extendera*. Z tego względu akumulatory w FCEV mogą mieć mniejszą pojemność, jednak muszą być wystarczające, aby zapewnić możliwość dostarczania odpowiedniej mocy podczas przyspieszania oraz hamowania odzyskowego. Tymczasem moc ogniwa wodorowego może ograniczać się do średniej mocy pojazdu, ponieważ jego zadaniem jest uzupełnianie energii w akumulatorze. W przypadku samochodów, moc ogniw paliwowych często nieznacznie różni się od mocy silnika, co umożliwia ładowanie akumulatorów nawet podczas jazdy np. na autostradzie. Inaczej jest w autobusach miejskich, w których – ze względu na ich częste przyspieszanie i zwalnianie (rekuperacyjne) – ogniwa mogą mieć znacznie mniejszą moc w stosunku do mocy układu napędowego. Ogranicza to koszty inwestycyjne, których zakup jest bardzo kosztowny.

Z tego względu jako przykład modelowania pracy ogniwa paliwowego przeanalizowano pracę systemu zasilania przykładowego autobusu miejskiego poruszającego się po wybranej trasie w Poznaniu. W tym celu zarejestrowano prędkość autobusu w warunkach rzeczywistych, który dwukrotnie pokonał swoją trasę – od zajezdni początkowej do końcowej i z powrotem (rys. 1).

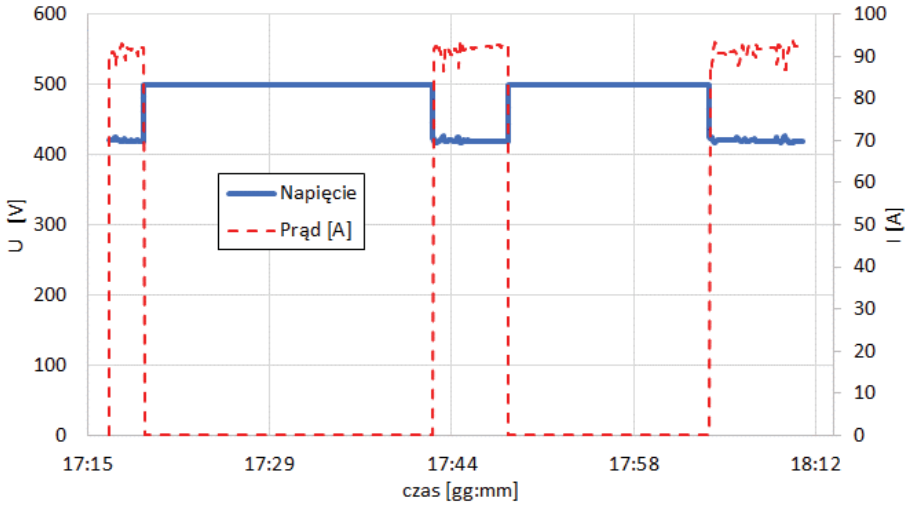


Rys. 1. Zarejestrowana prędkość jazdy

Założono, że pojazd ma masę równą 10 t, pojemność akumulatorów około 20 kWh (440 V, 45 Ah), zużycie energii na systemy pokładowe (w tym klimatyzowanie kabiny) 5 kW. Przyjęto, że pojazd wyposażony jest w ogniwo paliwowe firmy Ballard o mocy 70 kW [7]. Ponadto w obliczeniach przyjęto, że akumulatory na początku były naładowane w 63%, a ogniwo paliwowe załączało się, ładując akumulatory prądem o natężeniu 90 A, gdy poziom naładowania akumulatora spadał poniżej 60%, a wyłączało gdy przekraczał 65% (wąski zakres SOC miał na celu zaprezentowanie zachowania się ogniw). Uzyskany wyniki stanu naładowania akumulatora oraz napięć i prądów na ogniwie paliwowym przedstawiono na rys. 2 i 3.



Rys. 2. Obliczony stan naładowania akumulatora w funkcji czasu jazdy



Rys. 3. Obliczona wartość napięcia i prądu ogniwa paliwowego w funkcji czasu jazdy

Literatura

[1] Sazali N., Wan Salleh W. N., Jamaludin A. S., Mhd Razali M. N., New perspectives on fuel cell technology: A brief review. Membranes, 10(5), 99, 2020
[2] Knight, B., Better mileage now. Scientific American 302(2), 50-55, 2010
[3] https://bip.mos.gov.pl/strategie-plany-programy/polska-strategia-wodorowa-do-roku-2030-z-perspektywa-do-2040-r/ [dostęp:15.07.2021]
[4] http://gashd.eu/wodor-h2/ [dostęp: 15.07.2021]
[5] Larminie, James; Dicks, Andrew. Fuel Cell Systems Explained, John Wiley & Sons, 2003
[6] Małek A., Wendeker M.: Ogniwa paliwowe typu PEM teoria i praktyka, Politechnika Lubelska, Lublin, 2010
[7] https://www.ballard.com/docs/default-source/spec-sheets/fcmovetm.pdf?sfvrsn=77ebc380_4 [dostęp: 15.07.2021]

PREDICTIVE FILTERING FOR CONCURRENT DATA ACQUISITION OF ELECTROCARDIOGRAM AND RESPIRATION RATE

Timur KASSYMOV[2], Andrés VEJAR[1,2], Tomasz RYMARCZYK[1,2]

[1] Institute of Computer Science and Innovative Technologies,
University of Economics and Innovation in Lublin

[2] Research & Development Centre Netrix S.A., Lublin

Introduction

In this work, we study a concurrent data acquisition and processing of electrocardiogram and respiratory rate biosignals. The goal of this project is to predict the future state of both signals and estimate the filter output in the current instant for cardio-respiratory monitoring. The data will affect machine learning models aimed at diagnostic and disease detection. In order to anticipate the data processing, a predictive approach was implemented. Given that cardiac and respiration rhythms are correlated, but they have different characteristic rates, we explored a sensor fusion approach to model the filtered future state of both signals. Therefore, a time delayed structure with raw and filtered data fusion was used to improve the quality of the model. Biological signals represent their recurrent activity of the heart and lungs and are in nature oscillatory. We continue previous research in concurrent biosignals estimation [1].

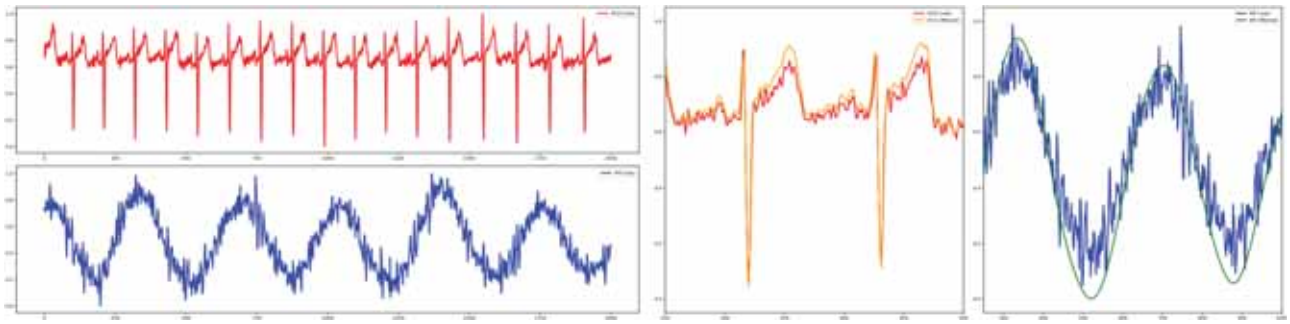


Figure 1: ECG and RR signals acquired and filtered

Concurrent Acquisition and Predictive Filtering

In Figure 2 we present the application concept. ECG and RR raw signals are measured concurrently from the patient. Then, the current state of the signals to obtain the filtered signals is being considered. to the end, the evaluation of the signals for diagnosis of some disease or detection of some abnormal cardio-respiratory behavior occurs. Predictive filtering is a type of adaptive filtering, robust to dynamical changes of the patient and the sensors interface. For example, unexpected activity, and in general body movement modifies the parameters of the filter in an adaptive way, from the on-line signals and therefore the output is stable under some level of exogenous perturbation. Also, adaptive filters have a wide range of usage [2].

As a data processing method, the linear regressions were used. Ridge and Lasso regressions [3] are some of the simpler techniques to reduce the complexity of the model and prevent overriding that can result from simple linear regression. The linear model $y = Ax+b$ based on n number of features, $x \in R^n$, where b is for intercept. The predictive filter model structure is:

$$y_a[k] = \hat{x}_F[k+a] = G\left(\{x[k-d]\}_{d=0}^{D-1}; \{x_F[k-d]\}_{s=0}^{S-1}\right)$$

where a is the number of steps ahead in the prediction, D is the number of raw data delays and S is the number of estimated smoothed data delays.

Implementation and Results

The implementation of the work consists of ten following steps: 1. Data acquisition. 2. Transferring data to the PC. 3. Setting delays and specific data segment. 4. Machine learning. 5. Making a threshold model with a Ridge/Lasso linear regression. 6. Training, validating and plotting. 7. Transferring parameters of predictive filter to the microcontroller. 8. Signal filtering update.

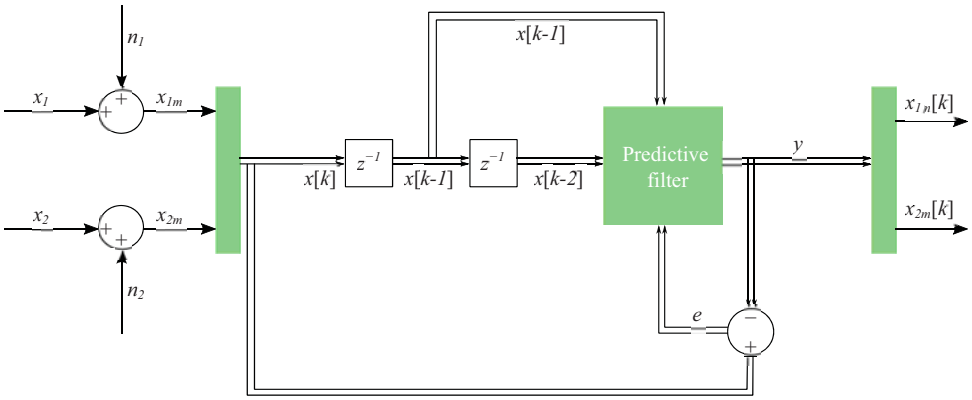


Figure 2: The predictive filtering and data fusion scheme

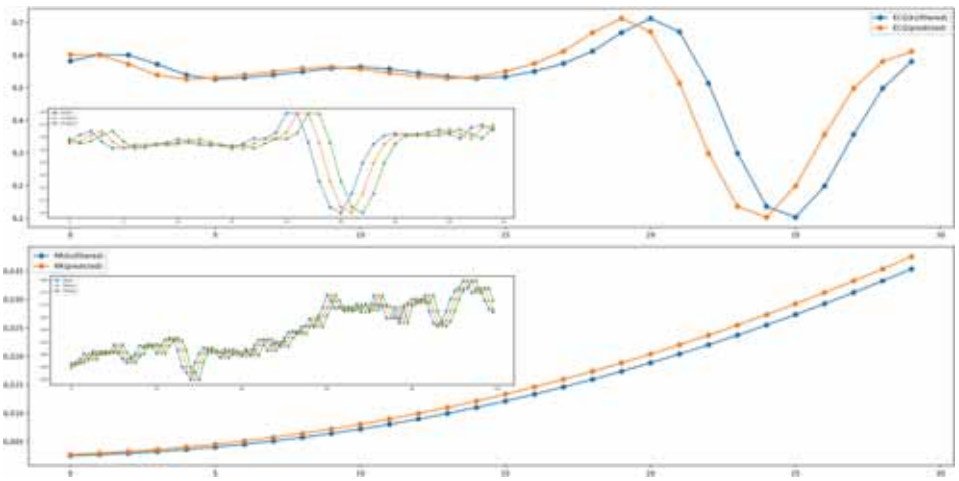


Figure 3: Raw data and predictive filtering

References

[1] T. Kassymov, "Concurrent data acquisition and computer analysis of electrocardiogram and respiratory rate signals." Engineering Thesis, WSEI Lublin, March 2021.

[2] A. G. Correa, L. L. Orosco, P. Diez, and E. L. Leber, "Adaptive filtering for epileptic event detection in the eeg," *Journal of Medical and Biological Engineering*, vol. 39, no. 6, pp. 912–918, 2019.

[3] L. Melkumova and S. Y. Shatskikh, "Comparing ridge and lasso estimators for data analysis," *Procedia engineering*, vol. 201, pp. 746–755, 2017.

PROBLEMY INFRASTRUKTURALNE ZWIĄZANE Z FUNKCJONOWANIEM STACJI ŁADOWANIA POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH PRZY DRODZE O DUŻYM NATĘŻENIU RUCHU

Robert KAZNOWSKI, Dariusz SZTAFROWSKI

Politechnika Wrocławska, Katedra Energoelektryki

Wstęp

Pojazdy elektryczne charakteryzują się wielokrotnie dłuższym procesem uzupełniania energii od pojazdów spalinowych. W związku z tym zapewnienie odpowiedniej infrastruktury ładowania jest warunkiem koniecznym dla rozwoju tego typu transportu. W artykule przedstawiona zostanie analiza barier rozwoju transportu pojazdów elektrycznych w ruchu długodystansowym.

W Polsce na koniec kwietnia 2021 r. było zarejestrowanych 23 834 pojazdów elektrycznych, w tym 11 841 BEV (battery electric vehicles). Pojazdy te mogły korzystać z 1456 stacji ładowania, w tym 972 szybkich stacji DC [1]. Scenariusze rozwoju rynku pojazdów elektrycznych w Polsce zawarte w raporcie „Polish EV Outlook 2020" [2] zakładały, że liczba samochodów całkowicie elektrycznych (BEV) może wynieść 280 tys. szt. w 2025 i blisko 900 tys. szt. w 2030 r., przy aktywnym wsparciu państwa w rozwój elektromobilności.

Rozwój elektromobilności w Polsce wymaga m.in. budowy stacji ładowania dla samochodów elektrycznych. W raporcie Polish EV Outlook 2020 zakłada się, że liczba punktów ładowania zainstalowanych w stacjach ogólnodostępnych wzrośnie z obecnych 2,5 tys. do 48 tys. w 2025 r. i 91 tys. w roku 2030. Obecnie jeden punkt ładowania przypada na 7 osobowych pojazdów elektrycznych, co jest uznawane za dobry wynik w UE. Tak wysoki współczynnik liczby stacji do liczby pojazdów wskazuje na konieczność ponoszenia wysokich nakładów na infrastrukturę przy wprowadzeniu modelu transportu samochodowego w oparciu o zasilanie prądem.

Z uwagi na niską elastyczność systemu elektro-energetycznego w Polsce w kontekście dalszego zwiększania udziału energii odnawialnych źródeł energii OZE w systemie [3], coraz większą rolę będą odgrywać rożne konfiguracje Smart Grid, w tym systemy wyspowe. Jednym z takich elementów będzie hybrydowa paliwowo elektryczna lub w pełni elektryczna stacja ładowania pojazdów umiejscowiona w miejscach dużego zapotrzebowania na energię, jakim są trasy szybkiego ruchu pojazdów. W pracy przedstawiono bilans energii potrzebnej do zasilenia stacji z różnych źródeł oraz symulację ich optymalnego udziału. W pracy pominięto problematykę wprowadzania energii elektrycznej z OZE do sieci elektroenergetycznej i Smart Grid. Interesujące spostrzeżenia na ten temat zawiera m.in. opracowanie [4].

W celu szybkiego ładowania pojazdu preferuje się korzystanie z prądu stałego i w takie ładowarki wyposażane są stacje komercyjne. Ładowanie prądem stałym pozwala znacznie skrócić ten proces, ponieważ wykorzystuje się moce od 41 do 350 kW [5].

Model funkcjonowania stacji ładowania pojazdów elektrycznych działający w oparciu o energię z OZE i magazynów energii

Tankowanie pojazdu spalinowego bez formalności związanych z płaceniem trwa około 1 minuty (dystrybutor zapewnia wydatek 40 l/min). Oznacza to, że w czasie potrzebnym do naładowania pojazdu elektrycznego można zatankować około 30 pojazdów spalinowych. Naładowanie odpowiedniej ilości pojazdów elektrycznych uzyska się zwiększając moc ładowarek lub ilość punktów ładowania. Obie te metody prowadzą

do zwiększonego zapotrzebowania na moc. Na stacji umiejscowionej przy drodze szybkiego ruchu istotna jest dostępność ładowarki oraz odpowiednia jej moc, pozwalająca maksymalnie skrócić czas ładowania. Stąd konieczność wykorzystania szybkich ładowarek na prąd stały (DC) od 50 kW do 350 kW [6].

Poniżej przedstawiono symulację „zastępowalności" stacji paliw stacją ładowania. Podstawowe parametry stacji ładowania zestawione są w tabeli:

Tabela 1. Parametry stacji ładowania

Stacja ładowania	
Moc pojedynczego punktu ładowania	150 [kW]
Czas ładowania	0,3 [h]
Energia zmagazynowana	43 [kWh]
Ilość punktów ładowania na stacji	8 [szt.]
Moc zainstalowana	1,8 [MW]
Współczynnik wykorzystania stacji	0,6
Ilość pojazdów	576
Dzienne zużycie ee MWh	25,92
Roczne zużycie ee MWh	9 460,8

Rzeczywista przepustowość dobowa stacji paliwowej i teoretyczna przepustowość dobowa stacji ładowania akumulatorów

Tabela 2. Funkcjonowanie stacji paliw/ładowania

Stacja paliw/stacja ładowania	Paliwa	Energia el.
Dobowa liczba pojazdów	576 [szt.]	576 [szt.]
Sprzedaż paliwa/energii na pojazd	21 [l]	42,7 [kWh]
Dobowa sprzedaż paliwa	12096 [l]	
Dobowa sprzedaż energii elektrycznej		25920 [kWh]
Niezbędna moc zainstalowana na stacji	46 [kW]	1800 [kW]
Zasięg pojazdu z zakupionego paliwa/energii	350 [km]	237 [km]

Problem naładowania odpowiedniej ilości pojazdów elektrycznych bez korzystania z mocy systemowej można rozwiązać konfigurując zasilanie stacji ładowania w oparciu o instalacje OZE. Założono wykorzystanie farmy wiatrowej w skojarzeniu z farmą fotowoltaiczną i magazynem energii.

Podsumowanie

Do naładowania takiej samej ilości aut elektrycznych, co spalinowych, na stacji paliw/ładowania potrzebnych jest 12 punktów ładowania zamiast 6 dystrybutorów paliw. Zapotrzebowanie na moc w sytuacji maksymalnego obciążenia wynosi 1,8 MW dla jednej dużej stacji ładowania. Istotnym uzupełnieniem źródła energii dla stacji ładowania mogą stać się źródła OZE, razem z magazynem energii. Uruchomienie grupy kilkudziesięciu dużych stacji ładowania pozwoli na swobodne przemieszczanie się pojazdów elektrycznych po kraju w zakładanej dla lat 2025 – 2030 ilości, ale wymusi znaczne zapotrzebowanie na energię elektryczną, które w dużej części może zostać pokryte ze źródeł OZE.

Literatura

[1] https://pspa.com.pl/2020/informacja/licznik-elektromobilnosci-ponad-13-tys-samochodow-osobowych-z-napedem-elektrycznym-na-polskich-drogach/ (dostęp 28.09.2020r.)
[2] https://www.kierunekenergetyka.pl/artykul,76136,najnowsza-prognoza-rozwoju-elektromobilnosci-w-polsce.html (dostęp 17.07.2020r.)
[3] Elastyczność krajowego systemu elektroenergetycznego Diagnoza, potencjał, rozwiązania, Czarnecki, Magulski Forum Energii Warszawa 2019

[4] www.energetyka.eu strona579 październik2012 Henryk Majchrzak, Grzegorz Tomasik, Polskie Sieci Elektroenergetyczne – Operator S.A. Wykorzystanie technologii magazynowania energii do integracji energetyki wiatrowej z systemem elektroenergetycznym
[5] dr Dr Jakub Zawieska, Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce, Instytut Infrastruktury, Transportu i Mobilności, Szkoła Głowna Handlowa („Nowa Energia" – 4/2019)
[6] dr Dr Jakub Zawieska, Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce, Instytut Infrastruktury, Transportu i Mobilności, Szkoła Głowna Handlowa („Nowa Energia" – 4/2019)

WPŁYW ODDZIAŁYWANIA PLAZMY NISKOTEMPERATUROWEJ NA STRUKTURĘ WIDMA ELEKTROMAGNETYCZNEGO WYBRANEGO PŁYNU

Paweł KIEŁBASA, Tomasz DRÓŻDŻ, Anna MIERNIK

Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy

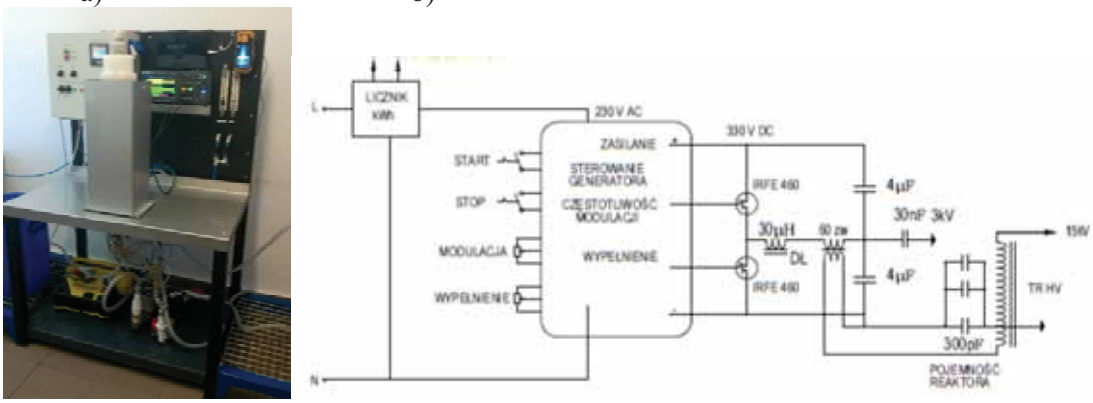
Wstęp

W badaniach wykorzystano generator zimnej plazm, niskotemperaturowej (CAP – cold atmospheric plasma), generowanej w ciśnieniu atmosferycznym bądź w warunkach próżniowych, energia zewnętrzna wykorzystana jest do wytwarzania wysokoenergetycznych elektronów. Elektrony te mają wyższą temperaturę niż inne cząsteczki wchodzące w skład zimnej plazmy w związku z czym temperatura całego procesu podnosi się nieznacznie. Charakterystyczna dla CAP, niska temperatura procesu wraz z wygenerowanymi właściwościami: biomodulującymi, stymulującymi, dezynfekcyjnymi i sterylizacyjnymi; umożliwia jej wykorzystanie w medycynie [1, 2, 3], technologii żywności [4, 5] i ochronie środowiska. Zasadnicze wykorzystanie zimnej plazmy w naukach przyrodniczych i medycynie koncentruje się na jej właściwościach przeciwdrobnoustrojowych. Badania te prowadzone są dwu kierunkowo: działanie sterylizacyjne, np. w leczeniu zakażeń u ludzi oraz możliwość dekontaminacji mikrobiologicznej żywności oraz nasion i cebulek roślin [6].

Cel, zakres i metodyka badań

Celem badań była parametryzacja stopnia oddziaływania plazmy niskotemperaturowej na strukturę widma elektromagnetycznego w zakresie światła widzialnego wybranego płynu, który po sparametryzowaniu będzie stanowił marker wzorcowy analizowanego oddziaływania. Zakres badań obejmował wytworzenie wody plazmowej w generatorze plazmowym, której intensywność stanowiła element różnicujący. Tak przygotowany płyn poddano analizie widmowej, którą przeprowadzono Spektrometrem Exemplar, w zakresie długości fali od 350 do 1050 nm, oraz na stanowisku do wyposażanym w spektrofotometr wielokanałowy C5964 firmy Hammatsu pozwalającym na analizę struktury widmowej w zakresie widzialnym [7]. Dodatkowo woda o zróżnicowanym stopniu oddziaływania została wykorzystana do sporządzenia pożywki dla mikroorganizmów, których wzrost monitorowano poprzez pomiar gęstości optycznej roztworu.

a) b)



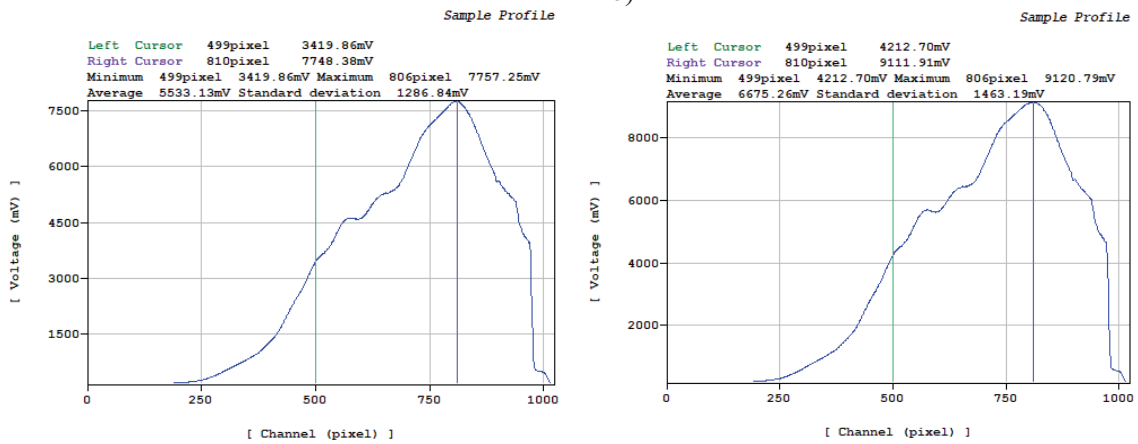
Rys. 1. Widok stanowiska laboratoryjnego do oddziaływania zimna plazmą (a) oraz schemat ideowy generatora zimnej plazmy (b)

Generator zimnej plazmy zbudowany z dwóch pół mostków w układzie H na tranzystorach MOSFET zasila układ rezonansowy z transformatorem wysokiego napięcia (rys. 1). Uzwojenie wtórne zasila elektrodę jonizującą napięciem 7,5 kV. Sinusoidalny przebieg generatora jest modulowany regulowaną częstotliwością w granicach 0 - 350Hz i regulowanym wypełnieniem impulsów 0-100%.

Wyniki badań i podsumowanie

Odnotowano zróżnicowanie w charakterystyce widmowej między wodą bez oddziaływania zimną plazmą a wodą poddana takiemu oddziaływaniu (rys. 2). Odnotowano również zróżnicowanie w kinetyce rozwoju drobnoustrojów, które rozwijały się w wodzie poddanej oddziaływaniu zimnej plazmy oraz wodzie, gdzie tego oddziaływania nie było.

a) b)



Rys. 2. Charakterystyki widmowe wody przed oddziaływaniem zimna plazmą (a) i po sześciokrotnym oddziaływaniu zimną plazmą (b)

Badania wstępne wykazały pośredni wpływ oddziaływania zimnej plazmy na rozwój mikroorganizmów, które rozwijały się na podłożu po oddziaływaniu zimnej plazmy. Zaobserwowana gęstość optyczna po 6-krotnym oddziaływaniu i 50-cio godzinnej inkubacji wynosiła 3,72 McF i był niższa w stosunku próby odniesienia (bez oddziaływania) o 1,93 McF.

Literatura

[1] Graves D.B.: Reactive species from cold atmospheric plasma: implications for cancer therapy. Plasma Process. Polym. 11, 1120–1127, 2014.

[2] Kim J.Y., Ballatob J., Foy P., Hawkins T., Wei Y., Li J., Kim S-O.: Apoptosis of lung carcinoma cells induced by a flexible optical fiber-based cold microplasma. Biosens. Bioelectron. 28, 333–338. 2011.

[3] Jiang C., Chen M.-T., Gorur A., Schaudinn C., Jaramillo D.E., Costerton J.W., Sedghizadeh P.P., Vernier P.T., Gundersen M.A.: Nanosecond pulsed plasma dental probe. Plasma Process. Polym. 6, 479–483, 2009.

[4] Grabowski M., Hołub M., Balcerak M., Kalisiak S., Dąbrowski W.: Decontamination of black pepper powder using dielectric barrier discharge systems in atmospheric pressure. Jpn. J. Appl. Phys. 1, DOI: 10.13140/2.1.1798.5287, 2015.

[5] Wiktor A., Śledź M., Nowacka M., Witrowa-Rajchert D.: Możliwości zastosowania niskotemperaturowej plazmy w technologii żywności. Żywn. Nauka Technol. Jakość, 5, 5–14, 2013.

[6] Maria Laskowska, Elżbieta Bogusławska-Wąs, Patrycja Kowal, Marcin Hołub, Waldemar Dąbrowski. Skuteczność wykorzystania niskotemperaturowej plazmy w mikrobiologii i medycynie. Post. Mikrobiol., 55, 2, 172–181, 2016.

[7] Piotr Nawara, Paweł Kiełbasa, Sylwester Tabor, Karolina Trzyniec Maciej Gliniak, Maciej Oziembłowski, Magdalena Dróżdż, Joanna Czechowska. The effect of light radiation suppression on the glass surface of the food packaging. Przegląd Elektrotechniczny, nr 12, s. 119-123, 2017.

WPŁYW PARAMETRÓW STYMULACJI MATERII ORGANICZNEJ POLEM ELEKTROMAGNETYCZNYM NA CHARAKTERYSTYKĘ I STRUKTURĘ GENEROWANEJ ENERGII CIEPLNEJ

Paweł KIEŁBASA[1], Michał RAD[2], Ernest POPARDOWSKI[1], Tomasz DRÓŻDŻ[1]

[1]Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

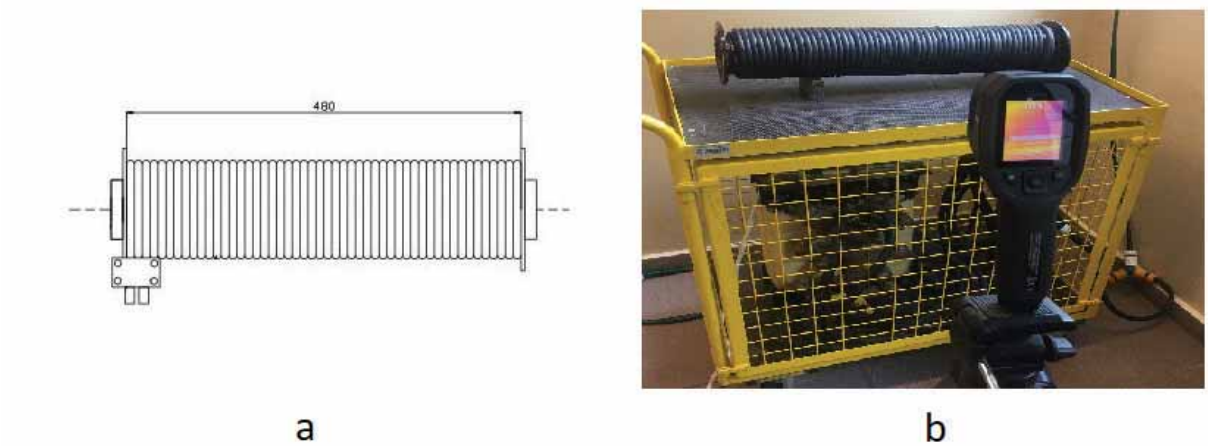
[2] AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Wstęp

Określanie struktury widma energii cieplnej jest najczęściej realizowane przy użyciu technologii zwanej termowizją. Opiera się ona na wykorzystaniu specjalnych kamer umożliwiających wyznaczenie wartości emitowanego promieniowania podczerwonego i jego wizualizację w obrębie badanego obiektu [1-3]. Wygenerowany obraz stanowi odwzorowanie rozkładu temperatury. Szczególnie istotne wydaje się określenie rozkładu energii cieplnej w odniesieniu do substancji organicznych celowo poddawanych działaniu pola elektromagnetycznego. W takich układach, zgodnie z prawem Joule'a – Lenza [4], generowana jest znaczna ilość ciepła, które w wielu przypadkach może stanowić czynnik determinujący efekt wywołany stymulacją, a tym samym ograniczający wpływ samej energii elektrycznej na badany obiekt. Przedmiotowa analiza pozwala na identyfikację, a następnie eliminację niepożądanych skutków spowodowanych przekroczeniem temperatury granicznej prowadzącej do zniszczenia struktur biologicznych. Dla materiału organicznego rozpoczęcie procesu denaturacji termicznej, rozpoczyna się przy temperaturze (w zależności od rodzaju aminokwasu) od 40°C dla miozyny do 76°C dla aktyny [5]. Zakres ten jest szeroki, a uzyskiwane wartości zależą poza rodzajem samego białka, od kinetyki podgrzewania [6], czy też jego wcześniejszej obróbki [7-9], a także pH [10,11]. Udokumentowano, że w pewnych okolicznościach (zwiększona prędkość podgrzewania oraz wyselekcjonowany rodzaj białka) temperatura ta może wynosić zaledwie 35°C [12]. Wydaje się zatem, że określenie widma energii cieplnej przy zastosowaniu termowizji w trakcie stymulacji materii organicznej polem elektromagnetycznym może przynieść dwojaką korzyść, wynikającą zarówno z wydłużenia czasu eksploatacji aparatury, poprzez identyfikację, a następnie ograniczenie nadmiernego nagrzewania się elementów roboczych, jak i kontrolę temperatury osiąganej przez materiał, w celu eliminacji warunków mogących powodować zmiany z strukturze biologicznej przedmiotowej materii. Celem badań było określenie struktury energii cieplnej generowanej przez stanowisko do stymulacji materii organicznej polem elektromagnetycznym, z uwzględnieniem różnej kombinacji napięcia pola oraz czasu pracy urządzenia, a także wyznaczenie optymalnego przepływu dla danego wariantu pracy, rozumianego jako stan równowagi pomiędzy generowaną i odbieraną energią cieplną.

Metodyka badań

Dokonano analizy charakterystyki i struktury generowanej energii cieplnej, przy wykorzystaniu stanowiska pomiarowego [13], którego elementem roboczym jest cewka z rdzeniem powietrznym, wyposażona w układ wymuszonego chłodzenia. Jako czynnik chłodzący zastosowano wodę. Długość cewki wynosi 480 mm, a średnica wewnętrzna rdzenia, stanowiąca obszar, w którym umieszczane są próbki poddawane stymulacji, jest równa 60 mm (rys. 1a). Urządzenie jest wyposażone w specjalnie zaprojektowany transformator zasilany napięciem 230 V, 15 kVA przy 50 Hz. Transformator po stronie wtórnej ma możliwość doprowadzania do cewki prądu o zmiennej wartości i w konsekwencji, modyfikacji indukcji elektromagnetycznej wewnątrz uzwojenie cewki. Badania przeprowadzono dla trzech kombinacji indukcji, tj. 20 mT, 40 mT i 70 mT, oraz przepływu cieczy chłodzącej (1 $l \cdot min^{-1}$; 2 $l \cdot min^{-1}$; 3 $l \cdot min^{-1}$; 4 $l \cdot min^{-1}$).

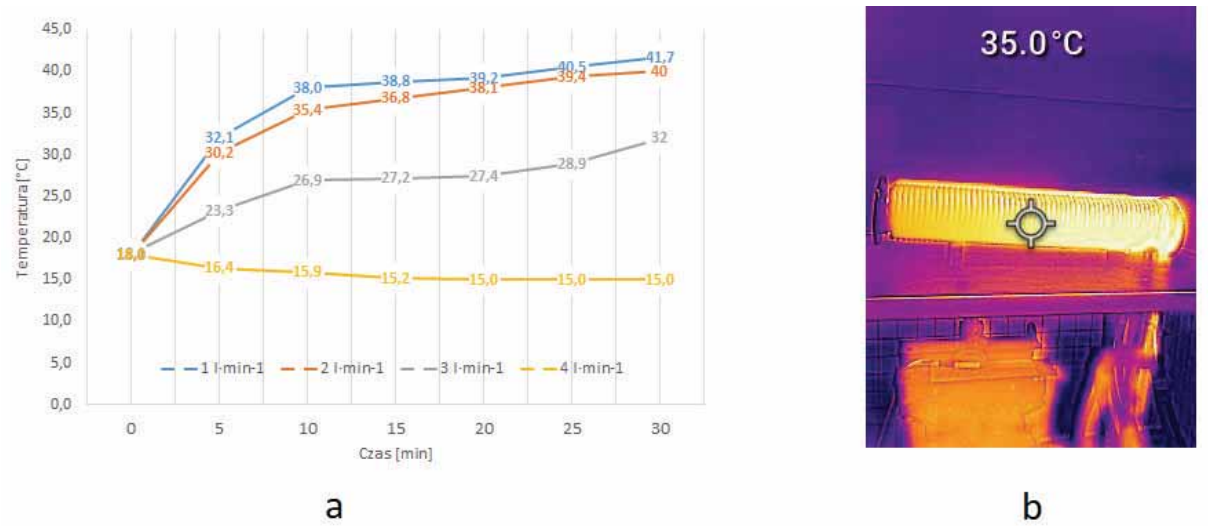


Rys. 1. Układ do stymulacji polem elektromagnetycznym – a) schemat ideowy, b) rzeczywiste stanowisko wyposażone w kamerę termowizyjną

Charakterystykę nagrzewania cewki rejestrowano kamerą termowizyjną typu TG275 (rys.1b), przez okres 30 minut dla każdego przepływu i każdego zakresu indukcji. Obiektyw kamery umieszczono prostopadle do osi podłużnej cewki i skierowano bezpośrednio na jej uzwojenie. Materiał, z którego wykonano uzwojenie cewki był jednolity, co wyeliminowało wpływ niejednorodności współczynnika odbicia na wskazania obrazu w podczerwieni. Temperatura otoczenia była stała i wynosiła 18 ± 0,1°C. Temperatura czynnika roboczego była równa 10 ± 0,1°C. Obraz termiczny był archiwizowany co 15 sekund, z kolei alternatywny pomiar wykonany pirometrem, a mający na celu weryfikację wskazać kamery termowizyjnej, był dokonywany na powierzchni uzwojenia cewki wzdłuż symetrii jej osi poprzecznej w odstępach co 10% długości i w interwałach pięciominutowych.

Wyniki badań

Każdy z wariantów stymulacji przy użyciu przedmiotowego stanowiska, charakteryzujący się odmienną wartością indukcji magnetycznej, został poddany osobnej analizie. Poniżej przedstawiono przykład wyników uzyskanych dla pola o indukcji 70 mT. Na rysunku 2a zobrazowano zmiany temperatury uzwojenia cewki w czasie, a na rysunku 2b obraz widma energii cieplnej generowanej w momencie osiągnięcia przez cewkę temperatury 40 °C.



Rys. 2. Struktura energii cieplnej generowanej dla indukcji stanowiska równej 70 mT- a) charakterystyka temperaturowo-czasowa, b) wizualizacja przy użyciu kamery termowizyjnej w chwili osiągnięcia temperatury 35°C

Przy przepływach wynoszących 1, 2 i 3 $l \cdot min^{-1}$ zaobserwowano intensywny przyrost temperatury uzwojenia cewki w początkowej fazie (do 10 minuty pomiaru), a następnie stopniową stabilizację układu. Dwa pierwsze warianty już po okresie 10 minut przekroczyły granicę 35°C, która jak wskazują badania [12], powinna

stanowić maksymalną wartość w przypadku stymulacji materiału biologicznego. Przepływ wynoszący 3 $l \cdot min^{-1}$ pozwolił na odebranie znaczącej ilości ciepła generowanego przez stanowisko, jednak można wnioskować, że przy długotrwałej stymulacji, w wariancie tym również nastąpi przekroczenie dopuszczalnej wartości temperatury. Przepływ czynnika roboczego na poziomie 4 $l \cdot min^{-1}$ pozwolił nie tylko na redukcję generowanej energii cieplnej, ale również na stabilizację termiczną całego układu.

Wnioski

Analiza struktury widmowej energii cieplnej powstającej podczas stymulacji materii organicznej polem elektromagnetycznym okazuje się niezwykle przydatna do eliminacji niepożądanych skutków spowodowanych przekroczeniem temperatury granicznej, a tym samym zniszczeniem struktur biologicznych. Zastosowanie w tym celu kamery termowizyjnej pozwala na precyzyjne i dokładne określenie momentu, w którym należy zakończyć stymulację. Sterowanie bilansem wytwarzanej energii cieplnej, na skutek zastosowania odpowiednich własności cieczy roboczej pozwala na wykluczenie niesparametryzowanego czynnika temperaturowego w końcowym efekcie stymulacji. Przyczynia się to do możliwości wykorzystania stanowiska do szerszego zakresu prac bazujących na określaniu wpływu stymulacji polem elektromagnetycznym substancji organicznej.

LITERATURA

[1] Preda A.; Lelia-Letitia P.; Razvan S. P. Increasing comfort in a building using thermography *Proc. Int. Conf. on Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies* 2018 *IX* vol 10977 (Constanta) p 4.

[2] Daffara C.; Muradore R.; Piccinelli N.; Gaburro N.; Rubeis T.; Ambrosini D. A cos-effective system for aerial 3D thermography of buildings. *J. Imaging* 2020 *6(8) 76.*

[3] Huang Y.; Shih P.; Hsu K. T.; Chiang C. H. To identify the defects illustrated on building facades by employing infrared thermography under shadow. *NDT E Int.* 2020 *111 102240.*

[4] Olszewski S. Conservation of energy in classical mechanics and its lack from the point of view of quantum theory. *J of Mod Phys* 2016. *7* pp 2316–2328.

[5] Skipnes D.; Van der Plancken I.; Van Loey A.; Hendrickx M. Kinetics of heat denaturation of proteins from farmed Atlantic cod (Gadus morhua). *J of Food Eng* 2008 *85(1)* pp 51-58.

[6] Ovissipour M.; Rasco B.; Tang J.; Sablani S. Kinetics of Protein Degradation and Physical Changes in Thermally Processed Atlantic Salmon (Salmo salar). *Food and Bioprocess Technology* 2017 *10* pp 1865-82.

[7] Jin Y.; Liang R.; Liu J.; Lin S.; Yu Y.; Cheng S. Effect of structure changes on hydrolysis degree, moisture state, and thermal denaturation of egg white protein treated by electron beam irradiation. *LWT - Food Science and Technology* 2017 *77* pp 134-141.

[8] Jakubowski T. The effect of stimulation of seed potatoes (Solanum tuberosum L.) in the magnetic field on selected vegetation parameters of potato plants *Przeglad Elektrotechniczny* 2020 *96* pp 166-169.

[9] Jakubowski T. A system for the control and recording of physical parameters inside a chamber for UV-C irradiating of biological material *Proc. Int. Conf. POLSITA 2019 Progress of mechanical engineering supported by information technology* 132 (Czajowice) 01006.

[10] Rios-Mera J. D.; Da Silva Pinto J. S.; Contreras-Castillo C. J. Effect of ultimate pH and ageing on thermal denaturation of bovine muscle proteins *Meat Science* 2017 *131* pp 25-7.

[11] Leeb E.; Haller N.; Kulozik U. Effect of pH on the reaction mechanism of thermal denaturation and aggregation of bovine β-lactoglobulin. *International Dairy Journal* 2018 *78* pp 103-111.

[12] Llave Y.; Shibata-Ishiwatari N.; Watanabe M.; Fukuoka M.; Hamada-Sato N.; Sakai N. Analysis of the effects of thermal protein denaturation on the quality attributes of sous-vide cooked tuna *Journal of Food Proc and Pres* 2018 *42(1).*

[13] Drozdz T.; Bienkowski P.; Kielbasa P.; Nawara P.; Popardowski E. The research stand to stimulation of biological materials by the various electromagnetic field. *Przegląd elektrotechniczny* 2019 *95* pp 66-69.

IDENTYFIKACJA SIŁY OPORU ROBOCZEGO NARZĘDZIA NA PODSTAWIE POMIARÓW GEORADAROWYCH

Paweł KIEŁBASA[1], Mirosław ZAGÓRDA[1], Tadeusz JULISZEWSKI[1], Akinniyi AKINSUNMADE[2], Sylwia TOMECKA[3], Paweł PYSZ[3]

[1] Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy

[2] Nigerian Geological Survey Agency

[3] AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Wstęp

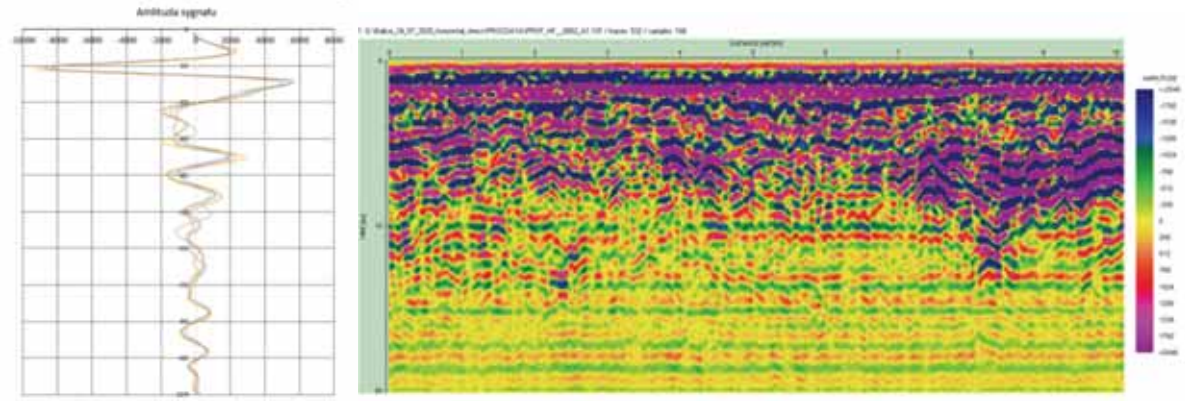
Identyfikacja przestrzenna anomalii zagęszczenia gleby w profilu glebowym w warunkach produkcyjnych jest kluczowym zagadnieniem współczesnych systemów produkcji, który ma szerokie zastosowanie praktyczne [1]. Obecnie wyodrębnienie obszarów wymagających szczególnej uwagi na powierzchni pola jest bardzo złożone i obarczone małą dokładnością lub dużą kosztochłonnością. W Europie areał gleb zdegradowanych wskutek jej nadmiernego zagęszczania ocenia się na 33 miliony hektarów. Przeprowadzone doświadczenia na powierzchni 900 ha, tylko z penetrometrem pozwoliły wyeliminować połowę powierzchni, którą przeznaczono do głęboszoawnia. Zakładając, że na 1ha potrzeba 30 litrów paliwa, to na w/w areale oszczędność wynosi 13500 litrów i ok 500 godzin pracy maszyn człowieka. Zwyżka plonu może dochodzić do 30% na glebach ugniecionych i do 15% na glebach w dobrej kulturze. Koszt głęboszowania 1 ha wynosi 450 zł/ha (CGFP), wiec oszczędność w przypadku usługi w/w areału to 202500 zł. Rozwiązaniem może być metoda georadarowa jest jedną z najbardziej zaawansowanych metod z grupy pomiarów geofizycznych, która znalazła zastosowanie w wielu dziedzinach, m.in. w rolnictwie. W trakcie pomiaru wykonuje się serie równoległych profilowań, co pozwala na interpolowanie wyników pomiędzy kolejnymi profilami, a sam wynik jest przedstawiany w postaci przejrzystych map na dowolnym poziomie głębokościowym [2,3].

Cel zakres i metodyka badań

Celem badań było określenie wpływu oddziaływanie mechanizmu jezdnego ciągnika na charakterystykę zwięzłości profilu wierzchniej warstwy gleby oraz siły oporu roboczego narzędzia uprawowego. Zakres pracy obejmował pomiar siły oporu roboczego narzędzia uprawowego realizującego proces technologiczny przy wykorzystaniu ramy tensometrycznej, której usytuowanie czujników pozwala na wyznaczenie odciążenia przedniej osi i dociążenia tylnej osi ciągnika, która jest osią napędową. W doświadczeniu przewidziano kilka przedziałów głębokości, której granicą będzie poślizg kół napędowych ciągnika przekraczający 50%. Pomiar zwięzłości przeprowadzono w śladzie kół napędowych ciągnika w odstępach wynikających ze zmienności podglebia, głębokość penetracji gleby wynosiła 0,8m. Dodatkowo w celu identyfikacji różnic w strukturze podglebia po przejechaniu kołami ciągnika przeprowadzono skanowanie georadarowe wykorzystujące metodę profilowania refleksyjnego. Efektem końcowym są charakterystyki układu siły oporu roboczego narzędzia w funkcji zwięzłości gleby. Badania przeprowadzono przy użyciu anteny ekranowanej o częstotliwości 800 MHz pozwalającej na uzyskanie fali o długości 0,12 m i rozdzielczości 0,03 m. Założono, że odcinki rozbiegowe dla pomiaru georadarowego będą stanowić 10% długości odcinka pomiarowego. Pomiar oporu roboczego narzędzia rekultywacyjnego wykonano ramą tensometryczną wyposażoną w sześć czujników tensometrycznych pracujących w układzie pełnego mostka [4,5]. Układ czujników pozwala zmierzyć siły występujące w każdym z cięgieł trzypunktowego układu zawieszenia narzędzia. Prędkość rzeczywista mierzono czujnikiem optycznym CORREVIT L-400 umieszczonym w osi symetrii koła napędowego ciągnika. Prędkość teoretyczną mierzono czujnikami magnetycznymi zamocowanymi na obręczach kół napędowych ciągnika. Do pomiaru głębokości penetracji gruntu posłużono się czujnikiem optycznym H-CE zamocowanym na ramie nośnej narzędzia. Wszystkie układy pomiarowe połączono z komputerem przenośnym klasy CF-29 poprzez stację pomiarową Daq Book/200A. Zastosowany system pozwalał pracować w zakresie częstotliwości od 1 Hz do 10 Hz

Wyniki badań i podsumowanie

Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy zakres amplitudy sygnału i odpowiadający mu widok echogramu, gdzie wartość siły oporu roboczego wynosiła 5,9 kN.



Rys. 1. Amplituda sygnału georadarowego (a) oraz echogram (b)

Zestawienie wszystkich metod wyraźnie wykazało, że pomiar zmienności zagęszczenia gleby przy wykorzystaniu georadaru pozwala na wystarczającą identyfikacje anomalii w profilu glebowym. Niestety w dalszym ciągu badania prowadzone na takim etapie można wykorzystać jedynie jako szacowanie siły oporu roboczego narzędzi uprawowych, głównie w wyniku skomplikowanej procedury analizy echogramu. Porównanie otrzymanych charakterystyk tj. siły oporu roboczego i echogramu dało zadowalające wyniki, które uzasadniają przeprowadzenie szczegółowych badań dotyczących parametryzacji metody georadarowej w odniesieniu do siły oporu roboczego narzędzi uprawowych. Zaobserwowano że: a) ilość przejazdów mniejsza niż cztery wpływa tylko na zagęszczenie wierzchniej warstwy gleby do poziomu 0,2m, natomiast przy większej ilości przejazdów oddziaływanie to przenosi się również na niższe warstwy profilu gleby, b) każda z metod wykazała ponad 2 krotny wzrost zwięzłości między profilem gleby nieugniatanej a profilem gleby po ośmiokrotnym przejeździe kołami ciągnika, c) konfrontacja wyników uzyskanych metodą georadarową i wartości oporów roboczych głębosza mierzona ramą tensometryczną, wykazała ich dużą zbieżność.

Literatura

[1] Akinniyi Akinsunmade, Sylwia Tomecka-Suchoń, Paweł Pysz, Jerzy Karczewski, Tadeusz Juliszewski, Mirosław Zagórda, Paweł Kiełbasa. 2020. Wykorzystanie metody konduktometrycznej i georadarowej do identyfikacji stopnia ugniecenia wierzchniej warstwy gruntu. Przegląd elektrotechniczny. ISSN 0033-2097, R. 96 NR 2/2020. S. 137-141.

[2] Tadeusz Juliszewski, Paweł Kiełbasa, Mirosław Zagórda, Sylwia Tomecka, Jerzy Karczewski, Akinniyi Akinsunmade. 2019. Porównanie wyników badania zagęszczenia gleby uprawnej metodą penetrometryczną i georadarową. Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 95 NR 1/2019, s. 12-16.

[3] Akinniyi Akinsunmade, Sylwia Tomecka-Suchon, Paweł Pysz, Jerzy Karczewski, Tadeusz Juliszewski, Mirosław Zagorda, Paweł Kielbasa. 2019. Assessment of mental load of an employee who operate a computer program supporting the didactic process. Applications of Electromagnetics in Modern Engineering and Medicine, PTZE 2019 8781724, pp. 9-12, ISBN: 978-838813100-4.

[4] Paweł Kiełbasa, Tomasz Dróżdż, Mirosław Zagórda, Sławomir Kurpaska, Zdzisław Posyłek. 2019. Wykorzystanie tensometrii oporowej do przestrzennej identyfikacji zróżnicowania wybranych właściwości gruntu. Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 95 NR 1/2019, s. 53-56.

[5] Kiełbasa P. 2011. Zintegrowana metoda oceny nakładów energetycznych na uprawę podstawową w aspekcie mozaikowatości gleby. Inżynieria Rolnicza. Nr 3(128).

ANALYSIS OF THE OPERATION OF THE HTS 2G SUPERCONDUCTING WIRE IN THE ARC DEVICE POWER CIRCUIT

Grzegorz KOMARZYNIEC

Lublin University of Technology
Department of Electrical Engineering and Electrotechnologies

The basic industrial equipment for steel production using electricity is the electric arc furnace, in which the conversion of electricity to heat is carried out in an electric arc. Currently, about 30% of the world's steel is produced annually using electric arc furnaces. Observing the technologies of steel melting, there seems to have been no significant development of steel arc furnaces and their power supply systems for 40 years. At present, in order to achieve the required performance indicators while reducing production costs, improvements in the organisation of the technological process are sought through the design of buildings and the layout of electric arc furnace installations so as to ensure the most favourable transport and logistics layout. It appears that further development of the production of steel in electric arc furnaces would be possible through the implementation of superconductors. Superconductors could find a place in the direct arc furnace power supply system (Fig. 1a) by replacing the furnace transformer with a superconducting transformer, replacing inductive chokes with superconducting current limiters, replacing the high-current path with a superconducting high-current path (Fig. 1b).

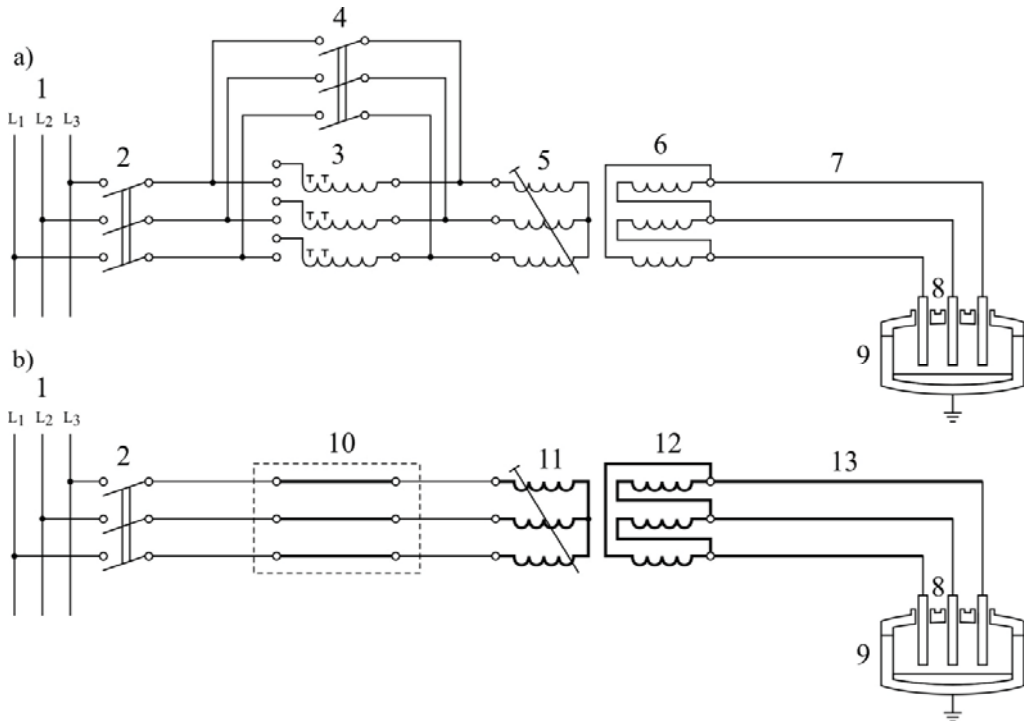


Fig. 1. Arc furnace power supply system, a) – currently used, b) – using superconductors, 1 – three-phase grid, 2 – circuit breaker, 3 – choke transformer, 4 – choke switch, 5 – primary windings of the furnace transformer, 6 – secondary windings of the furnace transformer, 7 – high current path, 8 – graphite electrodes, 9 – arc furnace, 10 – superconducting current limiter, 11 – primary winding of furnace transformer, 12 – secondary winding of furnace transformer, 13 – superconducting high current path

The practice of operating arc furnaces shows that the equipment of their power supply systems are subject to frequent failures operating in very difficult conditions with frequent overcurrents and commutation surges resulting from the arc processes [1]. The operation of arcs, especially at the initial stage of melting the furnace charge, is not very stable and short-term overcurrents may reach 2-3 times the rated current [2]. Burning arcs also generate higher current harmonics, cause overvoltages and voltage fluctuations. Uneven phase resistance and reactance of the current path causes the zero component of phase currents to appear, reaching high values of over 40% of the phase current. This asymmetry is further aggravated by the high active power transferred between the phases of the circuit, via relatively strong magnetic fields. The electric arc itself is a strongly nonlinear receiver with dynamically and randomly varying parameters.

Superconducting cables in the direct supply system of the arc furnace must be of such a design and construction that they can still be overloaded by 100%, 50%, 25% in 5, 30 and 120 minutes, respectively, when fully loaded for a long time. After a long period of idling, it should be possible to overload them by 250%, 100%, 50% and 25% within a time period of 10 s, 30, 60 and 240 min, respectively.

HTS 2G superconducting tapes with composite structure [3][4], despite mastering the technology of their manufacture, are still characterised by high susceptibility to damage. In the case of an arc load such as a steel furnace, many factors are superimposed simultaneously that can lead to damage of these conductors. The loss of superconducting state due to repeated overcurrents may lead to an immediate damage of the wire or to a damage postponed in time as a result of gradual degradation of the superconducting wire structure. These overcurrents are compounded by higher current harmonics and its neutral component, which significantly reduce the critical parameter values of a superconductor. Not without significance are strong magnetic field interactions, which further lower the critical parameters.

The analysis of the operation of HTS 2G superconducting wires under conditions corresponding to the operation of the direct arc furnace power supply system gives information on the possibility of adapting these wires in the construction of current limiters, furnace transformers and high-current paths. The implementation of these devices could improve arc furnace production rates while reducing costs.

References

[1] C. Boonseng, R. Boonseng, K. Kularbphettong, Investigation of Failure and Fault Diagnosis of 120MVA Transformers for Electrical Arc Furnace Systems and Data Mining Surveillance Techniques, 2020 8th International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis (CMD), 25- 28 Oct. 2020, Phuket, Thailand, IEEE Xplore, DOI: 10.1109/CMD48350.2020.9287270

[2] Y. Ohtsubo, M. Iwakuma, S. Sato, and others, Development of REBCO Superconducting Transformers With a Current Limiting Function Fabrication and Tests of 6.9 kV-400 kVA Transformers, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Volume: 25, Issue: 3, June 2015, DOI: 10.1109/TASC.2014.2374671

[3] V. Selvamanickam, Y. Xie, Progress in scale-up of 2G HTS wire at SuperPower, Dept. of Energy Annual Review, Superconductivity for Electrical Systems, Arlington, VA, July 29–31, 2008, DOI: 10.1109/TASC.2007.899360

[4] M. W. Rupich, X. Li, S. Sathyamurthy, C. L. H. Thieme, K. DeMoranville, J. Gannon, S. Fleshler, Second Generation Wire Development at AMSC, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Volume: 23, Issue: 3, June 2013, DOI: 10.1109/TASC.2012.2235495

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PRE-SOWING ELECTRICAL STIMULATION OF WINTER RAPESEED ON ITS SPECTRAL-LUMINESCENT PROPERTIES

Stepan KOVALYSHYN[1], Stephan MYAGKOTA[1], Vadym PTASHNYK[1], Sergiy KHARCHENKO[2], Paweł KIEŁBASA[3], Andrzej TOMPOROWSKI[4]

[1]Lviv National Agrarian University, Lviv-Dubliany

[2] Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture, Kharkiv

[3] University of Agriculture in Krakow

[4]University of Science and Technology in Bydgoszcz

Introduction

The seed treatment by the alternating electromagnetic [1, 2, 3], pulsed electric [4], weak magnetic field [5], acoustic cavitation [6], laser irradiation [7] or electrostatic field [8] was the most common one among them. Pre-sowing treatment of rapeseed by the electrostatic field has become more widespread. In most cases, this treatment is carried out simultaneously with the electroseparation of rapeseed, which ensures the separation of various injured seeds and weed seeds. Some researchers have found that pre-sowing seed treatment by an electrostatic field increases the efficiency of the seed cell functioning due to improved permeability of water through the membrane into the cell [9]. The purpose of our research was to study the possible effect of pre-sowing treatment by an electrostatic field at intensity of E = (0,5 ÷ 2,5) kV/cm and t = 30c on the biological activity of rapeseed, structure and chemical composition of its cell. The spectral-luminescent analysis of the rapeseed product (oil) was chosen as a provider of information on the structure and chemical composition of the seed cell. The spectral- luminescence analysis is characterized by high sensitivity, which allows to obtain additional knowledge about the causal relationship of pre-sowing electric treatment with chemical and biological processes occurring in the treated seeds. The absence of changes in the photoluminescence spectra and photoluminescence excitation spectra of the components of the oil obtained from the electrically treated seed relative to the oil obtained from the untreated seed may indicate no effect of electrostatic treatment of these parameters on the structure of its cell.

If changes in these spectra are detected, it can be asserted that pre-sowing treatment of rapeseed by the electrostatic field leads to a change in the structure and chemical composition of the cell. This may indicate the presence of mutations in the seeds, which is undesirable taking into consideration the possible content of genetically modified organisms in products obtained from the electrically treated rapeseed.

Materials and methods

For research, the samples of rapeseed oil obtained by dissolving ground rapeseed in hexane (chemical extraction method) were used. The seeds were treated by an electrostatic field at intensity of E = (0,5 ÷ 2,5) kV / cm and t = 30c. In addition, the spectral-luminescent characteristics of samples of rapeseed oil, similarly prepared from control rapeseed that had not been treated by an electrostatic field, were registered as a benchmark. The photoluminescence spectra and photoluminescence excitation spectra of the above mentioned oil were recorded using the unit presented in Figure 1.

In the case of registration of photoluminescence spectra, the required region of exciting light was released from the radiated continuum of the deuterium lamp with the help of the monochromator MDR-12. Measurement of the spectra was carried out in the geometry of a direct angular (fig.1). The investigated samples were in a quartz cuvette (10 mm x 10 mm x 45 mm). The registration of a light fluorescent signal was carried out in the mode of single photons calculation using a monochromator MDR-2 and a photoelectron multiplier FEP-100. The signal from the photomultiplier is converted to a digital code by a channel converter and processed by a personal computer.

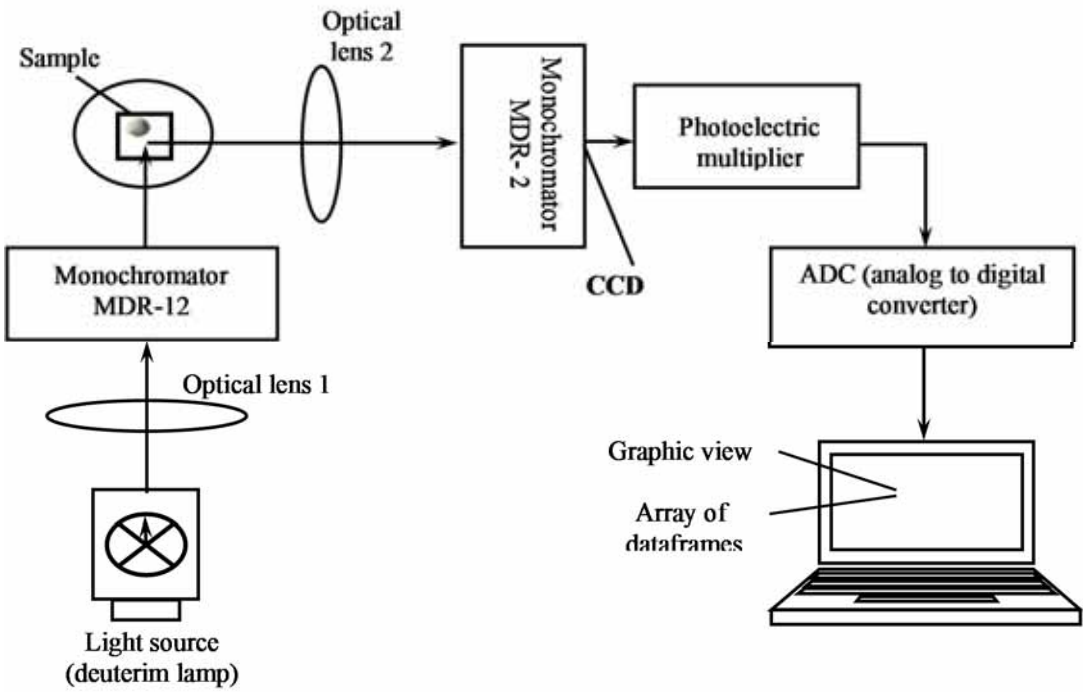


Fig. 1. Block diagram of the unit for registration of spectral-luminescent characteristics of rapeseed oil obtained by the method of chemical extraction

To register the photoluminescence excitation spectra of the above mentioned oils in the same geometric configuration, the required region of the photoluminescence spectrum was distinguished using the monochromator MDR-2. As in the case of registration of photoluminescence spectra, the photosignal registration was carried out using the photoelectron multiplier of FEP-100.

Conclusions

Treatment of rape seeds by an electrostatic field at intensity of E = 0,5 ÷ 2,5 kV / cm and t = 30c does not lead to changes in the chemical composition of fluorophones of solutions of rapeseed oil - tocopherol (a variety of vitamin E), polyunsaturated fatty acids (linolenic, linoleum, arachidon) and vitamins B12, B6, D, B2. Confirmation of this is lack of changes in photoluminescence spectra and luminescence excitation spectra of fluorophores, which are part of the solutions of rapeseed oil. Stability of the chemical composition of the solutions of rapeseed oil prepared from the seeds, which went through various pre-sowing treatment by the electrostatic field and more active vegetation of the treated seed confirms the assumption that pre-sowing treatment by the electrostatic field contributes to more efficient water penetration into the seed cell.

Literatura

[1] Isaev A.V., Effective regimes of pre-sowing treatment of rape seeds in the electromagnetic field of ultrahigh frequency (in Russian). Thesis Cand. Tech. Sci. 05.20.02. Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture. Krasnoyarsk, 149., 2016.

[2] Vojnov G., and Golovach A., 2011. The effectiveness of microwave pre-sowing treatment of seeds of winter rape (in Russian). Agrarian economy. Minsk., 4, 55-59, 2011.

[3] Pietruszewski S., Muszyński S., and Dziwulska A. Electromagnetic fields and electromagnetic radiation as non-invasive externalstimulants for seeds (selected methods and responses. Int. Agrophys. 21(1), 95–100, 2007.

[4] Kontorina I.S., and Rubcova E.I., Presowing treatment of seeds of agricultural crops in an environmentally friendly way (impulsive electric field) (in Russian). Modern science-intensive technologies, 8(2), 203-205, 2013.

[5] Bingi V.N., and Savin A.V., 2003. Physical problems of the action of weak fields on biological systems (in Russian). Uspekhi Fizicheskikh Nauk, 173, 265-300, 3003.

[6] Ivanov E.G., Chavachina E.E., and Gavrilova A.A., 2018. Stimulation of wakening of the seeds and development of plants of a rape by means of acoustic cavitation (in Russian). Vestnik NGIJeI., 2(81), 53-64, 2018.
[7] Rybiński W. Influence of laser beams combined with chemomutagen (MNU) on the variability of traits and mutation frequency in spring barley. Int. Agrophys. 15(2), 115–119, 2001.
[8] Kovalyshyn S., and Shvets O. Application of electric field of corona discharge during pre-sowing treatment of winter rape seeds. Motrol: Motorization and power industry in agriculture. Commision of motorization and power industry in agriculture. Lublin-Rzeszow, 13D, 276-284, 2011.
[8] Adams DS., and Levin M. Endogenous voltage gradients as mediators of cell-cell communication: strategies for investigating bioelectrical signals during pattern formation. Cell and Tissue Research, 352, 95-122, 2013.
[9] Kovalyshyn S., and Shvets O. Application of electric field of corona discharge during pre-sowing treatment of winter rape seeds. Motrol: Motorization and power industry in agriculture. Commision of motorization and power industry in agriculture. Lublin-Rzeszow, 13D, 276-284, 2011.

INVESTIGATION OF ULTRA-LOW PHOTON EMISSION OF RAPESEED SEEDS STIMULATED IN AN ELECTRIC FIELD

Stepan KOVALYSHYN[1], Vadym PTASHNYK[1], Bogdan NESTER[1], Oleksiy SHVETS[1], Tadeusz JULISZEWSKI[2], Anna MIERNIK[2], Paweł KIEŁBASA[2]

[1] Lviv National Agrarian University

[2] Agricultural University of Krakow

Introduction

In order to increase the yield of sowing material of many crops they use different methods of pre-sowing treatment of its seed material. The most effective and environmentally safe of them are methods based on the use of physical factors [1]. Among them we find pre-sowing treatment of seeds in an electromagnetic field has become widespread. According to [2, 3], this method of pre-sowing treatment allows to increase the yield of a number of crops by 10 - 30%.

The results of many studies have confirmed that due to its implementation, some plant species increase the dry matter content, the assimilation surface of the leaves and the branching of the root system. It is also known that the use of high-frequency electromagnetic fields reduces the incidence of seeds, killing pathogens on the surface of the seeds, without affecting the germination process. This treatment increases the efficiency of cell function and activates intracellular metabolic processes [4]. However, there are still no convincing theoretical and experimental data that would reveal a causal relationship between the modes of pre-sowing electrical stimulation of seeds and its sowing and yielding qualities. The purpose of the present study is to expand knowledge about the mechanism of biological processes in the treated seeds for further optimization of the parameters of pre-sowing electrical stimulation.

Research methods and materials

Seed material of winter rape hybrid PR 44D06 from Corteva Agriscience Ukraine was used for the study. Sampling was performed according to a standardized method that guarantees the representativeness of the study in terms of random changes in the controlled parameters of the seeds. Before the start of electrical stimulation, the seeds were additionally dried for 24 hours in an oven at a temperature of 40-45 °C until the humidity reached 10%. Super tech Agroline Humidity meter was used to control humidity, which ensures accuracy of up 0.25%.

An electro-friction corona separator with a constant inter-electrode distance of 4 cm was used for electro-stimulation of seeds in a constant electromagnetic field. The tests were performed for different combinations of electric field strength E and seed exposure duration t. The change of electric field strength was carried out by voltage regulation and controlled by HVR40DM meter with accuracy 1%. After electrical stimulation, the seeds were relaxed for 24 hours in a dark box at a temperature of 18-22 ° C.

At the next stage of the project the parameterization of the seeds stimulated by the electromagnetic field was carried out by the method of counting single photons SPC (Single Photon Couting). The HAMAMATSU R4220 photomultiplier was used to register photon radiation [5]. The measuring unit provides preliminary thermal stabilization of the sample. The opaque camera is equipped with a system of screens for periodic interruption of photon registration, as a result of which noise and useful signal are measured alternately, which allows to obtain reliable results even at low signal intensity. The duration of the photon radiation recording will be at least 30 minutes for each sample.

Analysis of the obtained results

The results of the process of pre-sowing electrical stimulation are influenced by the frequency of the electromagnetic field and the amount of specific energy per seed. Only a constant electric field of corona

discharge was used in the work, so the change in specific energy occurred due to the change in the duration of exposure (5 - 30 s) or the magnitude of the electric field strength (1.0 - 3.5 kV/cm).
Time distribution of photon radiation was studied depending on the value of the specific energy of the electromagnetic field per unit of seed material. During electrical stimulation, the seed is in the field of corona discharge and accumulates additional energy, which can stimulate the passage of biological processes during germination and development of the plant.

Conclusions

Residual photon radiation is directly dependent on the duration of electrical stimulation. However, the amount of radiation increases monotonically, depending on the duration of electrical stimulation. At the same time, the effect of changes in the electric field strength is much smaller, which indicates the presence of structural features of the seed material and its selective susceptibility to electromagnetic effects. In addition, the uniform distribution of photon radiation throughout the measurement indicates the preservation of the positive effect in the seeds for at least 24 hours and the adequacy of the selected relaxation time. However, to establish a clear relationship between the amount of stored energy and its impact on biological processes in the cell, a number of additional studies should be conducted with sprouts of stimulated material.

References

[1] Pietruszewski S., Muszyński S., Dziwulska A.: Electromagnetic fields and electromagnetic radiation as non-invasive external stimulants for seeds (selected methods and responses), International Agrophysics, 2007, vol. 21, no 11, pp. 95–100, 2007.
[2] Xu J., Tan M., Zhang C., Li F.: Improving Paddy Seed Vigor by Corona Discharge Field Processing and Dielectric Separation, Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, vol. 29, no. 23, pp. 233–240, 2013.
[3] Kovalyshyn S., et al.: The Study of Electrical Properties of Components of a Winter Rape Seed Mixture, Przegląd Elektrotechniczny, vol. 96, no. 1, pp. 60–64, 2020.
[4] Basiry M., Esehaghbeygi M.: Cleaning and Charging of Seeds with an Electrostatic Separator, Applied Engineering in Agriculture, vol. 28, no. 1, pp. 143–147, 2012.
[5] Ilona Gałązka-Czarnecka, Ewa Korzeniewska, Andrzej Czarnecki, Michał Sójka, Paweł Kiełbasa, Tomasz Dróżdż. Evaluation of Quality of Eggs from Hens Kept in Caged and Free-Range Systems Using Traditional Methods and Ultra-Weak Luminescence. Applied Sciences, 9, 2430; doi:10.3390/app9122430, 2019.

NAJNOWSZE NADPRZEWODNIKOWE OGRANICZNIKI PRĄDU ZWARCIA – PRZEGLĄD WYBRANYCH ROZWIĄZAŃ

Joanna KOZIEŁ[1], Michał MAJKA[1], Damian GNAT[2], Yerbol TURGYNBEKOV[3]

[1]Katedra Elektrotechniki i Elektrotechnologii, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Politechnika Lubelska

[2]Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Politechnika Lubelska

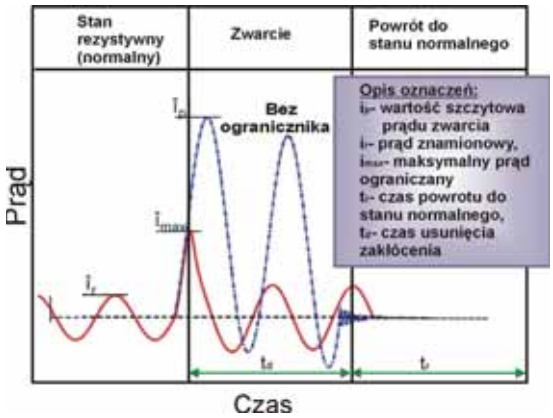
[3]Taraz State University after M. Kh.Dulaty

Wstęp

Nadprzewodnikowe ograniczniki prądu zwarcia ograniczają prąd zwarciowy szczytowy oraz składową okresową prądu zwarciowego, dzięki czemu zmniejszone zostają nie tylko skutki cieplne, ale również skutki dynamiczne działania prądu zwarciowego na urządzeniach w sieci. Zastosowanie nadprzewodnikowych ograniczników prądu zwarcia pozwala ograniczyć prądy zwarciowe, przekraczające prądy znamionowe 10÷20 krotnie, do wartości nie większych niż 3÷6 krotność prądu znamionowego [6], [10], [11].

Dynamiczne skutki prądów zwarciowych i wartości towarzyszących im sił mechanicznych są największe gdy prąd zwarcia osiąga swe pierwsze maksimum po zwarciu tj. w czasie równym 0,005 s przy częstotliwości 50 Hz. Jeżeli obwód zwarciowy zostanie przerwany lub powiększymy jego impedancję bardzo szybko tj. w czasie znacznie krótszym od 0,005 s to siły dynamiczne nie osiągną swojego pierwszego maksimum, chroniąc system i pracujące w nim urządzenia elektroenergetyczne przed nadmiernymi naprężeniami mechanicznymi i uszkodzeniami [6], [7].

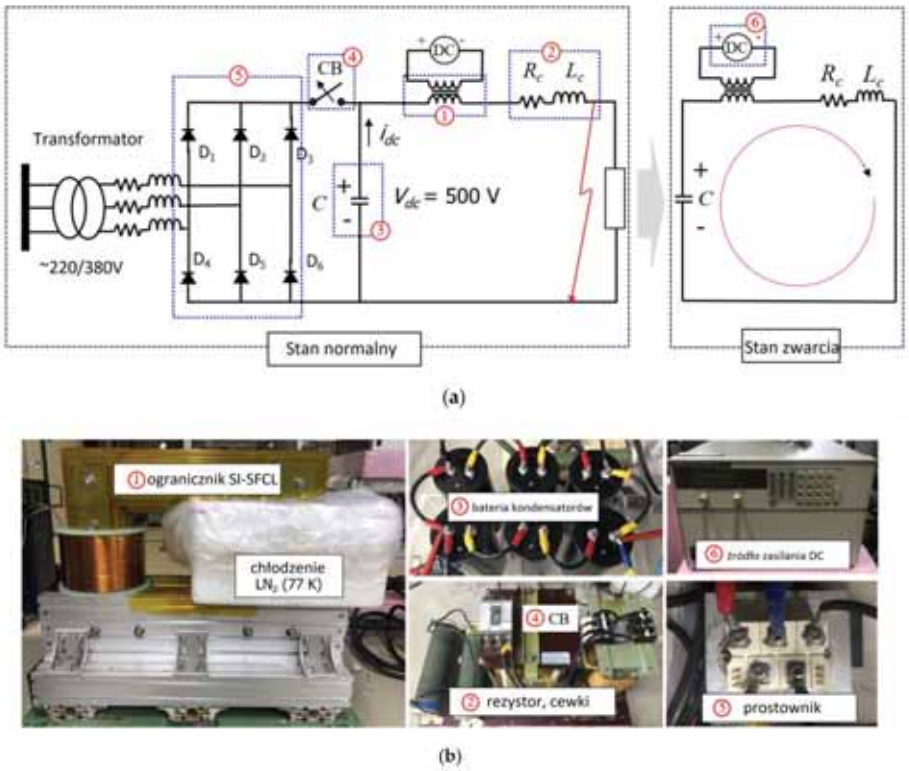
Nadprzewodnikowy ogranicznik prądu zwarciowego zawierający element nieliniowy podczas normalnych warunków pracy systemu energetycznego nie powinien powodować strat energii, a wartość impedancji powinna być bliska zeru. Nadprzewodnikowy ogranicznik prądu zwarciowego zabezpiecza chroniony obwód, przed skutkami termicznymi i dynamicznymi przepływu prądu awaryjnego, wprowadzając do niego dużą impedancję w chwili przekroczenia dopuszczalnej, bezpiecznej, wartości prądu w obwodzie [8], [9], [12]. Czas zadziałania ogranicznika nadprzewodnikowego jest niemal natychmiastowy, amplituda prądu awaryjnego nie osiąga pierwszego, najniebezpieczniejszego maksimum. Po zaniku prądu awaryjnego ogranicznik szybko powraca do pierwotnego stanu charakteryzującego się znikomo małą impedancją.



Rys. 1. Koncepcja pracy nadprzewodnikowego ogranicznika prądu [5],[6]

Ciągły dynamiczny rozwój taśm nadprzewodnikowych drugiej generacji, stosowanych do budowy ograniczników prądu spowodował w ostatnich latach opracowanie nowych konstrukcji ograniczników [1], [2].

W artykule przedstawiono następujące ograniczniki i ich budowę: SI – SFCL 500V/50A, nadprzewodnikowy ogranicznik prądu 220 kV/50 kA (Rosja) oraz ogranicznik prądu SFCL 1 kV/1,8 kA. Na końcu artykułu umieszczono informacje odnośnie nadprzewodnikowego ogranicznika z napędem elektrycznym.



Rys. 2. Obwód testowy ogranicznika nadprzewodnikowego SI-SFCL: (a) Schemat układu do badań laboratoryjnych oraz b) elementy układu pomiarowego [1] [2]

Literatura

[1] V.Q. Dao, J.I. Lee, C.S. Kim, M. Park, U. Melaccio *„Design and Performance Analysis of a Saturated Iron-Core Superconducting Fault Current Limiter for DC Power Systems”,* Energies 2020, 13, 6090; doi:10.3390/en13226090

[2] Dao, V.Q.; Lee, J.; Kim, C.-S.; Park, M. *„ Experimental Study on the Current Limiting Characteristics of a Saturated Iron-Core Superconducting Fault Current Limiter in DC Power Systems”*, IEEE Transactions on Applied Superconductivy, VOL. 31, NO. 5, AUGUST 2021.

[3] Kozieł J., Aktualny stan badań nadprzewodnikowych ograniczników prądu, Prace Instytutu Elektrotechniki, 2008, nr 238, s.193-218.

[4] Komarzyniec G., Wac – Włodarczyk A., Kozieł J., Analysis of the current distribution in layers of a second generation superconducting tapes, Przegląd Elektrotechniczny, 2019, vol.95, nr1, s.65-68. DOI: 10.15199/48.2019.01.17

[5] Gnat D., Aktualny stan badań nadprzewodnikowych ograniczników prądu zwarcia, Praca magisterska, Politechnika Lubelska, 2021

[6] Janowski T., Stryczewska H.D., Kozak S., Malinowski H., Wojtasiewicz G., Surdacki P., Kondratowicz-Kucewicz B., Kozak J.: *Nadprzewodnikowe ograniczniki prądu*, Wydawnictwo LIBER, Lublin 2002

[7] Janowski T., Stryczewska H.D., Wac-Włodarczyk A.: *Technologie nadprzewodnikowe i plazmowe w energetyce,* Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin 2009

[8] Kacejko P., Machowski J.: *Zwarcia w systemach elektroenergetycznych*, WNT, Warszawa 2012.

[9] Kahl T.: *Sieci elektroenergetyczne*, WNT, Warszawa 1984

[10] Kozak J.: *Analiza skuteczności działania nadprzewodnikowych ograniczników prądu typu indukcyjnego z rdzeniem bezjarzmowym*, praca doktorska, Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Lublin 2006

[11] Kozak S., *Modelowanie elektrycznych urządzeń nadprzewodnikowych*, Prace Instytutu Elektrotechniki, zeszyt 221, 2005

[12] Markiewicz H.: *Urządzenia elektroenergetyczne*, WNT, Warszawa 2001

ANALIZA PORÓWNAWCZA WYNIKÓW POMIARÓW ELEKTRYCZNYCH WYKONANYCH PODCZAS WYBRANYCH ZABIEGÓW KOSMETYCZNYCH

Joanna KOZIEŁ[1], Joanna MICHAŁOWSKA[2], Michał MAJKA[1]

[1] Katedra Elektrotechniki i Elektrotechnologii,
Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Politechnika Lubelska

[2] Instytut Nauk Technicznych i Lotnictwa, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie

Wstęp

Wiele gabinetów kosmetycznych oferuje klientom zabiegi kosmetyczne z wykorzystaniem różnych urządzeń lub wręcz kombajnów elektrycznych. Czy te zabiegi kosmetyczne są bezpieczne dla klienta – to zagadnienie było przedmiotem artykułu [1]. Zabiegi kosmetyczne są zbliżone do zabiegów fizykoterapeutycznych, co było przedmiotem badań [4,5]

Elektrosymulacja mięśni

Spośród wielu, atrakcyjnych i dostępnych usług kosmetycznych dostępne są elektrosymulacje. Elektrostymulacja mięśni (ang. Electrical Muscle Stimulation) jest to zabieg elektroleczniczy, zwany także elektrogimnastyką, mający na celu wywołanie reakcji motorycznej mięśnia lub grupy mięśni. Celem EMS z wykorzystaniem takich urządzeń, może być redukcja tkanki tłuszczowej w obrębie stymulowanych mięśni, redukcja utraconej funkcji mięśnia lub grupy mięśni, zwiększenie siły i wytrzymałości, poprawa krążenia obwodowego, podniesienie temperatury zmniejszenie obrzęków lub rozgrzewka, zmniejszenie spastyczności. Urządzenia są reklamowane jako przynoszące rewelacyjne efekty w modelowaniu sylwetki, redukcji cellulitu oraz ogólnej poprawy kondycji mięśni.

Rys. 1. Zdjęcia urządzeń do elektrosymulacji a) BSBR-333, b) Bn -1002

W sprzedaży występuje bardzo dużo różnych urządzeń kosmetycznych. Są one bardzo zróżnicowane pod względem zastosowania, ceny, wymaganych szkoleń i pozyskanych certyfikatów do obsługi klienta. Powszechnie stosowane są również kombajny kosmetyczne (rys. 2).

Rys. 2. Urządzenia kosmetyczne a) stosowane do mikrodermabrazji diamentowej 5w1 Bn-905l, b) Slim Am609 [6]

W artykule zostaną opisane wyniki badan eksperymentalnych przeprowadzonych w autentycznych warunkach w działających gabinetach i salonach kosmetycznych. W celach analizy porównawczej przeprowadzono pomiary tzw tła (bez pracy urządzeń) oraz pomiary poziomów pól elektromagnetycznych podczas pracy i działania wybranych urządzeń w gabinetach. Pomiary przeprowadzono miernikiem ESM -100 firmy Maschek. Ze względu na to, że człowiek jest coraz bardziej narażony na przebywanie w smogu elektromagnetycznym należy zadawać pytania, czy długotrwałe przebywania w zmienionych warunkach lub tez różnych od warunków, w których żyli nasi przodkowie jest dla współczesnych ludzi bezpieczne?
Dlatego należy sprawdzać eksperymentalnie środowiska, w których przebywamy, nie tylko środowiska pracy, ale również środowiska, do których udajemy się celem poprawienia kondycji fizycznej, wyglądu zewnętrznego czy zrelaksowania się.

Literatura

[1] Kozieł J., Michałowska J., Wac- Włodarczyk Safety analysis of selected cosmetic treatments, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097, R. 97 NR 1/2021, DOI: 10.15199/48.2021.01.29

[2] Mazurek P., Michałowska J., Kozieł J., Gad R., Wdowiak A., The intensity of electromagnetic fields in the range of GSM 900, GSM 1800 DECT, UMTS, WLAN in built-up areas, Applications of Electromagnetics in Modern Techniques and Medicine (PTZE) 2018, DOI: 10.1109/PTZE.2018.8503156 .

[3] Michałowska J, Mazurek., Gad R., Chudy A., Kozieł J., Identification of the Electromagnetic Field Strength in Public Spaces and During Travel, https://doi.org/10.23919/PTZE.2019.8781737.

[4] Kozieł J., Stępniak P., Badania eksperymentalne zakłóceń elektromagnetycznych od urządzeń fizykoterapeutycznych, Wybrane zagadnienia z inżynierii biomedycznej / red.: Paweł Mazurek, Piotr Filipek, Tomasz Kołtunowicz, Andrzej Kociubiński, Maciej Laskowski.- Lublin : Politechnika Lubelska, 2016.- 127 s.- ISBN 978-83-7947-222-2.

[5] Kozieł J, Mazurek P.A., Surdacki P., Badania eksperymentalne pola elektromagnetycznego w otoczeniu urządzeń fizykoterapeutycznych, XXIX Sympozjum Środowiskowe PTZE Zastosowania Elektromagnetyzmu we Współczesnej Inżynierii i Medycynie / przew. kom. nauk. Karol Bednarek.- Warszawa : Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu, 2019.- 388 s.- ISBN 978-83-88131-01-1.

CZY ROZBUDOWA INFRASTRUKTURY PRZESYŁOWEJ ENERGII ELEKTRYCZNEJ MA WPŁYW NA UKŁAD ROZRODCZY ZWIERZĄT ŻYJĄCYCH W ICH OTOCZENIU?

Anna KOZIOROWSKA[1], Katarzyna KOZIOŁ[2], Maria ROMEROWICZ-MISIELAK[2], Camilla ADAMSKA[2] (studentka), Wiktoria CZYŻ[2] (studentka), Marek KOZIOROWSKI[2]

[1]Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych

[2]Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych
Instytut Biologii i Biotechnologii
Katedra Biotechnologii

Wstęp

Rozbudowa infrastruktury przesyłowej w Polsce ma na celu zapewnienie bezpieczeństwa zasilania wszystkim odbiorcom. We wrześniu 2020 roku Polskie Sieci Elektroenegretyczne informowały o budowie lub modernizacji 28 linii najwyższych napięć 400 kV, 15 linii 220 kV, modernizacji lub budowie nowych stacji elektroenergetycznych [5]. Wszystkie te urządzenia są nowymi źródłami pola elektromagnetycznego ekstremalnie niskiej częstotliwości (PEM ENC), f<300 Hz, występującego w środowisku. PEM ENC to promieniowanie niejonizujące, czyli takie, którego energia promieniowania jest zbyt mała do emisji elektronu z atomu lub cząsteczki i nie jest w stanie wywołać procesu jonizacji ośrodka, przez które przechodzi [4].

Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na organizmy żywe zależy od częstotliwości, czasu interakcji, odległości od źródła emisji, a więc od wartości indukcji magnetycznej, która maleje wraz ze zwiększaniem odległości [1, 2, 3]. Ciągłe narażenie zwierząt na coraz większą liczbę źródeł generujących pole elektromagnetyczne ekstremalnie niskich częstotliwości wymaga określenia jego wpływu na zdrowie i reprodukcję zwierząt żyjących w otoczeniu istniejącej i nowej infrastruktury przesyłowej.

Pola elektromagnetyczne wpływają na procesy fizjologiczne zachodzące w tkankach i narządach zwierząt dziko żyjących. Sarna europejska (Capreolus capreolus) to gatunek ssaka parzystokopytnego z rodziny jeleniowatych. Występuje na terenie Europy, Azji Mniejszej i rejonu Morza Kaspijskiego. W Polsce sarna europejska jest gatunkiem popularnym i pospolitym w całym kraju, a na Podkarpaciu ich populacja wynosi ponad 50 tysięcy. Sarny charakteryzuje osiadły tryb życia. Jeżeli w miejscu jej bytowania powstanie nowa linia wysokiego napięcia, czy stacja rozdzielcza, to będąc ciągle w jej pobliżu sarna poddana jest ciągłemu oddziaływaniu PEM.

Sarna jest zwierzęciem o wyraźnie zaznaczonej sezonowości rozrodu i aktywność jąder przypada na ostatnią dekadę lipca i pierwszą sierpnia. W tym okresie następuje istotny wzrost masy i objętości jąder, wzrasta poziom hormonów steroidowych – androgenów (testosteron), gestagenów (progesteron) i estrogenów (estradiol). Jednocześnie w jądrach pojawia się proces spermatogenezy – produkcji plemników, które magazynowane są w najądrzach i bańce nasieniowodu. W przeprowadzonych badaniach wykorzystano tkanki jąder samca sarny pozyskane w czasie polowań selekcyjnych w różnych okresach statusu rozrodczego – przez okresem rozrodczym (druga dekada maja), w okresie rozrodczym (ostatnia dekada lipca i pierwsza dekada sierpnia) oraz po okresie rozrodczym (ostatnia dekada września). Po pobraniu w łowisku schłodzone tkanki transportowano w buforze fosforanowym (PBS) w ciągu pół godziny do laboratorium gdzie przeprowadzona dalsze postępowanie proceduralne. Tkanki podzielono na dwie grupy – kontrolną oraz badaną, która została poddana działaniu PEM o indukcji 8 mT i częstotliwości 50 oraz 120 Hz przez czas 2 lub 4 godziny. Grupa kontrolna poddana została identycznej procedurze czasowej bez oddziaływania PEM. Po procedurze inkubacji tkanki mrożono w ciekłym azocie, a następnie przechowywano w temperaturze -80°C aż do czasu

wykonywania izolacji białka do analizy Western Blot. Część tkanek utrwalano do wykonania preparatów histologicznych.

Badania poziomu receptorów hormonów steroidowych metodą immunohistochemii, potwierdziły obecność tych receptorów w komórkach Leydiga i komórkach kanalików nasiennych, w tym komórkach Sertoliego w tkankach kontrolnych jak i doświadczalnych. Analiza metodą Western Blot wykonana była w celu określenia zmian w poziomie receptorów. Wykazała wpływ PEM na ilość receptorów hormonów steroidowych, prowadząc do ich zwiększenia lub zmniejszenia w zależności od parametrów fizycznych pola oraz okresu rozrodczego, z którego została pobrana tkanka jądra. Te zmiany mogą być czynnikiem powodującym zaburzenia w prawidłowym przebiegu procesów takich jak spermatogeneza, czy steroidogeneza, mogą też prowadzić do przedłużenia lub skrócenia czasu trwania sezonu aktywności rozrodczej u samców sarny.

Przeprowadzone badania wykazały również, iż pole elektromagnetyczne ekstremalnie niskich częstotliwości jest czynnikiem środowiskowym wpływającym na poziom enzymów szlaków steroidogenezy w jądrach samca sarny pobranych w okresie przedrujowym, rujowym oraz porujowym.

Mając na uwadze fakt, że badania te prowadzone były metodą *in vitro*, a źródło PEM oddalone było od badanych tkanek o ok. 2 cm, to w naturalnych warunkach środowiskowych pole elektromagnetyczne nie powinno stanowić zagrożenia dla zwierząt i ludzi znajdujących się w jego otoczeniu. Do rozpatrzenia pozostaje możliwość wykorzystania tego mechanizmu w celach terapeutycznych.

1. Koziorowska A: Biologiczne efekty oddziaływania PEM jako czynnika środowiskowego na komórki i tkanki zwierzęce w hodowlach in vitro – podsumowanie badań własnych, Przegląd Elektrotechniczny, R. 94 NR 12/2018, pp. 206-209, doi:10.15199/48.2018.12.46
2. Koziorowska A, Romerowicz-Misielak M, Filipek A, Koziorowski M: Electromagnetic fields with frequencies of 5, 60 and 120 Hz affect the cell cycle and viability of human fibroblast BJ in vitro, Journal of Biological Regulators and Homeostatic Agents 31(3) (2017), pp. 725-730
3. Koziorowska A, Depciuch, J, Kozioł K, Nowak S, Lach K. In vitro study of effects of ELF-EMF on testicular tissues of roe deer (Capreolus capreolus) - FTIR and FT-Raman spectroscopic investigation, Animal Reproduction ScienceVolume 213, February 2020, Article numer 106258
4. Lee S.K., Park S., Kim Y.W, Chapter:8 The Effects of Extremely Low-Frequency Magnetic Fields on Reproductive Function in Rodents, Insights from Animal Reproduction, Payan Carreira R. 2016, InTech. ISBN 978-953-51-2268-5
5. https://www.pse.pl/

WŁAŚCIWOŚCI PEM O CZĘSTOTLIWOŚCIACH TERAHERCOWYCH W ZASTOSOWANIU DO TECHNOLOGII 6G

Andrzej KRAWCZYK[1], Ewa KORZENIEWSKA[2], Jacek STAŃDO[3]

[1] Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie

[2] Politechnika Łódzka, Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki

[3]Centrum Nauczania Matematyki i Fizyki, Politechnika Łódzka

Sukcesywne wprowadzenie sieci bezprzewodowych piątej generacji (5G) tworzy postęp technologiczny wyrażony w dążeniu do zwiększenia szybkości transmisji danych. Jednym z elementów realizacji tego dążenia jest większa częstotliwość pola elektromagnetycznego w technologii 5G. A zatem dalsze zwiększanie szybkości transmisji danych związane jest z jeszcze większymi częstotliwościami PEM, a to prowadzi do realizacji następnego etapu ewolucji technologii komunikacji bezprzewodowej, a mianowicie technologii 6G. W szczególności częstotliwości THz obiecują szerokie spektrum, szybkość transmisji danych powyżej stu gigabitów na sekundę, masową łączność, gęstszą architekturę sieci i bardzo bezpieczne transmisje. Wiele wiodących inicjatyw 6G bada komunikację THz, w tym „Program flagowy 6Genesis (6GFP)", klaster projektów Komisji Europejskiej H2020 ICT-09 THz oraz „Komunikacja szerokopasmowa i nowe sieci" w Chinach. W Stanach Zjednoczonych technologia THz została opisana w 2014 r. przez Amerykańską Agencję Zaawansowanych Projektów Badawczych w Obronie (DARPA) jako jeden z czterech głównych obszarów badawczych, które mogą mieć większy wpływ na społeczeństwo niż sam Internet. Podobnie amerykańska National Science Foundation i Semiconductor Research Consortium (SRC) identyfikują sieć telekomunikacyjną THz jako jeden z czterech podstawowych elementów następnej rewolucji IT.

Widmo THz jest umieszczone pomiędzy PEM o długościach fali sub- i milimetrowych a pasmem dalekiej podczerwieni (infrared -IR). Było to przez długi czas najmniej zbadaną częścią widma elektromagnetycznego. Jednak ostatnie postępy w generowaniu sygnału THz, modulacji i metodach emisji zapełniają tę lukę. Pasmo THz oferuje znacznie większe szerokości pasma transmisji w porównaniu z pasmem milimetrowym i korzystniejsze ustawienia propagacji w porównaniu z pasmem IR, może w ten sposób uzupełniać konwencjonalne widmo częstotliwości radiowych. Jednak, aby w pełni wykorzystać potencjał komunikacji THz, trzeba zmóc się z kilkoma nowymi wyzwaniami. Na przykład transmisje THz powodują bardzo duże straty propagacji, co znacznie ogranicza odległości komunikacyjne. Stąd, podczas gdy w sieciach antenowych, satelitarnych i samochodowych częstotliwości THz mogą zapewniać komunikację o małych opóźnieniach, straty w propagacji mogą utrudniać zyski. Komunikacja THz zostanie uzupełniona o elementy umożliwiające działanie zarówno na poziomie infrastruktury (hardware), jak i algorytmiki (software). Na poziomie infrastruktury pojawiające się technologie wykraczające poza 5G, takie jak rekonfigurowalne inteligentne powierzchnie, ultra-masywne konfiguracje MIMO oraz zintegrowany dostęp i *backhaul*, mogą zwiększyć korzyści płynące z komunikacji THz. Na poziomie algorytmicznym nowe techniki przetwarzania sygnałów i protokoły sieciowe mogą obejść quasi-optyczne charakterystyki propagacji THz i złagodzić charakterystykę mikrofal, aby umożliwić bezproblemową łączność. Wydajne przetwarzanie sygnału w paśmie podstawowym THz może dodatkowo zmniejszyć lukę między ogromnymi dostępnymi szerokościami pasma a ograniczonymi, najnowocześniejszymi prędkościami próbkowania częstotliwości. Ten temat badawczy jest zatem poświęcony badaniu roli kluczowych technik umożliwiających 6G we wspieraniu komunikacji THz i vice versa.

Efektywność widmowa może być zwiększone poprzez zwiększenie przepustowości; można to zrobić używając komunikacji sub-THz z szerokim pasmem i przez stosowanie zaawansowanych, masywnych anten typu MIMO (massive MIMO). Aby sprostać wysokim wymaganiom 6G, pasmo RF jest niewystarczające. Pasmo

THz odegra ważną rolę w tworzeniu systemu telekomunikacyjnego 6G – ma być kolejną granicą szybkiej komunikacji. Pasmo THz, znane również jako promieniowanie submilimetrowe, zwykle odnosi się do pasmo częstotliwości od 0,1 THz do 10 THz (odpowiednie długości fal 0,03 mm – 3 mm).

Zgodnie z zaleceniami ITU-R (International Telecommunication Union), zakres 275 GHz – 3 THz jest uważany za główną część pasma do komunikacji komórkowej. Pojemność 6G komunikacji komórkowej zostanie zwiększona poprzez dodanie pasma (275 GHz – 3 THz) do pasma milimetrowego (30–300 GHz). Nie było jeszcze pasma w zakresie 275 GHz – 3 THz przeznaczonego do dowolnego celu na całym świecie; dlatego ten zespół ma potencjał osiągnięcia pożądanych wysokich szybkości transmisji danych. Kiedy to pasmo zostanie dodane do istniejącego pasma milimetrowego, całkowita pojemność pasma wzrasta kilkanaście razy.

Pasmo transmisji terahercowej zwiększa możliwość, ale i zwiększa liczbę wyzwań związanych z tak wysokimi częstotliwościami.

Kluczowe właściwości komunikacji THz to:

(i) szeroko dostępna przepustowość do obsługi bardzo wysokich szybkości transmisji danych

(ii) duża strata mocy wynikająca z wysokiej częstotliwości (wysoce prawdopodobnie niezbędne będą anteny kierunkowe)

Pasma THz muszą sprostać ważnemu wyzwaniu transferu danych na stosunkowo duże odległości ze względu na wysoką utratę propagacji i charakterystykę absorpcji atmosferycznej. Charakterystyka propagacji fal milimetrowych i submilimetrowych (THz) podlega warunkom atmosferycznym ze względu na widoczne efekty absorpcyjne i dyspersyjne. Warunki atmosferyczne są zmienne, a więc charakterystyka propagacji nie jest jednoznacznie określona. Dlatego proces modelowania kanału tego pasma jest stosunkowo złożony, co powoduje, że nie istnieje żaden doskonały model transmisji. Potrzebujemy nowego projektu architektury urządzenia nadawczo-odbiorczego (*transceiver*) w systemach telekomunikacyjnych THz. Musi on zapewniać działanie na wysokich częstotliwościach i musi zapewnić pełne wykorzystanie bardzo szerokiej przepustowości. Ze względu na bardzo wysokie częstotliwości PEM w systemach terahercowych trzeba również zwrócić uwagę na bezpieczeństwo sieci i zdrowie użytkowników. Obawy związane z tym ostatnim aspektem może wytwarzać wiedza na temat absorpcji promieniowania elektromagnetycznego w skórze. Bardzo mała głębokość penetracji, spowoduje, że energia pola elektromagnetycznego wytłumi się na warstwie zewnętrznej skóry, a zatem może nastąpić jej wyraźne podgrzanie. Prace na ten temat, badania zarówno *in vivo* jak i *in vitro*, a także *in silico* (modelowanie komputerowe) powinny już być prowadzone.

Na zakończenie tabela, porównująca trzy rodzaje systemów telekomunikacyjnych ostatnich generacji sieci telekomunikacyjnych.

Tab. 1. Porównanie parametrów i funkcjonalności systemów telekomunikacyjnych

Generacja	4G	5G	6G
Szybkość transmisji danych	ok. 50 Mb/s	ok. 10 Gb/s	ok. 1 Tb/s
Opóźnienie w transmisji danych	ok. 20 ms	<5 ms	<1 ms
Dopuszczalna prędkość terminala	do 350 km/godz.	do 500 km/godz.	do 1000 km/godz.
Integracja z łącznością satelitarną	nie	nie	pełna
Wykorzystanie sztucznej inteligencji	nie	częściowo	pełne
Pojazdy autonomiczne	nie	częściowo	pełne
Działanie w rzeczywistości wirtualnej/rozszerzonej	nie	częściowo	pełne
Komunikacja dotykowa	nie	częściowo	pełna

ELEKTROCEUTYCZNE METODY W LECZENIU CUKRZYCY 2 RODZAJU

Andrzej KRAWCZYK[1], Józef MRÓZ[2], Ewa KORZENIEWSKA[3]

[1] Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie

[2] Wojskowy Instytut Medyczny

[3] Politechnika Łódzka, Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki

Terapeutyczne zastosowania elektryczności i magnetyzmu (elektroceutyka), mają swoje korzenie w starożytności. W najdawniejszych czasach stymulacja była wykonywana zewnętrznie przy nieznanych parametrach. W dzisiejszych czasach stymulacja elektryczna jest wykonywana zarówno zewnętrznie, jak i wewnętrznie za pomocą wszczepionych elektrod [1].

Pojawiają się na rynku medycznym nowe metody elektroceutyczne, szczególnie obecnie w dobie pandemii COVID-19. W referacie przedstawiona jest próba podejścia do wspomagania leczenia cukrzycy 2 rodzaju za pomocą jednoczesnego działania pola elektro- i magnetostatycznego [1].

W badaniach dotyczących związku elektryczności, magnetyzmu, czy elektromagnetyzmu ze środowiskiem biologicznym stosunkowo mało uwagi poświęcono oddziaływaniu pola elektrostatycznego i pola magnetostatycznego, a właśnie w ekspozycji na nie ewoluowało życie na Ziemi. Wiele form życia we wszystkich głównych grupach wyczuwa statyczne pole elektryczne i magnetyczne w celu migracji obiektów (elektro- i magnetotaksja) [2].

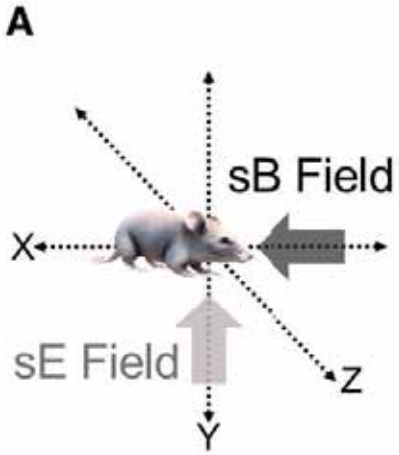
Pacjenci z cukrzycą typu 2 (ang. *Type 2 Diabetics, T2D*) mają podwyższony poziom prooksydantów oraz niższy poziom przeciwutleniaczy, głównie glutationu. Zrównoważenie ogólnoustrojowego środowiska redoks poprzez ciągłe podawanie przeciwutleniaczy zwiększa wrażliwość na insulinę u pacjentów z T2D[1], wykazując, że homeostaza redoksu reguluje metabolizm glukozy i efektywność insuliny. Niestety, interwencje oparte na redoksie w leczeniu T2D nie zostały przełożone na warunki kliniczne, ponieważ wymagają częstego lub ciągłego podawania ze względu na krótki okres półtrwania (np. GSH <10 min) i są związane z działaniami niepożądanymi, które negatywnie wpływają na przestrzeganie zaleceń. Potrzebne są nowe metody modulowania ogólnoustrojowej homeostazy redoksu w celu rozwiązania problemu leżącego u podstaw mechanizmu T2D.

W początkowym etapie prac nad metodą elektroceutycznego leczenia T2D zastosowano do stymulacji pole elektromagnetyczne [3]. Po wstępnych badaniach uznano, iż pole elektromagnetyczne może modulować metabolizm glukozy poprzez układy redoks. Jednak dalsze badania nie dały wiarygodnych dowodów potwierdzających fizjologiczny wpływ pola elektromagnetycznego na regulację glukozy. Badania potencjalnego wpływu pola elektromagnetycznego na metabolizm glukozy przyniosły sprzeczne wyniki z niektórymi badaniami wykazującymi, że pole elektromagnetyczne podnosi poziom glukozy we krwi na czczo.

Postanowiono zatem zbadać biologiczne skutki pola magnetostatycznego i pola elektrostatycznego (rys.1). W szczególności zbadano wpływ połączonego zastosowania pola magnetostatycznego i elektrostatycznego na glikemię przy użyciu trzech mysich modeli T2D: mysiego modelu otyłego z cukrzycą plejotropowego zespołu Bardeta-Biedla (BBS), model z niedoborem receptora leptyny (db/db) oraz model z dietą wysokotłuszczową karmioną 60% dietą wysokotłuszczową (dalej określany jako *High Fat Diet – HFD*), który najlepiej odzwierciedla otyłość wywołaną dietą człowieka i insulinooporność. Autorzy donoszą, że połączone zastosowanie pola B i pola E (sBE) łagodzi hiperglikemię i insulinooporność w tych modelach poprzez

[1]W referacie używany będzie akronim angielskiej nazwy schorzenia T2D

mechanizmy zależne od reakcji redoks. Dorosłe myszy normoglikemiczne, karmione normalną karmą (w dalszej części określane jako *normocaloric diet –NCD*) i typu dzikiego (*wild type - WT*), a także trzy otyłe mysie modele T2D, modele BBS, HFD i db / db były stale wystawiane na działanie sBE - statycznego pola magnetycznego B i statycznego pola elektrycznego E (pole B - 3 mT i prostopadle do niego pole E - 7 kV / m) przez 30 dni. Natężenia pola B i pola E zostały wybrane tak, aby były w przybliżeniu 100 razy większe od ziemskich pól magnetycznego i elektrycznego – w ten sposób uniknięto zakłóceń, które mogą być wywołane przez szum spowodowany naturalnymi fluktuacjami stanu elektrycznego i magnetycznego Ziemi. Zwierzęta kontrolne umieszczono w podobnych, ale obojętnych urządzeniach do kontroli potencjalnych zmian środowiska (tj. temperatury, wilgotności, oświetlenia, dźwięku, dotyku, zapachu itp.). Wszystkie myszy trzymano w niemetalowych klatkach, aby zapobiec zakłóceniom elektromagnetycznym, a myszy mogły swobodnie wędrować w swoich klatkach. Glikemię oceniano na podstawie pomiaru stężenia glukozy we krwi na czczo (*ang. fasting blood glucose -FBG*) i wykonania testów tolerancji glukozy (ang. *glucose tolerance test* GTT). Próby wykazały, że ekspozycja na sBE znacząco zmniejszyła FBG o 43% w modelu BBS w porównaniu z kontrolą oraz o 33% zarówno u myszy HFD, jak i db/db (myszy genetycznie cukrzycowe), podczas odwracania nietolerancji glukozy w dwóch ostatnich modelach. Nie zaobserwowano żadnych istotnych zmian w FBG ani tolerancji glukozy u myszy bez cukrzycy eksponowanych na sBE.



Rysunek 1. Ekspozycja na pole magnetostatyczne i pole elektrostatyczne

Aby określić, czy oba pola były konieczne do osiągnięcia tych efektów, myszy HFD wystawiano na działanie pola magnetostatycznego (sB), elektrostatycznego (sE) lub połączonych sBE przez 30 dni, po czym wykonano GTT. Co ciekawe, pole magnetyczne znacząco pogorszyło glikemię i tolerancję glukozy, podczas gdy pole E nie miały znaczącego wpływu w porównaniu z nieleczonymi myszami. Odkrycia te są zgodne z wcześniejszymi badaniami, które wykazały, że ekspozycja na pola magnetostatyczne pogorszyła glikemię.

Badania wykazały, że tylko połączone pole sBE znacząco poprawiły tolerancję glukozy. Wszystkie dalsze eksperymenty prowadzone będą w jednoczesnej ekspozycji na pole B i pole E. Eksperymenty takie przygotowywane są w zespole złożonym z lekarzy, pracowników Wojskowego Instytutu Medycznego i inżynierów z Politechniki Łódzkiej i Wyższej Szkoły Ekonomii i Innowacji.

W pracy [4] wykazano, po badaniach wykonanych, podobnie jak w [3], na myszach, że silna ekspozycja badanych zwierząt w polu magnetostatycznym (400 – 600 mT) może mieć pozytywny wpływ na obniżenie poziomu glukozy we krwi, poprawę tolerancji glukozy, poprawę metabolizmu lipidów i zwiększenie wydzielanie insuliny. Rożna ocena wpływu pola magnetostatycznego na parametry cukrzycowe może wynikać z istotnej różnicy wielkości pola magnetostatycznego zastosowanego w obu badaniach: w badaniu [3] 3 mT, w badaniu [4] ok 500 mT. W przyszłych badaniach zastosowane zostanie aparat do magnetoterapii albo magnetyczny materac, pozwalające na szeroką regulację przyłożonego pola magnetostatycznego. Możliwość wykorzystania pola magnetostatycznego i pola elektrostatycznego może rozwiązać wiele problemów, związanych z terapią w T2D, wymaga jednak intensywnych badań.

Literatura

[1] Krawczyk A., Wyszyńska E., Wiśniewska S., Mróz J., Korzeniewska E., Murawski P., Wojak M. Electrostimulation in medicine – history and contemporary usage, Przegląd Elektrotechniczny 12/2018, 230-234

[2] Kirschvink JL, Gould JL Biogenic magnetite as a basis for magnetic field detection in animals. Biosystems, 1981;13(3):181-201.

[3] Carter et al., Exposure to Static Magnetic and Electric Fields Treats Type 2 Diabetes. 2020, Cell Metabolism 32, 561–574

[4] Qin Li et al., Protective Effects of Moderate Intensity Static Magnetic Fields on Diabetic Mice, Bioelectromagnetics 41:598--610 (2020)

TOMOGRAPHIC PLATFORM IN CRYSTALLIZATION PROCESSES

Krzysztof KRÓL[1,2], Tomasz RYMARCZYK[1,2], Michał GOŁĄBEK[1], Dariusz WÓJCIK[1], Konrad NIDERLA[1,2]

[1] Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

[2] University of Economics and Innovation in Lublin

Introduction

Crystallization is a widely used process for purification and particulate production. Most industrial processes use nucleation-cooled crystallisation, in which nucleated crystals of a specific compound are added to a reactor and supersaturation of the liquid is produced by cooling. Cooling crystallisation is used if the solubility changes significantly with temperature and if the compound is thermally stable. Alternatively, supersaturation can be produced by the addition of an antisolvent, that is, a solvent with a significantly lower solubility, or by a chemical reaction, for example as a result of a change in pH. One of the objectives in manufacturing is to control product properties, for example particle size and particle size distribution, purity, residual solvent content, crystallinity and polymorphic form, hydrate or solvate. To some extent, product properties can be manipulated by changing process parameters. A crystal size distribution that meets the assigned specifications, for example, maximum average particle size, minimum coefficient of variation, etc., can be obtained by growing the given seed crystals and, for example, by minimising nucleation, that is, by keeping the system in an unstable zone, provided that agglomeration and cracking can also be avoided. The operating conditions to obtain the desired product properties can be selected by trial and error or by model-based process optimisation.

The use of various types of monitoring tools for crystallisation processes is becoming increasingly popular. The focused reflection beam method (FBRM) has been used in crystallisation processes to monitor the solid phase, either to follow the evolution of the chord length distribution or to monitor the particle size distribution using a suitable reconstruction method. Furthermore, it has been used to detect the onset of particle formation or the point of complete dissolution [1,2].

Control and advanced automation in manufacturing processes plays a very important role to maintain competitiveness. In many industrial processes, production lines and expensive equipment are the heart of production, it is important to mention that all control systems and information technology play a key role. They provide the flexibility to quickly adapt production processes to the changing requirements of potential customers. As well as ensuring safety and efficiency at the lowest cost. For this reason, the development and application of advanced process control is one of the most effective levers for immediate and long-term gross energy savings, improved product quality, increased process safety and greater production flexibility.

Industrial process tomography is a harmless, non-invasive imaging technique used in various industrial technologies inside processes. It plays an important role in continuous data measurement for better understanding and monitoring of industrial processes, providing fast and dynamic response that facilitates real-time process control, fault detection and system malfunctions [5].

The following figure shows the concept of research on the crystallisation process described as "process" in the figure. Using tomography, measurements are taken which are fed into the analysis engine via a data acquisition module.

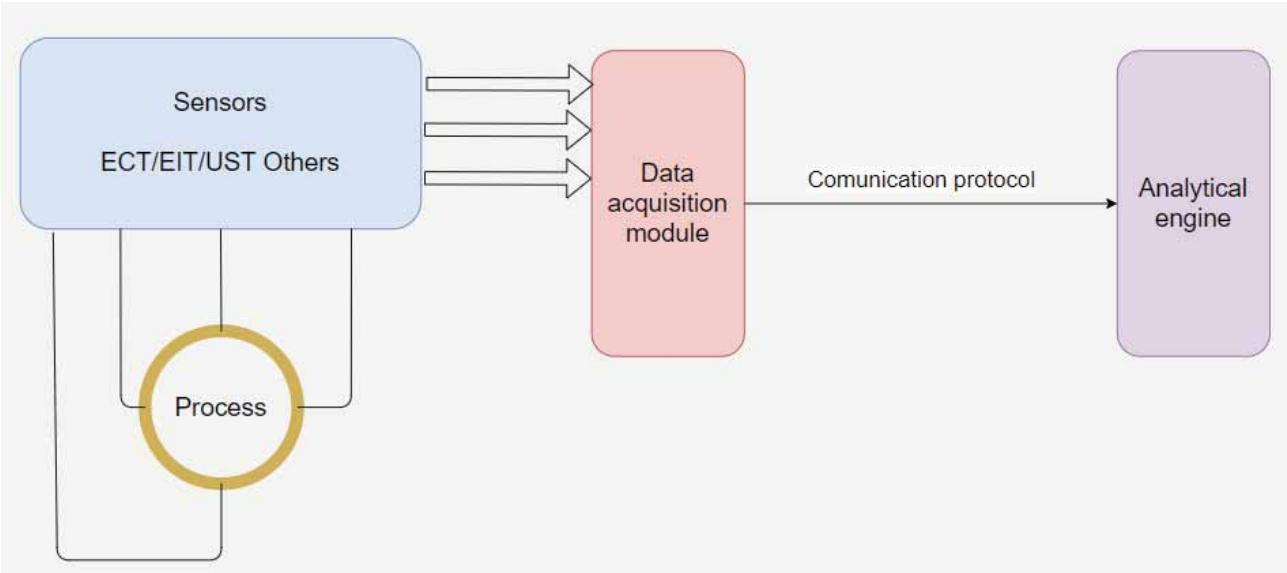


Fig. 1 Crystallisation process

References

[1] Trifkovic, M.; Sheikhzadeh, M.; Rohani, S. Kinetics estimation andsingle and multi-objective optimization of a seeded, anti-solvent,isothermal batch crystallizer.Ind. Eng. Chem. Res.2008,47(5), 1586–1595.

[2] Sarkar, D.; Rohani, S.; Jutan, A. Multiobjective optimization ofsemibatch reactive crystallization processes.Aiche J.2007,53(5),1164–1177

[3] Zhou, G. X.; Fujiwara, M.; Woo, X. Y.; Rusli, E.; Tung, H. H.;Starbuck, C.; Davidson, O.; Ge, Z. H.; Braatz, R. D. Direct design ofpharmaceutical antisolvent crystallization through concentration control.Cryst. Growth Des.2006,6(4), 892–898

[4] Rymarczyk T., Vejar A., Nita P., Tchórzewski P., Advanced tomographic platform for real-time image reconstruction and biomedical signal analysis, 2018 International Interdisciplinary PhD Workshop (IIPhDW), 2018, pp. 186-190,

[5] Rymarczyk T, Król K, Zawadzki A , Oleszek M , Kłosowski G;, An intelligent sensor platform with an open architecture for monitoring and controlling cyber-physical; Przegląd Elektrotechniczny, vol. 97, nr 3 p. 141-145, 2021

SENSORS AND MEASUREMENTS IN OPEN ARCHITECTURE FOR MONITORING AND CONTROL OF INDUSTRIAL SYSTEMS

Krzysztof KRÓL[1,2], Tomasz RYMARCZYK[1,2], Konrad NIDERLA[1,2], Michał OLESZEK[1], Piotr BOŻEK[1], Paweł TCHÓRZEWSKI[1]

[1] Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

[2] University of Economics and Innovation in Lublin

Introduction

Sensors and measurements in an open architecture for monitoring and control of industrial systems are the focus of this work. A system built with intelligent sensors allows data to be collected from multiple locations in an operating system. Additionally, the introduction of new measurement techniques of new algorithms of data analysis for the reconstruction of images coming from the monitoring of industrial processes by means of tomography should be highlighted.

Intelligent enterprise platforms with open architecture with the possibility of free configuration and cooperation with external systems is the main idea of the presented solution.

The system consists of the following components:
- New measurement techniques and construction of innovative smart measurement devices
- System skeleton together with a communication interface
- New unique algorithms for data optimisation and analysis
- Algorithms for image reconstruction and monitoring of technological processes [1].

By using such a solution, it is possible to improve the management of the intelligent structure of an enterprise in many aspects of its operations. With the extended system, all data from the smart sensors go to the core system, where they can be used in the analytical system, which is used to monitor problematic processes [4].

The operation of the platform has been prepared in terms of the operation of integrating various smart sensors and thus supporting monitoring and measurement devices.

The platform allows the management of an intelligent business structure in the areas of processes, products and simulations. It will allow for optimisation and self-optimisation of design, logistics and production processes. It allows tracking the product life cycle and ensures cooperation with external applications. Thanks to this approach, the system operates autonomously, performing monitoring, control. The built system collects data and stores them. The collected data are easy to visualise [2]. Additionally, they can be used to create a unique knowledge base and support an expert system.

An important element here is the use of process tomography methods. The system can contain only one type of tomography as well as several of them. The figure shows a summary on a block diagram for three types of tomography, impedance tomography, capacitance tomography and RF tomography.

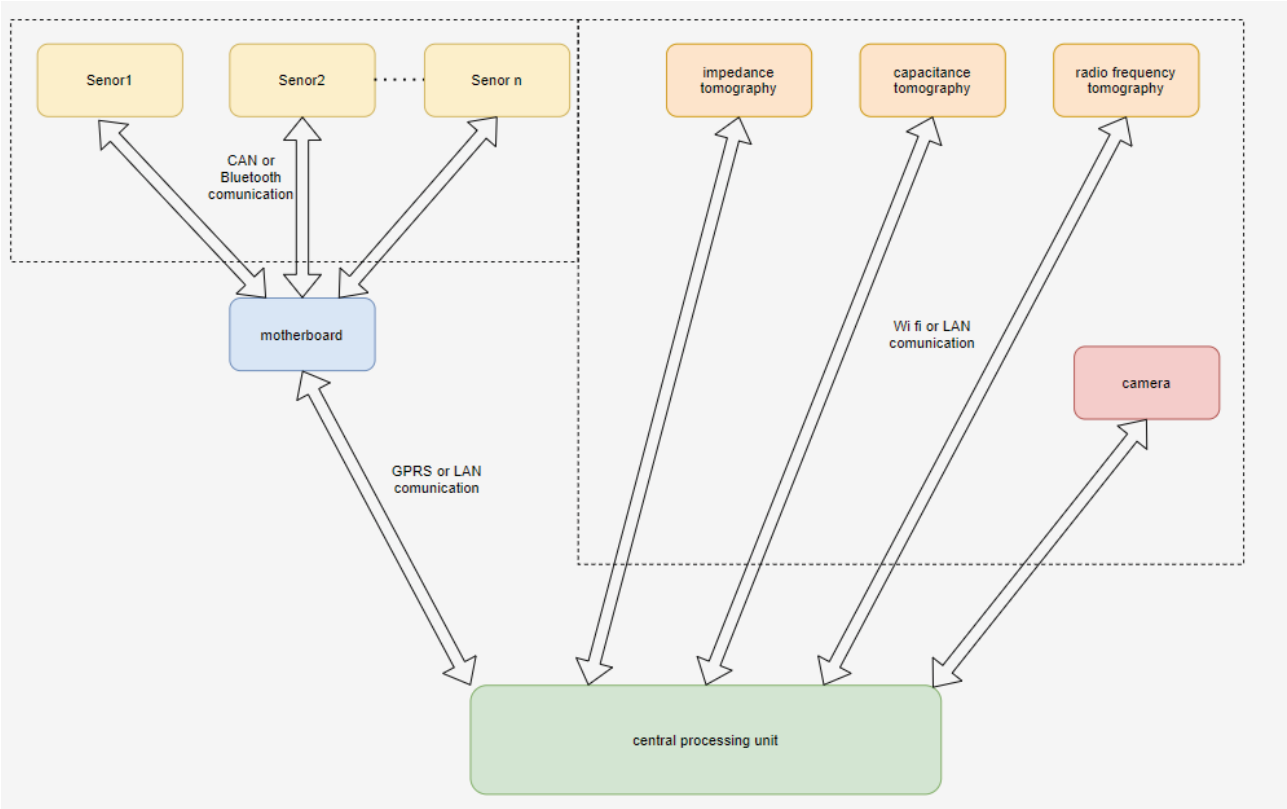


Fig. 1 Block diagram of the system responsible for data exchange

References

[1] Rymarczyk T, Król K, Zawadzki A , Oleszek M , Kłosowski G;, An intelligent sensor platform with an open architecture for monitoring and controlling cyber-physical; Przegląd Elektrotechniczny, vol. 97, nr 3 p. 141-145, 2021

[2] Charpentier P., Véjar A., From Spatio-Temporal Data to Manufacturing System Model, J Control Autom Electr Syst, vol. 25, no. 5, pp. 557–565, 2014

[3] Dusek J, Vejar A, Rymarczyk T, Mikulka J, Convergence error exploration for electrical impedance tomography problems with open and closed domains, 2018 International Interdisciplinary PhD Workshop (IIPhDW), Swinoujście, 2018, pp. 39-44

[4] Musharavati F., 2010,: Process Planning Optimization in Reconfigurable Manufacturing Systems, Universal-Publishers

[5] Vejar A., Rymarczyk T., Electrical Tomography Reconstruction Using Reconfigurable Waveforms in a FPGA, Sensors 2021 Vol 21(9) 3272

PORÓWNANIE WŁASNOŚCI EKRANUJĄCYCH GRAFITU I GRAFENU W ZAKRESIE MIKROFALOWYM

Roman KUBACKI[1], Ludwika LIPIŃSKA[2], Rafał PRZESMYCKI[1], Dariusz LASKOWSKI[1]

[1] Wojskowa Akademia Techniczna

[2] Łukasiewicz – ITME

Współczesne urządzenia elektroniczne charakteryzuje bardzo wysoka czułość ale i wrażliwość na przeciążenia prądowe, które mogą być indukowane padającym polem elektromagnetycznym. Aby zapewnić poprawną pracę urządzeń elektronicznych należy między innymi minimalizować natężenie pola elektromagnetycznego oddziałującego na elektronikę. Jednym ze sposobów jest zastosowanie właściwych absorberów. Parametrem charakteryzującym efektywność zabezpieczania jest tzw. skuteczność ekranowania. Należy podkreślić, że absorber powinien charakteryzować się wysoką wartością pochłaniania energii pola elektromagnetycznego, ale również małym współczynnikiem odbicia, co często nie idzie w parze. Wysoka wartość współczynnika odbicia od absorbera w wielu przypadkach jest bardzo niekorzystna, a w przypadkach gdy materiały te wykorzystywane są do ekranowania wnętrza pomieszczeń czy pojemników, obudów jest wręcz niedopuszczalna.

W zakresie mikrofalowym powszechnie znanymi materiałami ekranującymi są materiały na bazie struktur węglowych na przykład grafit. Materiał ten charakteryzuje się wysoką stratnością składowej elektrycznej, co gwarantuje wysoki poziom absorbcji energii pola elektromagnetycznego ale równocześnie przyczynia się do bardzo dużych wartości współczynnika odbicia. W komorach bezodbiciowych, w celu minimalizacji współczynnika odbicia absorbery grafitowe mają kształt ostrosłupów. Badane są również kompozyty węglowe domieszkowane materiałami magnetycznymi.

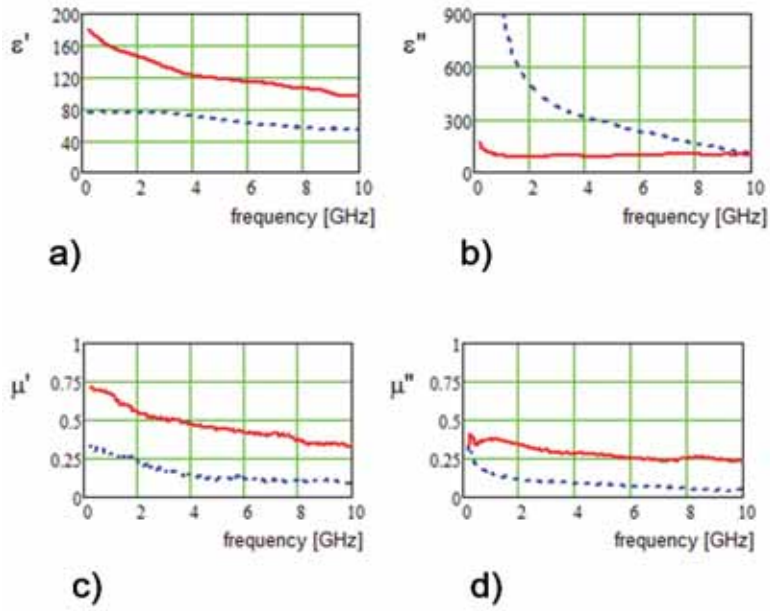
Węgiel może występować w postaci różnych form alotropowych takich jak: grafit, fuleren, nanorurki, grafen, diament, lonsdaleit. Spośród tych form dotychczas najczęściej grafit był wykorzystywany do budowy absorberów mikrofalowych. Z kolei grafen, choć znany był już od lat 60-tych, to został odkryty dopiero w 2004 roku i jest najbardziej obiecującą formą węgla w zastosowaniach absorberowych. Grafen to odmiana węgla, zbudowana z pojedynczej warstwy atomów o hybrydyzacji sp^2. Atomy węgla ułożone są w struktury heksagonalne ("plastry miodu") tworzące dwuwymiarowy (2D) kryształ. Z elektrycznego punktu widzenia grafen ma bardzo dobre własności takie jak niewielką rezystywność (10^{-8} Ω/m) oraz dużą prędkość poruszających się elektronów (1/300 prędkości światła).

W literaturze prezentowane są wyniki pomiarów skuteczności ekranowania tych substancji wykonanych w postaci zawiesin, gdzie materiał czynny jest umieszczony w zawiesinie w żywicy lub wosku. W pracy przedstawiono badania przenikalności elektrycznej i magnetycznej czystych substancji bez żadnego ośrodka. Do pomiarów, w celu otrzymania postaci litej, materiały były ściskane w specjalnej formie z siłą 2 kN. Na rys. 1 przedstawiono wartości parametrów konstytutywnych grafitu i grafenu, a mianowicie przenikalności elektrycznej oraz magnetycznej. Parametry te określone są w postaci zespolonej.

$$\varepsilon = \varepsilon' - j\,\varepsilon''$$

$$\mu = \mu' - j\,\mu''$$

Pomiary przenikalności przeprowadzono w zakresie częstotliwości od 100 MHz do 10 GHz.



Rys. 1. a), b) – przenikalność elektryczna grafitu (linia przerywana niebieska) oraz grafenu (linia czerwona ciągła); c) d) – przenikalność magnetyczna grafitu (linia przerywana niebieska) oraz grafenu (linia czerwona ciągła).

Przedstawione na rys. 1 zespolone przenikalności elektryczne i magnetyczne dokumentują diamagnetyczne własności tych struktur węglowych, gdyż wartości przenikalności magnetycznej są mniejsze od jedności. Wysokie wartości stratności elektrycznej (ε") grafitu gwarantują dobre własności absorpcyjne. W pracy zostaną przedstawione badania skuteczności ekranowania tych materiałów z uwypukleniem ich własności odbijających oraz absorpcyjnych.

Literatura

[1] Olszewska-Placha M., Salski B., Janczak D., Bajurko P., Gwarek W., A Broadband absorber with a resistive pattern made of Ink with graphene nano-platelets, IEEE Trans. on Antennas and Propag., vol. 63, No. 2, 2015.

[2] Song W., Zhang K., Chen M., Hou Z., A universal permittivity-attenuation evaluation diagram for accelerating design of dielectric-based microwave absorption materials: A case of graphene-based composites, Carbon, vol. 118, 2017.

[3] Kumar R., Sahoo S., Joanni E., Singh R., Recent progress on carbon-based composite materials for microwave electromagnetic interference shielding Carbon, vol. 177, 2021.

[4] Wang M., Tang X., Cai J., Wu H., Fabrication, mechanisms and perspectives of conductive polymer composites with multiple interfaces for electromagnetic interference shielding: A review Carbon, vol. 177, 2021.

KONCEPCJA SONDY IZOTROPOWEJ DO POMIARU PARAMETRÓW POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO OD NADAJNIKÓW IMPULSOWYCH SYGNAŁÓW MIKROFALOWYCH

Marek KUCHTA[1], Jacek JAKUBOWSKI[1], Benedykt JAKUBOWSKI[1], Roman KUBACKI[1], Wiesław GALEWICZ[2]

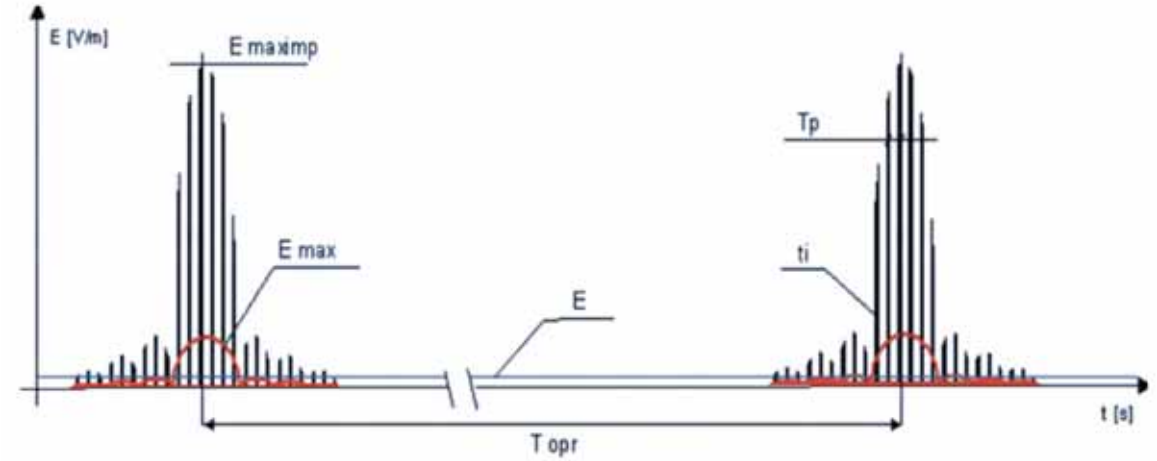
[1] Wojskowa Akademia Techniczna

[2] GALWES Wiesław Galewicz, Warszawa – Wesoła

W ostatnich latach zmieniły się przepisy i normy dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy w polach elektromagnetycznych. Przepisem ustanawiającym dopuszczalne poziomy natężeń pól elektromagnetycznych na stanowiskach pracy jest rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12.06.2018 r. W resorcie Obrony Narodowej obowiązuje Decyzja nr 171/MON z dnia 27.10.2017, która w resorcie obrony narodowej określa formy przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach związanych z narażeniem na pole elektromagnetyczne.

Przestrzeganiem przepisów BHP w siłach zbrojnych RP zajmują się Wojskowe Ośrodki Medycyny Prewencyjnej. Aktualnie brakuje na ich wyposażeniu urządzeń pomiarowych do określenia wartości krytycznych natężenia *impulsowych pól* EM przy wyznaczaniu stref ochronnych wokół urządzeń techniki wojskowej (szczególnie urządzeń radiolokacyjnych).

Pola elektromagnetyczne generowane przez radary cechują się bardzo dużą zmiennością natężenia związaną z ruchem wiązki antenowej o silnie kierunkowej charakterystyce. Drugą cechą tego typu pól jest duży stosunek okresu repetycji do czasu trwania impulsu. Radary pracują w bardzo szerokim paśmie częstotliwości od fal metrowych do centymetrowych. Występujące pola wokół wspomnianych urządzeń mogą mieć również różną polaryzację (Rys. 1).



Rys. 1. Zależności czasowe i amplitudowe występowania promieniowania impulsowego w punkcie pomiarowym w czasie opromieniowania go przez urządzenie radiolokacyjne

Krytycznym elementem urządzenia pomiarowego tego typu jest czujnik 3D sygnałów mikrofalowych, który powinien cechować się następującymi parametrami:

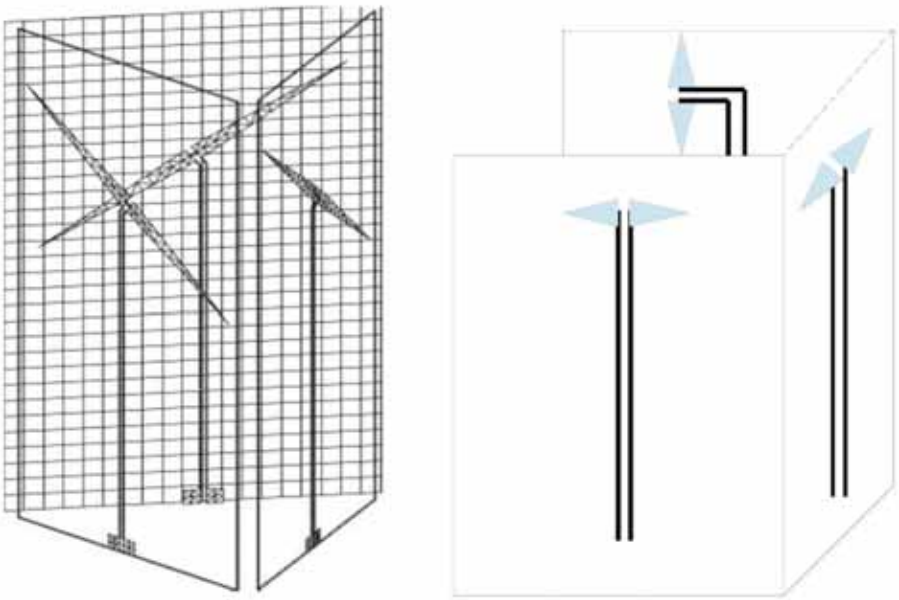
1. Praca w bardzo szerokim paśmie mierzonych częstotliwości od 100 MHz do 18 GHz,
2. Bardzo duży zakres dynamiczny mierzonych natężeń pola od pojedynczych wartości V/m do kilku kV/m,
3. Izotropowa charakterystyka kierunkowa pomiarów ze względu na różne kierunki przyjścia sygnałów (praca jednoczesna kilku radarów, odbicia sygnału od przeszkód terenowych, różna polaryzacja sygnałów),
4. Bardzo mała stała czasowa (bezwładność) układów sondy ze względu na konieczność pomiarów natężenia w impulsie od kilku mikrosekund do kilkuset mikrosekund a nawet pracy z falą ciągłą.

Istniejące na rynku mierniki mają sondy z elementem detekcyjnym z bardzo dużą stałą czasową.

Nie pozwala to na bezpośredni pomiar maksymalnego natężenia pola w impulsie ale tylko wartości wyliczanej analitycznie na podstawie znajomości czasu trwania impulsu, okresu repetycji i charakterystyki antenowej. Zazwyczaj pomiar wymaga również zatrzymania anteny co nie zawsze jest możliwe. Istniejące układy pomiarowe nie są również w stanie, z wystarczającą dokładnością, określić natężenie pola od kilku jednocześnie pracujących różnych typów radarów.

Dobór elementów sondy ma decydujący wpływ na parametry miernika. Sonda, dla osiągnięcia izotropowości, powinna składać się z trzech niezależnych torów. Z kolei każdy tor powinien być wyposażony w antenkę, element detekcyjny oraz ścieżki rezystywne, pełniące jednocześnie funkcję filtru RC, doprowadzający zdetekowane sygnały do układów przetwarzania. Proponuje się dwa różne rozwiązania sondy pomiarowej:

- w pierwszym, tory rozmieszczone blisko siebie w trzech płaszczyznach tworzą graniastosłup trójkątny prawidłowy, tak aby zsumować wszystkie składowe pola niezależnie od polaryzacji i kierunku padającej fali. Jest to powszechnie stosowane rozwiązanie, w którym antenki dipolowe oraz dioda detekcyjna są montowane pod kątem 54.7^0 (tzw miracle angle) w stosunku do krawędzi podłoża.
- w drugim rozwiązaniu tory pomiarowe sondy umieszczone są na trzech ścianach graniastosłupa prawidłowego czworokątnego, w którym antenki dipolowe oraz dioda detekcyjna każdego z torów są montowane pod kątem prostym względem siebie, rys. 2.



Rys. 2. Rozmieszczenie torów pomiarowych w głowicy sondy
(graniastosłup prawidłowy trójkątny, graniastosłup prawidłowy prostokątny)

Literatura

[1] Cerný P., Mazanek M. Ultra wideband dipole antenna optimization, Automatika 47(2006)
[2] Bieńkowski P., Trzaska H. Pomiary impulsowych pól elektromagnetycznych. W: Krajowe Sympozjum Telekomunikacji '98, Bydgoszcz, 9-11 września 1998. [T.] A. Referaty plenarne. [Warszawa] : Instytut Telekomunikacji PWarsz., [1998]
[3] Kieliszek J., Sobiech J., Stankiewicz W. Ekspozycja zawodowa na impulsowe pola elektromagnetyczne wytwarzane przez urządzenia techniki wojskowej [archiwum.ciop.pl]
[4] Bitzer R. Broadband field strength measuring system up to 18GHZ, Article for Compliance Engineering 1997

MODELING OF ENERGY SUPPLY FOR HEATING GREENHOUSES: AN APPROACH BASED ON A CASE STUDY

Sławomir KURPASKA, Anna KRAKOWIAK-BAL, Maciej GLINIAK, Karolina TRZYNIEC

Faculty of Production and Power Engineering,
University of Agriculture in Krakow

All-year-round greenhouse production requires uninterrupted supply of the right amount of heat. The demand for heat has to be covered with a suitable amount of energy. Supply shortages or delays threaten the continuity of production, and excess stocks have financial and environmental consequences. The research concerns the modeling of the power supply process for energy purposes in horticultural production. The application of methods of optimization of logistic decisions in the control of energy stocks for the needs of greenhouses was presented. It is an attempt to estimate the proper supply of hard coal in order to reduce the economic and environmental costs of warehouse management in the analyzed enterprise. Based on the standard dependence, the demand for heat and fuel was estimated. It is considering three scenarios for supply to illustrate the application of the proposed method. The main objective is to minimize the total cost of storage. The analysis includes the estimation of the heat demand of the facility, the optimal order quantity and the calculation of the cost of maintaining inventories. An ordering algorithm is being developed to provide the business with economic benefits.

The analysis was carried out for a standard greenhouse structure, the diagram of which is shown in Fig. 1. Horticultural glass with a thickness of 4 mm was adopted as a greenhouse cover. The heat demand was divided into two independent streams: heating the interior and heat used for technological water (watering plants). Standard dependencies used in the theory of heat exchange will be used to describe the dependence on heat demand. The analysis assumes that tomatoes will be grown in the greenhouse, and the heating system will work according to thermal requirements. The average annual values of the surrounding climate were taken into account as the environmental conditions. The analysis also took into account that 60% of solar radiation reaching the greenhouse is converted into heat. The heating system consists of cables of a standard construction and divided into independent heating circuits. It was also assumed that there is no buffer tank in the heating system. Having calculated the value of fuel demand, the optimal batch of supplies was determined. Based on the calculations, it was found that the average annual fuel demand for heating process water amounts to 19.8% of the total greenhouse demand.

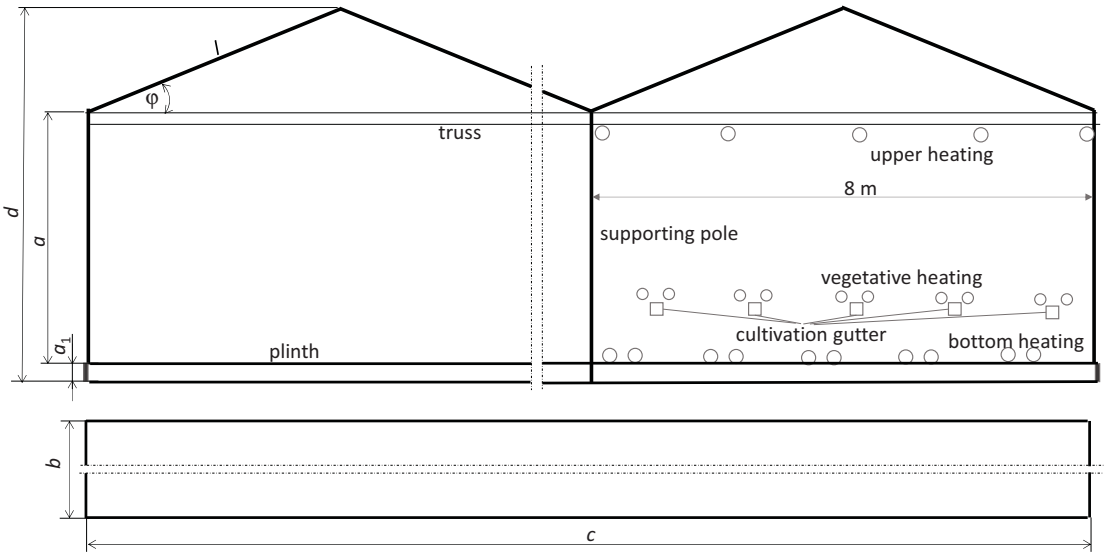


Fig 1. The scheme of the analyzed object

The annual consumption has been estimated at nearly 530 Mg / ha. The total cost of the order also includes the cost of transporting the raw material. Considered three different scenarios of supply: in the first scenario and the raw material is ordered once the needs of year-round. The fixed order quantity is 530 Mg / ha every twelve months. This method of arranging inventories, however, causes significant costs related to e.g. with the storage of a significant amount of raw material and the involvement of capital in its financing. It should also take into account the loss of calorific value of the fuel stored a long time, the cost of aging inventories and environmental requirements, according to which the storage of carbon in the open air should not exceed 3 months. Therefore, changes in inventory management in the enterprise are necessary. Therefore it proposed that the second scenario which includes a fixed economic size of the order carried out eight times a year during the heating season (it was assumed that the cycle of supply should not be equal, due to differences in the price of raw materials during the year). The third scenario is aimed at minimizing the storage volume and is an individual solution for the analyzed object. As a result of the analysis, it was found that the use of the inventory shaping method will reduce the cost of financing inventories. In the conducted analysis, the value of the cost reduction was determined, taking into account the current economic conditions characterizing the raw material supply.

References

[1] Kurpaska S., Janowski M., Gliniak M. Krakowiak- Bal A., Ziemiańczyk U. The Use of Geothermal Energy to Heating Crops under Cover. Energies, 2021, vol. 14, nr 9, s.1-25.

[2] Narayana Pillai, R. Factors discriminating inventory management performance: An exploratory study of Indian machine tool SMEs. J. Ind. Eng. Manag. 2014, 7, 605–621

[3] Thinakaran, N., Jayaprakas, J., Elanchezhian, C., 2019. Survey on Inventory Model of EOQ & EPQ with Partial Backorder Problems. Mater. Today Proc. 16, 629–635.

[4] Wang, S., Ye, B., 2018. A comparison between just-in-time and economic order quantity models with carbon emissions. J. Clean. Prod. 187, 662–671.

THERMO-MASS AND MICROBIOLOGICAL ANALYSIS DURING FORCED AIR FLOW THROUGH THE STONE ACCUMULATOR BED

Sławomir KURPASKA[1] ,Katarzyna WOLNY-KOŁADKA[2], Klaudia KWIECIEŃ[1], Hubert LATAŁA[1], Mateusz MALINOWSKI[1]

[1] Department of Bioprocesses Engineering, Energetics and Automatization, University of Agriculture in Krakow

[2]Department of Microbiology and Biomonitoring Faculty of Production and Power Engineering, University of Agriculture in Krakow

Accumulation of heat in systems integrated with renewable energy sources in industrial facilities, used for agricultural or municipal purposes, allows to reduce the consumption of fossil fuels, reduce maintenance costs and reduce greenhouse gas emissions to the environment. One of such solutions is the use of a stone deposit for short-term heat storage in a garden facility and the use of this deposit in the building ventilation process. During the air flow through the porous stone accumulator bed, there is a short-term heat and mass exchange between the flowing air and the bed particles. On the other hand, in the long term, the use of a battery may lead to the development of pathogenic microorganisms, threatening plants (when using a battery in a greenhouse) and human life and health (using a battery in the facility's ventilation system). The aim of the study was to develop a relationship to calculate changes in the thermal-mass parameters in the air flowing out of the battery, taking into account the input parameters of this air, as well as to assess the impact of long-term use of a stone battery on the content of microorganisms in bioaerosol and dust concentration. The paper presents an analysis of changes in temperature and water content in the air injected into the accumulator bed as well as the concentration of microorganisms and PM2.5 and PM10 dust in the tested real object (greenhouse).

The tests were carried out on a laboratory stand on a technical scale in a facility equipped with a stone bed battery (Fig. 1). The upper part of the tunnel is installed a perforated conduit through which air from the space is sucked by a fan (F) and pressed into 4-sectional coal battery (detail A). With conductors located in the upper part of the battery, the air flowing out of the battery was injected into the tunnel. The experiments were carried out by measuring: air flow velocity, air temperature and relative humidity. During the one-month experiment, the concentrations of microorganisms and PM2.5 and PM10 dust were also measured at 1-week intervals. For thermal mass problems, dependencies were developed to calculate their changes in the air flowing out of the accumulator.

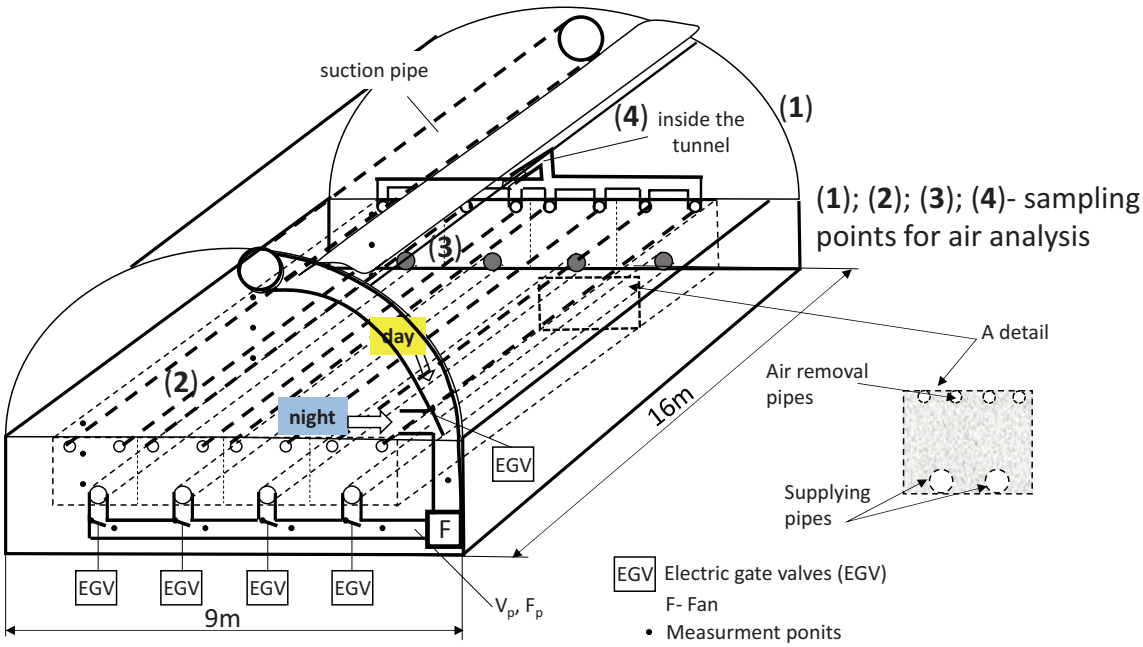


Fig. 1. Functional scheme of the experimental direct contact heat exchanger located in a semi-cylindrical foil tunnel

In turn, for the content of microorganisms in the bioaerosol and the concentration of dust, a statistical analysis was used to determine the significance of these changes during the long-term use of the stone battery. It was found that a 20% increase in the temperature of the injected air leads to a 20% increase in the temperature of the outlet air. In turn, a 20% increase in the flow of forced air causes only a 0.5% increase in its temperature. Based on the results, it was found that from the microbiological point of view, the tested air does not pose a threat to people staying in the facility. In contrast, the standard concentration of PM10 and PM2.5 exceeded the limit, and thus classified as contaminated air. Hence the recommendation for engineering practice about the need to use filters in air-conditioning centers that use the analyzed structure to treat the air used in the ventilation of the facility.

References

[1] Kurpaska, S., Knaga, J., Latała, H., Cupiał, M., Konopacki, P., Hołownicki, R., 2020a. The comparision of different types og heat accumultors and benefits of their use in horticulture. Sensor. 20, 1417
[2] Monso, E., Magarolas, R., Badorrey, I., Radon, K., Nowak, D., Morera, J., 2002. Occupational asthma in greenhouse flower and ornamental plant growers. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 165 ,954–960
[3] Sivasubramani, S.K., Niemeier, R.T., Reponen, T., Grinshpun, A., 2004. Fungal spore source strenght tester: laboratory evaluation of a new concept. Sci. Total Environ. 329, 75-86.
[4] Wolny-Koładka, K., Malinowski, M., Pieklik, A., Kurpaska, S., 2019. Microbiological air contamination in university premises and the evaluation of drug resistance of staphylococci occurring in the form of a bioaerosol. Indoor and Built Environment. 28(2), 235-246

OPTYMALIZACJA PROCESU STEROWANIA W MIKROZESPOŁACH CHŁODZĄCYCH OPARTYCH NA OGNIWACH PELTIERA

Stanisław LIS, Stanisław FAMIELEC, Kamil BOJDO, Piotr ŁYSZCZARZ, Marek MACHACZKA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

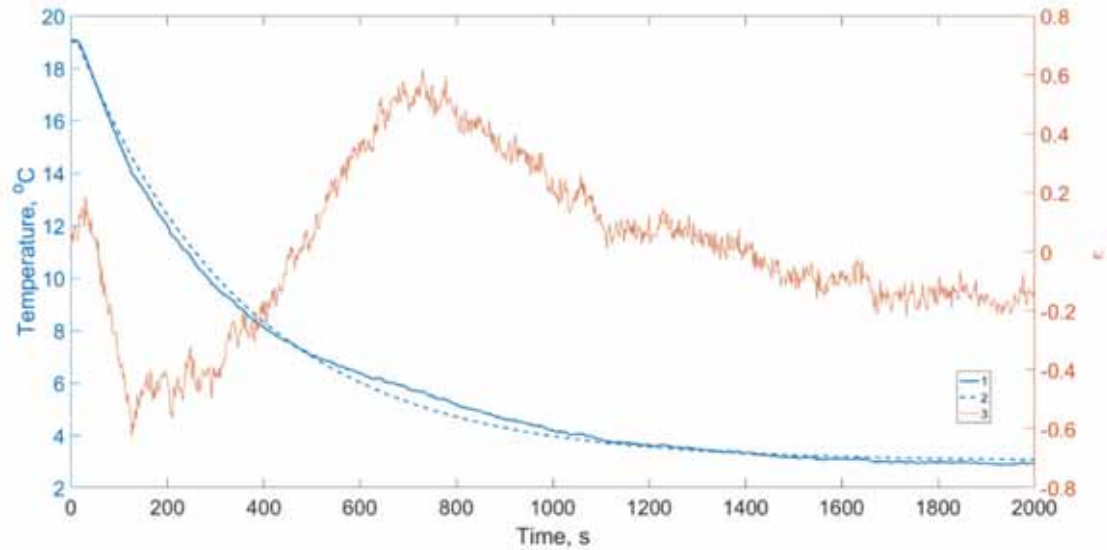
Wstęp

Jedną z możliwości ograniczenia zużycia energii w procesie wymiany ciepłą jest optymalizacja algorytmu sterowania [1,2]. W zakresie sterowania, a szczególnie jakości sterowania jest dostępna obszerna literatura, w której rozpatrują nie tylko klasyczne algorytmy sterowania, ale modyfikacje ich i sztucznej inteligencji. Również obszerna literatura jest w zakresie optymalizacji nastaw tych regulatorów i ich wpływu na jakość sygnałów sterujących, co jest optymalizacją jednokryterialną algorytmów sterowania [3]. Nowość w przedstawionym opracowaniu stanowi analiza poprzez modelowanie i symulację komputerową optymalizacji algorytmu sterowania na etapie projektowania. Przez algorytm rozumie się tu sposób kształtowania sygnału sterującego. Za tę czynność w systemie sterowania odpowiedzialny jest regulator. Stąd poprzez zmianę typu regulatora uzyskuje się zmianę algorytmu sterowania. Analizowano sterowanie z wykorzystaniem regulatora relay i trzech wariantów regulatora PID. Algorytmy zamodelowano w programie Matlab-Simulink® i poprzez symulację komputerową poddano analizie proces sterowania prowadzony z ich użyciem.

Model symulacyjny obiektu sterowania

Wstępnym etapem opracowania modelu symulacyjnego obiektu sterowania była identyfikacja jego właściwości dynamicznych poprzez eksperymentalne wyznaczenie charakterystyki skokowej. Na początku eksperymentu obiekt znajdował się w stanie ustalonym – temperatura 19.0 °C. Aby wyznaczyć charakterystykę wywołano wymuszenie poprzez skokowy wzrost podawanej do układu mocy o wartości ΔP = 100 W. Reakcja obiektu na wymuszenie w postaci obniżenia temperatury w obiekcie do 2.8 °C, to charakterystyka skokowa. Rejestrowano ją do ustabilizowania się przebiegu.

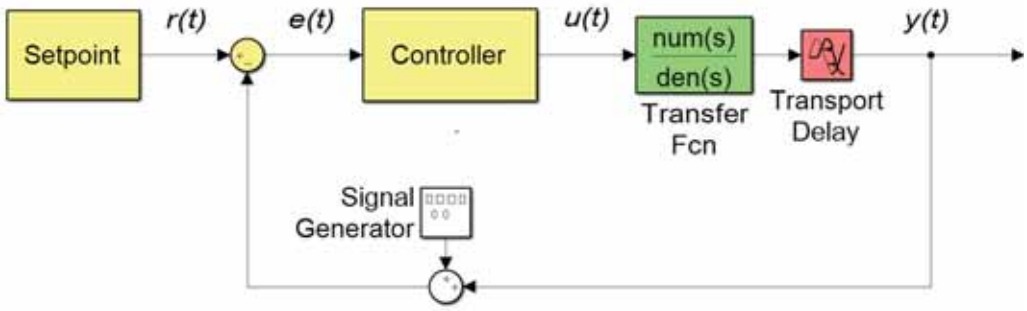
Na podstawie przebiegu wyznaczono model transmitancyjny obiektu sterowania. Przebiegi charakterystyk rzeczywistej i obliczonej z wykorzystaniem modelu oraz błąd modelu zilustrowano na rys. 1 [4,5].



Rys. 1. Właściwości dynamiczne obiektu sterowania: 1 – odpowiedź obiektu rzeczywistego na wymuszenie, 2 – odpowiedź modelu obiektu na symulowane wymuszenie, 3 – stopień niedoskonałości ε

Model symulacyjny układu sterowania

Założenia dla systemu obejmują utrzymywanie wartości sterowanej na zadanym, stałym poziomie, odporność na czynnik zakłócający, która stanowi wskaźnik niezawodności systemu i optymalne zużycie energii w procesie. W pracy analizowano sterowanie w klasycznym zamkniętym układzie sterowania (rys. 2) [6].



Rys. 2. Schemat blokowy układu sterowania

Przedstawione na schemacie bloki funkcjonalne pełnią następujące funkcje: setpoint reprezentuje zadany przebieg temperatury, controller to transmitancja regulatora. Transfer Fcn i transport delay symbolizują obiekt sterowania. Blok controller reprezentuje algorytmy regulatorów, które testowano w aspekcie optymalizacji układu sterowania. Analizowano sterowanie z wykorzystaniem następujących regulatorów: relay, PID, interactive PID i PID+DD. W pętli sterowania znajduje się również dodatkowy blok, nie będący częścią struktury układu – jest to signal generator. Blok ten symuluje oddziaływanie zakłócające. Jego obecność podczas badań symulacyjnych umożliwia analizę wpływu sygnału zakłócającego na jakość sterowania. Ponadto na schemacie przedstawiono następujące sygnały: wartości zadanej *r(t)*, błędu regulacji *e(t)*, sterujący *u(t)* i wyjściowy systemu *y(t)*. Zamodelowany system (rys. 3) stanowił bazę dla symulacji komputerowej umożliwiającej dobór nastaw dla regulatorów i analizę jakości sterowania.

Badania symulacyjne i wyniki

Modele obiektu i systemu sterowania poddano symulacjom komputerowym. Dla symulacji przyjęto czas trwania procesu 250 minut. Sygnał zadany kształtowany był według algorytmu przewidującego osiągnięcie temperatury 15 °C utrzymanie jej przez 83 minuty, następnie obniżeniu jej do 10 °C i podtrzymanie przez następne 83 minuty a w dalszej kolejności spadek temperatury do 5 °C i utrzymanie tej wartości przez kolejne 83 minuty.

Na podstawie badań symulacyjnych stwierdzono obserwowalne związki pomiędzy rodzajem algorytmu sterowania a wartością sumarycznego zużycia energii w procesie wymiany ciepła z użyciem ogniwa Peltiera. Podczas analizy za punkt odniesienia przyjęto algorytm sterowania typu relay co przy uwzględnieniu małej histerezy i procesach o dużej inercji daje efekt idealnego rozwiązania pod względem jakości sterowania.

Literatura

[1] Najafi, H.; Woodbury, K. A. Optimization of a Cooling System Based on Peltier Effect for Photovoltaic Cells. Solar Energy 2013, 91, 152–160. https://doi.org/10.1016/j.solener.2013.01.026.
[2] Enescu, D.; Spertino, F. Applications of Hybrid Photovoltaic Modules with Thermoelectric Cooling. Energy Procedia 2017, 111, 904–913. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.253.
[3] Ziółkowskia, E.; Śmierciak, P. Comparison of Energy Consumption in the Classical (PID) and Fuzzy Control of Foundry Resistance Furnace. Archives of Foundry Engineering 2012, 12 (3), 129–132. https://doi.org/10.2478/v10266-012-0095-9.
[4] Knaga, J., et al.: Optimisation of Energy Use in Bioethanol Production Using a Control Algorithm. Processes 2021, 9 (2). https://doi.org/10.3390/pr9020282.
[5] Tarnowski, W. Projektowanie układów regulacji automatycznej. Ciągłych z liniowymi korektorami ze wspo-maganiem za pomocą Matlab'a.; Uczelniane Politechniki Koszalińskiej: Koszalin, 2008.
[6] Tadeusiewicz, R. Biocybernetyka: metodologiczne podstawy dla inżynierii biomedycznej; Wydawnictwo Naukowe PWN: Warszawa, 2014.

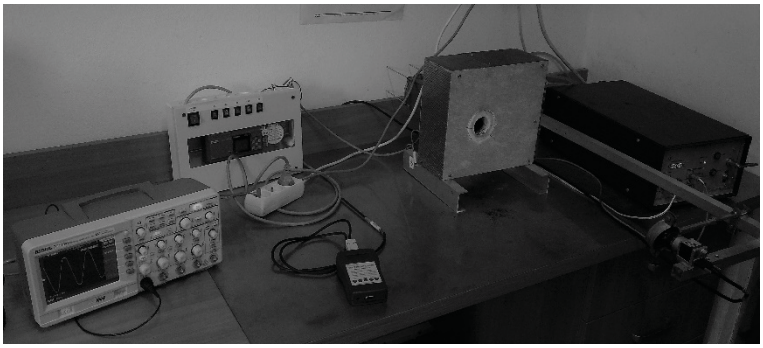
ANALIZA UKŁADU STEROWANIA PIECEM INDUKCYJNYM

Stanisław LIS, Marcin TOMASIK, Tomasz DRÓŻDŻ

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Od wielu lat obserwuje się wzrost udziału energii ze źródeł odnawialnych w pokryciu zapotrzebowania na moc. Jednym ze źródeł tego typu energii jest biomasa dostępna najczęściej w postaci pelletu lub brykietu [1]. Polska jest piątym na świecie producentem pelletu drzewnego, roczna produkcja wynosi ok. 1,5 mln ton. Ważnym parametrem związanym z procesem spalania biomasy w paleniskach kotłów jest temperatura płynięcia popiołu. Jej przekroczenie powoduje stopienie popiołu i zalanie rusztu. W celu utrzymania prawidłowych warunków eksploatacji kotła, zachodzi konieczność indywidualnego określenia temperatury płynięcia popiołu dla poszczególnych partii biomasy przeznaczonej do spalania. Możliwe jest tu zastosowanie pieca indukcyjnego (rys. 1), który pozwoli na oznaczanie topliwości popiołu w wysokiej temperaturze metodą rurową [2].



Rys. 1. Piec indukcyjny do oznaczania topliwości popiołu z biopaliw stałych

Aby precyzyjnie kontrolować przebieg analizy płynięcia popiołu niezbędne jest zaprojektowanie systemu sterowania zapewniającego uwzględnienie indywidualnych cech obiektu sterowania – pieca indukcyjnego. W tym celu zamodelowano układ sterowania w programie Matlab-Simulink® i poprzez symulację komputerową poddano analizie proces sterowania. Analizowano sterowanie z wykorzystaniem regulatora relay i trzech wariantów regulatora PID tj. równoległego PID, szeregowego PID i PID+DD. Badania symulacyjne prowadzono w aspekcie doboru optymalnego algorytmu sterowania dla procesu.

Identyfikacja obiektu sterowania i model symulacyjny

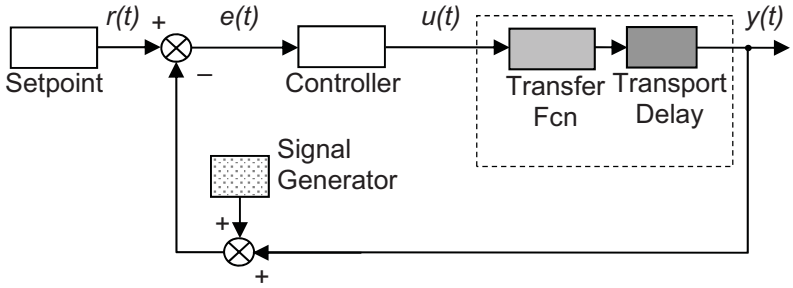
Wstępnym etapem opracowania modelu symulacyjnego obiektu i układu sterowania była identyfikacja właściwości dynamicznych obiektu poprzez eksperymentalne wyznaczenie charakterystyki skokowej. Na jej podstawie sformułowano modelu transmitancyjny analizowanego pieca indukcyjnego *G(s)* (1):

$$G(s) = k_{ob} \cdot \frac{1}{T_S+1} \cdot e^{-T_{os}} \tag{1}$$

gdzie: T to wartość stałej czasowej, To oznacza opóźnienie, k_{ob} jest współczynnikiem wzmocnienia statycznego obiektu – obliczono go jako stosunek zmiany sygnału wyjściowego (Δy) do zmiany sygnału wejściowego (Δx) [2, 3].

Struktura układu sterowania

Dla sterowania temperaturą pieca indukcyjnego przewidziano klasyczny układ sterowania. Jego strukturę przedstawiono w postaci schematu blokowego na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat blokowy układu regulacji

Badania symulacyjne

Jakość sterowania oceniano na podstawie wartości całkowych wskaźników jakości. *WJS1* to całka z wartości bezwzględnej błędu regulacji (2), *WJS2* to całka z wartości bezwzględnej pochodnej sygnału sterującego (3) [5, 6]:

$$WJS1 = \int_{tp}^{t_f} |e| dt \tag{2}$$

$$WJS2 = \int_{t_p}^{t_f} \left| \frac{du}{dt} \right| dt \tag{3}$$

gdzie: e – błąd regulacji, – $\frac{du}{dt}$ pochodna sygnału sterującego, t – czas, tp – początek interwału czasowego sterowania, tf – koniec interwału czasowego sterowania.

Wyniki

Analizie poddano działanie zamodelowanego układu sterowania w warunkach idealnych tj. bez obecności zakłóceń oraz z uwzględnieniem sygnału zakłócającego o przebiegu losowym (blok Signal Generator na rys. 2) – jego parametry były następujące: wartość częstotliwości wynosiła 0,002 [Hz] a amplituda odpowiednio: 1 %, 3 % i 5 % maksymalnej amplitudy sygnału zadanego.

Sygnał zadany temperatury kształtowany był według algorytmu przewidującego przyrost temperatury do wartości docelowej 1200 [°C] z prędkością 10 [°C·min^{-1}] a następnie utrzymanie tej wartości przez 15 [min]. Taki przebieg sterowania miał na celu logiczne potwierdzenie poprawności działania zamodelowanego systemu, nie odnosi się on do określonego rzeczywistego procesu.

Zaproponowana metodyka prac koncepcyjnych umożliwia rozwój projektu układu sterowania w oparciu o modele obiektu i układu sterowania.

Literatura

[1] Kalembasa, D.: Ilość i skład chemiczny popiołu z biomasy roślin energetycznych. Acta Agrophysica 2006, 909–914.
[2] PN-ISO 540:2001: Paliwa Stałe, Oznaczanie Topliwości Popiołu w Wysokiej Temperaturze Metodą Rurową.
[3] Tarnowski, W.: Projektowanie układów regulacji automatycznej. Ciągłych z liniowymi korektorami ze wspo-maganiem za pomocą Matlab'a.; Uczelniane Politechniki Koszalińskiej: Koszalin, 2008.
[4] Tadeusiewicz, R.: Biocybernetyka: metodologiczne podstawy dla inżynierii biomedycznej; Wydawnictwo Naukowe PWN: Warszawa, 2014.
[5] Ziółkowskia, E.; Śmierciak, P.: Comparison of Energy Consumption in the Classical (PID) and Fuzzy Control of Foundry Resistance Furnace. Archives of Foundry Engineering 2012, *12* (3), 129–132. https://doi.org/10.2478/v10266-012-0095-9.
[6] Knaga, J., et al.: Optimisation of Energy Use in Bioethanol Production Using a Control Algorithm. Processes 2021, *9* (2). https://doi.org/10.3390/pr9020282.

MATA ZE ZINTEGROWANYM SYSTEMEM CZUJNIKÓW TEKSTRONICZNYCH DO STOSOWANIA W OPIECE NAD OSOBAMI STARSZYMI

Ewa ŁADA-TONDYRA, Adam JAKUBAS

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

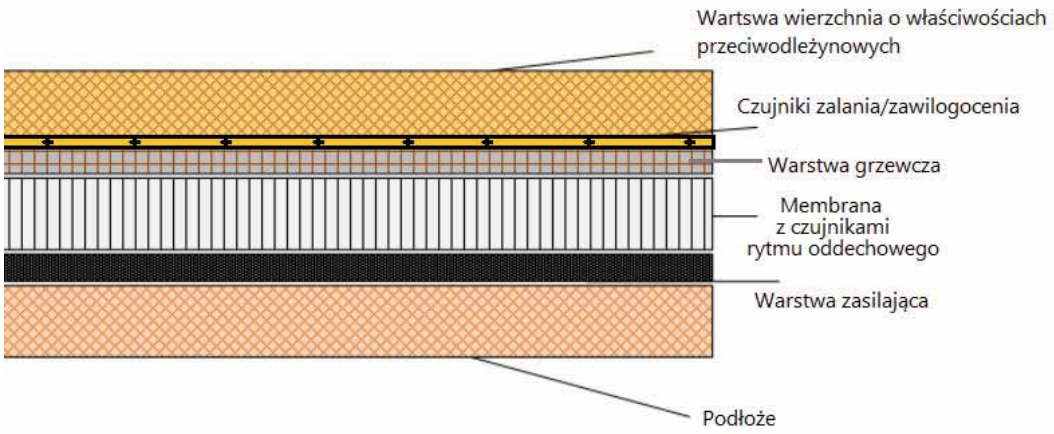
Wprowadzenie

Tekstronika jest szeroko stosowana w medycynie i ochronie zdrowia [1]. Zminiaturyzowane specjalistyczne systemy elektroniczne zintegrowane z materiałem tekstylnym umożliwiają kontrolę temperatury ciała [2-4], tętna i częstości oddechów [4-7] oraz ocenę obecności szkodliwych gazów w otoczeniu. Wykorzystuje się również właściwości bakteriobójcze materiałów tekstronicznych [8,9] czy możliwości ekranowania pola elektromagnetycznego [10].

Od piętnastu lat obserwuje się intensywny wzrost udziału osób starszych w populacji Polski. Jeszcze w 2005 r. udział ten wyniósł 17,2%, a w 2019 r. ukształtował się na poziomie 25,3% [11]. Podobna tendencja utrzymuje się w rozwiniętych krajach Zachodu – np. w Niemczech jest to ponad 20 procent, a w USA ponad 15 procent. Demografowie przewidują, że tendencja ta będzie się utrzymywać i seniorzy będą stanowić ok. jednej czwartej ludności naszego kraju. Jednak, choć żyjemy coraz dłużej, to zaledwie 2,2% osób w wieku senioralnym uznało swój stan zdrowia jako bardzo dobry. Duże braki kadrowe przy opiece nad seniorami już teraz wiążą się z obniżeniem jakości życia osób starszych. Jednym z najważniejszych, ale i najtrudniejszych zadań w opiece nad osobą leżącą jest dbanie o higienę i czystość. Jest to ważne z medycznego punktu widzenia, aby zapobiec infekcjom i odleżynom. Uzupełnieniem higieny osobistej jest zadbanie o komfort termiczny. Wszystkie te czynniki wpływają także na samopoczucie seniora. Nowoczesne rozwiązania tekstroniczne są w stanie pomóc zapewnić łatwiejszą opiekę nad osobami starszymi oraz zwiększyć komfort ich życia, szczególnie w przypadku osób leżących.

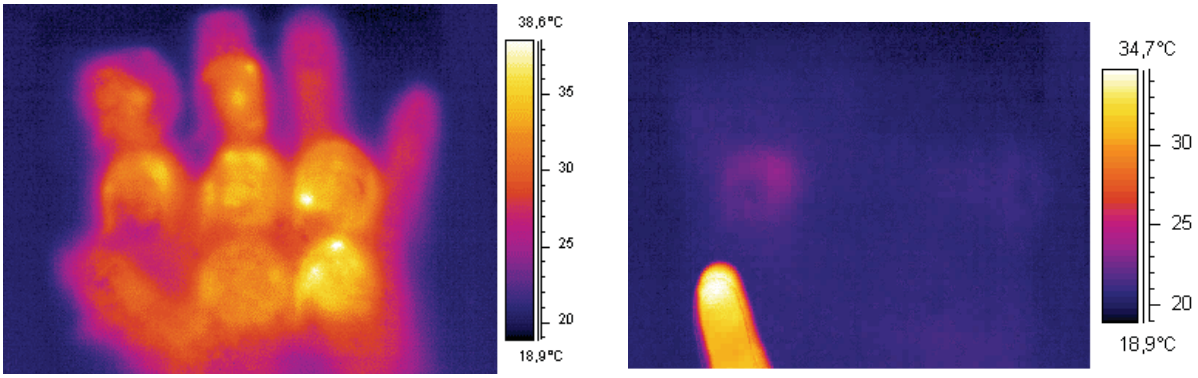
Konstrukcja

Proponowana mata ze zintegrowanym systemem czujników tekstronicznych stanowi połączenie systemu monitoringu funkcji życiowych, materaca przeciwodleżynowego oraz koca termicznego. Rozwiązanie zakłada konstrukcję wielowarstwową i wielopolową (rys. 1).



Rys. 1. Konstrukcja wielopolowa

Mata składa się z sześciu warstw, licząc od spodu: materiału podłoża, warstwy zasilającej, membrany z czujnikami oddechowymi, warstwy grzewczej, warstwy z czujnikami zawilgocenia, warstwy wierzchniej-przeciwodleżynowej. wyposażoną w warstwę przeciwodleżynową, czujniki rytmu oddechowego, czujniki zalania, warstwę grzewczą oraz układ radiowego przesyłania danych. Umożliwi to zarówno stałą kontrolę wybranych parametrów fizjologicznych, jak i otoczenia osoby monitorowanej. Poszczególne warstwy charakteryzują się różną funkcjonalnością i sposobem wykonania. Czujniki zalania oraz czujnik oddechu zostały wykonane z włókien elektroprzewodzących. Ich działanie opiera się na pomiarach rezystancji, która zmianie się odpowiednio: pod wpływem wilgoci oraz pod wpływem nacisku klatki piersiowej. Dodatkowo, aby zwiększyk zmiany rezystancji czujnika oddechowego, został on wykonany na osnowie membrany dystansowej. Moc warstwy grzewczej jest regulowana i można ją dostosować do potrzeb użytkownika. Założeniem warstwy grzewczej jest grzanie tylko w miejscach przyłożenia nacisku (rys. 2).



Rys. 2. Funkcja grzewcza maty - badania termograficzne

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019 - 2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN

Literatura

[1] SKRZETUSKA, Ewa. Trendy rozwojowe w tekstronice–Rozwiązania tekstroniczne dla ochrony zdrowia. Przegląd Elektrotechniczny, 2014, 90.4: 34-40.
[2] FRYDRYSIAK, Michał. Pomiary temperatury skóry jako etap projektowania specjalistycznej odzieży tekstronicznej. Acta Bio-Optica et Informatica Medica. Inżynieria Biomedyczna, 2015, 21.2.
[3] SIBIŃSKI, M.; CIUPA, E. Tekstroniczne czujniki temperatury. Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania, 2010, 51.10: 122-123.
[4] JAKUBAS, Adam, et al. Koncepcja tekstronicznego systemu do pomiarów funkcji życiowych małych dzieci. Przegląd Elektrotechniczny, 2015, 12: 121-124.
[5] PARADISO R., Wearable health care system for vital signs monitoring,Conference Proceedings. 4th International IEEE EMBS Special Topic Conference on Information Technology Applications in Biomedicine 2003, Birmingham (2003), 283-28
[6] ZIĘBA, Janusz; FRYDRYSIAK, Michał. Badania doświadczalne i symulacyjne światłowodowego czujnika rytmu oddechu. Pomiary Automatyka Kontrola, 2007, 53: 83-87.
[7] OSTROWSKI, J., et al. System tekstroniczny do pomiaru częstości oddechu. Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania, 2017, 58.10.
[8] MATYJAS-ZGONDEK, E., et al. Antibacterial properties of silver-finished textiles. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 2008, 5 (70): 101--107.
[9] LADA-TONDYRA, Ewa; JAKUBAS, Adam. The Concept of a Textronic System Limiting Bacterial Growth. In: 2018 Progress in Applied Electrical Engineering (PAEE). IEEE, 2018. p. 1-4.
[10] ZIAJA, Jan, et al. Elastyczne materiały stosowane w technice ekranowania pola elektromagnetycznego. Przegląd Elektrotechniczny, 2018, 94.
[11] Sytuacja osób starszych w Polsce w 2019 r. Urząd Statystyczny w Białymstoku pod kierunkiem Ewy Kamińskiej Gawryluk, Zespół autorski: dr hab. Dorota Wyszkowska, Magdalena Gabińska, Sylwia Romańska, data publikacji:12.05.2021

THE RESEARCH AND THE ANALYSIS OF ELECTROMAGNETIC FIELD SHIELDING PROPERTIES OF THE TEXTILE MATERIALS WITH AN ELECTROCONDUCTIVE COATING

Ewa ŁADA-TONDYRA, Adam JAKUBAS, Michał FIGIEL

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

The development of technology in the field of new textronic materials allows for their wider application in everyday use. Due to their innovation, textronic materials have found a number of applications [1]. Hence the authors' interest in the use of textiles with an electroconductive coating as screens of non-ionizing electromagnetic fields. There are many artificial sources of high-frequency electromagnetic radiation in the human environment. The increase in the number of devices based on Wi-Fi, GSM and LTE technologies results in an increased emission of electromagnetic radiation. The health hazard associated with the artificial electromagnetic field is the subject of research in both medical and physical sciences. This causes a growing interest in effective and economical methods of protection against the influence of electromagnetic fields [2,3]. Thanks to the use of textronic materials, it is possible to obtain a flexible cover with appropriate strength, elasticity and, above all, the required functionality, which is the elimination of undesirable interference and electromagnetic radiation.

For the purposes of the work, samples of knitted fabrics with different fiber structure and weave density were prepared, which were then sprayed with aluminum layers in the vacuum metallization process. Among the different materials, five of them were chosen: denim due to the dense and strong weave, and commonly associated strength, glass fiber due to the textile construction and durable fibers, silk due to the density of the weave and the delicacy and softness of the fibers, and two types textile meshes, one soft and the other rigid, due to the common use of materials of this type (Fig.1).

Fig. 1. Samples of knitted fabrics

The setting of the metallization thresholds for the samples was established with the metallization technology (Fig.2) , the time thresholds for the ionization time are 300 s, while the vacuum for the evaporation step was 9 10-4 mbar, for which the pump set had a specified time of 500 s to achieve. aluminum was sputtered in 5 layers per sample.

Fig. 2. Metallization technology- vacuum metallizer with samples

The work examined material properties of samples, shielding effectiveness and measurements of volume and surface resistance. As part of the analysis of measurements, the resistance values for individual materials were compared, and the rationality of spraying subsequent aluminum layers in order to assess the possibility of obtaining the shielding properties of individual materials.

Acknowledgment
The research was supported by the National Centre for Research and Development of Poland, grant, No. LIDER/11/0049/L-10/18/NCBR/2019.

References:
[1] Lada-Tondyra, E.; Jakubas, A. Modern Applications of Textronic Systems. Prz. Elektrotechniczny 2018, 94, 198–201.
[2] Geetha, S., Satheesh Kumar, K. K., Rao, C. R., Vijayan, M., Trivedi, D. C. EMI shielding: Methods and materials—A review. J. Appl. Polym. Sci. 2010, Vol. 112, No. 4, pp. 2073-2086
[3] Bambynek, D., Jakubas, A., Jablonski, P. (2017). Examination of the possibilities to shield the electromagnetic field by selected polymer composites. Przegląd Elektrotechniczny, 2017(01), 121-124.

BODY SURFACE POTENTIAL MAPPING TIME SERIES RECOGNITION USING CONVOLUTIONAL AND RECURRENT NEURAL NETWORKS

Łukasz MACIURA[2], Wojciech ROSA[1], Dariusz WÓJCIK[2], Przemysław ADAMKIEWICZ[3], Tomasz RYMARCZYK[2,3]

[1]Lublin University of Technology

[2]Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

[3]University of Economics and Innovation, Lublin

Introduction

This paper presents a biomedical time series from Body Surface Potential Mapping recognition using various structures of convolutional and recurrent neural networks. The several options of neural network structures were compared: one-dimensional convolutional neural network, Long - Short Term Memory neural network, Gated Recurrent Unit neural network.

The Body Surface Potential mapping [1] is the technique that has more sensors than the standard ECG signal and enables the reconstruction of potential on the patient's heart to detect heart diseases. The BSPM vest used in the experiments described in this paper contains 102 sensors and is presented in Figure 1.

Fig. 1. Sample of BSPM vest (Figure comes from [1])

There are a lot of available time-series recognition tools. The best approach belongs to deep learning approaches. One dimensional convolutional neural network [2] could be applied along the time axis. The recurrent neural networks as Long Short-Term Memory (LSTM) [3], Gated recurrent unit (GRU) [5] are also used for time-series recognition. These recurrent networks can be joined with CNN and dense networks in one common model. Recently Numenta company researched new, more brain-inspired neural networks. Their product called Hierarchical Temporal Memory described in book [7] works like a human neocortex and it is useful for anomalies detection in time series. The deep learning approaches were widely applied to standard ECG signal recognition. In the paper [8], the one-dimensional convolutional neural network for diagnosis based on ECG signal was used. The connection of convolutional and GRU neural networks was used to inter-patient classification in [9]. In the paper [10] the LSTM networks were used to ECG signal interval segmentation. The data was generated with the use of hardware made phantom to which an ECG simulation

device was connected. Next, the data was labeled according to the heard disorder that was simulated. The data contains signals belonging to different classes: normal sinusoidal ECG, ventricular tachycardia (V-tach), atrial fibrillation (A-fib), a 180 bpm Tachycardia, a 30 bpm Bradycardia, premature ventricular contraction (PVC).

Results

The results on the continuous signal recognition algorithm using 1s frames and GRU model are obtained once again with the following settings:

Tab. 1. Final settings for model and continuous signal algorithm

Id	parameter	value
1	l	250
2	l_1	244
3	l_2	212

After training the model and testing of generated continuous signal the result of the continuous signal recognition algorithm is 98.27% of accuracy. The result was compared with the result of the "ordinary" algorithm obtaining 97.62% of accuracy. The "ordinary" continuous signal recognition algorithm has the following form. At the beginning the responses for one frame are obtained from only a single time window where a given frame is in the center of those:

$$R_{j,l} = r_l \quad (1)$$

where r_l is a response from the time window which has a center frame in the place of a given frame.

The output is calculated in a similar way to continuous signal recognition output:

$$O'_j = argmax(R_{j,l}) \text{ for } l \in < 0, n > \quad (2)$$

The accuracy of both algorithms (continuous signal recognition algorithm and "ordinary" algorithm) is calculated using the following equation:

$$\text{accuracy} = \frac{f_c}{f_{all}} \quad (3)$$

where:
f_c – is the number of correctly recognized frames,
f_{all} – is the number of all frames,
Both f_c and f_{all} not including the first and last 250 frames of signal.

The data used in the research is obtained using an ECG signal generator, however, we are working on the vest which allows us to obtain real data from patients with various heart disorders. There is still not enough research about Body Surface Potential Mapping signal recognition. Also in the paper, the signal was obtained from our BSPM equipment, so this research is strongly innovative. In the paper, the models of BSPM signal recognition are compared and the best model contained the GRU layer is chosen. The continuous signal recognition algorithm based on model response was also created. The algorithm created and described in this paper will be used in our medical expert system for the diagnosis of heart disorders.

References

[1] D. Wojcik et. al., Machine learning pathology detection with a body surface potential mapping, ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2020, ACM International Symposium on Wearable Computers, 2020
[2] Y. LeCun, Y.Bengio, Convolutional networks for images, speech and time series, Handbook brain theory neural networks, vol. 3361, np. 10, 1995
[3] S. Hichreiter, J. Schmidhuber, Long Short - Term Memory, Neural Computation 9(8), 1997
[4] X. Li, X. Wu, Long short - term memory based convolutional recurrent neural networks for large vocabulary speech recognition, CoRR, abs/161003165, 2016

[5] K. Cho, Learning Phrase Representations using RNN Encoder-Decoder for Statistical Machine Translation, arXiv:1406.1078
[6] J.Chung, C. Gulcehre, K. Cho, Y. Bengio, Empirical Evaluation of Gated Recurrent Neural Networks on Sequence Modeling, arXiv:1412.3555
[7] J. Hawkins, On Intelligence: Howa New Understanding of the Brain will Lead to the Creation of Truly Intelligent Machines, Times Books, 2004
[8] R. Avanzato, F. Beritelli, Automatic ECG Diagnosis Using Convolutional Neural Network, Electronics, 2020
[9] L. Guo, G. Sim, B. Matuszewski, Inter Patient ECG Classification with Convolutional and Recurrent Neural Networks, Biocybernetics and Biomedical Engineering, 2019
[10] H. Abrishami, M. Campbell, R. Czosek, Supervised ECG Interval Segmentation Using LSTM Neural Network, Int'l Conf. Bioinformatics and Computational Biology | BIOCOMP'18, 2018

A NEW 3D LUNGS SEGMENTATION ALGORITHM OF CT SERIES BASED ON 2D CHAN – VESE

Łukasz MACIURA[2], Wojciech ROSA[3], Dariusz WÓJCIK[2], Tomasz RYMARCZYK[2,3], Michał MAJ[2,3], Edward KOZŁOWSKI[1]

[1]Lublin University of Technology, Lublin

[2]Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

[3]University of Economics and Innovation, Lublin

Introduction

This paper presents a new 3D segmentation algorithm for lung segmentation tasks on CT series. The algorithm consists of a 2D stage (for each slice) which is performed parallelly and 3D postprocessing after merging to 3D. The 2D stage consists of 2D preprocessing, Chan - Vese segmentation, and 2D postprocessing. This algorithm was tested on the set of 60 CT series containing labeled data enable to its assessment. The results of the algorithm are close to deep learning approaches. This algorithm will be an element of a commercial expert system for medical applications where some patient assessment will be necessary based on segmented human organs.

The CT image segmentation tasks are very useful in medical expert systems nowadays. Below presented lungs segmentation algorithm was created as a part of a medical expert system needing lungs volume calculation for the patient based on CT DICOM images. There are a lot of segmentation algorithms that can be used in medical imaging. One of the most popular algorithms used in medical image segmentation is the active contour algorithm [1]. The other image segmentation algorithms are also useful: level set algorithm [2], [3], random walker algorithm [4] and others. In the paper, [5] the segmentation of lungs in X-ray image using among others level set method is presented. In the MatLab tutorial [6] the lungs segmentation using Chan - Vese 3D algorithm is presented. Some elements of the preprocessing stage in the created lungs segmentation algorithm are similar. Nowadays the best accuracy algorithms are using deep learning segmentation [7] but as will be shown in this paper using traditional image segmentation algorithms, we can achieve similar accuracy. During the creation of the CT segmentation algorithm, a special kind of active contour algorithm but without edges: the Chan - Vese algorithm [8] was used. The medical image segmentation algorithms could be assessed and compared each other using many measures [9] as DICE, Jaccard, sensitivity, specificity, fallout, FNR, precision, FMS, accuracy measures but the most commonly used measure to compare the medical image segmentation algorithm is a DICE coefficient.

Results

The result of the algorithm is in the form of a 3D binary image. The sample visualization (after mesh creation) can be seen in the Fig. 1. The result binary images are compared with labeled images by using the most popular metric for that purpose: DICE. The method was evaluated on the 2017 AAPM Thoracic Auto-segmentation Challenge [10]. The dataset used for algorithm development and testing contains 60 series (one series per patient) and was divided by the organizers to training dataset (containing 36 series) and test dataset (containing 24 series). Finally, on the training dataset, the DICE average of 96.99 was achieved while on the test dataset the DICE average of 96.68 was achieved. These results are close to results achieved by the deep learning approach [11], [12].

The algorithm uses the Chan - Vese 2D segmentation algorithm with several own preprocessing and postprocessing stages which creates an integrally original scientific solution. It has a high accuracy close to deep learning solutions. Since there are still some possibilities of further improvement of the algorithm the accuracy could be better and could even exceed the accuracy of deep learning solutions. This algorithm will be an element of a commercial expert system for medical applications where some patient assessment will be necessary based on segmented human organs.

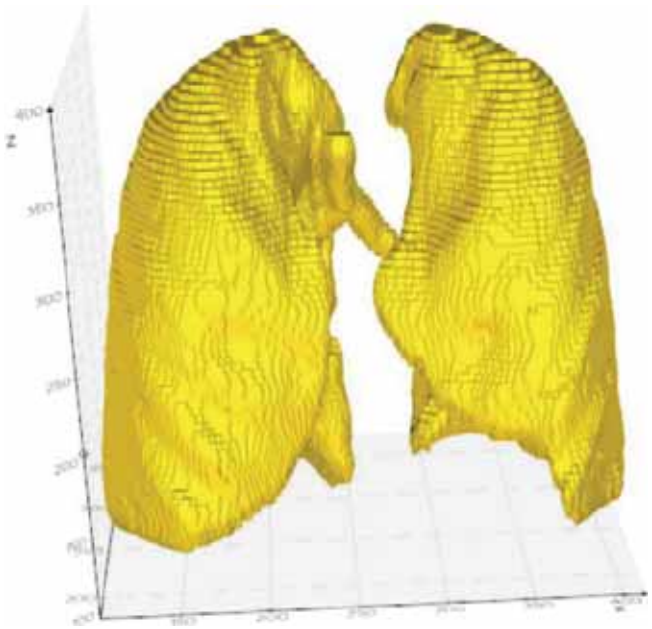


Fig. 1. 3D visualization of sample result of algorithm.

References

[1] M. Kass, A. Witkin, D. Terzopoulos, *Snakes: Active contour models*, International Journal of Computer Vision, 1988

[2] S. Osher, R. Fedkiw, *Level Set Methods and Dynamic Implicit Surfaces* Springer, New York, 2003

[3] X. Jiand, R. Zhang, S. Nie, *Image Segmentation Based on Level Set Method* 2012 International Conference on Medical Physics and Biomedical Engineering

[4] Leo Grady, *Random walks for image segmentation*, IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. 2006

[5] P. Annangi, S.R. Thiruvenkadam, X. Sun, L. Mao, *Aregionbasedactive contour method for x-ray lung segmentation using prior shape and low-level features* IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: from nano to macro. IEEE International Symposium on Biomedical Imaging, Jan. 2010

[6] *Segment Lungs from 3-D Chest Scan*, https://www.mathworks.com/help/images/segment-lungs-from-3-d- chest-mri-data.html

[7] Y. Leietal, *DeepLearninginMulti-organSegmentationarxiv.org*,2020

[8] T. F. Chan, L. A. Vese, *Active Contours Without Edges*, IEEE Trans-Actions on Image Processing, vol. 10, no. 2, February 2001

[9] A. Aziz Taha, A. Hanbury, *Metrics for evaluating 3D medical image segmentation: analysis, selection, and tool*, BMC Medical Imaging, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4533825/

[10] 2017 AAPM Thoracic Auto-segmentation Challenge, http://aapmchallenges.cloudapp.net/competitions/3, accessed 2020.10.12

[11] Y. Lei et al., Deep Learning in Multi-organ Segmentation arxiv.org, 2020

[12] X. Dong et al., Automatic multi-organ segmentation in thorax CT images using U-net-GAN Medical Physics, 46(5), 2157–2168. https://doi.org/10.1002/mp.13458

DEEP DBAR ALGORITHM CORRECTION FOR IMAGE RECONSTRUCTION IN IMPEDANCE TOMOGRAPHY

Łukasz MACIURA[1], Dariusz WÓJCIK[1], Barbara STEFANIAK[1], Wojciech ROSA[2], Michał MAJ[1,3], Tomasz RYMARCZYK[1,3]

[1]Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

[2]Lublin University of Technology

[3]University of Economics and Innovation, Lublin

Introduction

This paper presents a new algorithm where the UNet convolutional neural network was used to correct DBar algorithm results using UNet model. Instead of the DBar algorithm another EIT reconstruction algorithm was used in the context cooperation with impedance tomography to measure details in EIT reconstruction. The algorithm uses machine learning to enhance the tomographic images obtained with the deterministic algorithm. The final result contains much less noise and the position of the objects is much better defined, unlike in the deterministic approach.

The paper shows how the reconstruction obtained with the hybrid tomograph can be enhanced to show more details. The goal of this paper is to present a solution that will be used in the context of medical tomography, where the EIT system along with the developed algorithm will be used to obtain high-resolution tomography images of the bladder.

The EIT reconstruction is a very hard problem that depends on their construction of image scene based on vector obtained from multiple measurements using Electrical Impedance Tomography sensors. Several AI methods were used for such tasks. In the paper, [1] the logistic regression using elastic net was used for EIT reconstruction. In the paper, [2] the several ANN (artificial neural network) is used for image reconstruction. In the paper, [3] the sample of applied CNN network in EIT was shown. The method based on deep autoencoders is described in the article [4]. This paper uses deep autoencoders to reconstruct lungs object based on EIT. Another solution using autoencoders is presented in the paper [5,6]. This network consists of two parts (potential vector encoder and logistic regression layers) trained separately. Nowadays, the multiple ANN EIT reconstruction solutions are based on deep convolutional neural networks. One of these solutions [7] is based on reconstructions obtained using deterministic method D-Bar and uses UNet deep convolutional neural network [8] for correction of these solutions. The advantage of this method is the fact that training input and output data are images and the fact that we can use this method for the correction of results from other reconstruction methods [9-15].

Results

Instead of DBAR reconstruction algorithm the very fast algorithm designed (method with measures regularization by Gram Shmidt ortagonalization for inverse sensitivity matrix designated by Kotre's method) was used [14]. For each image of a scene, the EIT simulation was run, and 192 elements potential vectors were generated. To obtain potential vectors based on generated scenes with circles and squares the EIT simulation algorithm by means finite element method with square shapes was used. The sample results obtained on the test data set we can see in the Figure 1.

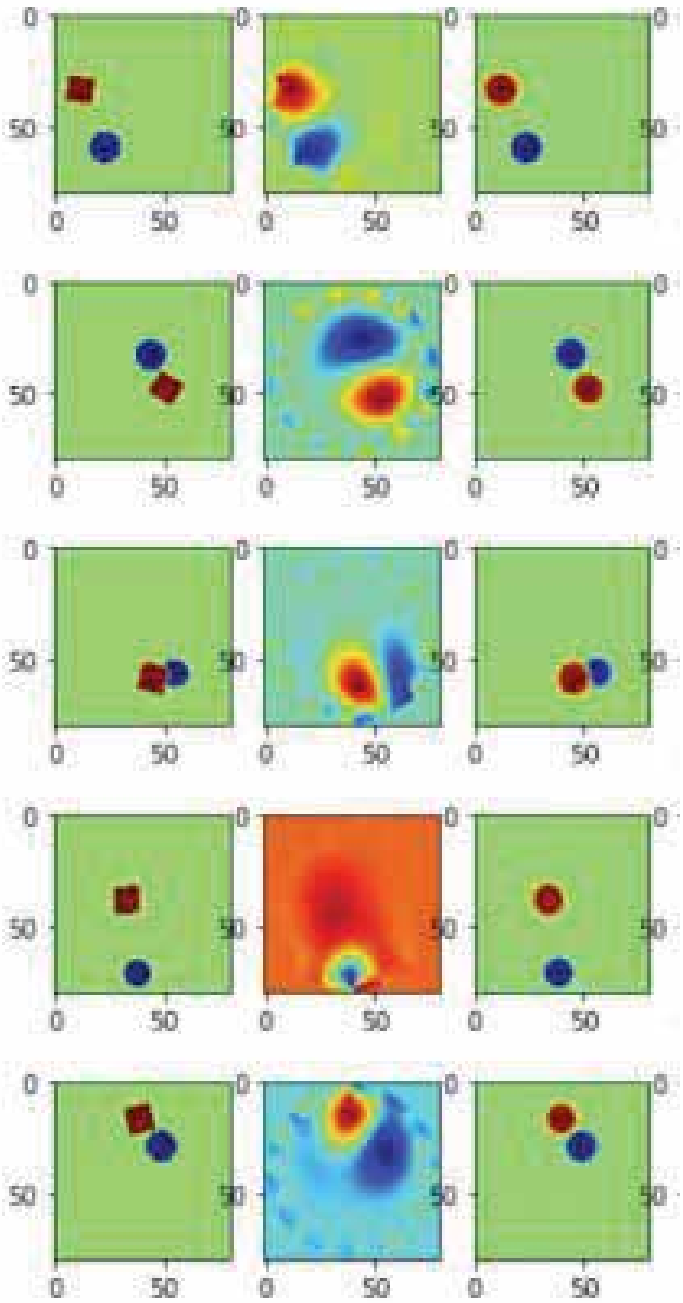


Fig. 1. Sample results of network (columns: 1 – reference images, 2 - initial EIT reconstructions, 3 - network outputs)

References

[1] E. Kozlowski, T. Rymarczyk, G. Klosowski, T. Cieplak, Logistic regression in image reconstruction in electrical impedance tomography.

[2] G. Klosowski, T. Rymarczyk, P. Tchorzewski, P. Bednarczuk, M. Kowalski, Neural hybrid tomograph for monitoring industrial reactors.

[3] G. Klosowski, T. Rymarczyk, Using neural networks and deep learning algorithms in electrical impedance tomography.

[4] J. K. Seo et. al., Learning-Based Method for Solving Ill-Posed Nonlinear Inverse Problems: A Simulation Study of Lung EIT.

[5] X. Li, Y. Lu, J. Wang, X. Dang, Q. Wang, X. Duan, Y, Sun An image reconstruction framework based on deep neural network for electrical impedance tomography.

[6] X. Li. et. al., A novel deep neural network method for electrical impedance tomography.

[7] S. J. Hamilton and A. Hauptmann, Deep D-bar: Real-time Electrical Impedance Tomography Imaging with Deep Neural Networks.

[8] O. Ronneberger, P. Fischer and T. Brox, U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation.
[9] E. Malone, G. S. dos Santos, D. Holder and S. Arridge, A Reconstruction-Classification Method for Multifrequency Electrical Impedance Tomography.
[10] T. A. Khan, S.H. Ling, Review on Electrical Impedance Tomography: Artificial Intelligence Methods and its Applications
[11] Y. Fan, L. Ying, Solving electrical impedance tomography with deep learning.
[12] X. Fernandez - Fuentes, D. Mera, A. Gomez, I. Vidal-Franco Towards a Fast and Accurate EIT Inverse Problem Solver: A Machine Learning Approach
[13] S. J. Hamilton, J. L. Mueller and T. R. Santos, Robust computation in 2D absolute EIT (a-EIT) using D-bar methods with the 'exp' approximation.
[14] A. Adler, T. Dai, W. Lionheart, Temporal Image Reconstruction in Electrical Impedance Tomography, Physiological Measurement, Volume 28, Number 7, 2007.
[15] A. Aziz Taha, A. Hanbury, Metrics for evaluating 3D medical image segmentation: analysis, selection, and tool, BMC Medical Imaging, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4533825

WYKORZYSTANIE CZUJNIKÓW OPTOGEOMETRYCZNYCH DO IDENTYFIKACJI ZRÓŻNICOWANIA GŁĘBOKOŚCI SIEWU NASION

Juraj MAGA[1], Maksim STANKEVYCH[1], Pavol FINDURA[1,2], Paweł KIEŁBASA[3], Peter BARTOŠ[2]

[1]Katedra Maszyn i Inżynierii Biosystemów, Słowacki Uniwersytet Rolniczy w Nitrze

[2] Uniwersytet Południowoczeski w Czeskich Budziejowicach

[3] Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Wstęp

Głębokość siewu nasion jest dla współczesnych technologii produkcji bardzo ważna, co potęguje fakt wysokiej automatyzacji i robotyzacji czynności technologicznych. Prowadzane prace dotyczą możliwości zastosowania sensorów umożliwiających sterowanie głębokością siewu w czasie rzeczywistym. Tak realizowana funkcja regulacji głębokości siewu pozwala na automatyczną reakcję siewnika na zmianę warunków warstwy gleby w której umieszczane są nasiona. W warunkach krajowych Kogut [1] opracował metodę oceny głębokości pracy redlic siewników rzędowych stosując czujnik CORREVIT-H400/250 do pomiaru odległości między powierzchnią gleby w linii pracy redlicy a powierzchnią odniesienia oraz stosując czujnik typu CORREVIT-L3 do rejestracji prędkości roboczej siewnika i drogi przebytej podczas wyznaczania badanych parametrów. W artykule wykorzystując czujniki optyczne oraz czujniki ultradźwiękowe oceniono głębokość umieszczenia nasion w glebie dla dwóch rodzajów siewu tj. taśmowego i rzędowego uwzględniając prędkość roboczą oraz warunki zwięzłościowe podłoża. Ponadto stworzono mapy przestrzennego zróżnicowania mierzonego parametru w obrębie poligonu doświadczalnego, którego powierzchnia wynosiła 38 ha.

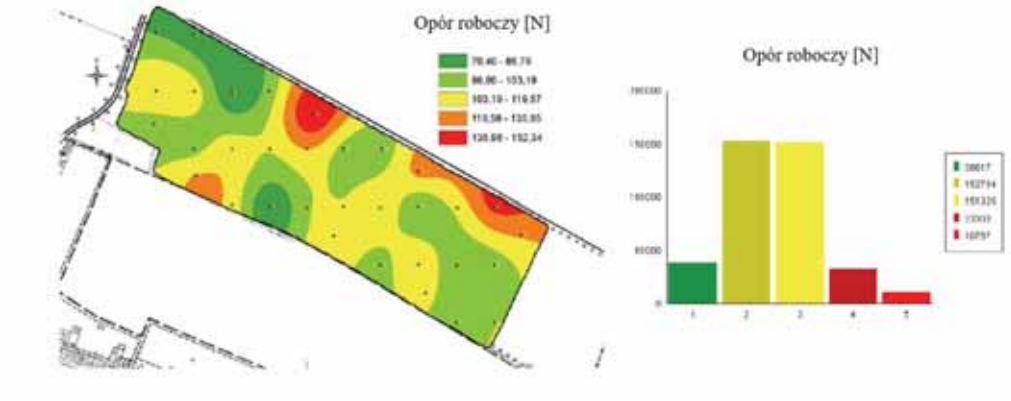
Cel, zakres i metodyka badań

Celem badań była identyfikacja zróżnicowania głębokości siewu siewnika punktowego KVERNELAND Accord Monopill S przy zastosowaniu czujników optycznych i ultradźwiękowych. Zakres badań obejmował pomiar w/w głębokości siewu przy różnych prędkościach roboczych siewnika oraz różnych parametrach gleby na której przeprowadzano siew a także właściwości geometrycznych nasion, które wysiewano. Przestrzenne zróżnicowanie czynników doświadczenia zwizualizowano przy pomocy odpowiednich map, które wykonano w programie Geometric 1.0 w układzie współrzędnych WGS 84 przy liczbie punktów próbkowania wynoszących 33 (rys.1)

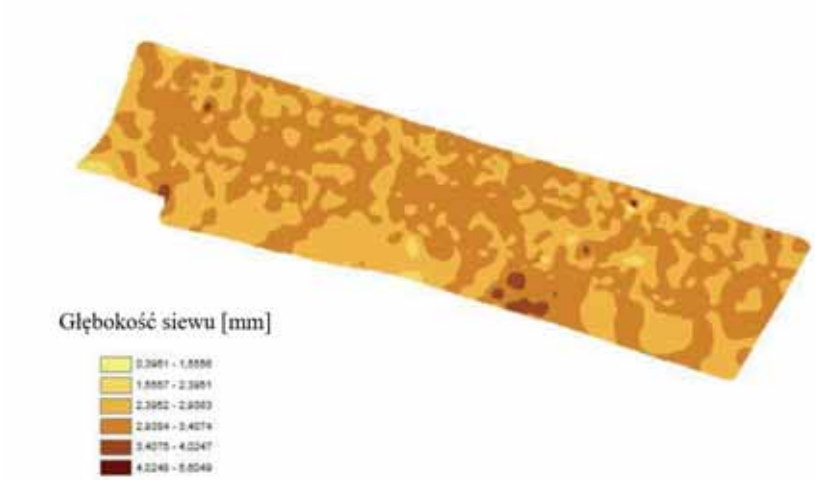
Rys. 1. Poligon doświadczalny

Wyniki badań i podsumowanie

Na rysunku 2 przedstawiono przestrzenne zróżnicowanie siły oporu poprzecznego gleby, natomiast na rysunku 3 przedstawiono przestrzenne zróżnicowanie głębokości siewu. Nie odnotowano istotnych zależności między oporem gleby a głębokością siewu.



Rys. 2. Przestrzenne zróżnicowanie oporu roboczego gleby na głębokości potencjalnego siewu nasion



Rys. 3. Przestrzenne zróżnicowanie głębokości siewu nasion

Stosowano również zróżnicowane prędkości jazdy agregatu, natomiast najmniejsza zmienność głębokości siewu odnotowano w zakresie prędkości od 4 km/h do 6 km/h. Stosowanie wyższych prędkości jazdy przekładało się na większą zmienność głębokości siewu i jego wypłycanie. Zastosowana metoda bezdotykowego pomiaru głębokości siewu daje większą dokładność wskazań w stosunku do czujników kontaktowych bez względu na typ czujnika tj. laserowego lub ultradźwiękowego. Findura [3] osiągnął również pewne wyniki w zakresie pomiaru głębokości siewu, koncentrując się na dokładnym pomiarze głębokości siewu w siewnikach precyzyjnych, podobne wyniki uzyskał Boll [4], który monitorował nie tylko wpływ prędkości roboczej na głębokość siewu, ale także trzymanie się głębokości siewu w zależności od różnego zagęszczenia gleby i rodzaju nóżek wysiewających.

Literatura

[1] Kogut Z. Metoda pomiarów głębokości pracy redlic siewników rzędowych. Problemy Inżynierii Rolniczej, nr 4., 1998.

[2] Budyn P., Kiełbasa P., Nykliński A. Bezstykowy pomiar głębokości pracy narzędzi i prędkości roboczej agregatów do uprawy i zbioru ziemniaków. Inżynieria rolnicza, nr. 12(54), s. 47-55., 2003

[3] Findura, P., Maga, J., PÁLTIK, J. Drills for sugar beet sowing in conditions of EU. In: Agricultural Engineering in the EU Competitive Environmet. Prague: Czech University of Agriculture in Prague, s.20-24., 2004.

[4] Boll, E., Isensee, E. 1986. Versuche zur Schlupfmessung an Sämaschinen. In: Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, H. 2, s. 214-219, 1986.

METODA OBLICZANIA MIEDZIANYCH KRIOPRZEPUSTÓW PRĄDOWYCH CHŁODZONYCH KONTAKTOWO

Michał MAJKA

Katedra Elektrotechniki i Elektrotechnologii,
Wydział Elektrotechniki i Informatyki,
Politechnika Lubelska

Krioprzepusty prądowe są częścią elektrycznych urządzeń nadprzewodnikowych. Krioprzepusty są częścią kriostatu łączącą urządzenia zewnętrzne pracujące w temperaturze pokojowej z urządzeniami pracującymi w temperaturach kriogenicznych. Ciepły koniec krioprzeputu prądowego przyłączony do źródła prądu ma temperaturę pokojową (293 K), zimy koniec przepustu prądowego, przyłączony do urządzenia nadprzewodnikowego pracuje w temperaturach kriogenicznych. Krioprzepusty prądowe mogą być wykonane z materiału nie-nadprzewodnikowych jak i z nadprzewodnikowych zarówno HTS i LTS. W urządzeniach nadprzewodnikowych straty mocy powstające w przepustach mają dużą część energii cieplnej, którą układ chłodzący ma za zadanie wyprowadzić tak, aby utrzymać temperaturę urządzenia nadprzewodnikowego na określonym poziomie. Gdy moc chłodnicza kriochłodziarki jest zbyt niska, strumień ciepła dopływający przez krioprzepust prądowy do wnętrza kriostatu oraz ciepło Joule'a generowane w krioprzepuście przez prąd zasilający urządzenie elektryczne może uniemożliwić schłodzenia urządzenia nadprzewodnikowego do wymaganej temperatury pracy. Ze względu na konieczność minimalizacji rezystancji, kioprzepusty prądowe powinny mieć możliwie duży przekrój poprzeczny. Z drugiej strony przez duży przekrój poprzeczny dopływa duży strumień ciepła do wnętrza kriostatu na drodze przewodnictwa cieplnego. Zmniejszenie przekroju krioprzepustu zmniejsza dopływ ciepła z zewnętrz ale jednocześnie zwiększa straty Joule'a w krioprzepuście, przez który płynie duży prąd. Kioprzepusty miedziane mogą mieć stopniowany przekrój, ponieważ wraz ze spadkiem temperatury przepustu zmniejsza się rezystywność miedzi i można zmniejszyć przekrój nie powodując wzrostu strat Joule'a a zmniejszając dopływ ciepła wzdłuż przepustu. Krioprzepusty prądowe przystosowane do chłodzenia kontakowego pracują w próżni, a ciepło odbierane jest z nich na drodze przewodnictwa cieplnego [1-2]. Straty mocy, które powstają w krioprzepustach prądowych wynoszą około 30 – 50% całkowitych strat mocy w kriostacie. Zredukowanie strat mocy w krioprzepustach prądowych ma kluczowe znaczenie przy obniżeniu kosztów chłodzenia i powiększeniu stabilności pracy oraz zminimalizowania kosztów eksploatacji urządzeń nadprzewodnikowych.

Dotychczas opracowano kilka metod optymalizacji chłodzenia przepustów prądowych chłodzonych parami gazów i przy użyciu chłodzenia kontaktowego [3-10]. W pracy przedstawiono problematykę chłodzenia przepustów prądowych, będących głównymi elementami urządzeń nadprzewodnikowych, a celem pracy jest przedstawienie metody obliczania miedzianych przepustów prądowych chłodzonych kontaktowo.

Literatura

[1] Kozak S., Modelowanie elektrycznych urządzeń nadprzewodnikowych, Prace Instytutu Elektrotechniki, zeszyt 221, Warszawa, 2005.
[2] Janowski T., Stryczewska H. D., Wac-Włodarczyk A. (red.), Technologie nadprzewodnikowe i plazmowe w energetyce, Lublin, 2009.
[3] Buyanov Y. L., Fradkov A. B., Shebalin I. Y., A review of current leads for cryogenic devices, Cryogenics, vol. 15, no. 4, pp. 193-200, Apr. 1975
[4] Buyanov Y. L., Shebalin I. Y., Current leads to a cryostat working under short-term load conditions, Cryogenics, 15(10):611–3, 1975
[5] Chang H.-M., Kim M. J., Optimization of conduction-cooled current leads with unsteady operating current, Cryogenics, vol. 49, no. 5, pp. 210–216, May 2009

[6] Chang H. M., Byun J. J., Jin H. B., Effect of convection heat transfer on the design of vapor-cooled current leads, Cryogenics, 46(5):324–32, 2006
[7] Chang H. M., Choi Y. S., Van Sciver S. W., Miller J. R., Optimization of current leads cooled by natural convection of vapor, Advances in Cryogenic Engineering, 49:944–51, 2004
[8] Chang H. M., Kim Y. S., Kim H. M., Lee H., Ko T. K., Current-lead design for cryocooled hts fault current limiters, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 17(2), 2244–7, 2007
[9] Chang H.-M., Lee., S. I., Current Leads for Conduction-Cooled Magnets at 20–30 K, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Volume: 23, Issue 3, Page(s) 4801004 – 4801004, June 2013
[10] Chang H.-M., Van Sciver S. W., Thermodynamic optimization of conduction-cooled HTS current leads, Cryogenics, vol. 38, no. 7, pp. 729-736, Jul. 1998

MATERIAL INVESTIGATIONS OF COMPONENTS USED IN THE PRODUCTION OF COMPOSITES FOR THE ELECTRONICS AND ELECTROTECHNICAL INDUSTRIES

Marcin MAKÓWKA[1], Adam JAKUBAS[2], Ewa ŁADA-TONDYRA[2], Łukasz SUCHECKI[3]

[1]Faculty of Mechanical Engineering, Lodz University of Technology

[2] Faculty of Electrical Engineering, Czestochowa University of Technology

[3]Faculty of Mechanical Engineering and Computer Science

Introduction

One of the great achievements of the last 50 years is the development of high-quality composite materials. By definition, classic composites are materials that are a combination of at least two components (phases), e.g. embedded particles, fibers, fabrics in a polymer, metal or ceramic matrix. Composites exhibit many unique properties if compared with solid metal and ceramic materials, as well as pure polymers and copolymers. This is typical to their stiffness and strength to weight ratios (strength and relative stiffness). The properties of composites depend to a large extent on the size, shape and form of the filling fibers and particles, in particular with their large share in the volume of the composite. This also applies to composite materials manufactured for the electronics and electrotechnical industries, where apart from appropriate mechanical properties, appropriate electrical properties are required, e.g. high ability to shielding of electromagnetic field in a wide frequency range.

From the point of view of technological process, it is very important to know the properties of materials used for production of composites, in particular, chemical and phase composition, shape and size of particles and fibers. In this paper, selected materials used in production of soft composite magnetic materials and screens for electromagnetic radiation [1, 2] were described and characterized. They were selected from a wide range of available materials, differing in their chemical and phase composition, shape and size. They come in the form of powders and their agglomerates, plates, flakes, chips and granules of materials such as aluminum, graphite, iron and steels, as well as ceramics including oxides. It should be emphasized that these materials were entirely waste materials from various production processes.

Simulations and tests

Selected components for the production of composites in the form of powders, strips, chips and scale, including materials after an additional milling, were visually tested to determine their size, form and shape. Moreover, their chemical and phase composition, including domains and crystals size were determined with use of modern techniques of materials investigations.

Morphology, size of particles and chemical composition was investigated with use of JEOL JSM-6610LV scanning electron microscope (SEM) with attached X-MAX 80 module (Oxfords Instruments) by means of energy dispersive spectroscopy (EDS). Investigation of samples morphology and their chemical composition was carried out with following parameters: accelerating voltage 20 kV, high vacuum and spot size (beam current) of medium value for best focus of image. Additional maps of chemical composition for selected samples were studied with resolution of 1024 (number of pixels in the X dimension over which the beam scans) and pixel dwell time up to 100 μs.

Powders' phases and crystals size identification was carried out by means of X-Ray diffraction in the Theta/Theta configuration on Empyrean XRD diffractometer (Panalytical) equipped with cobalt anode and with following parameters: K-Alpha radiation $\lambda = 1.78901$ Å, generator settings 45 mA, 40 kV. Diffractograms

were recorded in range of 20° to 150° with step size 0.05° and scan step time 60 s working in continuous mode. Further data processing was performed using HighScore Pluswith ICDD PDF 4+Database software.

Acknowledgements
The research was supported by the National Centre for Research and Development of Poland, grant, No. LIDER/11/0049/L-10/18/NCBR/2019

Literature

1. Jakubas A., Lada-Tondyra E., Makówka M., Chyra M., Jastrzębski R., Suchecki L.: Concept of using recycled raw materials for the production of composite soft magnetic materials. Przeglad Elektrotechniczny 97, 1, 2020, 132-135. DOI: 10.15199/48.2021.01.25;
2. Jakubas A., Lada-Tondyra E., Makówka M., Chyra M., Sochacka O., Suchecki L.: Concept of using recycled raw materials for the production of composite soft magnetic for shielding of electromagnetic field. Przeglad Elektrotechniczny 96, 12, 2020, 182-185. DOI: 10.15199/48.2020.12.38;

IMAGE RECONSTRUCTION AND COMPRESSION IN ULTRASOUND TOMOGRAPHY USING DISCRETE COSINE TRANSFORM

Mariusz MAZUREK[4], Konrad KANIA[2], Tomasz RYMARCZYK[1,3], Dariusz WÓJCIK[1], Przemysław ADAMKIEWICZ[3], Michał GOŁĄBEK[1]

[1]Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

[2]Lublin University of Technology

[3]University of Economics and Innovation, Lublin

[4] Institute of Philosophy and Sociology of the Polish Academy of Science, Warsaw

Introduction

The paper presents image reconstruction in ultrasonic transmission tomography using the Discrete Cosine Transformation method. The system consists of a tomography platform using ultrasound built by the authors, and a method that can reconstruct images in a distributed system. We show how to transform the original system (reconstruction of image pixels) into a smaller system (reconstruction of a compressed image) so that the compression process is incorporated in the reconstruction process. The basic idea of the presented method is the observation that instead of trying to reconstruct inaccurately the whole picture pixel by pixel, the number of variables could be reduced by using lossy image compression (Fig. 1).

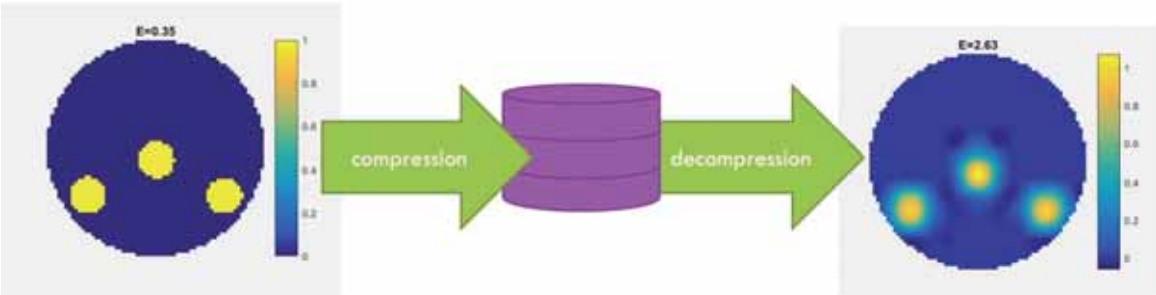


Fig. 1. Idea of the method

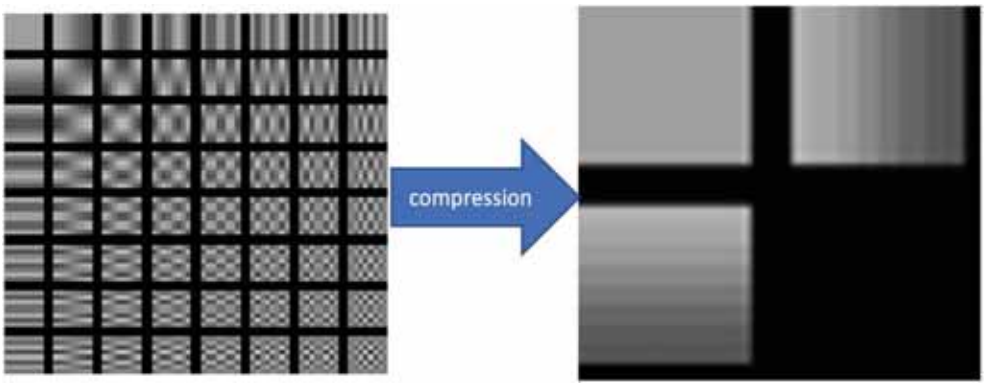


Fig. 2. The compression technique based on DCT

The compression technique is based on dividing the image into square blocks and applying a transform (allowing compression) on each block separately (Fig. 2). For the purposes of this work, a discrete cosine transform (DCT) was used for compression. In work, tomograms with a resolution of 64x64 pixels, divided into blocks of 8x8 pixels, were the starting point. Which gives a total of 64 blocks spread over an eight-by-eight grid:

$$I_m = \sum_{i,j=1}^{64} w_{ij} F_{ij} \quad (1)$$

where I_m is an image block,w_{ij} numerical factors, F_{ij} base images.

Results

It has been verified that the use of DSC allows for effective compression and decompression of typical tomograms, which allowed for the tests on real measurement data. DCT compression is based on a change in the canonical base, on an orthogonal base, which instead of individual pixel information encodes the image content at ever higher frequencies. Conducting existing tests proves that the application of compression to tomographic images is possible and allow to obtain satisfactory results [1,2]. It is crucial to analyze the process of resolving the inverse problem [3,4]. Getting rid of the information from a specific pixel significantly degrades the image because we lose the pixel value information. Switching to frequency distribution allows us to get rid of information about high frequencies which will not significantly affect the final appearance of the image (Fig. 3).

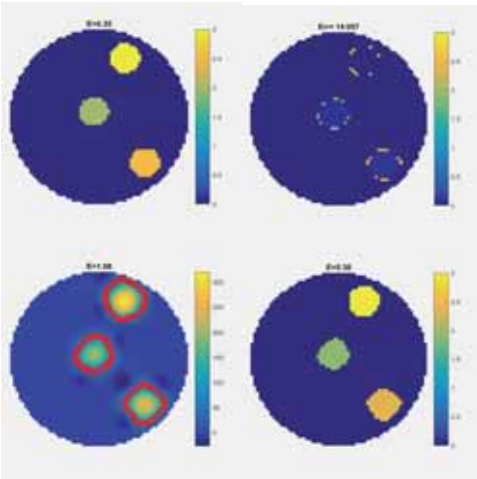


Fig. 3. Examples of image reconstruction using UST - filtering and image segmentation for 3 phantoms

References

[1] M. Mazurek, T. Rymarczyk, G. Kłosowski, M. Maj, P. Adamkiewicz, "Tomographic measuring sensors system for analysis and visualization of technological processes", *50th Annual IEEE-IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks-Supplemental Volume (DSN-S),* pp. 45-46, 2020.

[2] M. Mazurek, T. Rymarczyk, K. Kania, G. Kłosowski, "Dedicated algorithm based on discrete cosine transform for the analysis of industrial processes using ultrasound tomography", *Adjunct Proceedings of the 2020 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2020 ACM International Symposium on Wearable Computers (UbiComp/ISWC '20 Adjunct), Mexico*, pp. 82-85, 2020.

[3] T. Rymarczyk, G. Kłosowski, "Innovative methods of neural reconstruction for tomographic images in maintenance of tank industrial reactors", *Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability* 21, no. 2, pp. 261-267, 2019.

[4] T. Rymarczyk, "Characterization of the shape of unknown objects by inverse numerical methods", *Przegląd Elektrotechniczny*, vol. 88, no. 7, pp. 138-140, 2012.

IDENTYFIKACJA POZIOMU MOCY ZABURZEŃ W TORZE ZASILANIA REAKTORA GLIDARC

Paweł A. MAZUREK

Politechnika Lubelska

Wstęp

Reaktory plazmowe typu Glidarc to urządzenia technologiczne wykorzystywane do wytwarzania plazmy niskotemperaturowej. Powstające w nich wyładowania elektryczne są źródłem plazmy i jednocześnie źródłem zaburzeń elektromagnetycznych.

Reaktor trójfazowy Glidarc

Cechą główną reaktora jest możliwość generacji nietermicznej plazmy bezpośrednio w zanieczyszczonym gazie, przy ciśnieniu atmosferycznym i w warunkach, w jakich gazy wylotowe są emitowane do atmosfery, bez konieczności ich wstępnej obróbki [1,2,3]. Charakter pracującego reaktora jest okresowy. Wyładowanie elektryczne, palące się w wieloelektrodowym reaktorze GlidArc, jest trudne do opisu ze względu na swój zmienny i dynamiczny charakter. Pracujący reaktor, ze względu na charakter wyładowania elektrycznego, jest odbiornikiem silnie nieliniowym, dodatkowo wprowadzającym do układu zasilania asymetrię obciążenia, wynikającą z geometrii i formy płonącego łuku elektrycznego w układzie trójelektrodowym [1,2,4].

Prowadzone badania [4-10] wskazują, że reaktor jest źródłem zaburzeń zarówno w postaci pola elektromagnetycznego rozłożonego przestrzennie wokół komory wyładowczej i modułu zasilania jak i źródłem zaburzeń oddziaływujących poprzez tor zasilania na lokalny system energetyczny. Występujące, niezaekranowane wyładowanie łukowe wysokiego napięcia w lokalnej przestrzeni oddziałuje na pracujące w najbliższym otoczeniu inne urządzenia oraz na personel eksploatujący reaktor.

W celu ochrony ludzi, środowiska jak i urządzeń elektrycznych przed zaburzeniami elektromagnetycznymi ustanowione są odpowiednie przepisy prawne, które regulują m.in. maksymalne dopuszczalne poziomy emisji. Kluczowa jest także Unijna Dyrektywa 2004/108/WE z 15 grudnia 2004 r. odnosząca się do kompatybilności elektromagnetycznej (EMC). Definiuje ona działania zmierzające do oceny jakości urządzenia lub instalacji i późniejszego jego eksploatowania na rynku unijnym w taki sposób aby nie zakłócić środowiska elektromagnetycznego. Ważne więc stają się wszelkie działania, które identyfikują zarówno poziomy zaburzeń jak i tory ich propagacji w instalacji reaktora. To punkt wyjścia do działań zmierzających do ograniczania tych zaburzeń, czyli instalowania optymalnych filtrów lub ekranów.

Instalacja reaktora plazmowego obejmuje tor roboczy i zapłonowy oraz dodatkowe elementy sterowania i kontroli. Proceduralnie podział zaburzeń jest uwarunkowany częstotliwościowo. W zakresie częstotliwości do 30 MHz przewody są podstawowym torem propagacji zaburzeń do systemu elektroenergetycznego [5-9]. Powyżej 30 MHz najczęściej zaburzenia definiuje się najczęściej już w formie emisji promieniowanej [10,11]. Analiza pracy reaktora wymaga jednak identyfikacji propagacji zaburzeń do systemu elektroenergetycznego również w wyższych częstotliwościach niż 30 MHz. Wymaga to badań i ich interpretacji opartych na specjalnych metodach pomiarowych [11]. Do analizy zakłóceń toru zasilania reaktora wybrano metodę polegającą na pomiarze mocy pola elektromagnetycznego promieniowanego przez badany obiekt. Głównymi elementami systemu pomiarowego jest pomiarowy odbiornik zakłóceń (użyto odbiornika ESCI3 Rohde-Schwarz) oraz zestaw urządzeń pomocniczych - sieci sztucznych, cęg absorpcyjnych i anteny typu biconical. Zainstalowane w komputerze specjalistyczne oprogramowanie EMC32 pozwala w sposób automatyczny sterować pracą odbiornika pomiarowego i siecią sztuczną oraz analizować wyniki rejestrowane przez odbiornik pomiarowy.

Testom poddany został układ pracujący w kilku konfiguracjach: różnych prądach roboczych reaktora oraz przy różnych prędkościach podawania gazu roboczego (powietrza) do komory plazmowej.

Rys. 1. Stanowisko pomiarowe z reaktorem trójfazowym Glidarc

Przeprowadzone badania definiują rzeczywiste poziomy wartości zmierzonej mocy zaburzeń i emisji promieniowanej w paśmie 30-300 MHz. Wartości odniesione są do obowiązujących norm. Uzyskane wyniki pozwalają również przeprowadzić szczegółową analizę torów propagacji zaburzeń instalacji reaktora plazmowego.

Publikacja współfinansowana z grantu wewnętrznego FD-20/EE-2/412.

Literatura

[1] Stryczewska H. D.: Technologie plazmowe w energetyce i inżynierii środowiska. Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2009
[2] Stryczewska H.D., Supply systems of non-thermal plasma reactors. Construction Review with Examples of Applications, Appl. Sci. 2020, 10(9), 3242;
[3] Komarzyniec G., Aftyka M., Operating Problems of Arc Plasma Reactors Powered by AC/DC/AC Converters, Appl. Sci. 2020, 10(9), 3295; https://doi.org/10.3390/app10093295
[4] Mazurek P.A., Zagrożenia elektromagnetyczne reaktorów GlidArc, Inżynieria Ekologiczna, 2012, nr 30, s. 85-96
[5] Mazurek P.A., Chosen Aspects of the Electromagnetic Compatibility of Plasma Reactors with Gliding Arc Discharges, Applied Sciences.- 2020, vol. 10, nr 11, s. 1-10, https://doi.org/10.3390/app10093242
[6] Mazurek P.A. ,Identyfikacja zaburzeń elektromagnetycznych w torze zasilania reaktora plazmowego przy różnych mieszaninach gazowych, Przegląd Elektrotechniczny, 2014, vol. 90, nr 7, s. 203-206
[7] Mazurek P.A., Pawłat J., Kwiatkowski M., Badanie zaburzeń przewodzących w torze zasilania reaktorów BDB i GlidArc, Przegląd Elektrotechniczny, 2015, nr 11, s. 50-53
[8] Mazurek P.A., Wpływ przepływu gazu roboczego na zaburzenia przewodzone w torze zapłonu trójfazowego reaktora plazmowego typu GlidArc, Przegląd Elektrotechniczny, 2019, vol. 95, nr 3, s. 37-40
[9] Mazurek P.A., Analiza konfiguracji elektrod w odniesieniu do zaburzeń przewodzonych w reaktorze plazmowym. Przegląd Elektrotechniczny, 2019, vol. 95, nr 12, s. 176-179
[10] Mazurek P.A., Pawłat J., Badania natężeń pól elektrycznych i magnetycznych generowanych przez instalację reaktorów plazmowych, Rocznik Ochrona Środowiska, 2016, vol. 18, nr 2, s. 567-578
[11] Florek A., UTKOWSKI T., Pomiary emisji zaburzeń elektromagnetycznych powyżej 30 MHz zgodnie z normą PN-EN 55014-1 – wybór metody, Przegląd Elektrotechniczny, 2015, vol. 11 doi:10.15199/48.2015.11.05

NUMERYCZNE SZACOWANIE ROZKŁADU TEMPERATURY TKANEK PIERSI KOBIECEJ PODCZAS ABLACJI RF

Arkadiusz MIASKOWSKI[1], Piotr GAS[2], Andrzej WAC-WŁODARCZYK[3]

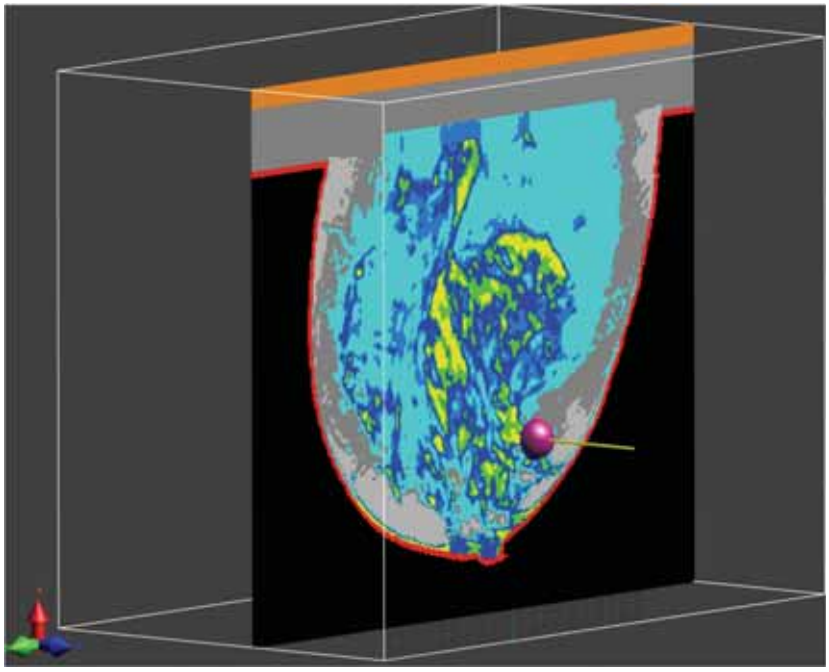
[1] Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Zastosowań Matematyki i Informatyki

[2] AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Katedra Elektrotechniki i Elektroenergetyki

[3] Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Katedra Elektrotechniki i Elektrotechnologii

Abstrakt

Rak piersi jest najczęściej diagnozowanym nowotworem występującym u kobiet [1]. Z tego względu poszukuje się nowych metod leczenia, które trwale niszczą komórki nowotworowe bez potrzeby resekcji całej piersi. Jedną z obiecujących minimalnie inwazyjnych terapii onkologicznych jest tzw. ablacja cieplna wykorzystująca pola o częstotliwości radiowej lub mikrofale [2]. W terapii tej specjalne aplikatory igłowe umieszcza się przezskórnie w chorej tkance, w czasie znieczulenia ogólnego, a następnie doprowadza do ablacji tkanki nowotworowej w temperaturze z zakresu od 50°C do 110°C. W ten sposób wywołuje się martwicę komórek rakowych, jednocześnie pozostawiając nienaruszone zdrowe tkanki otaczające guza [3]. Celem pracy było oszacowanie temperatury wytworzonej w guzie piersi kobiecej o promieniu 10 mm pod wpływem zapropono-wanego przez autorów aplikatora RF działającego na częstotliwości 100 kHz. Aby możliwie najlepiej przybliżyć się do rzeczywistego przypadku chorobowego, autorzy przeprowadzili obliczenia na naturalistycznym modelu piersi kobiecej [4, 5], w którym wyodrębniono kilka podstawowych tkanek (skóra – kolor czerwony, mięśnie – kolor pomarańczowy, tłuszcz – żółty, gruczoły piersiowe – niebieski, tłuszcz piersiowy – zielony), tkanki guza (kolor fioletowy) oraz aplikator RF (kolor brązowy), jak pokazano na Rys. 1.



Rys. 1. Anatomiczny model piersi kobiecej z uwzględnieniem guza oraz aplikatora RF

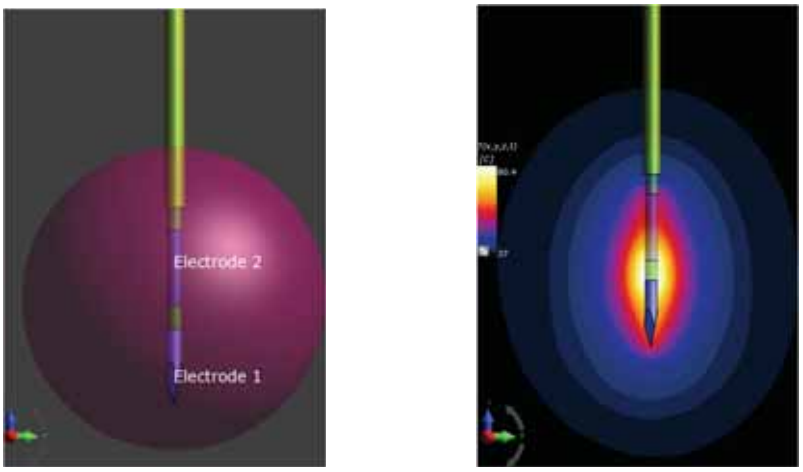
Do wyznaczenia temperatury w modelowanej piersi posłużono się równaniem Laplace'a sprzężonym z równaniem Pennesa, a mianowice [2, 7]:

$$\nabla \cdot \left[-\sigma \nabla \varphi\right] = 0 \tag{1}$$

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot \left(k \nabla T\right) - \rho_{\mathrm{b}} c_{\mathrm{b}} \omega_{\mathrm{b}} \left(T - T_{\mathrm{b}}\right) + \sigma \left|\nabla \varphi\right|^2 + Q_{\mathrm{met}} \tag{2}$$

Opierając się na dostępnej literaturze [2, 3, 6], założono, że aplikator RF o średnicy 1 mm i długości 17 mm, zawiera dwie elektrody rozdzielone izolatorem (Rys. 2). Na elektrodzie 1 przyjęto potencjał elektryczny φ = 15 V, a elektrodę 2 uziemiono. Po czasie ekspozycji t = 10 min zaobserwowano w tkance stan ustalony 80°C. Co istotne, temperatura początkowa tkanek budujących pierś wynosiła T_0 = 37°C, a parametry tkanek piersi użyte w symulacji zaczerpnięto z dostępnej literatury [8].

Tak opisany problem quasi-statyczny [2] rozwiązano w oparciu o metodę elementów skończonych (MES) wykorzystując komercyjnie dostępne oprogramowanie Sim4Life. Przykładowy rozkład temperatury tkanki rakowej po ekspozycji 10-minutowej przedstawiono na Rys. 2.



Rys. 2. Analizowany aplikator RF z dwoma elektrodami umieszczony wewnątrz guza (po lewej) oraz rozkład temperatury w modelowanej tkance rakowej po czasie t = 10 min (po prawej)

Autorzy pracy wykazali, że zaproponowany aplikator RF wytwarza w tkance nowotworowej poziomy temperatury, które mogą odgrywać istotną rolę w złożonym procesie leczenia nowotworów piersi kobiecej.

Literatura

[1] Pławiak-Mowna A., Korbicz J., Occupational EMF exposure and risk of breast cancer, Przegląd Elektrotechniczny, vol. 93, no. 1, pp. 177–180, 2017.
[2] Gas P., Wyszkowska J., Influence of multi-tine electrode configuration in realistic hepatic RF ablative heating, Archives of Electrical Engineering, vol. 68, no. 3, pp. 521–533, 2019.
[3] Paruch M., Mathematical Modeling of Breast Tumor Destruction using Fast Heating during Radio-frequency Ablation, Materials, vol. 13, no. 1, art. no. 136, 2020.
[4] Miaskowski A., Subramanian M., Numerical model for Magnetic Fluid Hyperthermia in a realistic breast phantom: Calorimetric calibration and treatment planning, International Journal of Molecular Sciences, vol. 20, no.18, art. no. 4644, 2019.
[5] Gas P., Miaskowski A., Dobrowolski D., Modelling the tumor temperature distribution in anatomically correct female breast phantom, Przeglad Elektrotechniczny, vol. 96, no. 2, pp. 146–149, 2020.
[6] Sobkiewicz P., Bieńkowski P., CałaP., Szacowanie temperatury tkanek nowotworowych piersi podczas wykonywania zabiegu ablacji, Przegląd Elektrotechniczny, vol. 95, no.12, pp. 215–218, 2019.
[7] Pennes H.H., Analysis of tissue and arterial blood temperatures in the resting human forearm, Journal of Applied Physiology, vol. 85, no. 1, pp. 5–34, 1998.
[8] Gabriel S., Lau R.W., Gabriel C., The dielectric properties of biological tissues: III. Parametric models for the dielectric spectrum of tissues, Physics in Medicine and Biology, vol. 41, pp. 2271–2293, 1996.

OCENA EKSPOZYCJI NA POLE ELEKTROMAGNETYCZNE PODCZAS LOTU HELIKOPTEREM

Joanna MICHAŁOWSKA

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie

Wstęp

Monitorowanie pola elektromagnetycznego na stanowiskach pracy jest niezwykle ważnym aspektem badawczym, a w szczególności, kiedy wchodzi czynnik utraty nie tylko zdrowia, ale i życia. Szczególną uwagę w tym kontekście należy zwrócić na pilotów helikopterów. W helikopterach poza prostymi układami elektronicznymi znajdują się zaawansowane urządzenia awioniki, emitujące pole elektromagnetyczne. Poza polem elektromagnetycznym pochodzącym od urządzeń pokładowych na które narażeni są piloci jak i pasażerowie, występują także urządzenia służące do naprowadzania, jak i łączności z lotniskiem emituje pole elektromagnetyczne.

Metodyka badań

Pomiary pola elektromagnetycznego zostały przeprowadzone na śmigłowcu typu Robinson R44 Raven, w Ośrodku Kształcenia Lotniczego PWSZ w Chełmie. Centrum lotnicze jest jednosktą organizacyjną Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie, w której prowadzone są szkolenia do licencji pilota zawodowego śmigłowcowego w ramach studiów inżynierskich. Robinson R44 Raven to śmigłowiec jednosilnikowy o napędzie tłokowym, który może przewozić 3 pasażerów plus 1 pilota. Podczas takich szkoleń załoga wykonuje tzw. kręgi np. nad lotniskiem. Badania pola elektromagnetycznego dla składowej elektrycznej zostały przeprowadzone za pomocą miernika NHT3DL firmy Microrad z sondą pomiarową E01 pracującą w zakresie częstotliwości od 100 kHz do 6.5 GHz. W celu analizy wyników wykonano pomiar tzw. tła, kiedy na lotnisku nie pracowały żadne urządzenia (rys. 1 a). Kolejno wykonano pomiary od momentu gdy załoga rozpoczynała kołowanie podlotem do momentu zatrzymania wirnika po lądowaniu (rys. 1 b).

a)

b)

Rys. 1. Rozkład natężenia pola elektromagnetycznego: a) tło, b) lot Robinson R44

Największe wartości RMS dla składowej elektrycznej E = 6 V/m zostały osiągnięte w punkcie pomiarowym, w którym śmigłowiec R44 znajdował się w ścieżce podejścia do lądowania wg. instrumentalnego systemu podejścia do lądowania (ILS) wykonanego na lotnisku w Lublinie.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy można zauważyć ze uzyskane wartości pomiarowe podczas lotu śmigłowcem Robinson R44 są kilkakrotnie wyższe w porównaniu do wartości zmierzonych bez pracy lotniska (tło). Najwyższe wartości RMS pola elektrycznego plasują się w przedziale E = 4.5 – 6 V/m, natomiast wartości PEAK, E = 8.5 – 10.8 V/m. Pomiary natężenia pola elektromagnetycznego na bieżąco monitorują wartości natężenia pola elektromagnetycznego, na które narażeni są ludzie. Oddziałując poprzez skierowaną energię elektromagnetyczną, dokonuje się nieodwracalnych działań niszczących sprzęt, co doprowadza do obniżenia bezpieczeństwa, jak i negatywnego wpływu na zdrowie człowieka, a w konsekwencji może doprowadzić do katastrofy.

Literatura

[1] Michałowska J., et al. : Monitoring the Risk of the Electric Component Imposed on a Pilot During Light Aircraft Operations in a High-Frequency Electromagnetic Field, Sensors, vol.19, no. 24, 2019,
[2] Michałowska J., et al.: Assessment of Training Aircraft Crew Exposure to Electromagnetic Field caused by Radio Navigation Devices, Energies, vol. 14, no. 1, 2021
[3] Kieliszek J., et. al.: Assessment of the Electromagnetic Field Exposure during the Use of Portable Radios in the Context of Potential Health Effects, Energies, vol. 13, no. 23, 2020
[4] Pytka J., et. al.: Application of GNSS/INS and an Optical Sensor for Determining Airplane Takeoff and Landing Performance on a Grassy Airfield, Sensors, vol. 19, no. 1, 2020
[5] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2013/35/UE z dnia 26 czerwca 2013 r.w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na zagrożenia spowodowane czynnikami fizycznymi (polami elektromagnetycznymi)

WPŁYW ZMIENNEGO POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA REAKCJE SOMATYCZNE PATOGENÓW

Anna MIERNIK, Tomasz DRÓŻDŻ, Paweł KIEŁBASA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

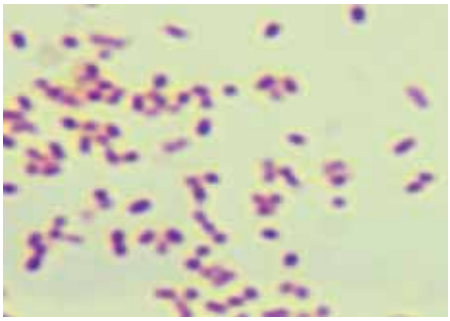
Ogniska nowych chorób zakaźnych występują z coraz większą częstotliwością i mają coraz większe konsekwencje, w tym choroby dzikich zwierząt i choroby odzwierzęce. Mają one potencjalnie długotrwały wpływ na populacje ludzi i dzikich zwierząt, z nieuniknionym bezpośrednim i pośrednim wpływem na ekosystemy. Nasilające się pojawienie się patogenów zakaźnych ma wiele przyczyn, a wszystkie są związane z rosnącym antropogenicznym wpływem na przyrodę. Intensywniejsze pojawianie się patogenów można przypisać zmianom klimatycznym, utracie bioróżnorodności, degradacji siedlisk i rosnącemu wskaźnikowi kontaktów między zwierzętami a ludźmi [4]. Niektóre badania pokazują, w jaki sposób ekspozycja na pola może wzmacniać lub zmniejszać aktywność komórek, z możliwymi konsekwencjami aplikacyjnymi w dziedzinie biotechnologii [1]. Efekty oddziaływania pól magnetycznych na poziomie komórkowym w komórkach drobnoustrojów mogą dotyczyć ich żywotność i proliferacji, apoptozę, zmian morfologicznych, zmiany aktywności metabolicznej i enzymatycznej, zmiany w transporcie jonów do komórki oraz genotoksyczność i zmiany ekspresji genów. W konsekwencji istnieje możliwość dobrania odpowiednich parametrów pola elektromagnetycznego, dzięki którym można kontrolować reakcje somatyczne mikroorganizmów, kontrolując ich wzrost [2,3].

Cel i zakres pracy

Celem badań było określenie różnic w reakcji somatycznej komórek patogenów wykorzystywanych w procesach biotechnologicznych poddanych oddziaływaniu zmiennego pola elektromagnetycznego o stałej częstotliwości 50 Hz w trzech wariantach czasu oddziaływania. Zakres pracy obejmował poddanie czterech szczepów oddziaływaniu zmiennego pola elektromagnetycznego i następnie określenie ich kinetyki wzrostu w ciągu 96 h od oddziaływania.

Metodyka badań

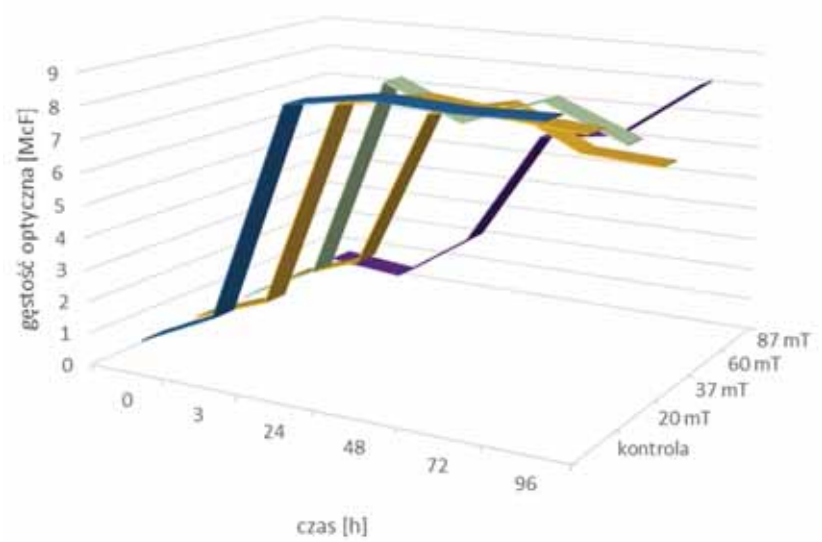
W badaniach wykorzystano czterech szczepów mikroorganizmów *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27859, *Staphyloccocus aureus* ATCC 25923, *Candida krusei* ATCC 14243 zdeponowanych w kolekcji Laboratorium Eksperymentalnych Technik Badawczych Surowców i Produktów Biologicznych PCA AB 1698 (Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie). Próbki poddano oddziaływaniu zmiennego pola magnetycznego w czasie od 60 do 180 minut (co 60 minut), stosując różne natężenia pola (20 mT, 37 mT, 60 mT, 87 mT), przy stałej częstotliwości 50 Hz. Hodowlę prowadzono przez 96 godzin w temperaturze 30°C, dokonując co 24 godzin pomiaru zmętnienia w skali McFarlanda za pomocą densytometru.



Rys. 1. Komórki *Staphylococcus aureus* ATCC – widok mikroskopowy

Wyniki

Uzyskane wyniki świadczą o tym, że pole elektromagnetyczne może hamować wzrost bakterii *Staphyloccocus aureus* ATCC 25923. W przypadku ekspozycji pola elektromagnetycznego trwającej godzinę odnotowano zahamowanie wzrostu badanego szczepu niezależnie od zastosowanego natężenia, przy czym najniższe wartości gęstości optycznej uzyskano przy zastosowaniu natężenia pola o wartości 87 mT (rys. 2).



Rys. 2. Struktura rozwoju *Staphyloccocus aureus* ATCC 25923

Wnioski

Oddziaływanie pola elektromagnetycznego wpływa na gęstość optyczną i charakter wzrostu mikroorganizmów poddanych oddziaływaniu. Zastosowanie różnych parametrów natężenia rzutuje na reakcje somatyczne drobnoustrojów. W porównaniu z próbami kontrolnymi spowolnienie wzrostu *Staphyloccocus aureus* ATCC 25923 zaobserwowano we wszystkich próbach badanych.

Literatura

[1] Beretta G. Mastorgio AF. Pedrali L. Saponaro S. Sezenna E. The effects of electric, magnetic and electromagnetic fields on microorganisms in the perspective of bioremediation. Rev Environ Sci Biotechnol (2019) 18:29–75 https://doi.org/10.1007/s11157-018-09491-9

[2] Liu M, Gao H, Shang P, Zhou X, Ashforth E, et al. Magnetic field is the dominant factor to induce the response of Streptomyces avermitilis in altered gravity simulated by diamagnetic levitation. PLoS One 2011; 6: e24697. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024697 PMID: 22039402.

[3] Mizuki T, Sawai M, Nagaoka Y, Morimoto H, Maekawa T. Activity of lipase and chitinase immobilized on superparamagnetic particles in a rotational magnetic field. PLoS One 2013; 8: e66528. https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.0066528 PMID: 23799111.

[4] Schmeller, D.S., Courchamp, F. & Killeen, G. Biodiversity loss, emerging pathogens and human health risks. *Biodivers Conserv* 29, 3095–3102 (2020). https://doi.org/10.1007/s10531-020-02021-6

WPYW PULSACYJNEGO POLA ELEKTYCZNEGO NA ŚMIERTELNOŚĆ DROŻDŻY Z RODZAJU *CANDIDA*

Anna MIERNIK, Paweł KIEŁBASA, Tomasz DRÓŻDŻ

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Pulsacyjne pole elektryczne (PEF) jest technologią wykorzystującą krótkotrwałe impulsy elektryczne o wysokim natężeniu. Zastosowanie takiego pola powoduje elektroporację błony komórkowej i w konsekwencji wzrost jej przepuszczalności [5]. Technologia PEF cieszy się coraz większym zainteresowaniem w kontekście zastosowań biotechnologicznych. Głównym przedmiotem badań jest jej zastosowanie do inaktywacji organizmów koloidalnych oraz do wzmocnienia białek i innych składników wewnątrzkomórkowych ekstrakcji z komórek [2]. Przeprowadzono wiele badań wykazujących korelację między zastosowaniem technologii PEF a śmiertelnością drobnoustrojów chorobotwórczych – głównie bakterii i drożdży w żywności płynnej [1]. Wiedza dotycząca mechanizmu działania PEF jest konieczna do zaprojektowania skutecznych urządzeń gwarantujących bezpieczeństwo i stabilność żywności. Mechanizm unieszkodliwiania drobnoustrojów przez PEF jest związany z tworzeniem się porów w błonie, na co wskazywało wielu autorów [3].

Dynamiczny rozwój biotechnologii spowodował wzrost zainteresowania procesami technologicznymi wykorzystującymi drobnoustroje. Drożdże są mikroorganizmami o ogromnym potencjale biotechnologicznym. Mają niskie wymagania pokarmowe i charakteryzują się wysokim tempem wzrostu. Rodzaj Candida obejmuje około 200 gatunków, spośród nich część jest patogenna dla człowieka. Chorobotwórcze są między innymi gatunki Candida albicans (rys. 1), Candida parapsilosis, Candida glabrata, Candida krusei, Candida lusilaniae i Candida tropicalis. Drobnoustroje te potencjalnie stosuje się jako źródło białek, polisacharydów i biokompleksów w żywieniu [4].

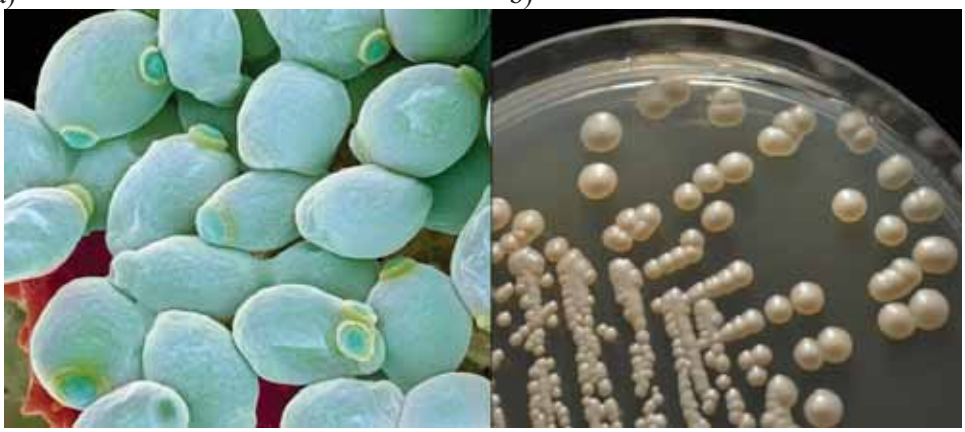
Cel i zakres pracy

Celem badań jest określenie parametrów pulsacyjnego pola elektrycznego wpływających na śmiertelność wybranych szczepów drożdży z rodzaju Candida, a także określenie procentowej ilości martwych komórek, po oddziaływaniu PEF. Zakres pracy obejmował poddanie trzech różnych gatunków drożdży z rodzaju Candida oddziaływaniu pulsacyjnego pola elektrycznego i następnie odnotowanie liczebności i śmiertelności komórek tych szczepów.

Metodyka badań

W badaniach wykorzystano trzy szczepy drożdży z rodzaju Candida zdeponowanych w kolekcji Laboratorium Eksperymentalnych Technik Badawczych Surowców i Produktów Biologicznych (Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, UR Kraków). Wykorzystano szczepy drożdży *Candida albicans* ATCC 10231, *Candida krusei* ATCC 14243 i *Candida tropicalis* ATCC 1369. Zawiesiny drożdży umieszczono w komorze pomiędzy elektrodami. Próbki poddano cyklicznemu oddziaływaniu PEF. Każdy cykl składał się z 50 impulsów (jeden impuls co 15 s). Materiał badawczy poddano różnej liczbie cykli: 1, 2, 4 (łącznie 50, 100 i 200 impulsy).

a) b)



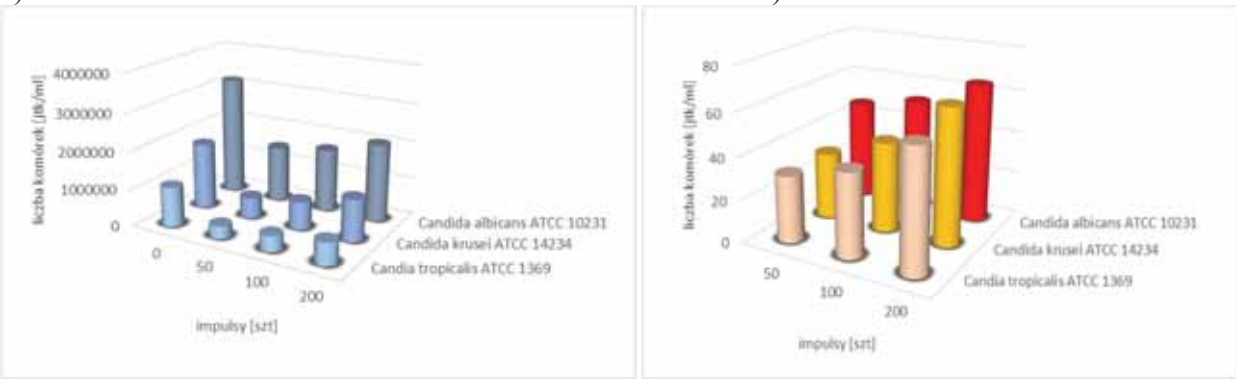
Rys. 1. Komórki *Candida albicans* a) widok mikroskopowy, b) kolonie wyhodowane na podłożu stałym

Siła pola elektrycznego wynosiła 5, 10 i 15 kV/cm. Zawiesiny poddane oddziaływaniu pulsacyjnego pola elektrycznego poddano ocenie śmiertelności. W tym celu wykonano barwienie przyżyciowe z wykorzystaniem błękitu metylenowego.

Wyniki

Po oddziaływaniu pulsacyjnego pola elektrycznego o napięciu 5 kV na komórki szczepów drożdży z rodzaju Candida odnotowano zróżnicowanie w ich liczebności w zależności od ilości zastosowanych impulsów. Dla wszystkich trzech badanych szczepów drobnoustrojów zaobserwowano tendencję wzrostową śmiertelności komórek wraz ze wzrostem liczby impulsów. Najwyższą śmiertelnością charakteryzował się szczep *Candida albicans* ATCC 10231, natomiast najniższą szczep *Candida tropicalis* ATCC 1369 bez względu na zastosowaną liczbę impulsów. Najwyższe wartości liczebności komórek martwych uzyskano dla wszystkich drobnoustrojów przy 200 impulsach oddziaływania pulsacyjnego pola elektrycznego, natomiast najniższe przy 50 impulsach. Rysunek 2 przedstawia liczebność i śmiertelność komórek poszczególnych szczepów drożdży, przed i po oddziaływaniu pulsacyjnego pola elektrycznego o napięciu 5 kV.

a) b)



Rys. 2. Emisja fotonowa zarejestrowana dla a) liczebność komórek drożdży, b) procentowa śmiertelność poszczególnych szczepów drożdży po oddziaływaniu pulsacyjnego pola elektrycznego o wartości napięcia 5 kV

Wnioski

Oddziaływanie pulsacyjnego pola elektrycznego wpływa na liczebność komórek drożdży poddanych oddziaływaniu. W zależności od zastosowanego napięcia i ilości impulsów odnotowuje się zróżnicowanie w śmiertelności komórek drożdży. W porównaniu z próbami kontrolnymi wraz ze wzrostem liczby impulsów przy napięciu 5kV obserwuje się wzrost śmiertelności wśród badanych szczepów drożdży.

Literatura

[1] Amiali, M., Ngadi, M.O., Smith, J.P., Raghavan, G.S.V., 2007. Synergistic effect of temperature and pulsed electric field on inactivation of Escherichia coli O157:H7 and Salmonella enteritidis in liquid egg yolk. Journal of Food Engineering 79, 689–694

[2] El Zakhem H., Lanoisellé J.L., Lebovka N.I., Nonus M., Vorobiev E. The early stages of Saccharomyces cerevisiae yeast suspensions damage in moderate pulsed electric fields. Journal of Colloid and Interface Science, 47 (2006b)189-197

[3] Heinz, V., Toepfl, S., Knorr, D., 2003. Impact of temperature on lethality and Energy efficiency of apple juice pasteurization by pulsed electric fields treatment. Innovative Food Science and Emerging Technologies 4, 165–175.

[4] Woźniakowska-Gęsicka, T., Tomczonek-Moruś, J. (2013). Zakażenia grzybami Candida – wyzwanie medycyny XXI wieku. Pediatria Polska, 88(6), 561–566

[5] Zimmerman, U., 1986. Electric breakdown, electropermeabilization and electrofision. Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology 105, 196–256.

IDENTYFIKACJA STOPNIA ROZWOJU PLEŚNI Z RODZAJU *ASPERGILLUS* W SUBSTANCJI BIOLOGICZNEJ PRZY WYKORZYSTANIU EMISJI FOTONOWEJ

Anna MIERNIK, Paweł KIEŁBASA, Tadeusz JULISZEWSKI, Aneta ŁOPATKA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Każda substancja biologiczna emituje ultrasłabe promieniowanie elektromagnetyczne. Ludzkie oko nie jest w stanie tego zarejestrować (wyjątek stanowi bioluminescencja) ale odpowiednia i bardzo czuła aparatura laboratoryjna już tak. Fotony uwalniane są w śladowych ilościach, temu badane zjawisko to ultrasłaba luminescencja. Emisja fotonów jest silnie skorelowana z procesami metabolicznymi komórek, które są powiązane z reakcjami wolnorodnikowymi i mają wpływ na oksydację komórek. Dużą zaletą metody jest jej bezinwazyjność w stosunku do analizowanego materiału [2].

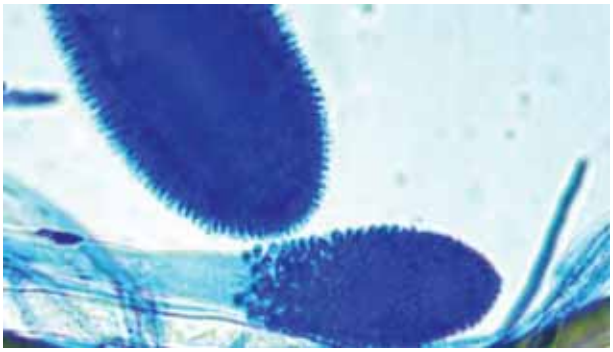
Grzyby pleśniowe to mikroorganizmy należące do królestwa grzybów, wytwarzające strzępki jako wielojądrowe komórki, tworzące grzybnię. Grzyby z rodzaju *Aspergillus* mogą powodować niektóre choroby u ludzi (różnego rodzaju grzybice, astmę oskrzelową). Są również wykorzystywane w przemyśle w procesach fermentacji (sake, sos sojowy), natomiast w biotechnologii stosuje się je do produkcji kwasu cytrynowego oraz różnych enzymów [1,3].

Cel i zakres pracy

Celem pracy było określenie wielkości i struktury emisji fotonowej wybranych substancji biologicznych tj. owoców egzotycznych (banan oraz pomarańcz) w czasie ich degradacji generowanej przez pleśń z rodzaju *Aspergillus*, której stopień ekspansji określano na podstawie liczby zarodników zidentyfikowanych na powierzchni owoców w warunkach kontrolowanych. Zakres pracy obejmował pomiar emisji fotonów w czasie degradacji materii organicznej wybranych owoców egzotycznych. Do degradacji w/w materii wykorzystano pleśń z rodzaju *Aspergillus,* którą zainfekowano materiał biologiczny. Proces namnażania pleśni prowadzono w warunkach kontrolowanych, które pozwalały na przyspieszenie całego procesu pomiarowego.

Metodyka badań

Do zakażenia owoców wykorzystano wyhodowane wcześniej kolonie pleśni *Aspergillus clavatus*. Zarodniki pobrano za pomocą jałowej jednorazowej wymazówki. Zawiesine zarodników przygotowano w roztworze soli fizjologicznej, a jej gęstość optyczną ustalono na poziomie 0,5 McFarlanda. Następnie zakażono badane owoce (po 8 sztuk każego owoca), poprzez przeniesienie 100 µl zawiesiny z zarodnikami pleśni. Zarażone owoce umieszono na płyktach Petriego i inkubowano przez 7dni w temperaturze 28°C. Każdego dnia określano liczbe zarodników wyrosłych na owocach przy użyciu komory Bürkera oraz emisję fotonową porażonych pleśnią owoców.

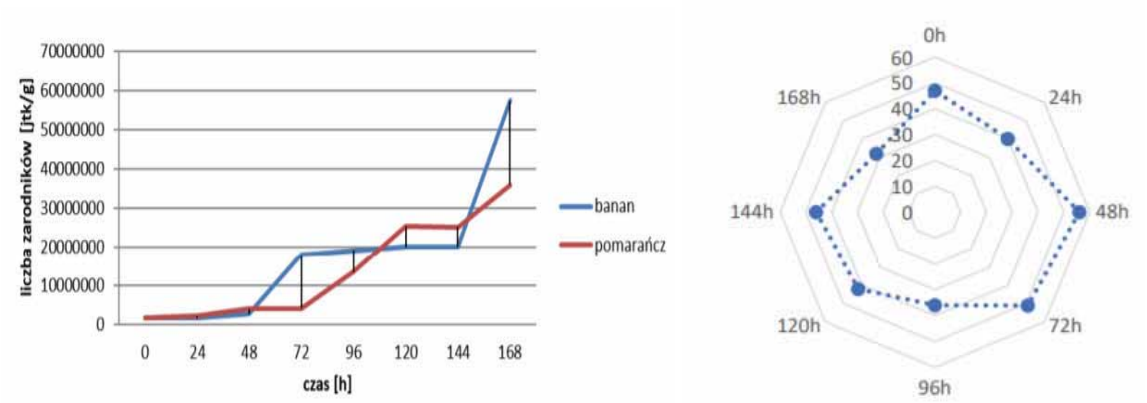


Rys. 1. Konidiofory pleśni z rodzaju *Aspergillus* – widok mikroskopowy

Wyniki

Rysunek 2a przedstawia liczbę zarodników pleśni Aspergillus Clavatus na poszczególnych owocach (banan oraz pomarańcz) w czasie ich przechowywania. Przez pierwsze 72 godziny na owocach pomarańczy nie odnotowano wyraźnego wzrostu liczby zarodników, podobnie przez pierwsze 48 godzin na owocach banana. Zarodniki Aspergillus Clavatus przez ten czas ulegały adaptacji na nowym podłożu (owocach) zwiększały swoją masę i zmieniały skład komórkowy (większa ilość RNA) oraz rozwiały się na owocach. Gdy rozwinęły się na owocach do stopnia umożliwiającego im swobodną egzystencję liczba zarodników wzrosła do poziomu 20 milionów jednostek tworzących kolonię na gram pobieranego roztworu, co miało miejsce między 96-cioma godzinami a 120-stoma godzinami przechowywania owoców. Najwięcej zliczonych komórek zarodników zostało odnotowanych w ostatni dzień badania (po 168 godzinach) a średnia liczba zarodników na gram wynosiła 57,3 mln dla banana, natomiast dla pomarańczy 35,9 mln komórek. W przypadku emisji fotonowej w interwałe czasowym trwającym od 300 do 600 sekund pomiaru, emisyjność fotonów okazała się. Najmniej zidentyfikowanych fotonów zostało zarejestrowanych dla 168 godziny trwania badania i wynosiła 32 fotony. Najwyższe wartości zostały odcztane dla 48 i 72 godziny czasu przechowywania owoców zarażonych *Aspergillus clavatus* i wynosiły odpowiednio 56 i 51 zidentyfikowanych fotonów. Pozostałe wyniki wskazywały średnio 42 wyemitowane fotony. Rysunek 2 przedstawia wyniki pomiarów zarejestrowane dla pleśni *Aspergillus clavatus*.

a) b)



Rys. 2. Wyniki pomiarów zarejestrowane dla pleśni *Aspergillus clavatus* a) liczba zarodników na poszczególnych owocach, b) ilość emitowanych fotonów w przedziale czasowym od 300 do 600 sekund pomiaru dla zarażonego banana

Wnioski

Substancje biologiczne składające się z owoców banana oraz pomarańczy degradujące poprzez zakażenie przez pleśń *Aspergillus clavatus* wykazują korelację między stopniem ich degradacji a rosnącą ilością zarodników i liczbą emitowanych fotonów. Oszacowano newralgiczny z punktu widzenia zdrowotnego interwał czasowy rozwoju pleśni pozwalający na opracowanie oryginalnej metodyki, która może stanowić marker jakościowy dla identyfikacji potrzeby szczegółowych analiz chemicznych produktu.

Literatura

[1] Błaszczyk M. 2010. Mikrobiologia środowisk. PWN, ISBN 978-83-01-16319-8

[2] Borc R., Jaśkowska A., Dudziak A. 2015. Ultrasłaba emisja fotonowa z układów żywych, Politechnika Lubelska, ISBN: 978-83-7947-164-5.

[3] Z. Libudzisz, K. Kowal, Z. Żakowaska; Mikrobiologia Techniczna Tom 2 – Mikroorganizmy w biotechnologii, ochronie środowiska i produkcji żywności. Wydawnictwo Naukowe PWN; Warszawa (2009)

IDENTYFIKACJA STOPNIA ROZWOJU PLEŚNI Z RODZAJU *PENICILLIUM* W SUBSTANCJI BIOLOGICZNEJ PRZY WYKORZYSTANIU EMISJI FOTONOWEJ

Anna MIERNIK, Paweł KIEŁBASA, Aneta ŁOPATKA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Emisja fotonowa to zjawisko wysyłania pojedynczego lub grupy fotonów z obiektu materialnego, układu. Przejście elektronu, atomu lub cząsteczki ze stanu wzbudzonego i jednocześnie wyższego energetycznie do stanu nie wzburzonego, który jest niższy energetycznie, czasem podstawowy nazywany stabilnym czego efektem jest wydzielenie energii. Takie zjawiska mogą zachodzić spontanicznie (samorzutnie) lub poprzez stymulację (emisja wymuszona)]. Luminescencja to emisja fotonowa w zakresie widzialnym. Zachodzi w materii podczas procesów egzoenergetycznych. Przyjmuje się, że długość fali fotonu „ λ'' znajduje się w zakresie ultrafioletu, światła widzialnego i bliskiej podczerwieni, czyli od 200 [nm] do 1000 [nm] Należy zaznaczyć różnicę w bioluminescencji organizmów żywych, która jest widzialna dzięki ludzkiemu oku i występuje u niektórych gatunków (np.: robaczki świętojańskie Photinus, algi morskie Noctiluca scintillans) a ultrasłabym promieniowaniem fotonowym, które emitują wszystkie żywe organizmy. Luminescencję z obiektów biologicznych można podzielić na spontaniczną i indukowaną. Wyróżnia się kilka rodzajów luminescencji indukowanej: termoluminescecja, fotoluminescencja (niefotosyntetyczna oraz fotosyntetyczna), sonoluminescencja, elektroluminescencja, radioluminescencja i inne; oraz trzy rodzaje luminescencji spontanicznej: mitotyczna, bioluminescencja, metaboliczna luminescencja [2].

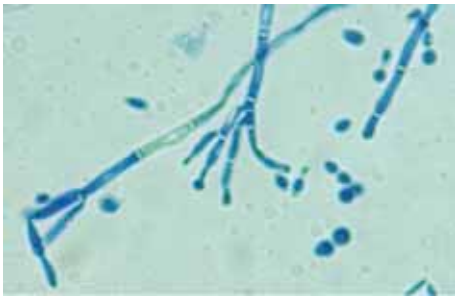
Penicillium odgrywa istotną rolę w biotechnologii. Istnieje ponad 300 gatunków *Penicillium*, które są korzystne dla ludzkości dzięki różnym cechom, a wiele z nich wciąż pozostaje niezbadanych. *Penicillium* wykorzystuje się w bioremediacji, jako źródło enzymów i biogazu, źródło przeciwutleniaczy, producentów witamin, barwników, a także jako producentów antybiotyki. Ponadto pleśnie te mogą powodować psucie żywności. Wiele gatunków na nieodpowiednio przechowywanych produktach spożywczych wytwarza trujące mykotoksyny [1,3].

Cel i zakres pracy

Celem pracy było określenie wielkości i struktury emisji fotonowej wybranych owoców egzotycznych (banan oraz pomarańcz) w czasie ich degradacji generowanej przez pleśń z rodzaju *Penicillium*, której stopień ekspansji określano na podstawie liczby zarodników zidentyfikowanych na powierzchni owoców w warunkach kontrolowanych. Zakres pracy obejmował pomiar emisji fotonów w czasie degradacji materii organicznej wybranych owoców egzotycznych powodowaną przez pleśń z rodzaju *Penicillium.* Proces namnażania pleśni prowadzono w warunkach kontrolowanych, które pozwalały na przyspieszenie całego procesu pomiarowego.

Metodyka badań

Do zakażenia owoców wykorzystano wyhodowane wcześniej kolonie pleśni *Penicillium citreonigrum*. Zarodniki pobrano za pomocą jałowej jednorazowej wymazówki. Zawiesine zarodników przygotowano w roztworze soli fizjologicznej, a jej gęstość optyczną ustalono na poziomie 0,7 McFarlanda. Następnie zakażono badane owoce (po 8 sztuk każego owoca), poprzez przeniesienie 100 µl zawiesiny z zarodnikami pleśni. Zarażone owoce umieszono na płyktach Petriego i inkubowano przez 7 dni w temperaturze 28°C.



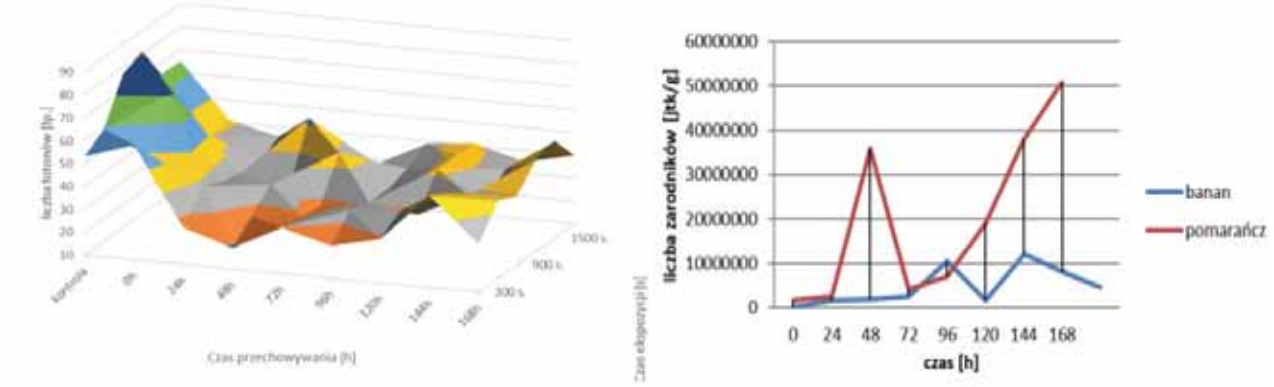
Rys. 1. Konidiofor i zarodniki pleśni z rodzaju *Penicillium* – widok mikroskopowy

Wyniki

Odnotowano, że w początkowej fazie przechowywania (pierwsze 24 godziny) intensywność emisji fotonów była najwyższa wynosząc ponad 18% sumarycznej liczby zidentyfikowanych fotonów w całym cyklu doświadczenia. Odnotowano nieznaczny wzrost emisji fotonów po 48 i 72 godzinach przechowywania (kolor fioletowy i jasno niebieski), jednakże dotyczyło to tylko dwóch interwałów pomiarowych i miało charakter incydentalny. Ponadto po 48 godzinach przechowywania w 44 pierwszym interwale czasowym odnotowano największy spadek liczby fotonów (kolor pomarańczowy i niebieski). W końcowej fazie każdego interwału w przedziale czasowym od minięcia 24 do 144 godzin przechowywania owocu ilość fotonów była wyższa niż po pierwszych 900 sekundach trwania badania. Po 168 godzinach od zakażenia owoców zauważono wzrost ilości fotonów podczas 4 interwałów czasowych (po 300 sekundach) wynoszący średnio 8% w porównaniu do poprzednich 24 godzin (kolor żółty).

Krzywe pokazujące ilość jednostek mogących tworzyć samodzielne kolonie na gram pobieranej substancji znacząco różnią się od siebie. Dla owocu jakim był pomarańcz przez pierwsze 24 godziny odnotowano dość nieznaczny wzrost ilości zarodników, który przez następne 24 godziny (48 godzin przechowywania) został wielokrotnie zwiększony do liczby 35,8 mln [jtk/g] by przez kolejne 24 godziny (72 godziny przechowywania) ponownie zmaleć do liczby 4,2 mln komórek. Osiągnięcie tak skokowego pułapu ilości zarodników miało charakter incydentalny i mogło złożyć się na to wiele czynników mających wpływ na rozwój pleśni i najprawdopodobniej będących niezależnymi od prowadzonego badania (na przykład miejscowy skład chemiczny owocu). Po 72 godzinach przyrost liczby zarodników był liniowy oraz bardzo intensywny, a po 168 godzinach wynosił 50,7 mln zarodników.

a) b)



Rys. 2. Wyniki pomiarów zarejestrowane dla pleśni *Penicillium citreonigrum* a) struktury intensywności emisji fotonowej dla zarażonego banana, b) ilości zarodników

Wnioski

Substancje biologiczne składające się z owoców banana oraz pomarańczy degradujące poprzez zakażenie przez pleśń *Penicillium citreonigrum* wykazują korelację między stopniem ich degradacji a rosnącą ilością zarodników i liczbą emitowanych fotonów. W przypadku analizowanych roślin zaobserwowano, że 75% zarodników intensywnie zwiększało swoją ilość po czasie oscylującym między 48 a 72 godzin od zarażenia, wzrost ten był niezależny od materiału, na którym znajdowały się zarodniki. Zarodniki *Penicillium citreonigrum* wykazywały wzrost skokowy i zróżnicowany.

Literatura

[1] Ali[1], Fatima & Mahmood, Khalid & Anwar, Muhammad & Akbar, Ali & Samiullah, & Baber, Junaid & Qasim, Said. (2016). Biotechnology of Penicillium Genus. V. 201-207.
[2] Borc R., Jaśkowska A., Dudziak A. 2015. Ultrasłaba emisja fotonowa z układów żywych, Politechnika Lubelska, ISBN: 978-83-7947-164-5.
[3] Z. Libudzisz, K. Kowal, Z. Żakowaska; Mikrobiologia Techniczna Tom 2 – Mikroorganizmy w biotechnologii, ochronie środowiska i produkcji żywności. Wydawnictwo Naukowe PWN; Warszawa (2009)

ELECTRICAL METHOD FOR THE CONTROL WATER AFTER OSMOSIS PROCESS FOR THE STANDARD UNIT OF ULTRASOUND POWER IN AN WATER ENVIRONMENT

Maryna MIKHALIEVA[1], Vasyl PARACUDA[2], Yuryi SHABATURA[1], Krzysztof PRZYSTUPA [3], Lubomyra ODOSII[1]

[1] Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv

[2] Scientific-research Institute for Metrology of Measurement and Control Systems, Lviv

[3]Lublin University of Technology

Actively storing ultrasound in modern technologies requires continuous adjustment of the accuracy of changing its parameters. The reliability and reliability of the energy parameters in ultrasound are especially important for the efficiency and safety of the ultrasound. For the whole, the "Scientific-research Institute For Metrology Of Measurement And Control Systems" carries out metrological robots and monitoring on the standards because of the maintenance of stable functions and reduction of the metrological characteristics, especially, the expansion of the dynamical and frequency ranges from the hour to the removal of one unit.

The company complies with the international standard IEC 61161: 2013 "Ultrasonics - Power measurement - Radiation force balances and performance requirements". The National State Standard of the Single Thrust for Ultrasound in the Water Environment AUV-01-2018 is the one in the straining of ultrasound based on the method of gravimetric time-dependent radioactive force.

The current national standard of single pressure for ultrasound allows the pressure of ultrasound in the frequency range from 0.5 MHz to 15.0 MHz, in the range of pressure from 0.005 to 10 W. It has the following metrological indicators: measurement uncertainty by type A - uA = 0,7%; measurement uncertainty by type B - uB = 5,3%; total standard uncertainty - uC = 5,4 %; extended uncertainty (к=2) - U = 10,7 %.

Also, the company complies with the international standard IEC 61127-2: 2007 "Ultrasonics - Hydrophones - Part 2: Calibration for ultrasonic fields up to 40 MHz". The national state standard of the unit of ultrasonic pressure in the aquatic environment of NDETU AUV-02-2018 reproduces the unit of ultrasonic pressure on the basis of application of the method of reciprocity with two transducers.

Today, the national standard unit of ultrasonic pressure in the aquatic environment reproduces the unit of ultrasonic pressure in the range from 5.0 to 100 kPa and a frequency range from 0.5 to 10 MHz. It has the following metrological indicators: uncertainty of measurement by type A - uA = 5.8%; uncertainty of measurement by type B - uB = 6.6%; total standard uncertainty - uC = 8,8%; extended uncertainty (k = 2) - U = 18.0%.

In the process of systematic analysis of the whole set of considered state standards, our attention was drawn to water, which is a mandatory component necessary for the functioning of the standards. The current technology of handling this component requires the stability of its parameters, which in turn affects the metrological characteristics of the standards as a whole.

The application of the method of standard reverse osmosis in the modern design of the corresponding devices is limited by the formation on the surface of the membrane of a salt-saturated film, which significantly reduces the performance of such devices. The composition of the water at the outlet of the treatment equipment depends on the composition of the water at the inlet. We propose to automate the control of water composition using the electric method. This will improve the management process of water purification, preserve the performance of the equipment.

Given the importance of the efficiency factor, we recall a group of methods used in most modern devices - automatic analyzers. They are based on the use of physicochemical methods of analysis - spectrophotometric, potentiometric, conductometric, polarographic, as well as a number of other methods and their various combinations.

The main disadvantage of the conductometric method, the only non-destructive method mentioned above, is its low selectivity. We used a modern modification of the conductometric method, which is now better known as imitation spectroscopy. Imitation spectroscopy is not currently used to study the composition of multicomponent liquids, although some studies are ongoing. [1]

The purpose of these studies is to develop a theoretical justification and experimental testing of the water control system as a specialized environment for the operation of national standards of power and ultrasonic pressure in the aquatic environment, after standard purification by osmosis.

New scientific results have been obtained, namely the establishment of some facts (extrema, negative conductivity, etc.) during the study of multicomponent aqueous solutions in a multifrequency electromagnetic field.

The multi-channel meter used in the research is a measuring unit that consists of a set of primary transducers - air condensers and a temperature sensor and is connected to a computer via a serial port. The computer was used to process and visualize the results. To reduce interference, the converter is placed in a shielded housing, in which - the temperature sensor. These devices are controlled by a digital signaling device, and it exchanges information with the board of the information display unit.

The composition of water, which is intended for entering the standard osmotic treatment plant and after the treatment process, was investigated by standard laboratory methods. Their immittance spectra were studied in parallel. Analysis and comparison of spectra indicate the sensitivity of the method. [2]

Consider how this will be practically implemented. Experimentally establish the dependence of the active and reactive components of the conductivity of the solution of the reference sample of the test fluid on the frequency of the electromagnetic field in the range of 50Hz ÷ 100Hz, determine the volume of this solution in the carbon converter, which causes a change in the polarity of the reactive conductivity component, determine the selective value of the field frequency for the controlled substance in the reference sample, at which the reactive component is equal to zero at the normalized maximum allowable concentration of this substance, after which the converter tuned to this volume of liquid and signal frequency is used as a control element of the automated control system in response to the indicator signal exceeding a certain concentration, in which the indicators of the active and reactive component are compared with the previously investigated solution of the reference sample, so judge the qualitative and quantitative composition of the liquid. [3]

On the basis of the received scientific results and establishment of dependences of structure of multicomponent liquid (water) on electric indicators, the new electric method and possibility of automation of control of water arriving in installation for reproduction of the standard is offered. Also, we obtained experimentally established scientific results, which can be further used and can be implemented in improved standards on automated control of the aquatic environment directly in the installations of NDETU AUV-01-2018 and NDETU AUV-02-2018.

That is, certain predictions about the possible change of water as an environment for the functioning of the standards during their operation can be made on the basis of electrical research.

REFERENCES

[1] Grigorchak I., Monday G. Impedance Spectroscopy.-Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic,.-352 p. 2011

[2] Mikhalieva M., Odosii L., Shabatura Y., Lunkova H., Hots N., Przystupa K., Atamaniuk V. Electrical Method for the Cyberphysical Control System of Non-Electrical Objects / M. Mikhalieva, L. Odosii, Y. Shabatura, H. Lunkova, N. Hots, K. Przystupa, V.Atamaniuk // Przeglad Electrotechniczny. – Vol 2019, No 11. . – pp.200–203.

[3] Patent of Ukraine UA 97770 C2. The method of controlling the qualitative and quantitative composition of liquids M. Mikhalieva, P Stoliarchuk, Ye. Pohodylo. Published 12.03.2012 Bull. № 5.

THE ROBOT FOR REHABILITATION OF AUTISTIC CHILDREN SOFTWARE ARCHITECTURE

Konrad NIDERLA[1,2], Marcin MACIEJEWSKI[1,3], Barbara SZYMONA[4], Anna PROKOPIAK[5,6]

[1] Dream-Art sp. z o.o., Rzeszów

[2] University of Economics and Innovation, Lublin

[3] Lublin University of Technology

[4] Sanus Medical Center, Day Treatment Center for Children with Autism, Lublin

[5]Alpha Medical Center, Lublin

[6]Maria Curie-Sklodowska University, Lublin

Introduction

DreamRobot [1, 2] is a tool supporting the therapy of children with ASD [3]. The robot is built as a 60 centimeters tall rabbit, than can drive around as well as move its arms, head, ears and tail. Limbs and head can move with several degrees of freedom. The device also has a built-in screen, cameras, microphones, speakers and other sensors such as an ultrasonic distance meter. The robot's face can simulate emotions (smile, sadness etc.), and the robot can talk using a speech synthesizer, play cartoons on the screen and play music from speakers. Artificial intelligence helps to control the behavior and interaction of the robot. During a therapy session, the robot acts as a simplified interface between the therapist and the patient [4]. Everything is controlled by the software described in this paper.

Components architecture

The robot's software solution is a set of applications and services that are used to control the entire system, and process data obtained during the therapy session. The software consists of three main parts [5] communicating with each other (Figure 1) 1. Software installed on the robot's microcomputer, 2. Software installed on the operator workstation, and 3. Software installed on the high-performance machine capable of parallel processing, ex. equipped with Nvidia graphics processors.

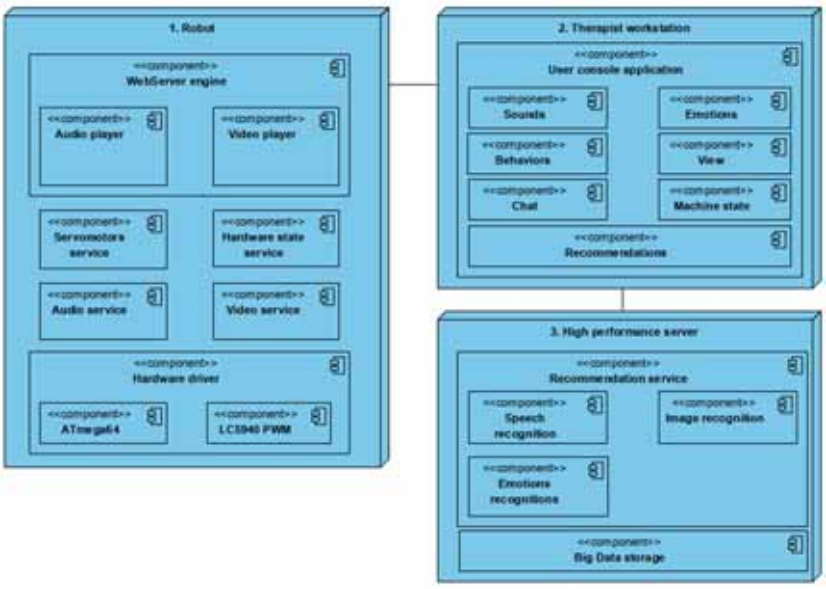


Figure 1. Deployment Diagram

The main function of components installed on the robot is to mediate between the user console and actuators responsible for movements, audio and video. Audio player and Video player work as web applications, with WebApi interface. User console application sends the audio data and video data to the WebApi interface for playback. A special part of the system is the snout and facial expression. There is possibility to change the shape of each part of the face like eyes, eyebrows, lips, mustache etc. Installed services receive control messages and send back data. Audio and Video services take the data stream from the microphone and cameras and send it to the user's console application, where the video stream is displayed on the operator's screen and audio stream is played on the headphones. At the same time video data is saved in the datastore as a set of images, and audio stream is sent to a speech recognition service. In the next step audio transcription received from speech recognition service is saved in the data store. The servomotors service is in charge of receiving movement commands and displacement orders and then sending it to the hardware driver[6, 7]. To control movements and facial expressions specialized messaging languages have been invented. They allow full control of the movement of individual robot drives and the shape of facial elements. Hardware state service is used to control and inform about things like temperature, battery state, sensors state.

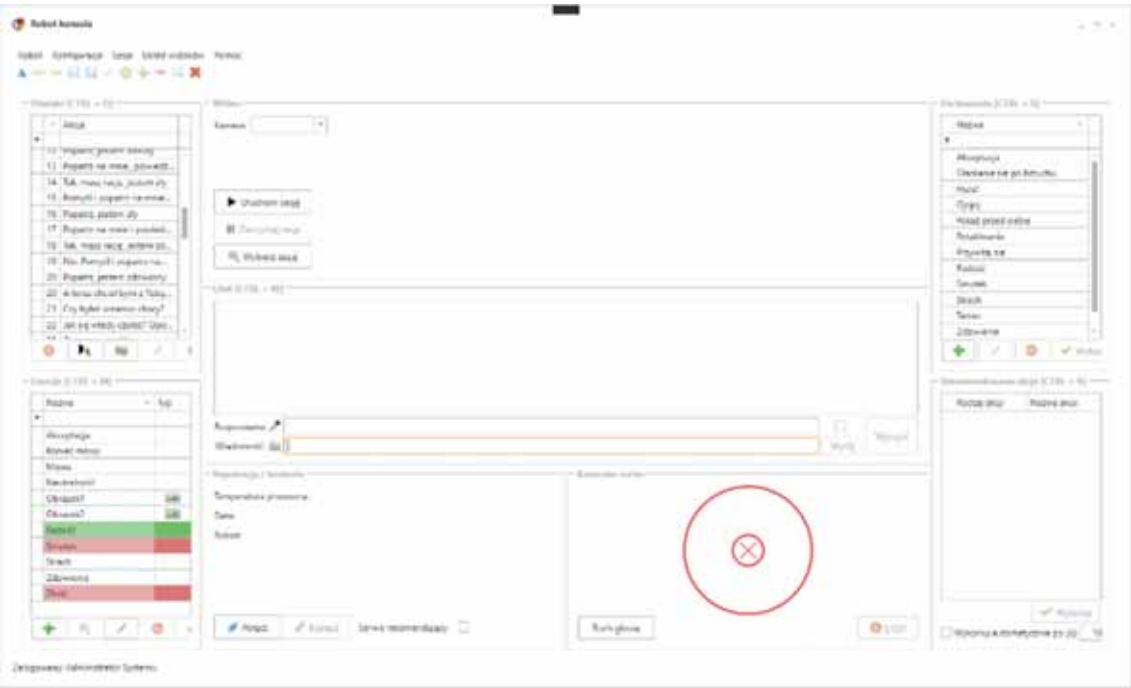


Figure 2. Console application - user interface

User's console application is built as a desktop application with a WPF framework. User interface contains 7 parts called: sounds, emotions, behaviors, view, chat, machine state and recommendations. Sounds, emotions and behaviors are lists which allow the user to define items for use during the therapy session. "Sounds" contains speech sentences and audio files, "emotions" contains face definitions like "smile", "sad" etc., and video files like cartoons, and "behaviors" contains sentences of moves. Using the "view" part the operator can observe the camera view, "chat" can be used to write ad-hoc sentences which will be converted by speech synthesizer to audio stream which will be played by the robot. Chat window also shows speech transcription. "Machine state" shows state of the robot like temperature, battery state etc. "Recommendation" window shows propositions for speech and behaviors received from AI recommendation service. Recommendation service analyzes received data in real time and tries to propose the best action in current session context. The important part of the robot solution are artificial intelligence services. They process data obtained during the therapy session and prepare them for the recommendation service. Recommendation service analyzes current state data like recognized patients and objects, patient's emotions, voice transcription, sentences, movement and actions performed by the therapist and tries to propose the action that best suits the situation. The entire session is saved for further analysis and model training.

References

[1] Construction of a zoomorphical robot for rehabilitation of autistic children K Niderla and M Maciejewski 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 1782 012024
[2] Robot-Assisted Autism Therapy (RAAT). Criteria and Types of Experiments Using Anthropomorphic and Zoomorphic Robots. Review of the Research. Szymona, B.; Maciejewski, M.; Karpinski, R.; Jonak, K.; Radzikowska-Büchner, E.; Niderla, K.; Prokopiak, A. Sensors 2021, 21, 3720.
[3] Werry I and Dautenhahn K 1999) Applying mobile robot technology to the rehabilitation of autistic children Procs. SIRS99, 7th symposium on intelligent robotic systems
[4] Dautenhahn K 1999 Robots as social actors: aurora and the case of autism Proceedings of CT99, the third international cognitive technology conference 359 p 374
[5] Seo J H and Aravindan P 2015 HCI International 2015 - Posters' Extended Abstracts. HCI 2015. Communications in Computer and Information Science 528 p 389-93
[6] ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V datasheet 2020 (Microchip Technology Incorporated)
[7] LC5940 16-Channel LED Driver With DOT Correction and Grayscale PWM Control 2015 (Texas Instruments Incorporate)

WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE EKOLOGICZNEJ MASY JAJOWEJ PO ODDZIAŁYWANIACH PULSACYJNYCH PÓL ELEKTRYCZNYCH (PEF)

Maciej OZIEMBŁOWSKI[1], Damian MAKSIMOWSKI[1,2], Agnieszka NAWIRSKA-OLSZAŃSKA[1]

[1] Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

[2] Cold brew coffee / Etno Cafe sp. z o.o., Wrocław

Wstęp i cel pracy

W ostatnich latach coraz większym zainteresowaniem konsumentów cieszą się produkty ekologiczne, które wykorzystywane są również w przetwórstwie spożywczym. W przypadku płynnych surowców jajczarskich jednym z najważniejszych wyróżników technologicznych jest ich lepkość, od której zależy wiele procesów w tym m.in. prawidłowy przepływ w pasteryzatorach nie tylko termicznych, ale wykorzystujących inne technologie – nisko termiczne czy wręcz nietermiczne. Jedną z takich alternatywnych technologii są pulsacyjne pola elektryczne (PEF). Istotą takiego oddziaływania jest umieszczenie utrwalanego płynu pomiędzy dwoma elektrodami, do których przyłożone jest odpowiednio wysokie napięcie, najczęściej rzędu od kilku do kilkudziesięciu kilowoltów [1, 2, 3, 4]. Celem pracy było określenie właściwości reologicznych masy jajowej uzyskanej z jaj chowu ekologicznego poddanej oddziaływaniom pulsacyjnych pól elektrycznych w porównaniu do surowca uzyskanego z hodowli wolnowybiegowej.

Materiały i metody

Surowcem jajczarskim były jaja kurze zielononóżki kuropatwianej, których nioski były w wieku od 50 do 60 tygodni. Surowiec uzyskano z certyfikowanej hodowli ekologicznej, do porównania wykorzystano jaja z hodowli wolnowybiegowej (obie lokalizacje z miejscowości Witoszyce, pow. Góra, woj. dolnośląskie). W eksperymencie przyjęto standaryzację masy jajowej polegającą na poddaniu jej dwusekundowej homogenizacji w homogenizatorze Büchi.

Utrwalanie za pomocą PEF płynnej masy jajowej przeprowadzono w sposób stacjonarny, w urządzeniu ERTEC SU-1 przeznaczonym do oddziaływań wysokonapięciowych impulsów elektrycznych. Impulsy elektryczne o wysokim napięciu (do 30 kV) powstawały w wyniku rozładowywania kondensatora (o pojemności c=0,25 μF) znajdującego się wewnątrz obudowy. Rozładowywanie to zachodziło za pomocą iskiernika, który w określonych odstępach czasu zamykał układ i umożliwiał przejście impulsu przez elektrody, pomiędzy którymi znajdowała się celka wraz z utrwalanym materiałem badawczym. Odległość pomiędzy elektrodami wynosiła 0,73 cm. Kształt pojedynczych impulsów PEF był sinusoidalnie zanikający, zaś szerokość pojedynczego impulsu wynosiła 0,17 μs. Zastosowano następujące parametry oddziaływań PEF w zależności od natężenia pola elektrycznego (E) oraz ilość impulsów (n) zarówno dla surowca ekologicznego jak i wolnowybiegowego: wariant kontrolny E=0 [kV/cm], n=0 jak również trzy warianty PEF: E=13,70 [kV/cm] i n=20 impulsów, E=27,40 [kV/cm] i n=40 impulsów oraz E=41,10 [kV/cm] i n=20 impulsów.

Właściwości reologiczne jako krzywe lepkości i płynięcia wyznaczono przy wykorzystaniu reometru Haake RheoStress 6000 i jego oprogramowania. Próbę o objętości 1 cm^3 umieszczano w układzie pomiarowym składającym się z zestawu płytka-stożek (C60/1° TiL). Temperatura, w której prowadzono analizę wynosiła 20°C ±0,1°C, zaś szybkość ścinania mieściła się w zakresie od 0 do 1000 s^{-1}. Pomiary wykonano w trzech powtórzeniach dla każdego wariantu. Obliczenia statystyczne (ANOVA, test Duncan'a) przeprowadzono z wykorzystaniem programu statystycznego *Statistica 13.3*.

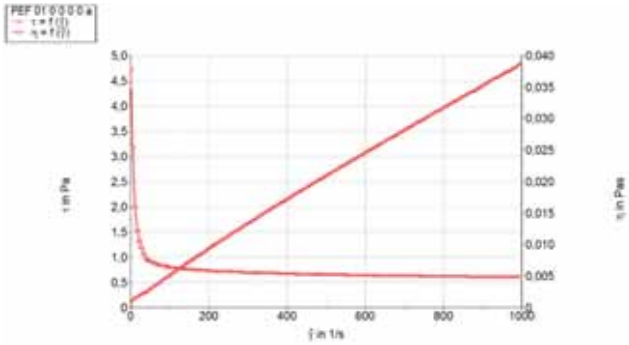
Wyniki

Wartości lepkości pozornej masy jajowej przy szybkości ścinania wnoszącej 1000 s^{-1} przedstawiono w Tab. 1. Stwierdzono stosunkowo niewielkie zmiany lepkości masy jajowej w ramach analizowanych wariantów, tj. w odniesieniu do prób kontrolnych oraz po oddziaływaniach PEF. Większą zmienność wartości lepkości pozornej zaobserwowano w przypadku masy jajowej uzyskanej z jaj chowu ekologicznego. Wartości te wynosiły od 4,714 do 6,016 mPa·s. W porównaniu do próby kontrolnej uzyskanej z ekologicznego surowca dwa warianty po oddziaływaniach PEF różniły się statystycznie istotnie, tj. przy 27,40 kV/cm i 40 impulsach oraz przy 41,10 kV/cm i 20 impulsach. W przypadku wariantów uzyskanych z chowu wolnowybiegowego nie stwierdzono statystycznie istotnego zróżnicowania pomiędzy nimi zarówno w odniesieniu do próby kontrolnej jak i wszystkich wariantów badawczych, w których zastosowano oddziaływania PEF. Nie stwierdzono również istotnego zróżnicowania lepkości pozornej pomiędzy odpowiednimi wariantami surowca ekologicznego i wolnowybiegowego. Przykładowe wykresy krzywych lepkości i krzywych płynięcia przedstawiono na rysunkach 1-4.

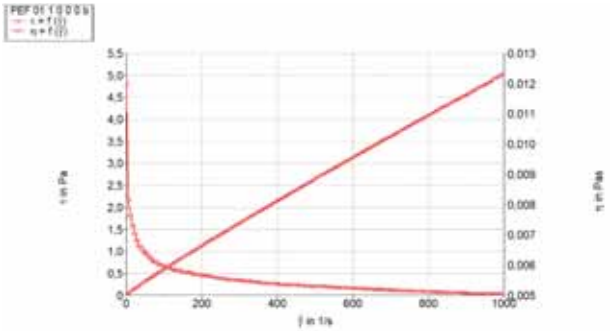
Tab. 1. Wartość lepkości pozornej [mPa·s] masy jajowej po oddziaływaniach PEF przy szybkości ścinania = 1000 s^{-1}

Wariant	Wartość lepkości [mPa·s] dla szybkości ścinania = 1000 s^{-1}	
	Surowiec ekologiczny	Surowiec wolnowybiegowy
Próba kontrolna	4,714 a	5,525 ab
PEF E=13,70 [kV/cm] n=20 impulsów	5,159 ab	5,378 ab
PEF E=27,40 [kV/cm] n=40 impulsów	5,741 b	5,569 ab
PEF E=41,10 [kV/cm] n=20 impulsów	6,016 b	5,782 b

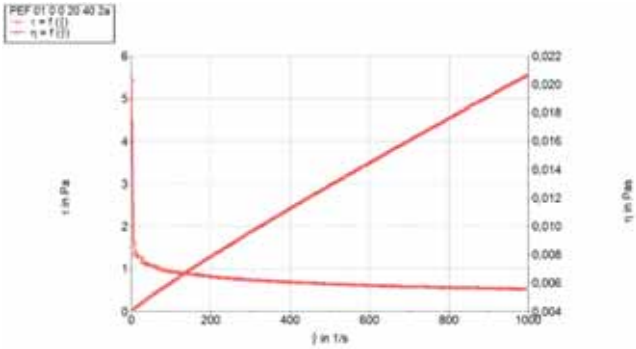
Jednakowe litery oznaczają brak statystycznych różnic (p<0,05)



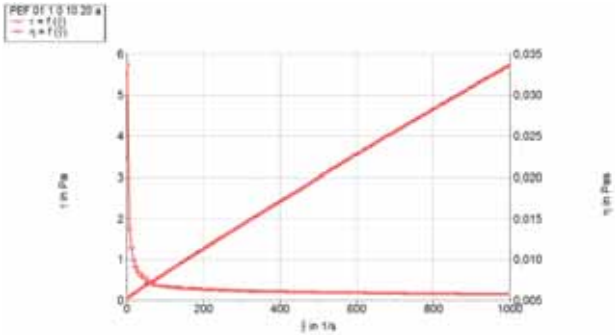
Rys. 1. Przykładowy wykres krzywej płynięcia i krzywej lepkości dla kontrolnej masy jajowej (surowiec ekologiczny)



Rys. 2. Przykładowy wykres krzywej płynięcia i krzywej lepkości dla kontrolnej masy jajowej (surowiec wolnowybiegowy)



Rys. 3. Przykładowy wykres krzywej płynięcia i krzywej lepkości dla masy jajowej (surowiec ekologiczny) po oddziaływaniach PEF (E=27,40 kV/cm, n=40)



Rys. 4. Przykładowy wykres krzywej płynięcia i krzywej lepkości dla masy jajowej (surowiec wolnowybiegowy) po oddziaływaniach PEF (E=13,70 kV/cm, n=20)

Wnioski

Lepkość pozorna masy jajowej uzyskanej z surowca ekologicznego przyjmuje w sposób statystycznie istotny wyższe wartości po oddziaływaniach PEF, co może mieć praktyczne znaczenie w niektórych procesach technologicznych wykorzystywanych w przetwórstwie żywności.

W przypadku masy jajowej uzyskanej z chowu wolnowybiegowego nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu utrwalania pulsacyjnymi polami elektrycznymi na lepkość pozorną surowca.

Literatura

[1] Monfort S., Mañas P., Condón S., Raso J., Álvarez I. 2012b. Physicochemical and functional properties of liquid whole egg treated by the application of Pulsed Electric Fields followed by heat in the presence of triethyl citrate. Food Research International, 48, 484–490.

[2] Martin-Belloso O., Marselles-Fontanet A.R., Elez-Martinez P. 2015. Food safety aspects of pulsed electric fields. In: Emerging Technologies for Food Processing (second edition), ed. Da-Wen Sun. Academic Press. 169-178.

[3] Tokusoglu O., Barbosa-Canovas G.V., Zhang H.Q. 2015. Improving liquid egg quality by Pulsed Electrical Field Processing. In: Improving Food Quality with Novel Food Processing Technologies. Ed. Tokusoglu O., Swanson B.G., CRC Press, Boca Raton, London, New York. 413-425.

[4] Oziembłowski, Maciej. 2019. Wpływ pulsacyjnych pól elektrycznych (PEF) oraz skoncentrowanego pola mikrofalowego (CMF) na wybrane cechy płynnych produktów jajczarskich. Monografie - Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu. T. 219. Monografie - Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.

EVALUATION OF SELECTED PROPERTIES OF DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE PLASMA JET

Joanna PAWŁAT[1], Michał KWIATKOWSKI[1], Piotr TEREBUN[1], Zdenko MACHALA[2], Karol HENSEL[2]

[1] Politechnika Lubelska

[2] Comenius University, Bratysława

Electrical discharges effecting in generation of plasma activated media (PAM)/plasma activated water (PAW) via non-thermal plasma are considered to be a relatively energy efficient method for production of active species. Plasma methods effectively combine the contributions of high electric fields, UV radiation and active chemicals, leading to higher treatment efficiency. [1-2] Different designs of plasma reactors and variety of electrical discharge types (AC, DC, pulsed) generated either directly in water, in the gas introduced to water or above the water surface have been studied world-wide as possible methods for abatement of chemical and biological pollutants and for generation of PAM for further use used in many technological processes applied in medicine, agriculture and biotechnology. Dielectric barrier discharge (DBD) plasma jets are sources of non-equilibrium plasma working at the atmospheric pressure. They are ensuring relatively low temperatures of the treated gas and allow for the precise treatment of biological samples. Experimental reactor is presented in Fig.1.

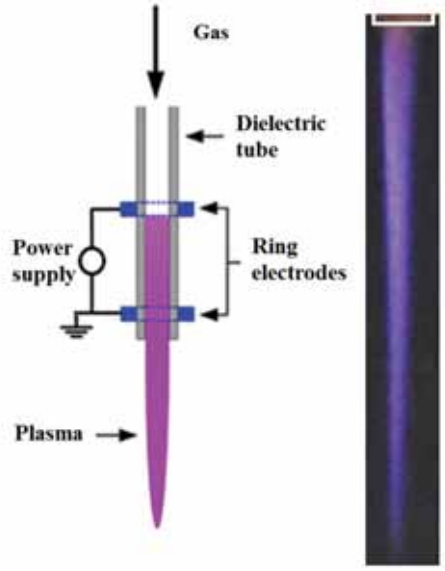


Fig. 1. Experimental set-up

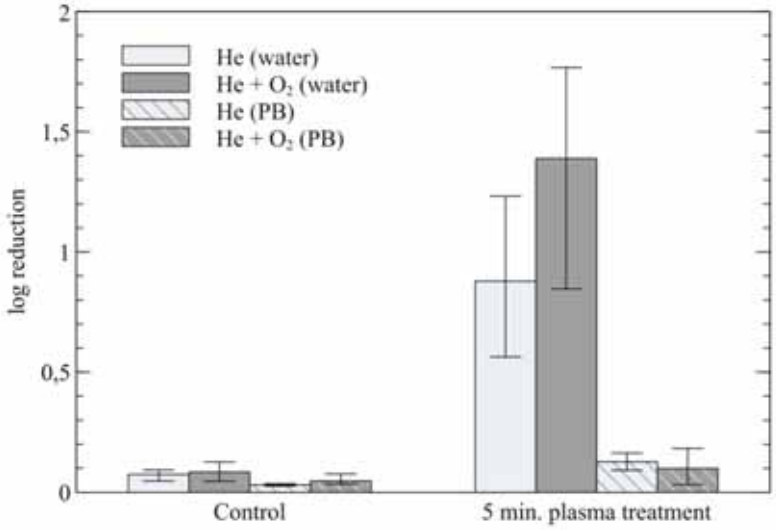


Fig. 2. Logarithmic reduction of E. coli in aqueous solutions

Synthetic water (W) mimicking the natural conductivity of tap water (prepared as a solution of NaH_2PO_4), and phosphate buffer (PB) solution were used to check the DBD plasma jet potential to form active species: hydrogen peroxide, OH radicals and nitrites in liquids. The possibility of eradication of *E. coli* was investigated. pH, temperature, shape of the discharge, current and voltage signals as well as the power consumed by the reactor for various composition and flow rate of working gas were monitored. The highest reduction was observed in water, which was also coherent with the highest decrease in pH.

Literatura

[1] Pawłat J.: Electrical discharges in humid environments. Generators, effects, application, Politechnika Lubelska, 2013.

[2] Brisset J-L., Pawłat J.: Chemical effects of air plasma species on aqueous solutes in direct and delayed exposure modes: discharge, post-discharge and plasma activated water Plasma Chemistry and Plasma Processing, vol. 36, no 2, pp. 355-381, 2015.

FREQUENCY INFLUENCE ON PARAMETERS OF DIRECTIONAL SPECIFIC TOTAL LOSS MODEL IN ELECTRICAL STEEL

Wojciech A. PLUTA

Czestochowa University of Technology

The production process of electrical steel sheets (ES) can be carried out in such a way that in the final product crystals are ordered in rolling direction (RD). I this direction ES displays most favorable magnetic properties and in directions 55° and 90° appears poor magnetic properties. The amount of crystals oriented along RD in relation to whole amount of crystals decides about directional properties of ES. This is usually described by degree of texture being a measure of amount of crystals oriented along RD in relation to whole amount of crystals. Another way to describe the directional properties is the anisotropy of magnetic properties e.g. flux density or anisotropy of specific total loss. The anisotropy phenomenon play important role in construction of magnetic circuits.

It is overall accepted that the specific total loss P_S consist of three components: hysteresis, classical and excess eddy current. The frequency dependence of the three components model can be applied at any angles x to the RD as in [1]:

$$P_S / f = \underbrace{C_h B_p^{\alpha}}_{P_h / f} + \underbrace{C_{ce} B_p^2 f}_{P_{ce} / f} + \underbrace{C_{ex} B_p^{3.2} f^{1/2}}_{P_{ex} / f} \tag{1}$$

where: C_h is the hysteresis loss coefficient, α is the exponent of flux density, $C_{ce} = \pi^2 d^2 (6\rho)^{-1}$ is the classical eddy current loss coefficient under sinusoidal magnetization, C_{ex} is the excess loss coefficient, ρ is the resistivity and d is the sheet thickness.

In (1) only classical eddy current specific total loss shows isotropic characters. This is due to the fact it is calculated for perfectly conducting infinite homogenous plate. The hysteresis and excess eddy current loss components display anisotropic character. Additionally, both components show similarity due to their common origin [1, 2]. In Fig.1 are presented experimental data (points) and fitted using (1) energy loss versus frequency for different magnetizing directions obtained for GO steel M150-35S grade at B_m = 1.1 T. In this figure the non-linearity of frequency dependence of anisotropy of specific total loss is visible.

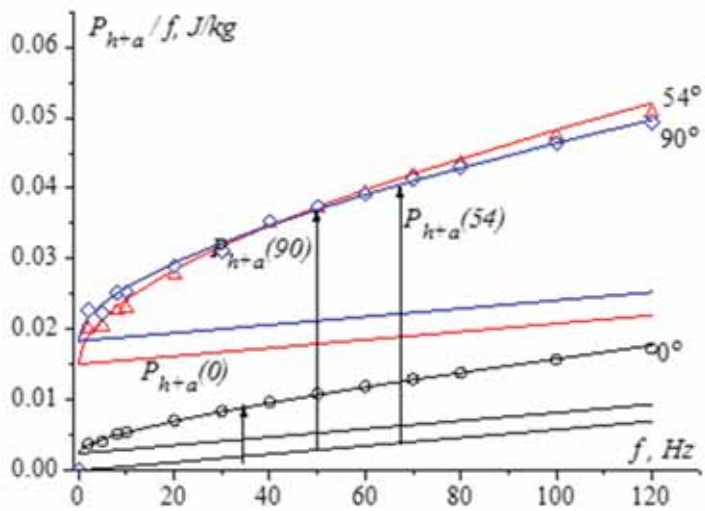


Figure 1: Energy loss per unit mass versus frequency for different magnetizing directions obtained for GO steel M150-35S grade at B_m = 1.1 T

In this paper is presented analysis of frequency and flux density dependence of the anisotropy of specific total loss. The analysis is performed using novel model of directional properties of specific total loss based on loss separation approach [3].

References

[1] Bertotti G., "Hysteresis in magnetism", Academic Press (1998)
[2] Pluta W.A., Angular properties of specific total loss components under axial magnetization in grain-oriented electrical steel. IEEE Trans. on Magnetics, Vol. 52, nr 4 (2016), 12 stron, s. 6300912.
[3] Pluta W.A., Calculating power loss in electrical steel taking into account magnetic anisotropy, Przegląd Elektrotechniczny, nr 2 (2018), s. 100-103.

WPŁYW KONDYCJONOWANIA DREWNA Z DRZEW LIŚCIASTYCH PULSACYJNYM POLEM ELEKTRYCZNYM NA CHARAKTERYSTYKĘ CIEPŁA SPALANIA

Ernest POPARDOWSKI, Paweł KIEŁBASA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Obecnie w wielu krajach produkcja energii z biomasy stanowi największy udział w strukturze wykorzystania energii odnawialnej. To w drewnie upatruje się największych szans na wzrost wykorzystania tego paliwa jako źródła energii odnawialnej [1-4]. Najistotniejszym z parametrów charakteryzujących drewno i inne przekształcane termicznie paliwa pod kątem ich energetycznego wykorzystania jest ciepło spalania i wartość opałowa [5,6]. Parametry te mogą się różnic znacząco nawet w obrębie tego samego paliwa, na co wpływ ma wiele czynników. Na przykład drewno sosny w stanie powietrzno-suchym może osiągać wartości od 18,6 MJ/kg [7] do 20,54 MJ/kg [8]. Ciepło spalania paliwa maleje wraz ze wzrostem zawartości wody, która w przypadku drewna jest magazynowana w ścianach komórkowych oraz w przestrzeniach pomiędzy martwymi komórkami [9,10]. Istnieją przesłanki, które pozwalają sugerować, że charakterystykę ciepła spalania można modyfikować odpowiednio kondycjonując materiał biologiczny [11-15]. Jedną z najbardziej obiecujących nietermicznych technik obróbki wstępnej przed suszeniem jest wykorzystanie fal elektrycznych o wysokiej amplitudzie napięcia – PEF [16-18]. Oddziaływanie pulsacyjnym polem elektrycznym powoduje zmiany w strukturze błony komórkowej zwane elektroporacją, która jest procesem polegającym na powstaniu nowych lub powiększeniu już istniejących porów membranowych. Perforacja naturalnej struktury błony komórkowej ułatwia przebieg dyfuzji wody i składników w niej rozpuszczonych. Zmniejsza to opory ruchu masy (powoduje przyspieszenie wielu procesów, np. suszenia czy odwadniania osmotycznego) oraz poprawia warunki ekstrakcji [19-21].Celem prezentowanych badań było określenie wpływu oddziaływania pulsacyjnego pola elektrycznego na charakterystykę przebiegu ciepła spalania wybranego materiału biologicznego, a ponadto określenie krzywej spalania dla każdej kombinacji doświadczenia.

Metodyka badań

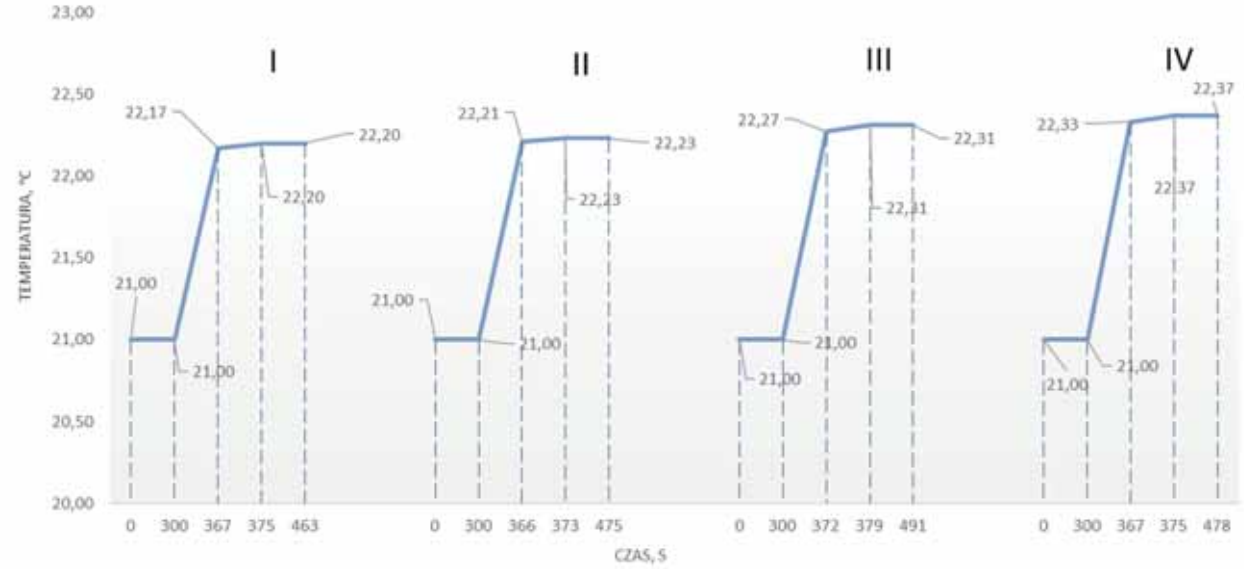
W pracy dokonano analizy materiału biologicznego w postaci trocin pochodzących z trzech drzew liściastych tj. buka, topoli i wierzby. Trociny poddano oddziaływaniu pulsacyjnego pola elektrycznego o napięciu 25 kV/cm w dwóch wariantach liczby wyładowań kondensatora tj. 150 i 300, oraz napięciu 30 kV/cm gdzie również zastosowano dwa warianty liczby wyładowań, czyli 150 i 300. Czas pomiędzy kolejnymi wyładowaniami wynosił 10 sekund i był jednakowy dla każdego wariantu napięcia i liczby wyładowań. Badania ciepła spalania i wartości opałowej materiału biologicznego przeprowadzono w Laboratoriom Eksperymentalnych Technik Badawczych Produktów i Surowców Biologicznych Wydziału Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, posiadającym akredytację Polskiego Centrum Akredytacji o numerze AB 1698. Oddziaływanie pulsacyjnym polem elektrycznym zrealizowano na stanowisku badawczym, które generuje pulsacyjne pole elektryczne o napięciu od 0 kV/cm do 30 kV/cm. Energi pojedynczego wyładowania może wynosić od 18 J do 270 J w zależności od wielkości napięcia i czasu trwania wyładowania. Pojemność kondensatora stanowiącego element stanowiska jest równa 0,25 mF, a częstotliwość generowanych wyładowań zależy od napięcia oddziaływania – do 10 kV/cm częstotliwość wyładowań wynosi minimum 1 Hz, natomiast w przypadku napięcia przekraczającego 10 kV/cm minimalna częstotliwość wyładowań wynosi 0,33 Hz.

Przed kondycjonowaniem ujednolicony materiał poddano stabilizacji wg PN EN 14780:2011. Następnie w obrębie każdego gatunku drewna wyodrębniono dwie grupy, z których jedna stanowiła próbę tzw. kontrolną, gdzie nie stosowano oddziaływania pulsacyjnym oplem elektrycznym, natomiast drugą poddano oddziaływaniu pulsacyjnego pola elektrycznego. W obu przypadkach określano zawartość wilgoci w stanie analitycznym. Dodatkowo dla próbki, która była poddana oddziaływaniu pulsacyjnego pola elektrycznego określono ponownie wilgotność drewna jeszcze przed badaniem ciepła spalania. Taki sposób postepowania

pozwalał wykluczyć wpływ zróżnicowania wilgotności materiału kontrolnego i kondycjonowanego, na wnioskowanie wynikające z otrzymanych wyników ciepła spalania. Jako granicę powtarzalności przyjęto wartość 0,1%. Do określenia ciepła spalania badanego materiału biologicznego posłużono się metodą spalania w bombie kalorymetrycznej, opartą na normie EN ISO 18125:2017. Wykorzystano w tym celu kalorymetr Kl 12Mn pozwalający na określenie zmian temperatury cieczy w naczyniu kalorymetrycznym z dokładnością do 0,001 °C. Ze względu na zastosowaną metodykę oraz na niewielką gęstość trocin, przed wykonaniem pomiarów materiał został sprasowany przy użyciu prasy ręcznej do postaci pastylki. Dopiero tak przygotowana porcja mogła posłużyć do wykonania pomiarów.

Wyniki badań

Każdy z badanych materiałów (trociny bukowe, topolowe i wierzbowe) został poddany osobnej analizie. Poniżej przedstawiono przykład wyników uzyskanych dla trocin bukowych. Analizując charakterystyki temperatury w czasie spalania materiału poddanego wcześniej stymulacji pulsacyjnym polem elektrycznym (rys. 1) stwierdzono, że najwyższą temperaturę uzyskano w przypadku oddziaływania PEF o napięciu 30 kV/cm, gdzie liczba impulsów wynosiła 300. Najniższą temperaturę w czasie spalania odnotowano dla próby, w której parametry pulsacyjnego pola elektrycznego były następujące: napięcie 25 kV/cm a liczba impulsów 150. W przypadku pozostałych kombinacji oddziaływania PEF wartości uzyskanych temperatur mieściły się w/w granicach od 22,20 °C do 22,31 °C. Biorąc pod uwagę tylko wartości zmierzonych temperatur z pominięciem ich charakterystyk, odnotowano, że w przypadku wszystkich kombinacji doświadczenia zaistniałe różnice są istotne statystycznie i mają duże znaczenie dla całego analizowanego procesu. Pomimo tego, że analizowane różnice temperatur w ujęciu wartości bezwzględnych stanowią niewielką wartość, to w obrębie zakresu temperatur interesujących z punktu widzenia zachodzącego zjawiska stanowią one istotny odsetek wartości. Kluczowym parametrem stymulacji z punktu widzenia wzrostu temperatury było napięcie wyładowania i czas oddziaływania. Należy zaznacz, że w przypadku próby zerowej (niepoddanej stymulacji pulsacyjnym polem elektrycznym) odnotowano temperatury najniższe.



Rys. 1. Charakterystyka temperatury spalania próbki drewna bukowego kondycjonowanego pulsacyjnym polem elektrycznym: I (napięcie 25 kV i liczba impulsów 150); II (napięcie 25 kV i liczba impulsów 300); III (napięcie 30 kV i liczba impulsów 150); IV (napięcie 30 kV i liczba impulsów 300)

Wnioski

W badaniach odnotowano wpływ kondycjonowania materii organicznej na charakterystyki temperaturowe oraz charakterystyki czasu poszczególnych etapów spalania. Stwierdzono również, że decydujące znaczenie na zmiany właściwości trocin drzewnych ma wielkość napięcia wyładowania, a w drugiej kolejności liczba impulsów wyładowań. Brak jest w literaturze badań świadczących o choćby próbie określenia wpływu PEF na charakterystykę ciepła spalania. Co więcej, wspomniana charakterystyka występuje zawsze jako niezbędny element pomiarów kaloryczności, ale jej rola zostaje zredukowana jedynie do jednego z etapów metodyki, służącej określeniu wartości ciepła spalania badanego paliwa. Tymczasem, z fizycznego i energetycznego punktu widzenia istotna wydaje się zarówno ilość wytworzonej energii, jak i czas, w którym ta energia została wydzielona. Na obecną chwilę niemożliwe jest precyzyjne sparametryzowanie procesu oddziaływania PEF na

charakterystykę ciepła spalania badanego paliwa. Istnieje więc potrzeba prowadzenia kolejnych doświadczeń i rozszerzenia zakresu badań nie tylko o inne parametry pola elektrycznego, ale również o różne gatunki drewna.

LITERATURA

[1] Balat M.; Acici N.; Ersoy G. Trends in the Use of Biomass as an Energy Source. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy* (2006)*, 1:4*, 367-378.

[2] Uddin M.; Techato K.; Taweekun J.; Rahman Md.M.; Rasul M.; Mahlia T.M.I.; Rahman S.M.A. An Overview of Recent Developments in Biomass Pyrolysis Technologies. *Energies* (2018), *11(11),* 3115.

[3] Papoutsidakis M.; Symeonaki E.; Tseles D.; Drosos C. The biomass as an energy source and its application benefits. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology* (2018)*, 2(10),* 1-5.

[4] Spîrchez C.; Lunguleasa A.; Croitoru C. The importance of the wood biomass in environment protection. *AIP Conference Proceedings* (2017)*, 1918(1),* 1-10.

[5] Toscano G.; Foppa P.E. Calorific value determination of solid biomass fuel by simplified method. *Journal of Agricultural Engineering* (2009), *3,* 1-6.

[6] Bell D.A.; Towler B.F.; Fan M. The Nature of Coal. In *Coal Gasification and Its Applications*, 1st ed.; Bell D.A.; Towler B.F.; Fan M., Eds.; William Andrew Publishing: Norwich, NY, USA, (2011), Volume 1, pp. 1-15.

[7] Günther B.; Gebauer K.; Barkowski R.; Rosenthal, M.; Bues, C.T. Calorific value of selected wood species and wood products. *European Journal of Wood and Wood Products* (2012), *70*, 755-757.

[8] Orémusová E.; Tereňová L.; Réh R. Evaluation of the gross and net calorific value of the selected wood species. *Advanced Materials Research* (2014), *1001*, 292-299.

[9] Demirbaş A. Effects of moisture and hydrogen content on the heating value of fuels. *Energy Sources. Part A. Recovery, Utilization, and Environmental Effects* (2007), *29:7,* 649-655.

[10] Charbel A. T.; Trinchero B.D.; Morais D.D.; Mesquita H.; Birchal V.S. Evaluation of the Potential of Fruit Peel Biomass after Conventional and Microwave Drying for Use as Solid Fuel. *Applied Mechanics and Materials* (2015), *798*, 480–485.

[11] Jayakumar E.; Chittibabu S.; Shanmugasundaram S.; Lope G.T. Synergetic effect of microwave heated alkali pre-treatment on densification of rice (*Oryza sativa*) husk biomass grinds, *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* (2019), *8*, 1–11.

[12] Phanphanich M.; Mani S. Impact of torrefaction on the grindability and fuel characteristics of forest biomass. *Bioresource technology* (2011), *102*, 1246-1253.

[13] Yu N.; Cai Y.; Li X.; Fan Y.; Yin H.; Zhang R. Catalytic pyrolysis of rape straw for upgraded bio-oil production using HZSM-5 zeolite. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* (2014), *30(15),* 264-271.

[14] Hassan S.S.; Williams G.A.; Jaiswal A.K. Emerging technologies for the pretreatment of lignocellulosic biomass, *Bioresour. Technol* (2018), *262*, 310–318.

[15] Zhao X.; Zhang L.; Liu D. Pretreatment of Siam weed stem by several chemical methods for increasing the enzymatic digestibility. *Biotechnology journal* (2010), *5*, 493-504.

[16] Donsì F.; Ferrari G.; Pataro G. Applications of Pulsed Electric Field Treatments for the Enhancement of Mass Transfer from Vegetable Tissue. *Food Engineering Reviews* (2010), *2*. 109-130.

[17] Toepfl S. Pulsed Electric Fields (PEF) for permeabilization of cell membranes in food- and bioprocessing – applications, process and equipment design and cost analysis. PhD thesis, Technischen Universität, Berlin, (2006).

[18] Tylewicz U.; Tappi S.; Mannozzi C.; Romani S.; Dellarosa N.; Laghi L.; Ragni L.; Rocculi P.; Dalla Rosa M. Effect of pulsed electric field (PEF) pre-treatment coupled with osmotic dehydration on physico-chemical characteristics of organic strawberries. *Journal of Food Engineering* (2017), *4(27),* 66-78.

[19] Wiktor A.; Witrowa-Rajchert D. Applying Pulsed Electric Field to enhance plant tissue dehydration process. *Żywność: nauka - technologia - jakość* (2012), *2(81),* 22-32.

[20] Kumar A.K.; Sharma S. Recent updates on different methods of pretreatment of lignocellulosic feedstocks: a review. *Bioresources and Bioprocess* (2017), *4*, 1–19.

[21] Barba F.J.; Parniakov O.; Pereira S.A.; Wiktor A.; Grimi N.; Boussetta N.; Saraiva J.A.; Raso J.; Martin-Belloso O.; Witrowa-Rajchert D.; Lebovka N.; Vorobiev E. Current applications and new opportunities for the use of pulsed electric fields in food science and industry. *Food Research International* (2015), *77*, 773–798.

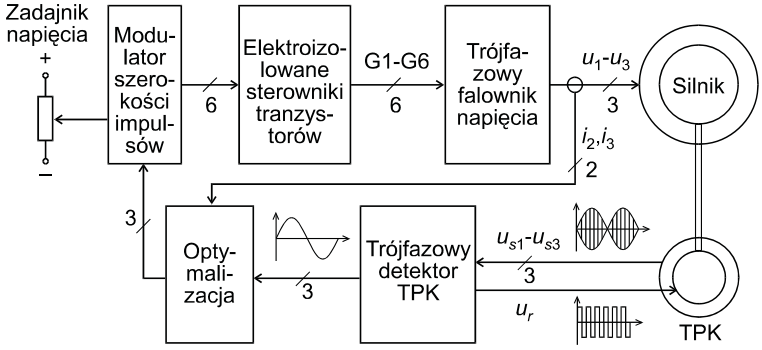
OPTYMALIZACJA STEROWANIA BEZSZCZOTKOWYM SILNIKIEM PRĄDU STAŁEGO

Andrzej POPENDA

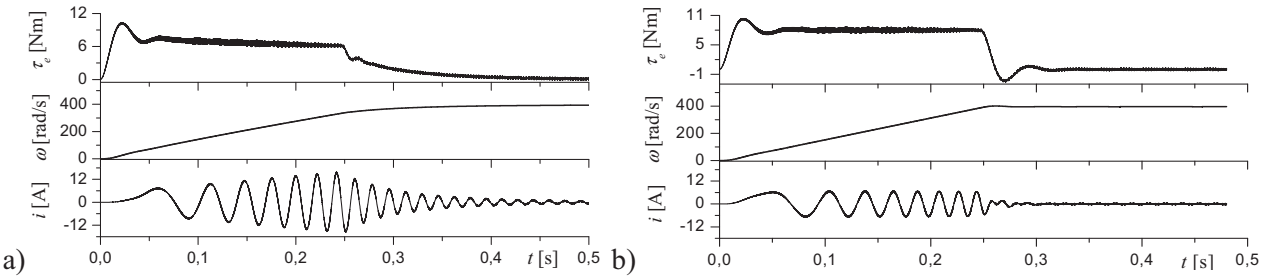
Politechnika Częstochowska

Silniki elektryczne wzbudzane magnesami trwałymi, do których można zaliczyć bezszczotkowy silnik prądu stałego (ang. BLDC motor) oraz silnik synchroniczny z magnesami trwałymi (ang. PMSM), są wykorzystywane w wielu gałęziach gospodarki, w tym w przemyśle narzędziowym, motoryzacyjnym, medycznym, automatyce przemysłowej itd. Rozróżnia się dwa typy silników wzbudzanych magnesami trwałymi: silniki o trapezoidalnym przebiegu napięcia indukowanego (dotyczy głównie silników BLDC) oraz silniki o sinusoidalnym przebiegu napięcia indukowanego (dotyczy głównie PMSM). Podział ten wynika z różnych sposobów połączenia zezwojów (cewek) tworzących uzwojenie stojana oraz różnych sposobów formowania rozkładu indukcji w szczelinie silnika poprzez odpowiednie magnesowanie magnesów trwałych lub kształtowanie nabiegunników wirnika. W przypadku silnika o sinusoidalnym przebiegu napięcia indukowanego zarówno napięcia indukowane jak i prądy fazowe zmieniają się w sposób sinusoidalny, a rozwijany moment elektromagnetyczny ma gładki przebieg w odróżnieniu od odkształconych przebiegów napięć indukowanych i prądów fazowych oraz tętniącego momentu elektromagnetycznego silnika o trapezoidalnym przebiegu napięcia indukowanego, będących przyczyną dodatkowych wibracji i hałasu.

Poprawa wskaźników jakości regulacji, realizowanej w elektrycznych układach napędowych, jest powszechnym dążeniem projektantów i użytkowników tych układów. W pracy [1] zaproponowano strategię sterowania silnikiem wzbudzanym magnesami trwałymi o sinusoidalnym przebiegu napięcia indukowanego, z komutatorem elektronicznym pobudzanym z przetwornika sprzężonego z wałem silnika. Właściwości silnika z tak pobudzanym komutatorem są podobne do właściwości obcowzbudnego silnika prądu stałego. W wyniku zastosowanej optymalizacji, opisanej zależnościami (1) i (2), uzyskano poprawę dynamiki układu napędowego bez konieczności stosowania zamkniętych obwodów regulacji prądu twornika i prędkości kątowej wraz z ich syntezą. Proponowaną strategię sterowania wyjaśnia rysunek 1, natomiast na rysunku 2 znalazły się przebiegi czasowe momentu elektromagnetycznego (τ_e), prędkości kątowej (ω) i prądu fazowego (i) podczas rozruchu silnika o mocy 4 kW.



Rys. 1. Schemat blokowy struktury odpowiadającej proponowanej strategii sterowania silnikiem o sinusoidalnym przebiegu napięcia indukowanego [1], gdzie TPK – transformator położenia kątowego (trójfazowy indukcyjny przetwornik położenia kątowego, ang. synchro)

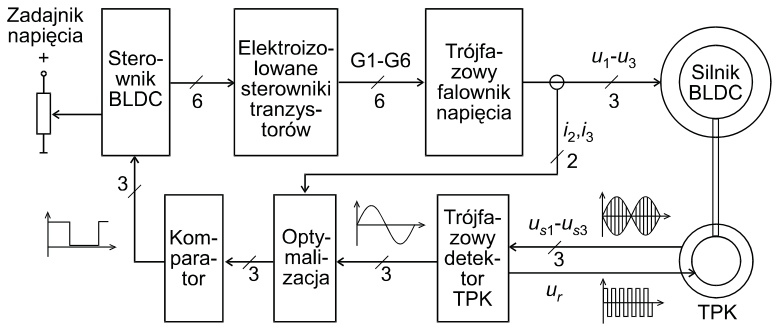


Rys. 2. Przebiegi charakterystycznych wielkości podczas rozruchu silnika w układzie z rysunku 1 z (a) wyłączoną optymalizacją i (b) włączoną optymalizacją

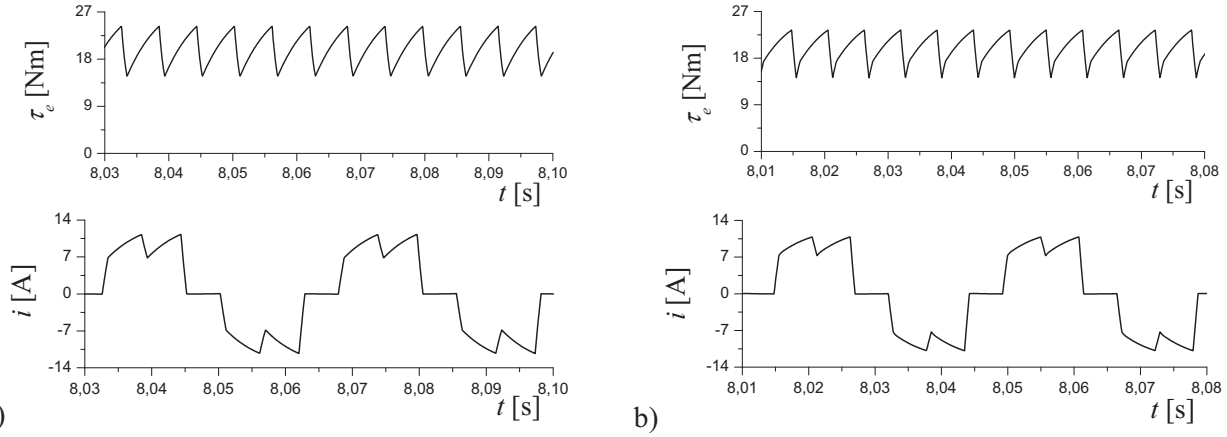
$$\sin\delta = \frac{Li_q}{\sqrt{L^2 i_q^2 + \psi_M^2}}, \ \cos\delta = \frac{\psi_M}{\sqrt{L^2 i_q^2 + \psi_M^2}} \tag{1}$$

$$\begin{bmatrix} u_{\delta 1} \\ u_{\delta 2} \\ u_{\delta 3} \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos\delta & \cos(\delta+120°) & \cos(\delta-120°) \\ \cos(\delta-120°) & \cos\delta & \cos(\delta+120°) \\ \cos(\delta+120°) & \cos(\delta-120°) & \cos\delta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{d1} \\ u_{d2} \\ u_{d3} \end{bmatrix} \tag{2}$$

gdzie: $u_{d1,2,3}$ – napięcia na wyjściu detektora TPK, $u_{\delta 1,2,3}$ – napięcia na wyjściu bloku optymalizacji. Pozostałe wielkości w zależnościach (1) to indukcyjność uzwojenia silnika, strumień wzbudzany magnesami trwałymi oraz składowa prądu silnika określająca wielkość momentu elektromagnetycznego. Zastosowanie analogicznych zależności w układzie sterowania silnikiem o trapezoidalnym przebiegu napięcia indukowanego (rys. 3) prowadzi do jego przyspieszonej komutacji o kąt δ zależny od obciążenia.



Rys. 3. Schemat blokowy struktury odpowiadającej proponowanej strategii sterowania silnikiem o trapezoidalnym rozkładzie napięcia indukowanego



Rys. 4. Przebiegi prądu i momentu elektromagnetycznego silnika obciążonego momentem znamionowym w układzie z rysunku 3, z (a) wyłączoną optymalizacją oraz (b) włączoną optymalizacją

Przeprowadzone badania wykazały znikomy wpływ proponowanej optymalizacji sterowania silnikiem o trapezoidalnym przebiegu napięcia indukowanego na dynamikę układu napędowego w stanach nieustalonych (wyniki nieprezentowane w niniejszym streszczeniu). Można natomiast zaobserwować korzystny wpływ przyspieszonej komutacji silnika, będącej skutkiem zastosowanej optymalizacji, na parametry przebiegów prądu i momentu elektromagnetycznego, przejawiający się zmniejszeniem amplitudy tętnień obu wielkości (rys. 4).

Literatura

[1] Popenda A.: A control strategy of a BLDC motor, Przegląd Elektrotechniczny, r. 89, nr 12, s. 188-191, 2013

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

DYNAMIKA ZESPOŁU ELEKTROMECHANICZNEGO ZAWIERAJĄCEGO DŁUGIE POŁĄCZENIE SPRĘŻYSTE I TŁUMIENIE DRGAŃ MECHANICZNYCH

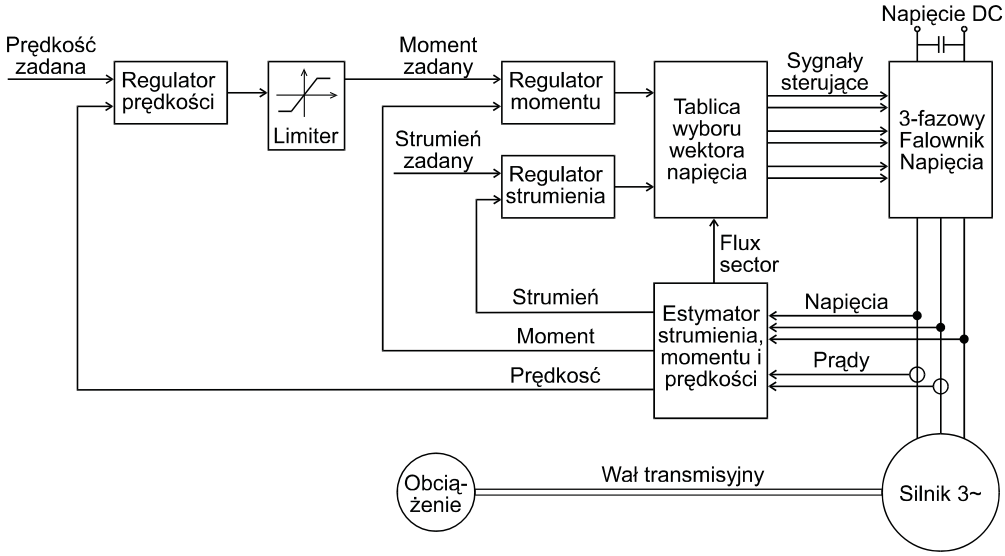
Andrzej POPENDA[1], Andriy CHABAN[2], Andrzej SZAFRANIEC[2]

[1] Politechnika Częstochowska

[2] Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu

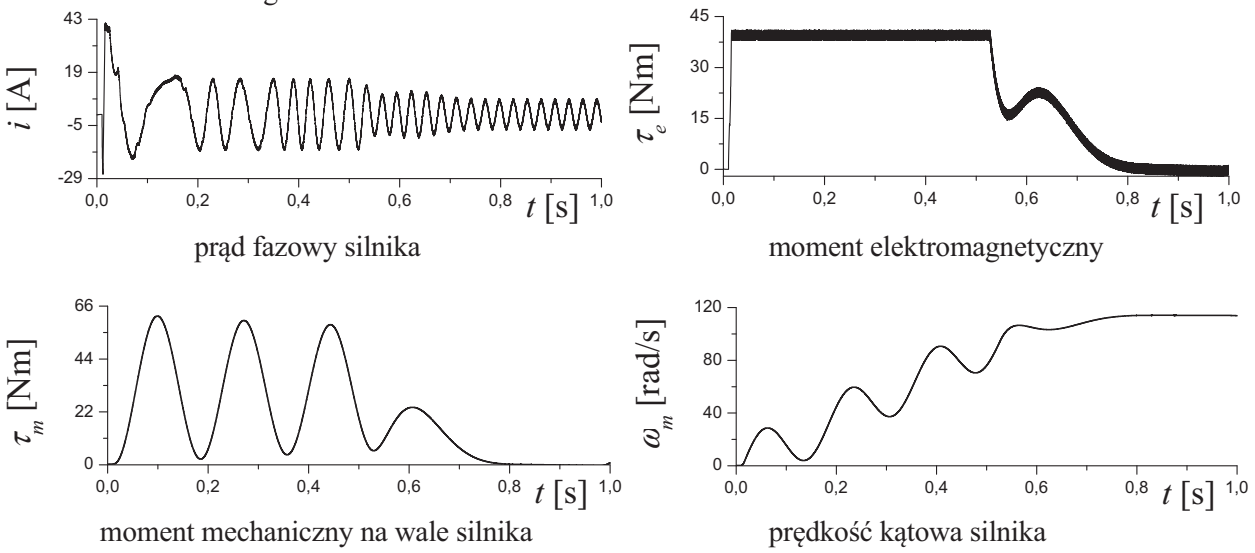
Skokowe lub zbyt gwałtowne zmiany zadanej prędkości kątowej powodują w układach sterowania silników elektrycznych czasową blokadę pracy regulatora prędkości z powodu zastosowanych ograniczeń na jego wyjściu (limiter) [1]. Szczególnie niekorzystne skutki takiej blokady można zaobserwować w układach napędowych, w których pomiędzy silnikiem elektrycznym a mechanizmem roboczym występuje długie połączenie sprężyste (wał napędowy / transmisyjny) [2,3]. W konsekwencji pojawiają się skręcenia wału oraz towarzyszące im momenty skrętne o znacznych amplitudach, wielokrotnie przekraczających moment znamionowy silnika. Konieczność stosowania limiterów na wyjściu regulatorów prędkości wynika z potrzeby ograniczenia zarówno momentu obrotowego rozwijanego przez silnik i spowodowanych w ten sposób przeciążeń w układzie mechanicznym jak i prądu płynącego w obwodach uzwojeń silnika i przekształtnika.

Na rysunku 1 podano schemat blokowy układu regulacji prędkości kątowej silnika indukcyjnego (prądu przemiennego), opartego na regulacji momentu elektromagnetycznego i strumienia skojarzonego [4]. Analogiczne rozwiązania w torze regulacji prędkości kątowej stosuje się w przypadku szczotkowych i bezszczotkowych silników prądu stałego, w których, alternatywnie, występują zamknięte obwody regulacji momentu elektromagnetycznego lub prądu twornika, podobnie jak w układach zorientowanego polowo sterowania silnikiem indukcyjnym. Pomiar napięć przewodowych w rozważanym układzie (rys. 1) może być zastąpiony pomiarem napięcia stałego w obwodzie pośredniczącym przemiennika częstotliwości zasilającego silnik oraz odczytem kątowego położenia wektora napięcia silnika (falownika) z tablicy wyboru wektora napięcia.



Rys. 1. Schemat blokowy układu regulacji prędkości kątowej silnika indukcyjnego zawierającego długie połączenie sprężyste (wał transmisyjny)

Na rys. 2 pokazano przykładowe przebiegi prądu fazowego, momentu elektromagnetycznego oraz momentu mechanicznego i prędkości kątowej na wale silnika indukcyjnego o mocy 4 kW w badanym układzie napędowym podczas rozruchu silnika. Rozważany układ napędowy składa się z silnika indukcyjnego połączonego z prądnicą hamulcową prądu stałego za pomocą stalowego wału napędowego o długości 0,66 m i średnicy 8 mm. W układzie sterowania zastosowano ograniczenie momentu zadanego na wyjściu regulatora prędkości o wartości 1,57 momentu znamionowego silnika.



Rys. 2. Przebiegi charakterystycznych wielkości w układzie napędowym z silnikiem indukcyjnym z rysunku 1

Blokada pracy regulatora prędkości jest tu (rys. 2) wyraźnie widoczna przez pierwsze pół sekundy od rozpoczęcia rozruchu silnika, począwszy od wystąpienia skokowej zmiany zadanej prędkości silnika na wejściu układu regulacji. Natomiast po wyjściu regulatora prędkości ze strefy ograniczenia drgania zostają szybko wytłumione w wyniku odblokowania jego pracy. Co więcej standardowy układ wektorowego sterowania silnikiem indukcyjnym, wyposażony w zamknięty obwód regulacji prędkości kątowej, radzi sobie z zadaniem tłumienia drgań bardzo skutecznie bez stosowania żadnych dodatkowych obwodów lub urządzeń tłumiących.

Rozwiązaniem problemu tłumienia drgań we wszystkich stanach pracy układu napędowego, również podczas jego rozruchu i nawrotu, czyli w stanach, gdy występuje blokada pracy regulatora prędkości w wyniku zadziałania ograniczenia na jego wyjściu, jest spowolnienie szybkości narastania prędkości zadanej. Intensywność tego spowolnienia powinna być dostosowana do aktualnego momentu bezwładności wirnika silnika elektrycznego oraz dołączonych do niego mas wirujących. W bardziej złożonych mechanizmach roboczych wiąże się to z koniecznością określenia zastępczego momentu bezwładności sprowadzonego na wał silnika. W artykule zaproponowano nieskomplikowaną strukturę aktywnego ogranicznika zadanego prądu twornika, która umożliwia bezprzerwowe działanie regulatora prędkości dzięki automatycznemu dostosowaniu szybkości narastania prędkości zadanej do dowolnego momentu bezwładności.

Literatura

[1] Popenda A.: Damping of vibration in an electric drive system with a long elastic coupling, Przegląd Elektrotechniczny, r. 97, nr 12, s. 226-229, 2020

[2] Popenda A. , Lis M., Nowak M., Blecharz K., Mathematical Modelling of Drive System with an Elastic Coupling Based on Formal Analogy between the Transmission Shaft and the Electric Transmission Line, Energies, vol. 1181, no. 13, pp. 1-14, 2020

[3] Chaban A., Lis M., Szafraniec A., Jedynak R.: Application of Genetic Algorithm Elements to Modelling of Rotation Processes in Motion Transmission Including a Long Shaft, Energies, vol. 14, no. 1, 115, 2020

[4] Takahashi I., Noguchi T.: A New Quick-Response and High-Efficiency Control Strategy of an Induction Motor, IEEE Transactions on Industry Applications, vol. IA-22, no. 5, pp. 820-827, 1986

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

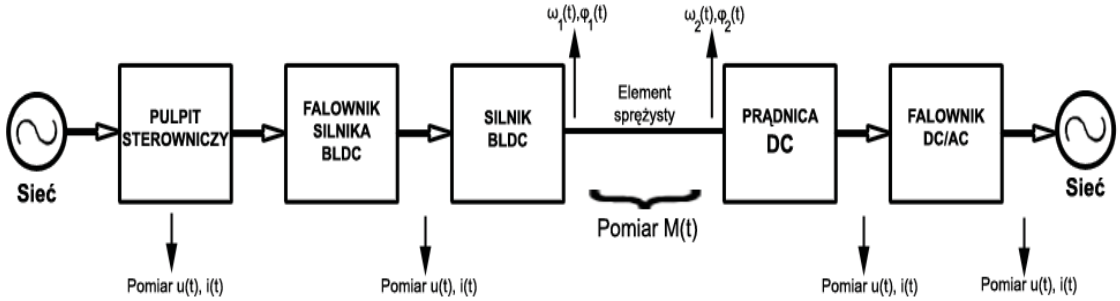
WPŁYW ALGORYTMU STEROWANIA SILNIKIEM BLDC NA AMPLITUDĘ DRGAŃ W UKŁADZIE ELEKTROMECHANICZNYM

Andrzej POPENDA, Marcjan NOWAK

Politechnika Częstochowska, Katedra Elektroenergetyki

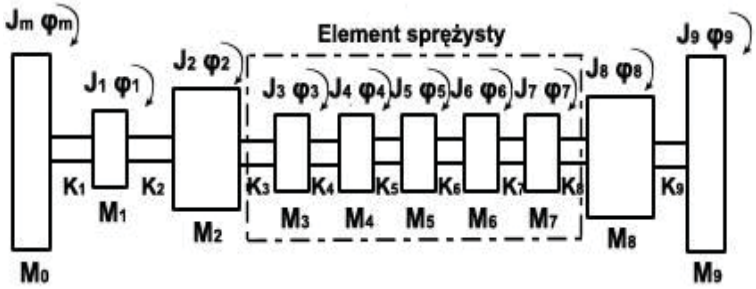
W artykule przedstawiono analizę algorytmów sterujących pracą silnika BLDC oraz ich wpływ na amplitudę drgań w układzie elektromechanicznym. W skład badanego układu elektromechanicznego wchodzą: silnik BLDC, sprzęgło, uchwyty mocujące, element sprężysty oraz prądnica prądu stałego. Badania zostały przeprowadzone przy założeniach, iż układ nie jest obciążony dynamicznie zewnętrznym momentem elektromagnetycznym, a prądnica prądu stałego traktowana jest jako element charakteryzujący się momentem bezwładności oraz siłą tarcia występującą w łożyskach. W badaniach wykorzystano dwa łączniki sprężyste o średnicach 10 mm oraz 20 mm i długości 660 mm. Dzięki zastosowaniu dokładnych enkoderów na początku i końcu układu elektromechanicznego możliwe było badanie kąta skręcenia wału. Z uwagi na powyższe dokładnej analizie poddane zostały nie tylko kąty skręcenia wału, ale również różnice prędkości kątowych łącznika powodujące powstawanie zjawisk drganiowych. W momencie rozruchu silnika okresowo zmienne momenty skręcające powodują powstanie drgań skrętnych badanego elementu sprężystego, które bez odpowiedniej aparatury pomiarowej wymagałyby zaawansowanych algorytmów do poprawnej estymacji. Dodatkowo występowanie dyssypacji w układzie powoduje tłumienie drgań elementu oraz zmniejsza niebezpieczeństwo wystąpienia rezonansu w zakresie prędkości roboczych. Zjawisko to zostało uwzględnione podczas tworzenia modelu symulacyjno-komputerowego. Aspekty ekonomiczne wymuszają ograniczenie do bezpiecznego minimum masy elementów wchodzących w skład układu elektromechanicznego, co powoduje, iż układy elektromechaniczne w niektórych sytuacjach pracują przy strefach rezonansowych. Praca ciągła w takich warunkach może wiązać się z szybszym zużyciem mechanicznym elementów oraz narażać na częste występowanie awarii.

Badanie układu elektromechanicznego w strefie rezonansowej pozwala oszacować mechaniczne parametry wytrzymałościowe wału oraz wyznaczyć maksymalną strzałkę ugięcia wału. Model symulacyjno-komputerowy umożliwia również analizę układu elektromechanicznego podczas pracy w krytycznych warunkach.



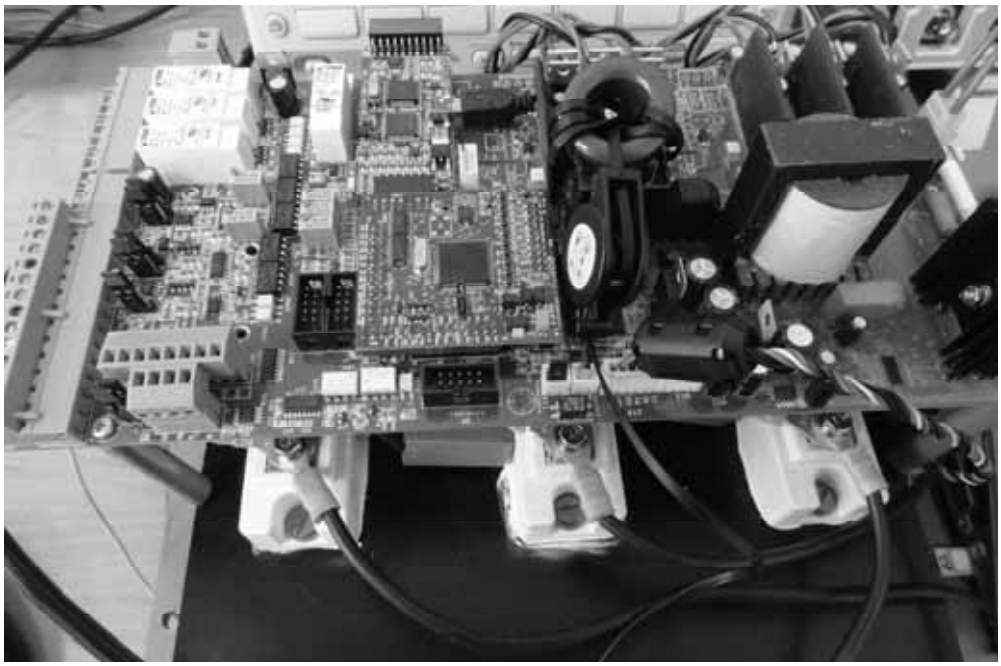
Rys. 1. Schemat blokowy układu napędowego

Model symulacyjno-komputerowy wykorzystać można do badania parametrów układu elektromechanicznego podczas rozruchu, nawrotu, hamowania, wybiegu, pracy na biegu jałowym oraz pracy ze zmiennym momentem obciążenia. Poniższy rysunek przedstawia schemat układu elektromechanicznego, w którym każdemu blokowi przypisano parametry skupione.



Rys. 2. Model układu napędowego poddany procesowi dyskretyzacji

Model symulacyjno-komputerowy silnika BLDC wykorzystany w symulacji został utworzony na podstawie modelu matematycznego zawierającego równania części elektrycznej oraz części mechanicznej. Model silnika opiera się na rzeczywistych parametrach bezszczotkowego silnika prądu stałego z magnesami trwałymi, który został wykorzystany w badaniach laboratoryjnych. Symulacja komputerowa została przeprowadzona z wykorzystaniem elementów mechanicznych charakteryzujących się parametrami mechanicznymi, które bazują na fizycznych odpowiednikach.



Rys. 3. Stanowisko laboratoryjne z falownikiem napięcia, który zasila silnik BLDC

Potwierdzenie przyjętych założeń oraz tez zostało przeprowadzone na fizycznym układzie elektromechanicznym, z silnikiem BLDC oraz prądnicą prądu stałego. Silnik BLDC został zasilony z falownika napięcia, w którym za pośrednictwem utworzonego algorytmu napisanego w języku C na procesor sygnałowy TMS320F28069 możliwa była zmiana algorytmu sterującego pracą silnika. Pomiar parametrów układu elektromechanicznego odbywał się za pośrednictwem kart pomiarowych PCIe-6351 firmy National Instruments zaimplementowanych w środowisko Matlab Simulink. Komendy zmiany prędkości oraz sygnały logiczne odnoszące się do aktywacji pracy falownika zostały przesyłane za pomocą wyjść z kart pomiarowych. Sygnały pomiarowe analizowane w czasie rzeczywistym zostały implementowane za pośrednictwem programu Matlab Simulink.

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości" w latach 2019-2022 nr projektu 020/RID/2018/19, kwota finansowania 12 000 000 PLN.

PORÓWNANIE WYNIKÓW BADAŃ QEEG ZE WZGLĘDU NA ŚRODOWISKO OTOCZENIA

Tomasz PRAUZNER[1], Kacper PRAUZNER[2], Paweł PTAK[3], Henryk NOGA[4], Piotr MIGO[5]

[1]Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza w Częstochowie

[2]Warszawski Uniwersytet Medyczny

[3] Politechnika Częstochowska

[4,5] Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie

Wstęp

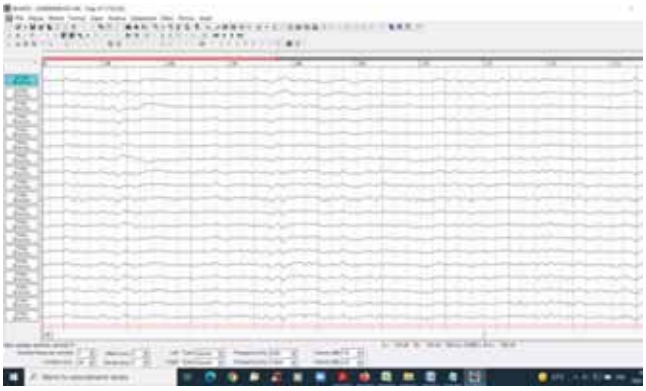
Na przestrzeniu ostatnich lat, można zauważyć dynamiczny rozwój badań elektroencefalograficznych. Na szczególną uwagę zasługują badania EEG (elektroencefalografia), które polegają na obserwacji aktywności mózgu w trakcie określonych czynności biologicznych człowieka. Badania te, oprócz stricte medycznego zastosowania, mogą być również doskonałym narzędziem laboratoryjnych wykorzystywanym w obrębie nauk humanistycznych. Przykładem wykorzystania aparatury EEQ są między innymi prowadzone badania na UJD w Częstochowie w Laboratorium Badań Eksperymentalnych Biofeedback Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego im. Jana Długosza w Częstochowie. Wykorzystuje się tu aparaturę Mitsar EEG 201 wraz z szeroko rozbudowaną bazą urządzeń peryferyjnych. W badaniach wykorzystano również teslomierz LZ-643 z dodatkowymi sondami pomiarowymi. Jednym z głównych tematów badań prowadzonych badań w pracowni, jest uzyskanie odpowiedzi na problem badawczy związany z oceną aktywności dydaktycznej (procesów poznawczych) w trakcie pracy przy wykorzystaniu deterministycznych programów symulacyjnych w nauczaniu politechnicznym. Poprzez obserwację aktywności pracy mózgu w poszczególnych etapach pracy studenta, można zauważyć, różnorodną aktywność mózgu w zależności od charakteru pracy przy komputerze, zaangażowaniu się mózgu w rozwiązywaniu złożonych problemów badawczych. Ponadto, aktywność ta uzależniona jest również od specyfiki oprogramowania komputerowego oraz warunków otoczenia pracy. Zauważono również, iż na końcowy wynik pomiarów aktywności mózgu mają wpływ czynniki zewnętrzne o różnym źródle ich pochodzenia oraz oddziaływania zarówno na organizm ludzki i aparaturę pomiarową. Czynniki te wnoszą w proces rejestracji sygnałów szereg zakłóceń, tzw. artefaktów. Są one sygnałami niepożądanymi, ponadto często niemożliwych do eliminacji z otoczenia. W artykule, przedstawiono charakterystykę badań EEG i pochodną QEEG, ze wskazaniem źródeł zakłóceń na proces pomiarowy.

Stanowisko badawcze EEG (QEEG)

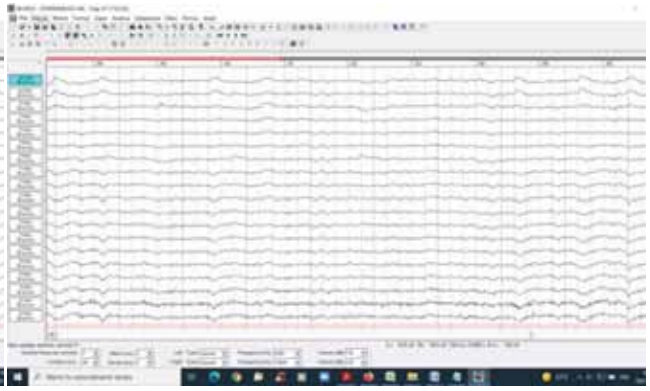
Rysunek 1. Przygotowanie do badań QEEG (tzw. mapowanie aktywności mózgu)

Rysunek 2. Stanowisko badawcze

Przykładowe wyniki badań



Rysunek 3. Zarejestrowany przebieg pomiaru w warunkach poprawnych (bez zakłóceń)



Rysunek 4. Zarejestrowany przebieg pomiaru w otoczeniu zakłóceń

Wnioski

W pracy przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych QEEG u tej samej osoby w warunkach pozbawionych i zasymulowanych zakłóceń otoczenia. Badania przeprowadzono w celu ukazania istotności zaobserwowanych przebiegów (rys.3 i 4) podczas pracy urządzenia Mitsar 201. Jak widać, istnieje duża rozbieżność w porównaniu obydwu przebiegów fal. Rysunek 3 ukazuje zarejestrowane przebiegi podczas pomiarów QEEG w laboratorium, w którym nie wprowadzono źródeł zakłóceń w postaci działania urządzeń indukcyjnych o znacznej mocy. Rysunek 4 pokazuje zmianę charakterystyki przebiegów różnych częstotliwości fal zarejestrowanych na skórze głowy osoby badanej, w otoczeniu działania dużej mocy silnika, odbiornika TV, urządzeń AGD. Odbiorniki te użyto przypadkowo a ich obecność miała na celu jedynie dostarczenie różnorodnych zakłóceń na przebieg badań. Ilość kanałów, jakimi zakłócenia te mogą zostać zaobserwowane oraz źródło ich lokalizacji (pochodzenia) jest zbyt obszerna i wymaga dokładniejszych badań w tym obszarze. Niemniej jednak, potwierdziły się przypuszczenia, iż badania EEG (QEEG) są pomimo wielu zabezpieczeń w postaci wbudowanych filtrów itd. w aparaturę, niezwykle podatne na zakłócenia.

Literatura

[1] Thompson M., (red.) *Neurofeedback. Wprowadzenie do podstawowych koncepcji psychofizjologii stosowanej (The Neurofeedback Book. An Introduction to Basic Concepts in Applied Psychophysiology)*, Wroclaw, Biomed Neurotechnologie, (2012)

[2] Prauzner T. *Analysis of the results of the pedagogical research and EEG in the aspect of effective modern teaching aids in the technical education,* Society. Integration. Education, Proceedings of the International Scientific Conference, vol. IV. Latvia, Rezekne, (2015), 480–489

[3] Prauzner T. *Cognitive mechanisms in the didactics of technical vocational subjects in the light of research on bioelectrical brain activity,* Society. Integration. Education, Proceedings of the International Scientific Conference, vol. I, Latvia, Rezekne, (2018), 454-463

[4] [11] Prauzner T., *Interactive computer simulation as a response to contemporary problems of technical education*, SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION, Proceedings of the International Scientific Conference. (Vol.II), Rēzekne, (2016), 579-588

[5] Klekowicz H., *Opis i identyfikacja struktur przejściowych w sygnale EEG,* Instytut Fizyki Doświadczalnej, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, Warszawa (2008).

INFORMATION DEPENDENCIES IN BODY SURFACE POTENTIAL MAPPING MEASUREMENT CHANNELS

Bartosz PRZYSUCHA[1], Dariusz WÓJCIK[2], Tomasz RYMARCZYK[2,3], Michał WOŚ[4]

[1]Lublin University of Technology

[2]Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

[3]University of Economics and Innovation, Lublin

[4]Medical University of Lublin

Introduction

The goal of the research was to find information dependencies in measurement signals (which are important for disease detection) for the constructed Body Surface Potential Mapping (BSPM) vest. The research was conducted on data simulated from the ECG simulator. The simulation system was created to match the specially designed Body Surface Potential Mapping (BSPM) vest with 102 electrodes connected to the measuring system with a ribbon. The innovative design of the vest (Fig. 1) and the use of silicone electrodes allows to obtain good pressure and contact with the body, and in consequence, to better data quality [1,2].

Fig. 1. Measuring vest projected by Research and Development Center NETRIX

ECG examination is a basic diagnostic procedure for detecting heart rhythm disorders. It is based on the electrical potential analysis at 10 measurement points (leads/electrode). It is possible to identify distortions in the ECG signal that are characteristic for different types of abnormalities using diagnostic charts obtained from measurements. Some defects require the connection of a heart rate monitor for a longer period. Analysis of process automation and automatic disturbance detection allows for efficient analysis of large amounts of recorded data during longer measurements [3,4]. The BSPM usage is a significant improvement in comparison with classical ECG tests because of using several or a dozen or so channels; it is possible to obtain the results of measurements from electrodes placed on the entire chest. The channels placed at the heart level are particularly important. They allow for the data acquisition of heart activity from the back walls of the ventricles. This is an aspect related to the detection of some abnormalities such as coronary artery disease or past myocardial infarctions [5,6].

Principal Component Analysis (PCA) analysis was used to determine informational relationships between the channels. The analysis was carried out on the data from simulations made for the BSPM measuring vest on a simulation system created for this purpose and based on the ECG signal generator. As a result of the conducted research, informational relationships between the channels for signals with disturbances were indicated: Normal signal, PVC, and Ventricular Tachycardia. BSPM measurement allows monitoring of the heart rate. Based on measurements obtained from BSPM, it is possible to detect defects and heart rhythm disorders. Due to the multitude of data obtained from BSPM measurements, the crucial aspect of the potential test signals analysis on the human body is the automation of the disturbance detection process.

Thanks to this information, it is possible to designate areas on the human body that are responsible for the greatest extent for the diagnosis of cardiac arrhythmias and which are important in the detection of specific disorders. This information also allows the diagnostic process to be improved.

Results

Statistical analyses were performed in R environment using libraries: corrplot, factorextra, ggplot2. A graphical display of a correlation matrix from R was used to show the correlation between the channels in the signals with individual disorders Fig. 2. This matrix is created as a visualization of the correlation strength from the correlation matrix calculated for the channels. If the correlation is strongly positive, then the given point which shows the correlation between individual channels is marked as the intensity of the navy-blue color. If the correlation is negative, then the correlation strength is shown as the intensity of the red color.

The structure of the correlation matrix is similar to PVC disorder and sinus rhythm signal Figures 2 (left). This figure shows also the correlation matrix for the VTach_Fine disorder (right). It can be observed that the structure of the matrix differs significantly from PVC disorder.

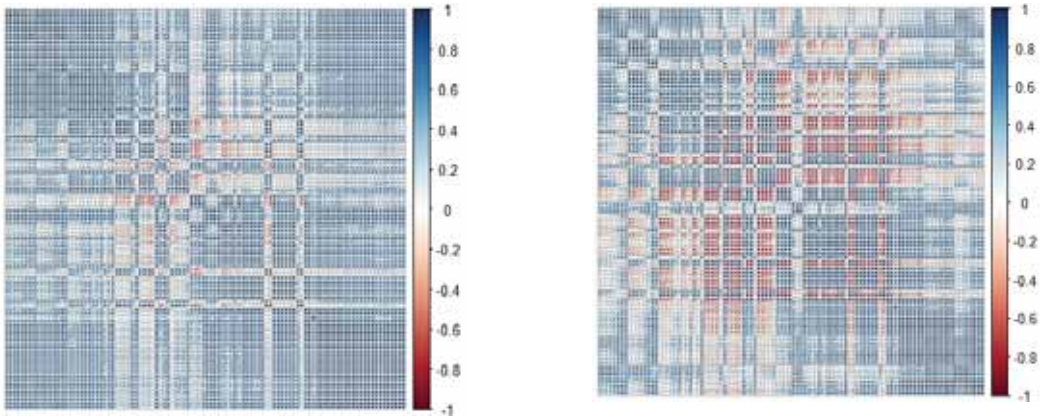


Fig. 2. Corrplot diagram of the correlation matrix for the PVC disorder (left) and VTach_Fine (right). Channel numbering starts at 1 for the upper-left corner of the matrix.

PCA analysis was conducted for signals with individual disturbances to obtain latent variable (PC) channels in BSMP measurements. Measurement values from particular channels in BSPM measurements were taken as input variables in the PCA model.

References

[1] Nita P., Rymarczyk T, Vejar A., Stefaniak B., Woś M., Stanikowski A. 2019. Distributed system for long-term monitoring of cardiopulmonary activity, 2019 International Interdisciplinary PhD Workshop (IIPhDW), Wismar, Germany, 110-114, doi: 10.1109/IIPHDW.2019.8755434.

[2] Rymarczyk T., Woś M., Bartosik M., Vejar A., Kozłowski E, Maj M. 2020. Electrical activity with ECG analysis for body surface potential mapping. Przegląd Elektrotechniczny, 96, 10, 144-147, doi:10.15199/48.2020.10.26.

[3] Przysucha B., Rymarczyk T., Wójcik D., Wos M., Vejar A. 2020. Improving the Dependability of the ECG Signal for Classification of Heart Diseases, 50th Annual IEEE-IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks-Supplemental Volume (DSN-S), Valencia, Spain, 63-64, doi: 10.1109/DSN-S50200.2020.00034.

[4] Kłosowski G., Rymarczyk T., Wójcik D., Skowron S., Cieplak T., Adamkiewicz P. 2020. The use of time-frequency moments as inputs of LSTM Network for ECG signal classification, Electronics 9(9), 452; https://doi.org/10.3390/electronics9091452.

[5] Lux R.L. 2010. Body Surface Potential Mapping Techniques. In: Macfarlane P.W., van Oosterom A., Pahlm O., Kligfield P., Janse M., Camm J. (eds) Comprehensive Electrocardiology. Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-046-3_31

[6] Sippens Groenewegen A, Lesh MD, Roithinger FX, Ellis WS, Steiner PR, Saxon LA, Lee RJ, Scheinman MM. 2000. Body surface mapping of counterclockwise and clockwise typical atrial flutter: a comparative analysis with endocardial activation sequence mapping. J Am Coll Cardiol. Apr 35(5):1276-87. doi: 10.1016/s0735-1097(00)00549-0. PMID: 10758970.

BADANIE CEWEK INDUKCYJNYCH PRZY WYKORZYSTANIU PROGRAMU SYMULACYJNEGO NI MULTISIM

Paweł PTAK[1], Tomasz PRAUZNER[2], Henryk NOGA[3], Piotr MIGO[3]

[1] Politechnika Częstochowska

[2] Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza, Częstochowa

[3] Uniwersytet Pedagogiczny, Kraków

Wstęp

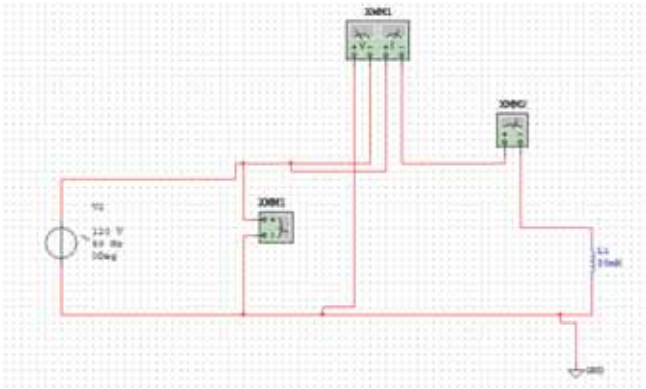
Wraz z rozwojem techniki komputerowej oraz oprogramowania komputerów PC powstały aplikacje umożliwiające zamodelowanie warunków działania układów elektronicznych i pomiarowych w przestrzeni wirtualnej. Programy tego typu muszą odwzorowywać pracę tego typu układów w warunkach eksploatacji, przy uwzględnieniu sygnałów zakłócających. Zadanie takie bardzo dobrze spełniają środowiska programowe takie jak Multisim firmy National Instruments.
Projektowanie systemu pomiarowego polega na tworzeniu połączeń i zależności pomiędzy obiektami przedstawionymi w postaci graficznej. Zadaniem użytkownika jest stworzenie zbioru obsługi takiego rodzaju zdarzeń. Celem przeprowadzenia badań było sprawdzenie możliwości oprogramowania do pracy zdalnej z układami elektronicznymi.

Program symulacyjny NI Multisim

Pakiet programowy firmy National Instruments – Multisim Education umożliwia budowę i symulację pracy obwodów elektrycznych i elektronicznych, a także służy do ich komputerowej analizy. Umożliwia to zbudowanie dużej liczby nie tylko prostych ale i bardziej zaawansowanych układów pomiarowych i badawczych. Pakiet programowy Multisim Education pozwala na wykonywanie interaktywnych symulacji zbudowanych układów elektronicznych. Zaprojektowane obwody elektroniczne można poddać analizie pod względem ich działania. W tym celu wykonuje się badanie sygnałów wyjściowych oraz sprawdza działanie symulowanego układu. W trakcie analizy pracy projektowanych układów elektronicznych można zmieniać parametry jego działania i obserwować rezultaty tych zmian. Jest to podobne do pracy w rzeczywistym laboratorium elektronicznym gdzie posługujemy się rzeczywistą aparaturą pomiarową.

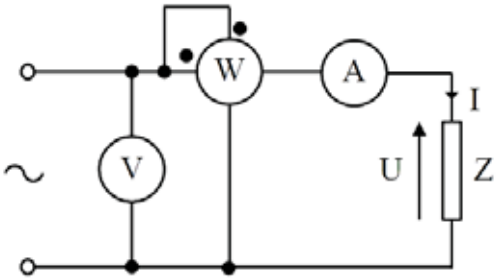
Badanie parametrów cewek indukcyjnych

Dla sprawdzenia możliwości programu symulacyjnego NI Multisim wykonano symulacje dwóch układów pomiarowych. Pierwszym układem jest układ pomiarowy zbudowany do pomiarów impedancji i indukcyjności cewek. Na rysunku 1 przedstawiono schemat badanego układu zaprojektowanego w programie NI Multisim.



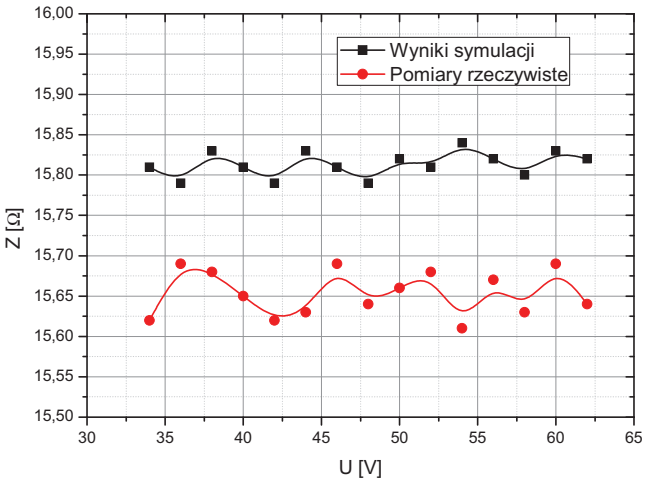
Rys. 1. Schemat układu do pomiaru impedancji i indukcyjności cewki w programie NI Multisim

Na rysunku 2 pokazano układ pomiarowy wykorzystany do pomiarów rzeczywistych badanej cewki indukcyjnej.

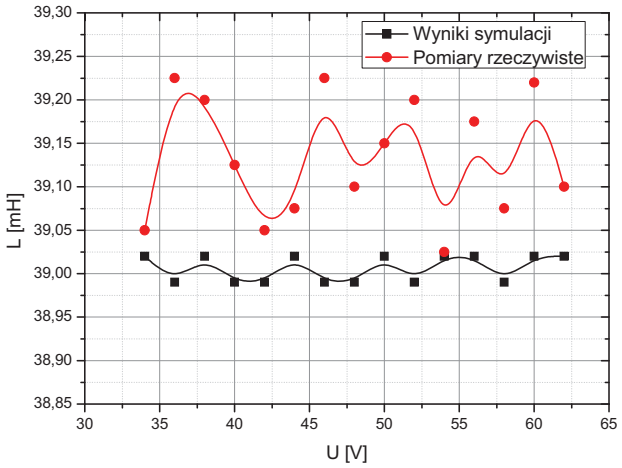


Rys. 2. Schemat układu do pomiaru impedancji i indukcyjności cewki w pomiarach laboratoryjnych

W układzie tym regulowano parametry zasilania i wykonywano pomiary napięcia, prądu i mocy. Na podstawie tych parametrów wyliczono ze wzorów impedancję i indukcyjność cewki indukcyjnej. Cewkę o takich samych parametrach zbadano w rzeczywistym układzie pomiarowym na laboratorium metrologii. Następnie otrzymane wyniki badania z symulacji w programie NI Multisim oraz wyniki otrzymane z pomiarów rzeczywistych porównano ze sobą a rezultaty przedstawiono na rysunkach 3 i 4.



Rys. 3. Porównanie otrzymanych wartości impedancji z pomiarów rzeczywistych i symulowanych



Rys. 4. Porównanie otrzymanych wartości indukcyjności z pomiarów rzeczywistych i symulowanych

Literatura

[1] Swisulski, D.: Systemy pomiarowe, (Measurement systems). Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2004

[2] Winiecki, W.:Graficzne zintegrowane środowiska programowe, (Graphical integrated software environments). Warszawa: Wydawnictwo Mikom, 2001

[3] Prauzner, T.: Interactive computer simulation as a response to contemporary problems of technical education, Society. Integration. Education., Proceedings of the International Scientific Conference., Volume II, May 27th - 28th, Rēzekne: Rēzeknes Augstskola, Latvia, pp. 579-588, 2016

[4] Prauzner T., Ptak P.: Modelowanie i symulacja działania czujnika indukcyjnego pola magnetycznego (Modeling and simulation of the operation of an inductive magnetic field sensor). Przegląd Elektrotechniczny, R 94 Nr 1/2018, pp. 89-92, 2018

[5] Ptak, P.: Application of multisim and ltspice software packages to simulate the operation of electronic components as an alternative to measurements of real elements, Society, Integration, Education. Proceedings of the International Scientific Conference. Volume V, May 25th-26th, 2018. Rēzekne: Rēzeknes Augstskola, Latvia, pp. 409-419, 2018

[6] Ptak, P., Prauzner, T.: The use of modern information technology in teaching electronics. Society. Integration. Education., Proceedings of the International Scientific Conference., Volume V, May 24th-25th, Rēzekne: Rēzeknes Augstskola, Latvia, pp. 479-487, 2019

[7] Ptak, P., Prauzner, T., Noga, H., Migo, P., Depešova, J.: Wykorzystanie pola magnetycznego do badania stanu powłok ochronnych, (The use of a magnetic field to study the condition of protective coatings). Przegląd Elektrotechniczny, R. 96 NR 2/2020, pp. 114-116, 2020

OCENA BEZPIECZEŃSTWA SZKOLENIA LOTNICZEGO W KONTEKŚCIE EKSPOZYCJI POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Łukasz PUZIO, Joanna MICHAŁOWSKA

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie

Wprowadzenie

Rozwój lotnictwa komunikacyjnego na całym świecie wymusił nieustanne dążenie do podnoszenia poziomu bezpieczeństwa. Europejska Agencja Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA) rekomenduje podejmowanie szeroko zakrojonych działań związanych z monitorowaniem krytycznych elementów systemu bezpieczeństwa lotu. W celu poprawy niezawodności w lotnictwie ogólnym oraz dostosowania do proponowanych wymogów, ośrodki szkolenia lotniczego są zobligowane do wprowadzania systemów nadzorowania i analizy parametrów lotu. W systemach w których w przypadku awarii zagrożone jest życie ludzi, niektóre systemy są redundowane a nawet potrojone. W konstrukcjach takich jak statki powietrzne używające skomputeryzowanych systemów sterowania, element generujący błędną decyzje musi zostać upodrzędniony przez dwa pozostałe, a czynniki ludzkie zdeterminują brak precyzyjnej reakcji pilota, może dojść do katastrofy.

Metodyka badań

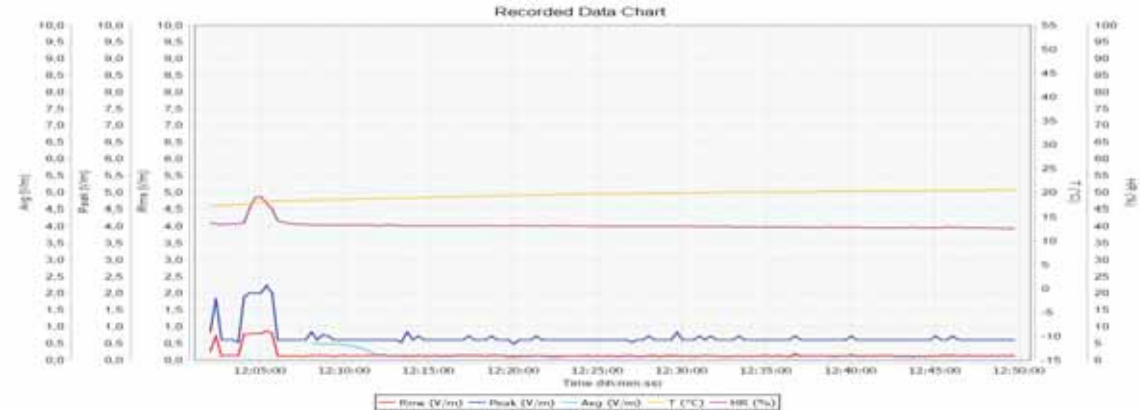
Analiza bezpieczeństwa środowiska pracy instruktorów szkolenia praktycznego do uprawnienia IR zostały przeprowadzone na wybranym typie samolotu Tecnam P2006T w kontekcie szkolenia praktycznego na symulatorze klasy FNPT II w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Chełmie. Badania pola elektromagnetycznego dla składowej elektrycznej zostały przeprowadzone za pomocą miernika NHT3DL firmy Microrad z sondą pomiarową E01. W celu akwizycji wyników wykonano pomiary podczas lotów samolotem, jak i w symulatorze. Do próby wybrano samolot Tecnam P2006T (rys. 1), który jest wyposażony w awionike do wykonywania lotów zgodnie z przepisami wg wskazań przyrządów (IFR) oraz certyfikowany simulator klasy FNPT II. Kabina treningowa FNPT II Elite 912 S MCC (simulator) została przedstawiona na rysunku 2.

Rys. 1. Samolot Tecnam P2006T

Rys. 2. Kabina treningowa FNPT II MCC

Wyniki pomiarów rozkładu natężenia pola elektrycznego zarejestrowane w trakcie szkolenia lotniczego zostały przedstawione na rysunku 3.

a)



b)

Rys. 3. Rozkład natężenia pola elektrycznego podczas szkolenia lotniczego: a) Kabina treningowa FNPT II MCC, b) Tecnam P2006T

Podczas szkolenia (IR), najwyższe wartości zanotowano dla *E*= 3.4 V/m, gdzie samolot Tecnam P2006T znajdował się na ścieżce podejścia ILS 25 EPLB. Należy zauważyć, że są one wyższe niż wartości pomiarowe podczas szkolenia symulowane na ścieżce podejścia ILS 25 EPLB w kabinie treningowej FNPT II *E*= (0.1-0.7) V/m. Można zaobserwować, że zarejestrowane wartości pola elektrycznego podczas szkolenia w kabinie są niższe w porównaniu do lotów samolotem szkolno-treningowym wyposażonym w awionikę oraz systemy umożliwiające wykonywanie lotów wg wskazań przyrządów. Dlatego należy przetestować reprezentatywną grupę pilotów instruktorów w celu zidentyfikowania trendów.

Literatura

[1] Puzio Ł., et al.: Nieustabilizowane podejścia do lądowania w szkoleniu lotniczym na podstawie systemu monitorowania zdarzeń (FDM4GA) – Przegląd Komunikacyjny ’12, 2018

[2] Michałowska J., et al.: Assessment of Training Aircraft Crew Exposure to Electromagnetic Field caused by Radio Navigation Devices, Energies, vol. 14, no. 1, 2021

[3] Krawczyk A., et. al.: Electromagnetic Field in Social Perception – Myths and Conspiracy Theories-2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive, Theory and Practice (PAEP), 2020

[4] Pytka J.,: Determining Wheel Forces and Moments on Aircraft Landing Gear with a Dynamometer Sensors, vol. 20, no. 1, 2020

[5] Bieńkowski P.: Optymalizacja instalacji radiokomunikacyjnych pod kątem minimalizacji ekspozycji środowiska na PEM, Przegląd Elektrotechniczny, vol. 96, no. 1, 2020

ASPEKTY TECHNOLOGICZNE I ARCHITEKTONICZNE PLATFORMY GROMADZENIA DANYCH MEDYCZNYCH

Grzegorz RYBAK[1], Krzysztof STRZECHA[1], Marek KRAKÓS[2], Dominik SANKOWSKI[1]

[1] Instytut Informatyki Stosowanej, Politechnika Łódzka
[2] Oddział Chirurgii i Urologii Dziecięcej Szpital im. J. Korczaka w Łodzi

Wstęp

Stosowanie technik elektrycznych, do których zaliczyć można elektromiografię i tomografię komputerową, pozwala poprawić jakość życia chorujących osób. Techniki te często realizowane są przy zastosowaniu komputerów. Ma to zalety, takie jak: mobilność, uniwersalność, elastyczność i skalowalność, co stanowi podstawę wyboru stosu technologicznego rozwiązania. Opracowana platforma wpada również w nowatorską ścieżkę tworzenia sieci komunikujących się ze sobą obiektów w przestrzeni cyfrowej dając w rezultacie realizację wizji IoT (Internet of Things).

Dostarczenie infrastruktury, dzięki której działalność medyczna w zakresie opisanym powyżej, będzie zarówno możliwa jak i efektywna, wiąże się z potrzebą opracowania cyfrowej platformy zarządzania danymi medycznymi. Niniejszy artykuł podejmuje tematykę kształtowania architektury rozwiązania, propozycji stosu technologicznego, struktury danych oraz interfejsu użytkownika.

Styl architektoniczny mikroserwisów oraz propozycja stosu technologicznego

Architektura mikroserwisów (mikrousług) stanowi strukturalny wariant architektury zorientowanej na usługi (ang. *service-oriented architecture* - SOA) aranżując aplikację jako zbiór luźno powiązanych usług. Cechy charakterystyczne stylu architektonicznego mikroserwisów to:

- usługi w architekturze mikroserwisów (ang. *microservice architecture* – MSA) to procesy, które komunikują się przy użyciu protokołów takich jak HTTP [1,2],
- usługi są zorganizowane wokół własności biznesowych [3],
- usługi mogą być wdrażane przy użyciu różnych języków programowania, baz danych, sprzętu i środowiska oprogramowania, niezależnie od technologii [4].

Usługi są: małe, obsługujące wiadomości, ograniczone kontekstami, rozwijane autonomicznie, niezależnie wdrażane [4,5], zdecentralizowane, udostępniane za pomocą zautomatyzowanych procesów [5]. Ze względu na dużą liczbę usług, do skutecznego tworzenia, utrzymywania i obsługi takich aplikacji, niezbędne są zdecentralizowane ciągłe dostarczanie i monitorowanie holistyczne [6]. Istnieje wiele korzyści z dekompozycji aplikacji na wiele mniejszych usług:

- modułowość [4],
- skalowalność [7],
- integracja starszych systemów [1,2,8] przy zastosowaniu podejścia przyrostowego [9],
- rozproszony rozwój poprzez refaktoryzację [10] oraz usprawnienie procesów dostarczania [11].

Podejście mikroserwisów ma też wady:

- usługi tworzą bariery informacyjne,
- połączenia między usługami w sieci mają wyższy koszt pod względem opóźnienia transmisji i czasu przetwarzania wiadomości niż wywołania w ramach monolitycznego procesu usługowego,
- testowanie oraz wdrażanie są bardziej skomplikowane,
- przenoszenie funkcjonalności między serwisami jest trudniejsze [4],

- postrzeganie rozmiaru usług jako mechanizmu strukturyzacji może prowadzić do zbyt wielu mikroserwisów, wewnętrzna modularyzacja może prowadzić do prostszego projektu [12],
- zwykle używany protokół (HTTP) nie nadaje się do pracy z wewnętrznymi mikroserwisami, które często muszą wykazywać wysoki poziom niezawodności [13].

Najważniejszym wyborem technologicznym jest sposób, w jaki mikroserwisy komunikują się ze sobą (synchroniczna, asynchroniczna, integracja UI) oraz wybór protokołów (RESTful HTTP, messaging, GraphQL). W tradycyjnym systemie większość wyborów technologicznych ma wpływ na cały system. Dlatego podejście do wyboru technologii jest inne [14].

W architekturze z brokerem cała komunikacja jest przekierowana przez grupę brokerów. Są to programy, które działają w oparciu o zaawansowane algorytmy routingu. Każdy mikroserwis jest podłączony do brokera. Serwis wysyłający informacje to wydawca (ang. *publisher*), a odbiorca to subskrybent (ang. *subscriber*). Wiadomości są publikowane w konkretnym kanale tematycznym. Subskrybent otrzymuje takie wiadomości z kanałów, które subskrybował.

Obecnie dostępnych jest szereg brokerów zapewniających różne spektrum możliwości i funkcjonalności. Systemy brokerów wiadomości spełniające kryteria darmowej licencji i dużej popularności to: Apache Kafka, Mosquito, Hive, RabbitMQ, ActiveMQ, Apollo JMS i inne.

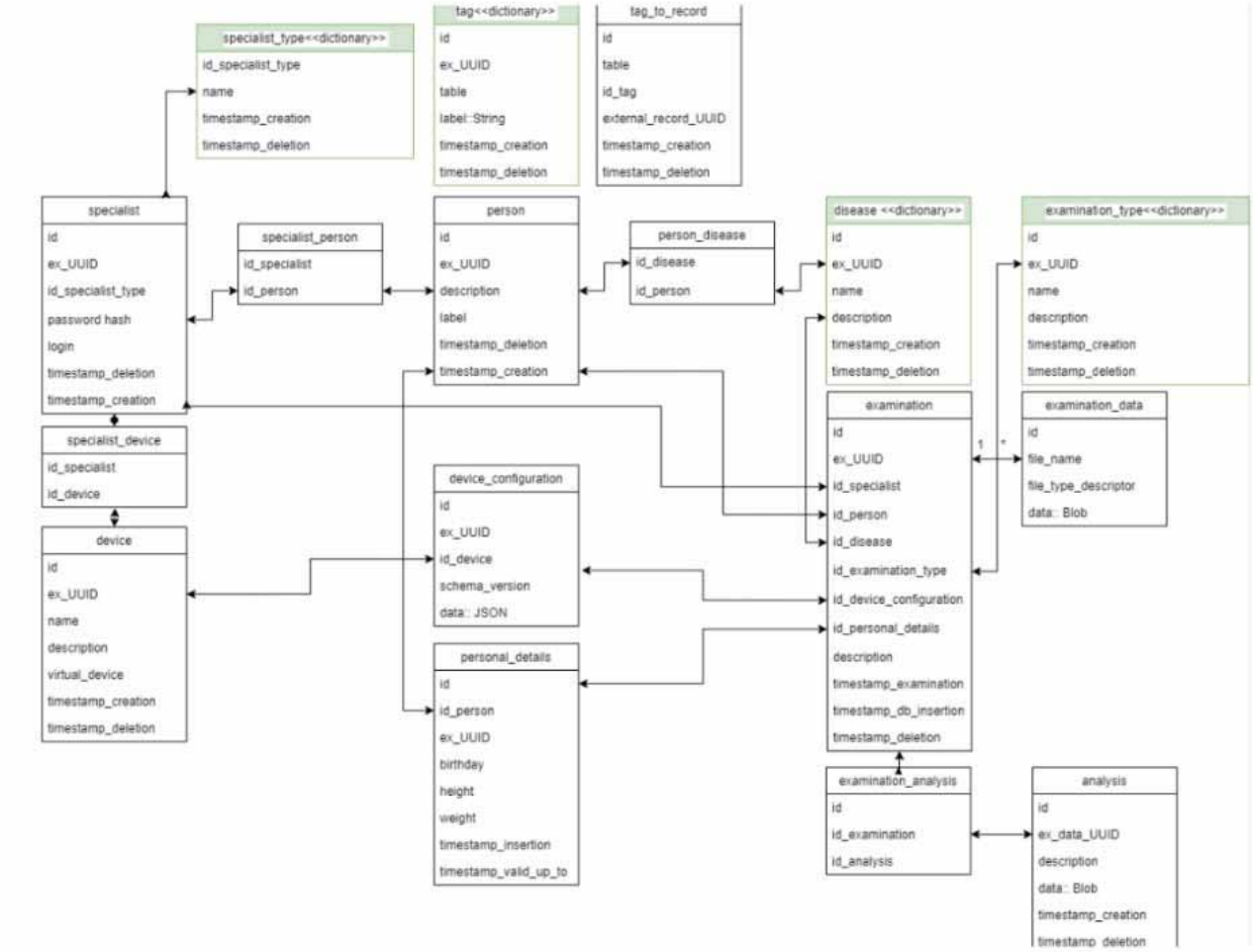
W tabeli 1 przedstawiono propozycję stosu technologicznego, jako zbioru narzędzi niezbędnych do realizacji cyfrowej platformy gromadzenia danych medycznych.

Tabela 1. Stos technologiczny tworzenia cyfrowej platformy gromadzenia danych medycznych

Lp.	Opis	Nazwa	Wersja
1	System operacyjny	Windows/Linux	
2	Środowisko uruchomieniowe	Java JDK	16.0.1
3	Kontener aplikacji	Tomcat	9.0
4	Baza danych	PostgreSQL	13
5	Narzędzie administracji bazy danych	PgAdmin	4.13
6	Narzędzie wspierające zarządzanie schematem bazy danych	Liquibase	liquibase-3.4.2
7	Broker wiadomości	Mosquitto	2.0.11
8	Format wymiany danych	JSON	-
9	Biblioteki tworzenia frontend'u (javascript)	jquery.1.1.0.js angular-1.5.8.js angular-material.min-1.1.0.js	

Struktura bazy danych

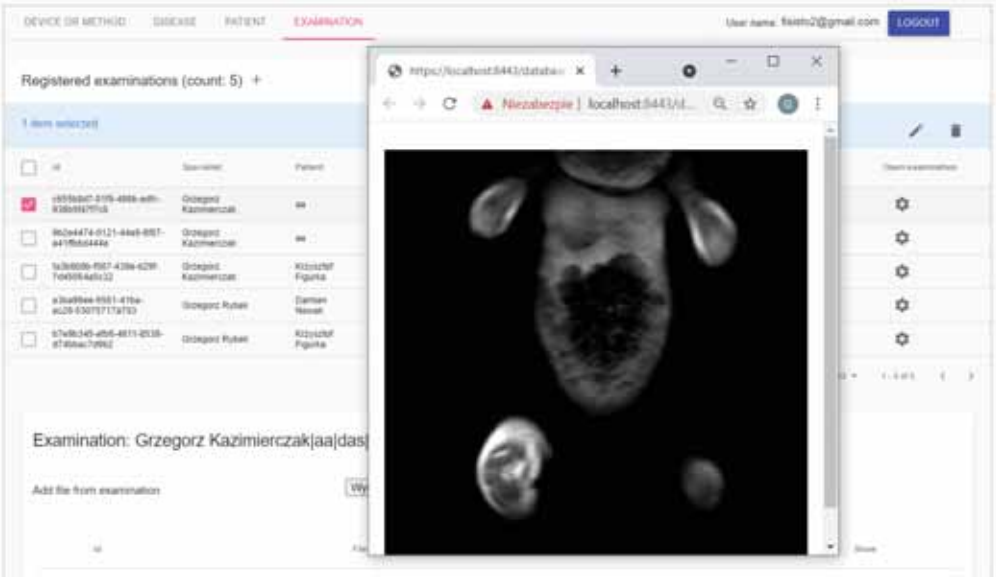
Na Rysunku 1 przedstawiono zaimplementowaną strukturę bazy danych. Zaprezentowany został zbiór tabel oraz relacje pomiędzy nimi. Diagram opisuje między innymi tabele danych: specjalisty, urządzenia pomiarowego, choroby, pacjenta, karty pacjenta oraz badań.



Rysunek 1. Schemat bazy danych systemu gromadzenia informacji medycznych

Wynik działania opracowanego systemu

Na Rysunku 2 przedstawiono zrzut ekranu z przykładowym widokiem panelu badań medycznych. Interfejs użytkownika składa się z szeregu zakładek dzięki którym możliwe jest efektywne zarządzanie informacją dotyczącą pacjenta oraz danymi pomiarowymi. Zakładki odpowiadają tabelom w prezentowanym wyżej schemacie agregując: panel urządzenia pomiarowego, panel choroby, panel pacjenta oraz panel badania medycznego.



Rysunek 2. Zrzut ekranu widoku panelu badań z wizualizacją obrazu medycznego

Podsumowanie

W artykule przedstawiono celowość stosowania cyfrowych platform gromadzenia i przetwarzania danych medycznych. W szczególności uwagę skupiono na pomiarach z zastosowaniem danych tomograficznych. Wskazano główne zalety stosowanego stylu architektonicznego wraz z opisem stosu technologicznego wybranego do realizacji części eksperymentalnej. Finalnie przedstawiono wynik działania opracowanej, zaimplementowanej i wdrożonej cyfrowej platformy przetwarzania i gromadzenia danych medycznych w zastosowaniu do pomiarów tomograficznych.

Literatura

[1] Newman S.: Building microservices: designing fine-grained systems., O'Reilly Media, 2015.

[2] Wolff E.: Microservices: flexible software architecture., Addison-Wesley Professional, 2016.

[3] Pautasso C., Zimmermann O., Amundsen M., Lewis J., Josuttis N.: Microservices in Practice, Part 1: Reality Check and Service Design, IEEE Softw., vol. 34, no. 1, pp. 91–98, 2017.

[4] Chen L.: Microservices: Architecting for Continuous Delivery and DevOps, 2018 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA) (IEEE), pp. 39–397, 2018.

[5] Nadareishvili I., Mitra R., McLarty M., Amundsen M.: Microservice architecture: Aligning principles, practices, and culture., O'Reilly Media, 2016.

[6] Richardson C.: A pattern language for microservices, http://microservices.io/patterns/index.html, 2017.

[7] Dragoni N., Lanese I., Larsen S.T., Mazzara M., Mustafin R., Safina L.: Microservices: How To Make Your Application Scale, Springer, Cham, pp. 95–104, 2018.

[8] Knoche H., Hasselbring W.: Drivers and Barriers for Microservice Adoption – A Survey among Professionals in Germany, Enterp. Model. Inf. Syst. Archit., vol. 14, no. 1, pp. 1–35-1, 2019.

[9] Taibi D., Lenarduzzi V., Pahl C., Janes A.: Microservices in agile software development, Proceedings of the XP2017 Scientific Workshops (New York, NY, USA: ACM), pp. 1–5, 2017.

[10] Chen L., Babar M.A.: Towards an Evidence-Based Understanding of Emergence of Architecture through Continuous Refactoring in Agile Software Development, 2014 IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (IEEE), pp. 195–204, 2014.

[11] Balalaie A., Heydarnoori A., Jamshidi P.: Microservices Architecture Enables DevOps: Migration to a Cloud-Native Architecture, IEEE Softw., vol. 33, no. 3, pp. 42–52, 2016.

[12] Lanza M., Ducasse S.: Understanding software evolution using a combination of software visualization and software metrics, L'objet, vol. 8, no. 1-2, pp. 135–149, 2002.

[13] Löwy J.: Righting software: a method for system and project design, Addison-Wesley Professional, 2019.

[14] Wolff E.: Microservices - a practical guide: principles, concepts, and recipes, Leanpub, 2019.

METHODS OF ANALYZING CONSUMER BEHAVIOR ON THE BASIS OF HEAT MAPS AND MACHINE LEARNING ALGORITHMS

Paweł RYMARCZYK[1], Łukasz GOŁĄBEK[1], Tomasz CIEPLAK[2]

[1] Netrix Group sp. z o.o., Lublin

[2] Lublin University of Technology

Abstract

Nowadays, one of the main issues is how to capture the frequently changing needs and expectations of users and support those with dynamic business processes. In addition, the design of analytical systems must consider the fact that there are many data channels that may need to be accessed and incorporated into further research. One of the key features of the cloud is on-demand access and secure access to scalable data mining resources. Cloud-based analytical systems provide unlimited access to various types and sources of data. This gives us the ability to process large amounts and a wide range of data with high speed and truthfulness, which means Big Data solutions. The aim of the article is to develop a system for analyzing consumer behavior on the basis of heat maps. As a result of the research, heat maps were obtained, where you can clearly see the places where people have stayed most often, and moreover, it is easy to see the paths of their most frequent movement. On the basis of such a map it can already be stated, inter alia, which places customers of a given store choose most often, for example, to place their additional advertisements or promotions or even reorganize the internal topography of the store in order to maximize the level of sales considering individual product categories as well as the time of shopping. This is particularly important in the era of a pandemic and the resulting limitations within commercial spaces.

Methods

Companies often have to find ways to stand out from the competition, they have to be more flexible, react quickly to changes in the market, etc. [1]. The competitive advantage of the company can be demonstrated, among others modern products, their price, excellent website content, media presence, therefore it is necessary to use an appropriate strategy to achieve this goal. In addition, the market advantage can be built through proper storage and processing of data, which are important resources of the company [2-3]. The development of new technologies and tools for collecting and processing data [4-5] is now opening up areas of research on understanding the relationship between customers and business.

The data used for modeling and analyzing consumer behavior may come from various sources, including: data from internet resources (e.g. web mining), including social networks (statistics on visits to the company's fun page, information about sponsored posts) [6], data from a data warehouse (including ERP, CRM systems), data from POS or from original studies, in particular related to radio tomography.

The partial dependence graph shows the marginal influence of one or two features on the predicted result of the machine learning model. It tells you whether the relationship between the goal and the feature is linear, monotonic, or more complex. The dependency graph shown in Figure 1 was made using the Python SHAP library. The graph shows that there is an approximately linear and positive trend between Move_Coef and the target variable. Higher traffic factor values have a greater impact on the sales value. Areas with low customer interest may have a negative impact on the value of sales. This fact confirms the assumption that a well-prepared display is conducive to an increase in sales, while a badly created display does not arouse the interest of customers, and thus has a negative impact on the value of sales.

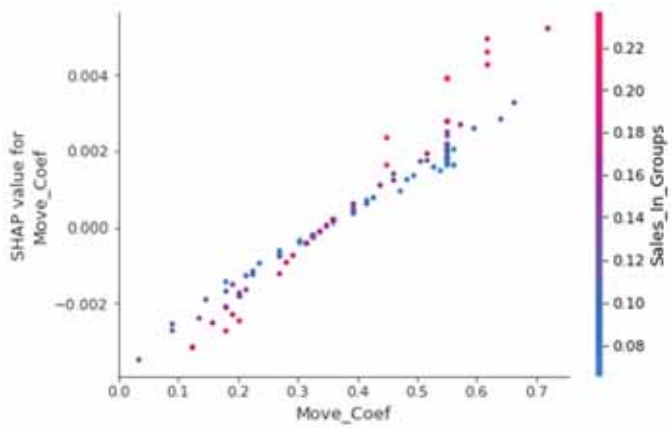


Fig. 1. Partial dependence plot for Move_Coef variable

The solution allows you to determine the position of objects in the context of the store space, but this type of data requires interpretation that will allow you to determine in which areas of the store customers most often gather. The measured values were the received signal strength. Measurements were made in the exhibition room and the phantoms were people. The arrangement of sensors in the room in question is shown in Figure 2. The procedure for determining the heat map is performed on the basis of reconstruction images. By assembling successive reconstructions, the places where people in the given room were most often were visualized.

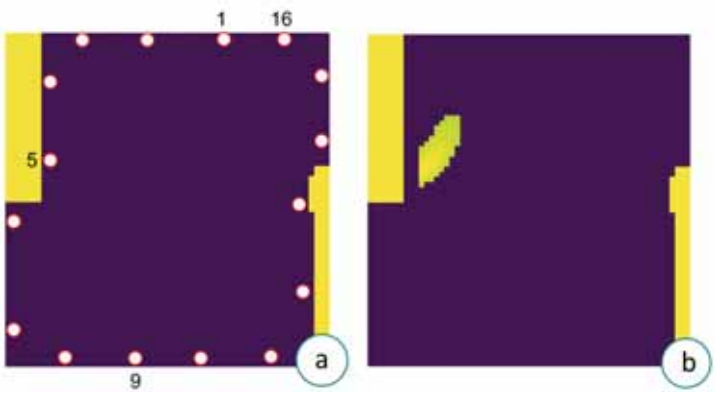


Fig. 2. Background image with arrangement of sensors (a) and the result of detecting people placed in the room (b)

The data set used in the considerations obtained by the authors from the monitoring system with the use of radio tomography and then saved in the table of the SQL Server database contains historical images obtained from the reconstruction saved in the base64 format. By default, the procedure takes the signals for the last 1000 reconstruction, but in this case there is also a problem for the user to indicate the same set of images maps to generate heat.

Literatura

[1] Paolanti M., Liciotti D., Pietrini R., Mancini A., Frontoni E.: Modelling and Forecasting Customer Navigation in Intelligent Retail Environments, J. Intell. Robot. Syst., vol. 91, no. 2, pp. 165–180, 2018.
[2] Moreira F., Ferreira M. J., Seruca I.: Enterprise 4.0 – the emerging digital transformed enterprise?, Procedia Comput. Sci., vol. 138, pp. 525–532, 2018.
[3] Sadowski J.: When data is capital: Datafication, accumulation, and extraction, Big Data Soc., vol. 6, no. 1, p. 2053951718820549, 2019.
[4] Petropoulos F. et al.: Forecasting: theory and practice, https://arxiv.org/abs/2012.03854
[5] Zhang G., Eddy Patuwo B., Hu M. Y.: Forecasting with artificial neural networks: The state of the art, Int. J. Forecast., vol. 14, no. 1, pp. 35–62, 1998.
[6] Brandon D.: Google analytics, J. Comput. Sci. Coll., vol. 34, no. 7, pp. 81–82, 2019.

MACHINE LEARNING IN ELECTRICAL TOMOGRAPHY USING THE ENSEMBLE METHOD

Tomasz RYMARCZYK[2,3], Grzegorz KŁOSOWSKI[1], Tomasz CIEPLAK[1], Konrad NIDERLA[2,3]

[1] Lublin University of Technology

[2] University of Economics and Innovation in Lublin, Lublin

[3] Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

Abstract

Industrial tomography is increasingly based on artificial intelligence [1]. There are many types of tomography, among which, due to the criterion of the application of a physical phenomenon. The most common types are: computed tomography (CT) [2], electrical impedance tomography (EIT) [3], ultrasound tomography (UST) [4], radio tomographic imaging (RTI) [5], electrical capacitance tomography (ECT) [6], [7] and others [8]. This research concerns the EIT method for reactors and industrial vessels containing liquids.

This paper introduces an improved industrial/process tomographic imaging concept called the ensemble method (EM). The presented approach takes into account the unequal effectiveness of machine learning methods depending on the pixel number of the reconstructed image, as well as the object being the subject of tomographic measurement. To verify the concept of selecting a pixel-dependent imaging method, 3 models were trained - Elastic Net (EN), Support Vector Machine (SVM) and Artificial Neural Networks (ANN). Two approaches of assignment of the imaging method to the pixel were also analyzed - fixed and variable. The results achieved with both the fixed and variable selection of methods were compared. Then, tomographic reconstructions obtained using only the EN, SVM, ANN and the EM were compared. The results proved that the new concept (EM) is more effective than the traditional approach. EM also has significant potential for improvement.

Methods

A key contribution of this research is the development of the ensemble method (EM). The way EM works is shown in Figure 1.

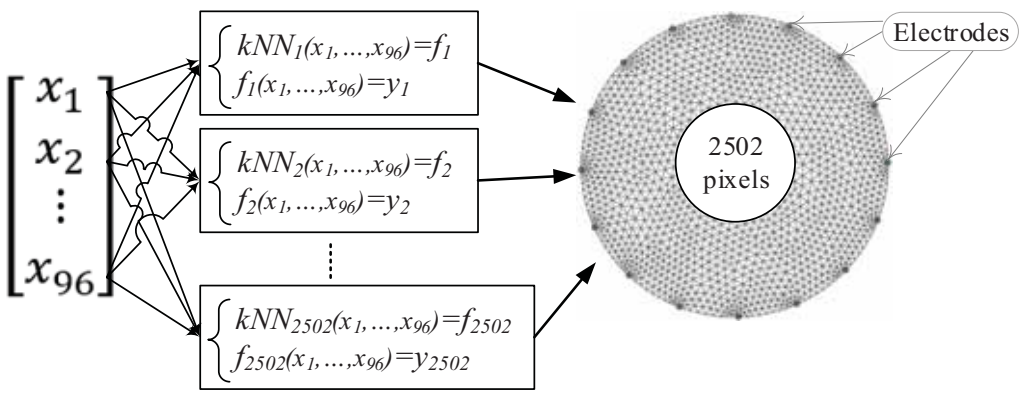


Fig. 1. Diagram of the new ensemble method (EM)

The inputs to EM are measurements of electrical voltages from the EIT electrodes. In this case, the input vector consists of 96 measurements. Then, based on the measurement vector, the model $\varphi(x) = \psi$ assigns all 2502 pixels to one of the 3 alternative methods - EN, ANN or SVM. In the next stage, based on the same input data, the previously selected methods $\psi(x) = y$ generate output values for individual pixels of the tomographic

image. Depending on the nature of the examined issue, pixels may assume binary or regressive values. The regression approach is more universal as it allows the detection of inclusions of varying intensity.
In order to be able to decide on the selection of the optimal method for pixels, the EN, ANN and SVM models for all pixels should be trained. By calculating the deviation from the reference value for each method for a certain control group of randomly selected cases, it is possible to permanently determine the optimal methods for specific pixels. By calculating the deviation (e.g. mean square error) from the reference value of each pixel for each method for a certain control group of randomly selected measurement cases, optimal reconstruction methods can be assigned to the pixels. If we average the deviations obtained with each method for each pixel, you can assign the methods to the pixels regardless of the measurement cases, guided by the average minimum deviation. Even better results were obtained by using the variable technique of assigning methods to pixels. Variable - means technique dependent on measurement cases. In order to automate the assignment of methods to pixels, an additional model was trained, based on the *k*-nearest neighbors (kNN). Many classification models of the assignment were tested obtaining high accuracy, including: ANN, SVM, decision trees, Naive Bayes, Linear Discriminant, but kNN turned out to be the best. Figure 2 shows two examples of a reconstructions made using the 3 homogeneous methods and the new combined EM method. It is clearly visible that in comparison to the pattern, the EM method gives the best image quality, while the SVM method is the worst in these two example cases.

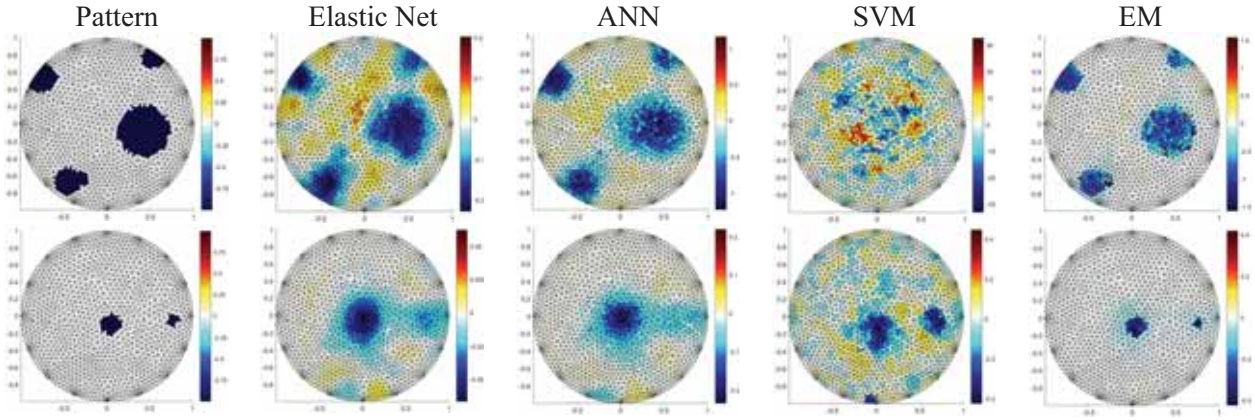


Fig. 2. Reconstruction images: Pattern, Elastic Net, ANN, SVM, and EM

References

[1] K. Daniewski, E. Kosicka, and D. Mazurkiewicz, “Analysis of the correctness of determination of the effectiveness of maintenance service actions,” *Manag. Prod. Eng. Rev.*, vol. 9, no. 2, pp. 20–25, Jun. 2018.

[2] L. Babout, K. Grudzień, J. Wiącek, M. Niedostatkiewicz, B. Karpiński, and M. Szkodo, “Selection of material for X-ray tomography analysis and DEM simulations: comparison between granular materials of biological and non-biological origins,” *Granul. Matter*, vol. 20, no. 3, p. 38, Aug. 2018.

[3] J. Porzuczek, “Assessment of the Spatial Distribution of Moisture Content in Granular Material Using Electrical Impedance Tomography,” *Sensors*, vol. 19, no. 12, p. 2807, Jun. 2019.

[4] M. Ziolkowski, S. Gratkowski, and A. R. Zywica, “Analytical and numerical models of the magnetoacoustic tomography with magnetic induction,” *COMPEL - Int. J. Comput. Math. Electr. Electron. Eng.*, vol. 37, no. 2, pp. 538–548, Mar. 2018.

[5] K. Bartusek, P. Fiala, and J. Mikulka, “Numerical modeling of magnetic field deformation as related to susceptibility measured with an MR system,” *Radioengineering*, vol. 17, no. 4, pp. 113–118, 2008.

[6] R. Wajman *et al.*, “Metrological evaluation of a 3D electrical capacitance tomography measurement system for two-phase flow fraction determination,” *Meas. Sci. Technol.*, vol. 24, no. 6, p. 065302, 2013.

[7] A. Romanowski, “Big Data-Driven Contextual Processing Methods for Electrical Capacitance Tomography,” *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 15, no. 3, pp. 1609–1618, 2019.

[8] E. Korzeniewska and A. Krawczyk, “Applications of smart textiles in electromedicine,” in *2019 19th International Symposium on Electromagnetic Fields in Mechatronics, Electrical and Electronic Engineering, ISEF 2019*, 2019, pp. 1–2.

INCREASING THE ACCURACY OF THE TOMOGRAPHIC IMAGE BY OPTIMIZING THE MACHINE LEARNING ALGORITHM

Tomasz RYMARCZYK[2,3], Grzegorz KŁOSOWSKI[1], Edward KOZŁOWSKI[1], Jan SIKORA[2], Przemysław ADAMKIEWICZ[2]

[1] Lublin University of Technology

[2] University of Economics and Innovation in Lublin, Lublin

[3] Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

Abstract

Due to the catastrophic effects and high costs of possible damage, flood banks are very complex structures with extensive monitoring systems [1]. Thanks to the electrical tomography and electrode rods placed across the dam, a cross-sectional view of the dyke's interior can be obtained [2]. This paper presents a new concept of electrical impedance tomography (EIT) reconstruction [3]. The innovative approach is based on a combination of several machine learning techniques in a way that allows the optimal selection of one of these techniques for each pixel of the tomographic image. An additional advantage of the presented concept is that the selection of the optimal method for each pixel depends on the measurement set of a given case. This fact makes the method flexible and, although it requires training of an additional classification set of models, the resulting improvement in efficiency justifies an increase in computational complexity. Several machine learning methods were used during the research, including Elastic Net, Support Vector Machine, and Artificial Neural Networks. The comparison of the new concept with popular methods showed that thanks to hybrid pixel-oriented learning the reconstructions obtained with the new approach are better than those obtained with standard machine learning methods. The main contribution of the authors is the development of the concept of dynamic selection of the optimal reconstruction method, working individually for each pixel of the image. The new approach uses hybrid learning and enables better utilization of PC computing capabilities to increase imaging accuracy.

Methods

A physical model of the levee was developed based on the flood bank of the largest post-flotation waste reservoir in Europe (Żelazny Most, Poland). On this basis, 96419 training cases for electrical impedance tomography (EIT) were generated [4]. The measurement vector contained 96 values of voltage drops. The resolution of the reconstructed image was 1721 pixels. The presented new concept requires training several machine learning models for each pixel separately. Since the pixel count is 1721, this practically means training 1721 regression predictive models for a method. In the presented hybrid pixel-oriented (HPO) concept, Elastic Net (EN), Artificial Neural Networks (ANN) and Support Vector Machine (SVM) were used [5]. The workflow of the HPO method is shown in Fig. 1.

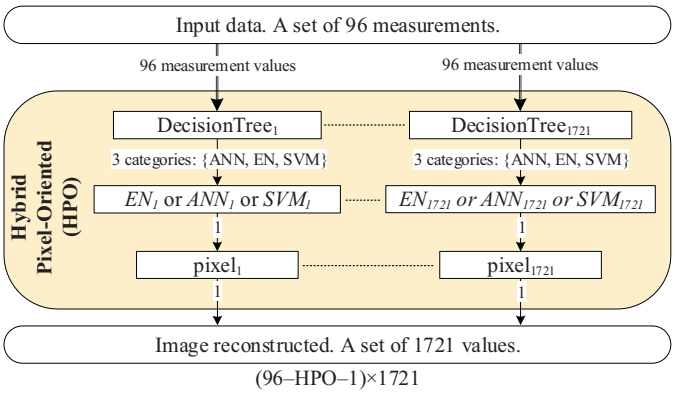


Fig. 1. Diagram of the new HPO concept

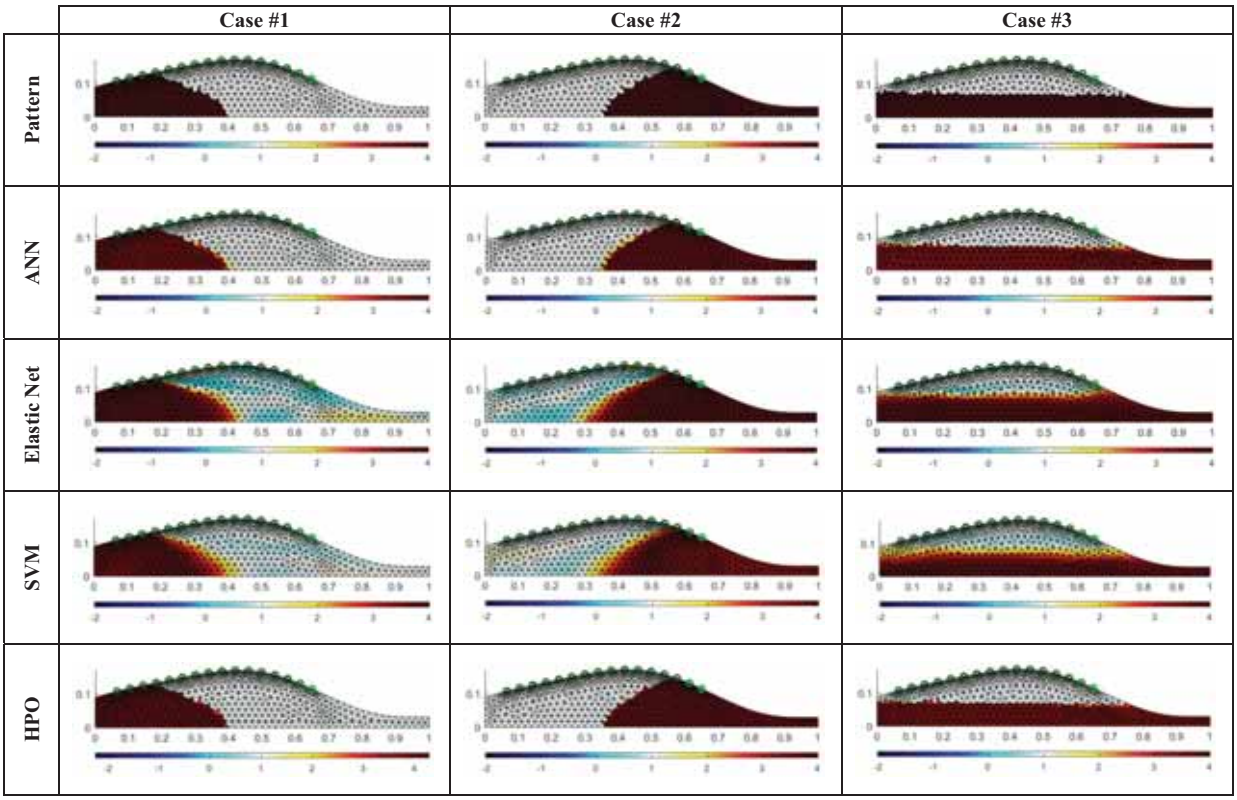


Fig. 2. Comparison of reconstructions made with common machine learning methods with the new HPO concept

A specially trained Decision Tree classifier, based on 96 measurements, decides which of the 3 methods (EN, ANN or SVM) is optimal for each of the 1721 pixels. It is worth noting that training 3 models for each of 1721 pixels gives 5136 predictive systems. A set of 1721 classifiers of methods should be added to this number, which increases the number of trained models to 3 × 1721 + 1721 = 6884. As you can see, the new HPO concept is characterized by high computational complexity. However, this is a slight inconvenience compared to the significant improvement in the quality of image reconstruction that this new concept allows. The presented concept is universal and can be used not only in the tomography of flood embankments but also in process/industrial and medical tomography. The new concept can be extended by combining not only logarithmic but also physical tomographic methods, e.g. electrical capacitance, ultrasound, optical, radio, CT and others. Further research will be carried out to verify the potential of the HPO method in other applications and combinations of methods.

References

[1] K. Grudzien, Z. Chaniecki, A. Romanowski, D. Sankowski, J. Nowakowski, and M. Niedostatkiewicz, "Application of twin-plane ECT sensor for identification of the internal imperfections inside concrete beams," *IEEE Int. Instrum. Meas. Technol. Conf. Proc.*, pp. 1–6, May 2016.

[2] A. Szczesny and E. Korzeniewska, "Selection of the method for the earthing resistance measurement," *Przegląd Elektrotechniczny*, vol. 94, no. 12, pp. 178–181, 2018.

[3] T. Rymarczyk and G. Kłosowski, "Application of neural reconstruction of tomographic images in the problem of reliability of flood protection facilities," *Eksploat. i Niezawodn. -- Maint. Reliab.*, vol. 20, no. 3, pp. 425–434, Jun. 2018.

[4] T. Rymarczyk, E. Kozłowski, and G. Kłosowski, "Electrical impedance tomography in 3D flood embankments testing – elastic net approach," *Trans. Inst. Meas. Control*, vol. 42, no. 4, 2020.

[5] G. Kłosowski, T. Rymarczyk, and A. Gola, "Increasing the Reliability of Flood Embankments with Neural Imaging Method," *Appl. Sci.*, vol. 8, no. 9, p. 1457, Aug. 2018.

DEFECT RECOGNITION USING A CLASSIFYING ALGORITHM BASED ON TRANSFER LEARNING WITH DEEP CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Tomasz RYMARCZYK[1,2], Grzegorz KŁOSOWSKI[3], Monika KULISZ[3]

[1] Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

[2] University of Economics and Innovation in Lublin

[3] Lublin University of Technology

Abstract

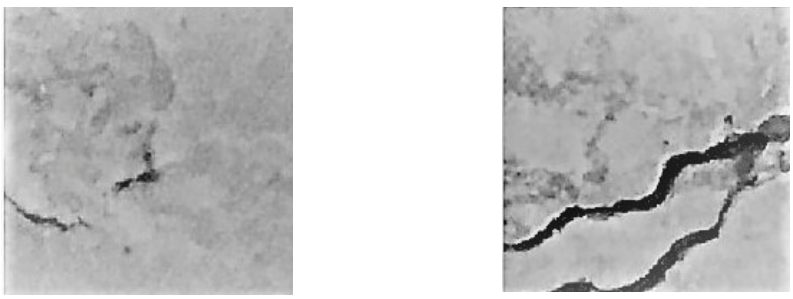
The aim of the article is to use the pre-trained convolutional neural network - Inception-ResNet-v2 and deep machine learning methods to develop a crack classification algorithm in the analyzed images. The fully connected layer has been modified by adjusting exits - replacing the base 1000-output fully connected layer in Inception-ResNet-v2 with a binary layer (2 categories - image with cracks and image without cracks). The study analyzed the possibility of using deep neural networks for quick and fully automatic identification of defects on the basis of analyzed images. According to the conducted analysis, it can be determined that a pre-trained convolutional neural network using SVM to train a fully connected layer is a very effective solution, and the obtained predictive model enables the classification of defects with a very high level of accuracy.

Methods

Most often, in the case of detecting defects related to categorizing images, classification solutions using deep learning algorithms are used which include, among others, CNN (convolutional neural network) and LSTM (long short-term memory) [1-4]. To classify cracks in the analyzed objects, transfer learning based on the pretrained convolutional neural network - Inception-ResNet-v2 was used. The use of an already existing, previously trained model (e.g. for image classification) allows to significantly shorten the network learning process. This is because you only need to change the last layer of the pre-trained network model and use a new, smaller dataset to train a new output layer [5-6].

Neural network Inception-ResNet-v2 has the ability to classify images into 1000 object categories, it consists of 825 layers and an input image size of 299 by 299. In this pretrained network, the fully conected layer has been modified by adjusting exits, defining two classifiers: an image with cracks (defective) and an image without visible cracks (correct). Images from the dataset are categorized using a two-class linear SVM (Support Vector Machine) trained with CNN traits extracted from the images.

The study used a publicly available set of images, made available as part of the publication entitled Concrete Crack Images for Classification [7]. The collection includes images with and without cracks. Figure 1 shows sample images used to train the model. In the study, 20,000 images were tested, half of them for each of the two categories, of which 30% were training data and 70% -validation data.



(a) **(b)**

Fig. 1. Data set - examples of images: (a) - from the category with no cracks, (b) - from the category with cracks [7]

The training of a two-class (binary) SVM classifier based on the characteristics obtained from CNN was done by using the Stochastic Gradient Descent quick solver. Then, the effectiveness of the classifier was assessed. The result of this analysis is presented in Fig. 2., as the confusion matrix of two classes. In order to test the classifier, another 7,000 images were used that did not participate in the learning process. Images with and without cracks were correctly classified in over 99.8%, and the average quality of the obtained model for crack detection was 99.83%. The high accuracy of the presented classifier shows that it can be used to detect defects on the basis on the analyzed images.

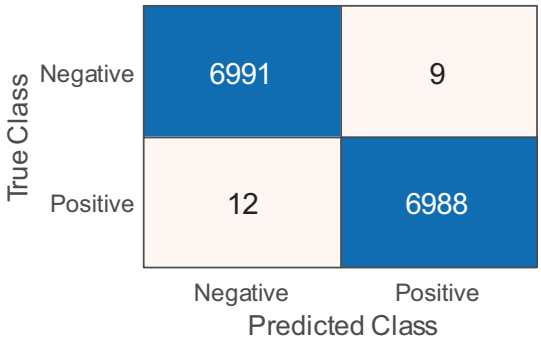


Fig. 2. The confusion matrix of two classes for the analyzed model

Figure 3 shows an example of the result of the classification algorithm based on transfer learning with deep convolutional neural network Inception-ResNet-v2. Each classified image has a category name under it. For images with an identified defect (Figure 3a) - the category is displayed as "*predictedLabel = categorical Positive*" and for images without defects (Figure 3b) - "*predictedLabel = categorical Negative*".

(a) **(b)**

Fig. 3. An example of a classification algorithm on a test image: (a) - image with a crack (damaged), (b) - image without crack (undamaged)

Literatura

[1] Atabay H. A.: A convolutional neural network with a new architecture applied on leaf classification, IIOAB Journal, vol. 7, pp. 326-331, 2016.

[2] Kang Z., Catal C., Tekinerdogan B.: Machine learning applications in production lines: A systematic literature review, Computers & Industrial Engineering, vol. 149, article no. 106773, 2020.

[3] Karpathy A., Toderici G., Shetty S., Leung T., Sukthankar R., Fei-Fei L.: Large-Scale Video Classification with Convolutional Neural Networks., In 2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Columbus, pp. 1725-1732, IEEE, 2014.

[4] Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton, G. E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks, Paper presented at the Advances in Neural Information Processing Systems, vol. 2, pp. 1097-1105, 2012.

[5] Weiss K., Khoshgoftaar T. M., Wang, D.: A survey of transfer learning, Journal of Big Data, vol. 3, article no.9, 2016.

[6] Quiñonez Y., Zatarain O., Lizarraga C., Peraza, J.: Using Convolutional Neural Networks to Recognition of Dolphin Images, Trends and Applications in Software Engineering. CIMPS 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 865, Springer, Cham, 2019.

[7] Özgenel Ç. F.: Concrete Crack Images for Classification., Mendeley Data, V2, 2019.

FINE-TUNING OF MACHINE LEARNING IN ELECTRICAL TOMOGRAPHY TO ANALYSIS OF MOISTURE IN WALLS

Tomasz RYMARCZYK[2,3], Grzegorz KŁOSOWSKI[1], Paweł RYMARCZYK[3], Jan SIKORA[2], Przemysław ADAMKIEWICZ[2], Michał OLESZEK[3]

[1] Lublin University of Technology

[2] University of Economics and Innovation in Lublin

[3] Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

The quality of the machine learning impedance tomography (EIT) reconstruction in the building walls depends on the selection of the method parameters. In these studies, a method of optimizing the lowest absolute contraction and operator choice (LASSO) algorithm was presented, consisting in the appropriate selection of the Lambda parameter and learning (SVM or least squares).

Methods

The LR-SVM algorithm uses linear regression (LR) and support vector machines (SVM) [1]. The algorithm has been optimized for the multidimensional vector of input data. It uses a regression model using the L_1 LASSO regularization technique that adds the "absolute value of magnitude" of the coefficient as a penalty component to the loss function. A linear regression model based on the SVM method was used as the "learner" [2]. The loss function for a linear regression model type was $f(x) = x\beta + b$, where β is a vector of p coefficients, x is an observation of p predictor variables, and b is a scalar bias. In the implemented algorithm the mean square error (MSE) is calculated as a loss function and takes the form of the formula $\ell[y, f(x)] = \max[0,\ |y - f(x)| - \varepsilon]$ where $y \in (-\infty, \infty)$ is a reconstruction of the response value. Formula (1) describes the LASSO cost function

$$\min_{\beta_0,\beta}\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - b - x_i^T\beta\right)^2}{2n} + \lambda\sum_{j=1}^{p}\left|\beta_j\right|\right) \tag{1}$$

where n is the number of observations, x_i^T consists of a transposed vector of length p at observation i, y_i is the reconstruction of a pixel at observation i, λ is a non-negative regularization parameter. In this research Lambda $= 1/n$. The parameters b and β are in that order a scalar bias and a vector of length p. If λ increases, the number of non-zero β parameters decreases. LR-SVM includes regularized support vector machines (SVM) and least-squares regression methods.

The model minimizes the objective function using stochastic gradient descent (SGD) that reduce computing time. The method described uses support vector machines with a ridge penalty, and optimizes using dual SGD for SVM. Formula $\left\|\frac{B_t - B_{t-1}}{B_t}\right\| < \varkappa$ is the condition for stopping the iteration process where $\varkappa$ is relative tolerance on linear coefficients β_t' and bias term b_t, and $B_t = [\beta_t', b_t]$. Alternative variant of the method based on linear regression was also used in the research. In the LR-LS approach, SVM learner has been replaced with the least squares model [46]. The algorithm used in the LR-LS method is largely analogous to the previously described LR-SVM method. Also in this case, the LASSO regression model using the L_1 regularization was used. The difference between LR-SVM and LR-LS is the loss function. In case of LR-LS the loss function is mean square error computed as $MSE = \ell[y, f(x)] = \frac{1}{2}[y - f(x)]^2$ with the range of responses $y \in (-\infty, \infty)$. For LR-LS, the deviation b is the y-weighted median for all training processes.

Fig. 1 illustrates the performance of SVN learner and least squares learner in linear regression for a randomly selected pixel of a tomographic image. The blue dots refer to the value of the objective function in individual iterations. They create the average response surface for the fitness function. In this case, the SVM learner for Lambda = $5.3529 \cdot 10^{-6}$ and estimated objective function value = 2.1774 turned out to be the best.

Fig. 2 supplements Fig. 1. The horizontal axis shows 30 iterations as the algorithm tried to minimize the objective function. Each conversion was performed in two variants, one for the LR-SVM and one for the LR-LS. The blue line shows the values of the minimized objective function in relation to the observations (green line). Both lines converge, which proves the good quality of the predictive model.

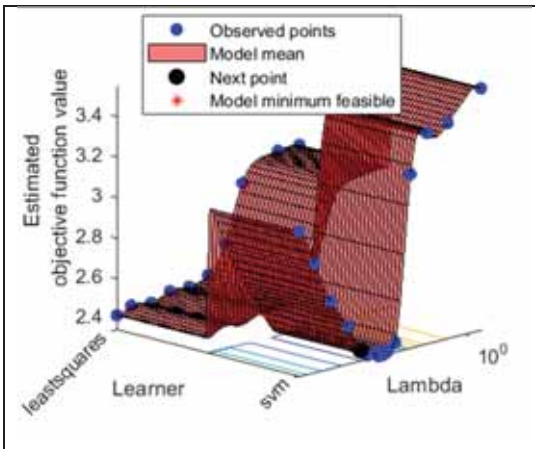


Fig. 1. Objective function model

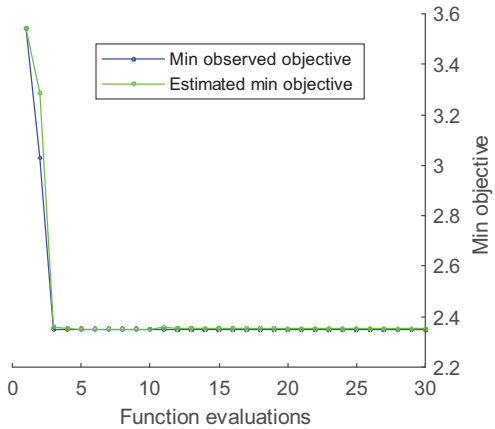


Fig. 2. Min objective vs. Number of function evaluations

Fig. 3 shows a comparison of reconstructions using LASSO and different learners - SVM and Least squares. There is a visible difference in the quality of the reconstruction depending on the selected learner and the Lambda parameter value.

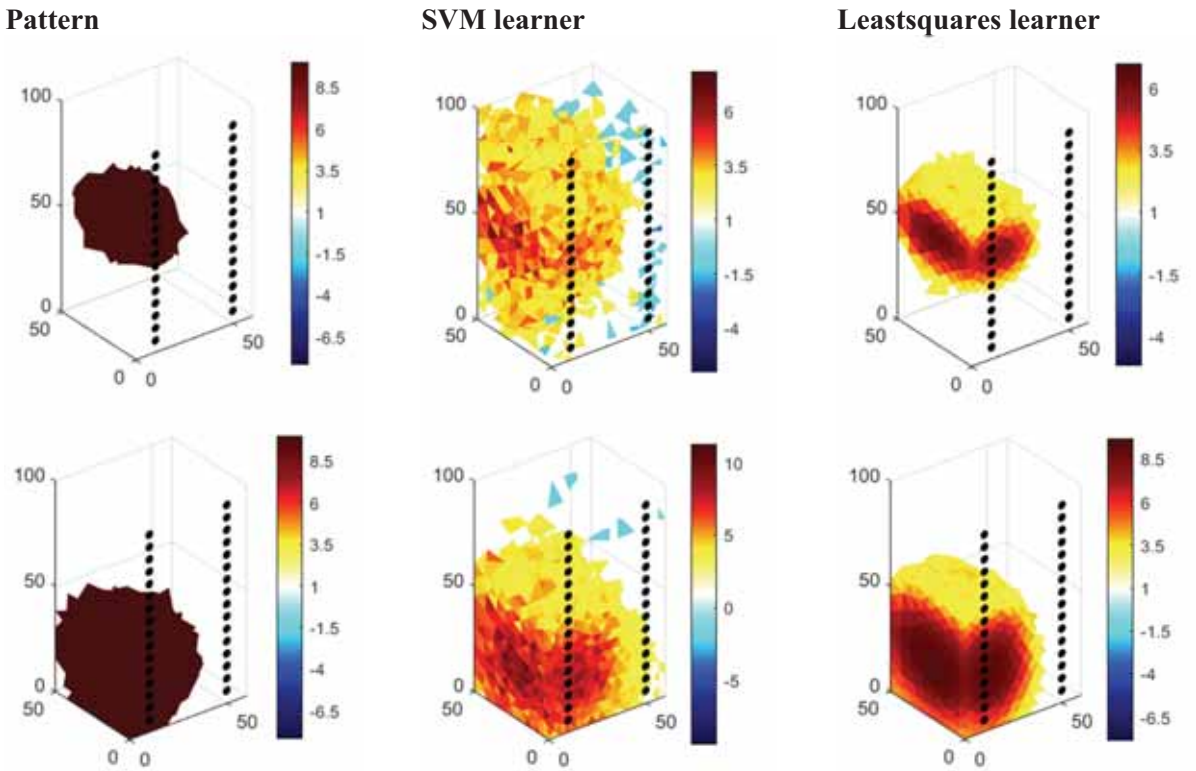


Fig. 3. Comparison of the image reconstructions in the wall using LASSO and different learners

References

[1] C. H. Ho and C. J. Lin, "Large-scale linear support vector regression," *J. Mach. Learn. Res.*, vol. 13, 2012.

[2] C. J. Hsieh, K. W. Chang, C. J. Lin, S. S. Keerthi, and S. Sundararajan, "A dual coordinate descent method for large-scale linear SVM," in *Proceedings of the 25th International Conference on Machine Learning*, 2008.

PLASMA AND SUPERCONDUCTING TECHNOLOGIES IN MEDICINE

Henryka Danuta STRYCZEWSKA, Joanna KOZIEŁ

Faculty of Electrical Engineering and Computer Science,
Lublin University of Technology

Introduction

Many modern electromagnetic technologies are used in medicine for the diagnosis, treatment and rehabilitation of diseases. The development of new methods is related to the progress in the area of basic, applied and developmental sciences. It requires interdisciplinary research, ranging from medical, biological, chemical, physical, engineering and technical sciences to social and economic sciences. Among electromagnetic technologies, those that use non-thermal plasma and superconductivity are discussed. The development of both technologies' dates back to the beginning of the 20th century, when the accompanying physical phenomena were discovered and defined.

The foundations for the development of research on superconductivity were provided by the discovery of H. K. Ones in 1911, who investigated the phenomenon of mercury superconductivity at the boiling point of liquid helium. The use of technology became practically possible since 1986, when J. G. Bednorz and I. Müller discovered high-temperature ceramic superconductors operating at much higher boiling points of liquid nitrogen. We owe the concept of the plasma phenomenon generated by electric discharges in gases to I. Langmuir, who in 1928 called ionized gas plasma. Plasma installations used to produce ozone for the disinfection of drinking water already existed then (in Nice, 1907 and St. Petersburg, 1908), after Werner von Siemens built the first ozone generator in 1857. The technology is still exploited, and ozone as well as other excited and ionised plasma particles are used in sterilisation processes, also for tissue treatment and healing processes.

The article presents an overview of selected applications of plasma technology and superconductivity in medicine, and indicates those applications that have the greatest potential for their implementation in medical practice.

Phenomena of superconductivity and non-thermal plasma

The phenomena of plasma and superconductivity, presented on the thermodynamic temperature scale (Fig. 1) occupy opposing temperature ranges. Superconductivity is associated with low temperatures, where the main phenomenon is magnetic ordering forces, thanks to which the electric current in materials exhibiting such properties does not have practically electrical resistance. We distinguish between low and high temperature superconductivity. The latter has a chance for further development and application in various areas and scientific disciplines, including those related to medical applications.

Plasma, as an ionised gas, occupies a much larger part of the thermodynamic scale presented in Figure 1 than the superconductivity. Plasma temperature, often expressed in electron volts as the energy of electrons and heavy plasma particles, ranges from 0.05 to 10 eV, and the range with energies up to 2 eV is treated as non-thermal and non-equilibrium plasma – electron energies are much greater than energy heavy plasma particles. As in the case of superconductivity, a distinction is made between low-temperature and high-temperature plasma, the former being used for medical applications. The main criteria for the division of plasma are temperature, pressure, degree of ionisation and the type of plasma particle equilibrium. At very low pressures, already close to room temperature, it is possible to generate non-thermal plasma. At atmospheric pressure, the production of even a weakly ionised plasma during electric discharges requires high values of gas ionisation voltages and appropriate designs of plasma reactors.

Medical applications of low-temperature plasma, known as "cold" plasma, date back to the end of the 20th century. Currently, research is accelerating significantly, especially in the treatment of skin cancer and other skin diseases. Cold plasma biomedical applications include, inter alia, [1, 2, 3]:

- sterilisation of living human and animal tissues and support of treatment;
- sterilisation of medical tools – especially elements made of plastics that are not resistant to high temperature;
- coating of implants and lenses with biocompatible layers;
- tissue engineering – plasma supports the production of bioactive agents and drugs, immobilises biological molecules, modifies surfaces to regulate cell behaviour, improves blood adhesion;
- medical diagnostics – production of biosensors based on polymers and thin amorphous films for medical analyses.

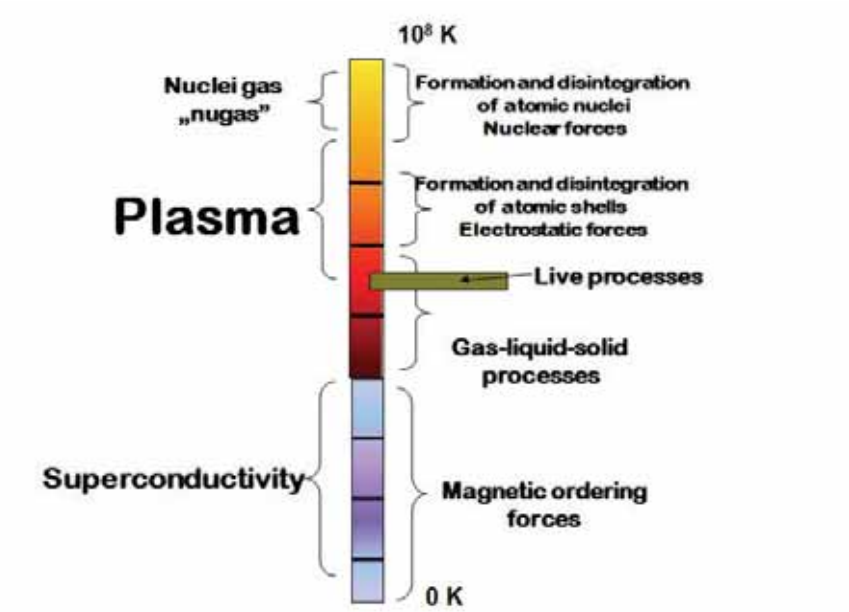


Fig. 1. Thermodynamic scale of temperatures with marked phenomena of plasma and superconductivity

Plasma methods in biomedicine, and especially ozone therapy, already widely used in medical practice, are highly effective, eliminate most bacteria, viruses, fungi and molds, activate the action of antioxidant enzymes, and stimulate the production of white blood cells. In interaction with living organisms and tissues, in safe doses, they do not cause side effects, are painless, do not cause allergic reactions and often eliminate the need for pharmacological treatment [4].

Among the applications of superconducting technologies in medicine, the dominant systems are magnet systems with high values of magnetic induction, used in radiotherapy, for the production of isotopes, proton and ion beams for therapeutic purposes, and magnets for magnetic resonance imaging (MRI) [5]. The strong magnetic fields that can be generated in such systems allow for greater focusing and reduction of the size of proton and ion beams, and thus for higher image resolution and high-quality diagnostic parameters.

Literature

[1] Fridman G., Shereshevsky A. et all, Sterilization of Living Human and Animal Tissue by Non-Thermal Atmospheric Pressure Dielectric Barrier Discharge Plasma, Proceedings of 18th International Conference on Plasma Chemistry, paper No 536, 2007

[2] Woedtke Th. von, Reuter S., Masura K., Weltmann K.-D., Plasma for Medicine, Elsevier Physics Reports Volume 530, Issue 4, pages 291-320, 2013,

[3] Kuo S. P., Air plasma for medical applications, J. Biomedical Science and Engineering 5 pages 481-495, 2012

[4] Lin L., Wang L. et al, Non‐thermal plasma inhibits tumor growth and proliferation and enhances the sensitivity to radiation in vitro and in vivo, Oncology Reports 40, pages 3405-3415, 2018

[5] Alonso J.R. and Antaya T.A.: Superconductivity in Medicine, Reviews of Accelerator Science and Technology Vol. 5, 2012, 227–263; DOI: 10.1142/S1793626812300095

BUILDING MANAGEMENT SYSTEM USING MACHINE INTELLIGENCE AND USER BEHAVIOR ANALYSIS TECHNIQUES WITH THE USE OF RADIO TOMOGRAPHY

Michał STYŁA, Przemysław ADAMKIEWICZ

Centrum Badawczo Rozwojowe Technologii Informatycznych sp. z o.o., Rzeszów

Introduction

Along with the development of building automation, the demand for control, measurement and executive elements capable of observing and controlling a number of building parameters is constantly growing. Currently, there are many solutions on the market that guarantee wireless control of selected subsystems, but without and specific features indication learning and spontaneous adaptation to the user's habits. In addition, the vast majority of devices are focused on cooperation with one specific communication protocol, which is additionally "hermetic" and allows for a strictly defined expansion path.

The problem to be solved is the possibility of controlling an intelligent building with the use of specialized actuators, using wireless technologies like Bluetooth 5, ZigBee or 802.11n. The actuator is to have a physical structure and software susceptible to modification so that it can be integrated with any subsystem found in the building. At the same time, in conjunction with the IoT platform collecting data on environmental parameters of the building (created by users according to individual preferences), it is to accept command from the machine intelligence learned on this basis.

System management

The presented intelligent building system includes control of comfort modules, environmental data acquisition, door access control, monitoring of plug sockets, employee working time records as well as tracking and navigating by radio tomography. By combining all these aspects and combining them with machine learning techniques, administrator can fully optimize a building's energy requirements, reduce the consumption of fixed assets and prevent accidents. All listed services are located on one server and are represented by graphic panels of the type shown in Figure 1.

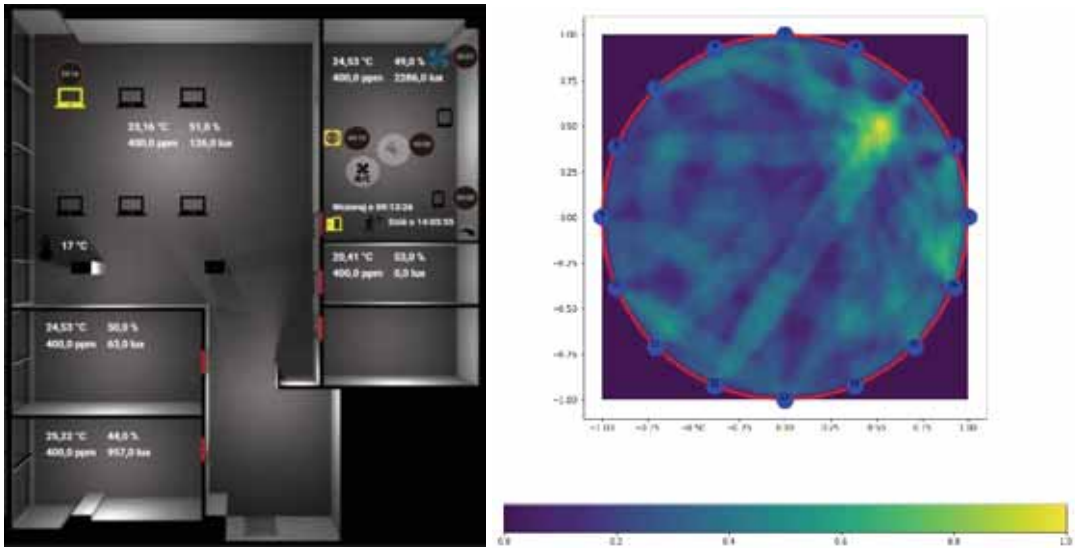


Fig. 1. Comfort subsystems, work time records and access control on the service control panel (left) and tracking the object on the basis of image reconstruction (right) created as part of the work of the radio tomograph.

The created system has wide possibilities of integration not only with new components, but also with elements already found in the building. Due to the presence of such communication protocols as Bluetooth Low Energy, Wi-Fi, IEEE 802.11n and ZigBee in devices, it is possible to freely mix actuators and control elements. The general topology of the created PAN network is that each device (or group of devices) has its own access gate, which is a single board computer. In some cases (e.g. in the comfort controller) a galvanic connection has been made, while in others it may be a wireless connection (e.g. IoT sensors and the central unit).

All devices in the system are connected to each other via the Apache Kafka digital data bus, the mechanism of which can be compared to the way the MQTT protocol works. Drivers as devices receiving data from the indicated topic and transmitting them to separate actuators can be called output devices. The reverse is analogous to the situation with sensors and beacons. Any information that is carried by the system is saved in JSON format. Thematic groups of devices, in addition to their own so-called topic are further divided into units by labels inside the JSON format body. After traversing the data bus and finding the addressee, packets are intercepted by the listener and passed through a parser performing operations on the strings. In case of deterioration of the connection quality or lack of access to the target device, the message is suspended until it is read and destroyed by the addressee.

All the previously mentioned functionalities are supported and optimized by machine intelligence. Figure 2 shows a diagram symbolizing the methodology of machine intelligence operation to supervise the building. The diagram also lists all the algorithms that influence the system's learning of user behavior.

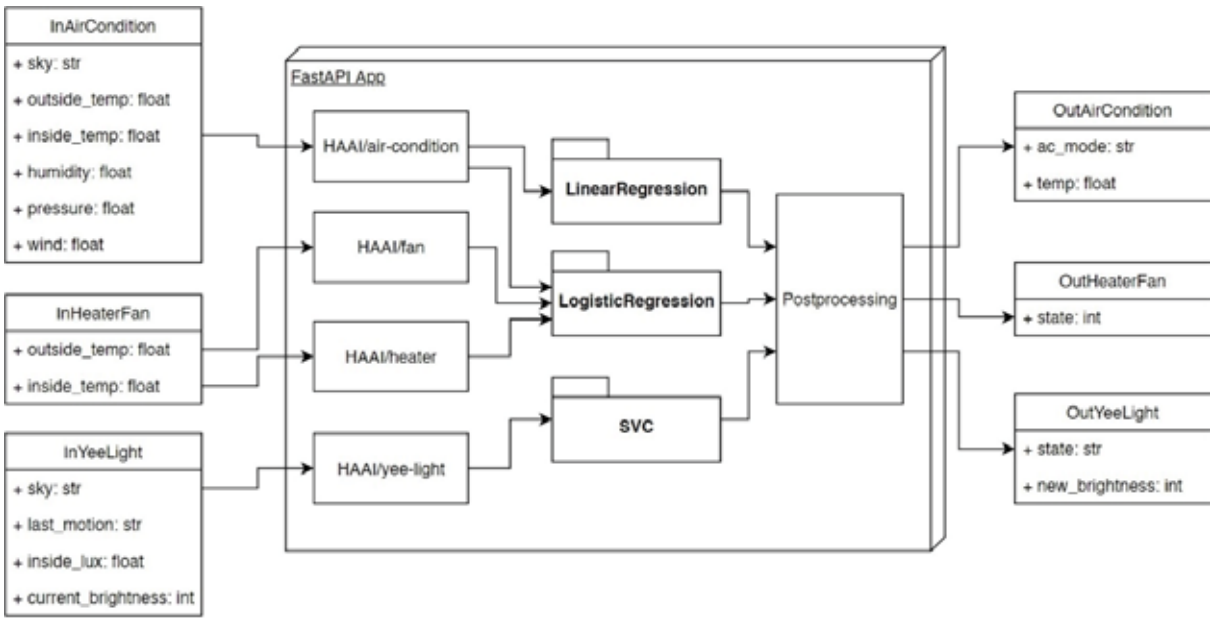


Fig. 2. Scheme / algorithm of ML activities of the building used.

Literatura

[1] J. Hall, M. Barbeau, and E. Kranakis, “Detecting Rogue Devices in Bluetooth Networks using Radio Frequency Fingerprinting,” IASTED Int. Conf. Commun. Comput. Networks, pp. 108–113, 2006.
[2] J. Huang, W. Albazrqaoe, and G. Xing, “BlueID: A practical system for Bluetooth device identification,” Proc. - IEEE INFOCOM, pp. 2849–2857, 2014.
[3] H. Tong, Q. Deng, T. Zhang, and Y. Bi, “A low-cost indoor localization system based on received signal strength indicator by modifying trilateration for harsh environments,” Int. J. Distrib. Sens. Networks, vol. 14, no. 6, 2018.
[4] H. Yiğitler, R. Jäntti, O. Kaltiokallio, and N. Patwari, “Detector Based Radio Tomographic Imaging,” pp. 1–14, 2016.
[5] J. Zhang, B. Wei, W. Hu, and S. S. Kanhere, “WiFi-ID: Human identification using WiFi signal,” Proc. - 12th Annu. Int. Conf. Distrib. Comput. Sens. Syst. DCOSS 2016, pp. 75–82, 2016.
[6] Y. Zhao, N. Patwari, J. M. Phillips, and S. Venkatasubramanian, “Radio tomographic imaging and tracking of stationary and moving people via kernel distance,” 2013, p. 229.

HYBRID INDOOR NAVIGATION SYSTEM WITH THE USE OF COMMERCIAL RADIO TECHNOLOGIES AND RADIOTOMOGRAPHIC IMAGING TECHNIQUES

Michał STYŁA, Przemysław ADAMKIEWICZ

Centrum Badawczo Rozwojowe Technologii Informatycznych sp. z o.o., Rzeszów

Introduction

Currently, the most common indoor location systems are those using the so-called beacons. However, despite the many advantages of networks such as simple implementation, low price or scalability, they are often not able to estimate the user's location with necessary accuracy. In such systems, it is a superior and critical parameter.

The problem to be solved is the use of a commercial communication protocol such as Bluetooth 5 or 802.11n and the development of a method of its use in the radio-tomographic imaging technique (apart from being used as a beacon). Additional problems include communication between the radio probe system and the central unit within the same communication protocol. In this case, the system should allow for scalability. Of course, it must do it within the permissible load of the radio channels used and the typical range (characteristic) for Bluetooth 5 or IEEE 802.11n technology. The approach to the presented issues takes into account the use of computational algorithms and machine intelligence.

Beacon tracking system

One of the parts of the navigation system uses the so-called beacons, i.e. small radio transmitters transmitting limited portions of data, the most useful of which is the TXP (transmit power) parameter. After receiving such a packet, the receivers (scanners) are able (based on an appropriate algorithm) to calculate the RSSI index. Combining this with one of the positioning methods, such as, for example triangulation, the administrator is able to track any user in the building with a telephone with an appropriate application, and then lead him through corridors or rooms with a relatively large area to the target. The dedicated device and the navigation process are presented in Figure 1. The Bluetooth 5 transmitter is powered by a single CR2477 battery which, depending on the set transmission interval, allows it to work from a few weeks to several months.

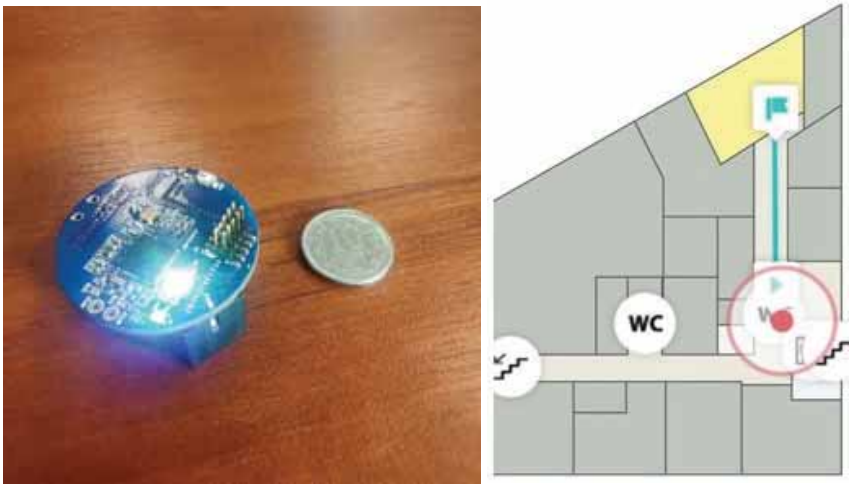


Fig. 1. Radio buoy using Bluetooth 5 technology (left) and view of the mobile application (right) providing the navigation service using the presented device.

Tracking system using radio-based tomography

The radio tomography system is used interchangeably with the beacon system when the user enters a small or medium room, and is also successful in areas with very irregular lumps. The operation of the Bluetooth 5 radio probe is very similar to that of a beacon, except that the device consists of two clearly separated paths: transmit and receive. They are supported by two separate microcontrollers. One carries out a cyclic broadcasting process that references the signal strength of a given transmitter and serves as a carrier for the data collected within one row of the background / measurement matrix. The other one continuously scans the environment in order to search the contents of radio probes and update its data on the basis of their RSSI results. Data update by the transmitting part is possible thanks to the connection with the receiving part via a serial port.

When there is too much noise on the Bluetooth Low Energy bands, in order to increase the accuracy of measurements, it is possible to replace the receiving part of the probe with a transmitter module compatible with the IEEE 802.11n standard. Regardless of whether the reference signal source is Bluetooth 5 or IEEE 802.11n, the data transport layer remains the same and uses the so-called advertising implemented in Bluetooth 5 protocol. This allows the use of one central unit, which will carry out the acquisition of measurement data regardless of the configuration used.

The obtained results are presented in Figure 2, where human detection was carried out on a perimeter of a circle with a radius of 2.5 meters.

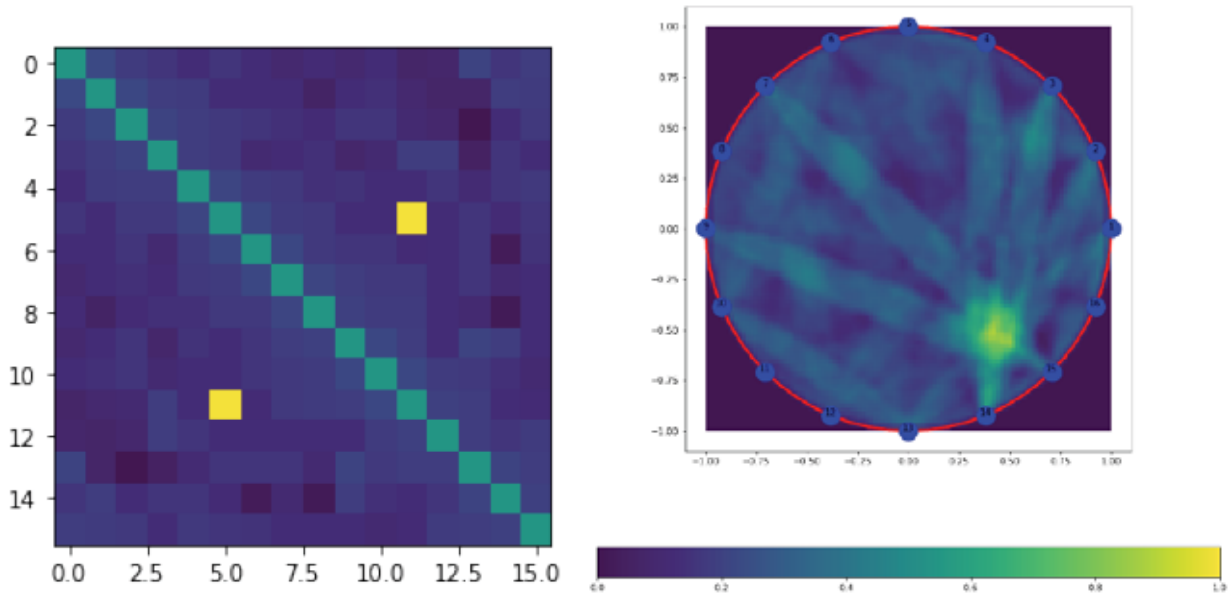


Fig. 2. Differential measurement matrix in the form of a color (left) and target image reconstruction (right) – BLE + IEEE 802.11n.

Literatura

[1] C. Alippi, M. Bocca, G. Boracchi, N. Patwari, and M. Roveri, “RTI Goes Wild: Radio Tomographic Imaging for Outdoor People Detection and Localization,” IEEE Trans. Mob. Comput., vol. 15, no. 10, pp. 2585–2598, 2016.

[2] F. Azhari and M. Whitty, “History-based indoor localisation system using a Smartphone,” in Australasian Conference on Robotics and Automation, ACRA, 2016, vol. 2016-Decem, pp. 278–284.

[3] H. Park, J. Noh, and S. Cho, “Three-dimensional positioning system using Bluetooth low-energy beacons,” Int. J. Distrib. Sens. Networks, vol. 12, no. 10, 2016.

[4] Q. Pu, S. Gupta, S. Gollakota, and S. Patel, “Whole-Home Gesture Recognition Using Wireless Signals,” in MobiCom, 2013.

[5] B. Wei, A. Varshney, W. Hu, N. Patwari, T. Voigt, and C. T. Chou, “dRTI: Directional Radio Tomographic Imaging,” 2014.

[6] [6] Z. Yang, Z. Zhou, and Y. Liu, “From RSSI to CSI: Indoor localization via channel response,” *ACM Comput. Surv.*, 2013.

ZASTOSOWANIE NADPRZEWODNIKÓW W PROJEKCIE REAKTORA TERMOJĄDROWEGO TYPU STELLARATOR

Paweł SURDACKI

Politechnika Lubelska,
Katedra Elektrotechniki i Elektrotechnologii

Wstęp

Wykorzystanie procesu syntezy termojądrowej jest uważane za jedną z bardziej perspektywicznych metod wytwarzania energii. W przyszłości technologia ta może zostać wykorzystana w elektrowniach dużej mocy. Ma ona wiele zalet w porównaniu do technologii wykorzystywanych obecnie, to jest do technologii elektrowni atomowych, elektrowni konwencjonalnych opartych na reakcji spalania oraz do elektrowni pozyskujących energię z odnawialnych źródeł energii. Energetyka termojądrowa, w stosunku do klasycznych elektrowni jądrowych, opartych na rozszczepieniu uranu, oparta jest na surowcach powszechnie występujących w świecie. Paliwem w reaktorach termojądrowych mogą być izotopy wodoru tryt i deuter. Tryt można uzyskać za pomocą reakcji strumienia neutronów na lit, który jest pierwiastkiem powszechnie występującym w skałach. Z kolei deuter otrzymuje się z wody morskiej [1].

Reaktory termojądrowe w porównaniu do reaktorów jądrowych cechują się większym bezpieczeństwem. Przy elektrowniach atomowych w wyniku awarii może dojść do niekontrolowanej reakcji, co z kolei grozi eksplozją. W przypadku reaktorów termojądrowych do takiej sytuacji nie może dojść, ponieważ w przypadku zajścia nieprawidłowości reakcja nie podtrzymuje się sama. W pierwszym momencie dochodzi do rozszerzania się plazmy, która w związku z tym obniża swoją temperaturę, co z kolei prowadzi do tego, że reakcja samoczynnie dąży do wygaszenia.

Wśród problemów związanych z reaktorami termojądrowymi należy wymienić ich bardzo skomplikowaną i zaawansowaną technologicznie budowę. Również sama eksploatacja takiego reaktora jest złożonym procesem i wymaga bardzo dobrze wyszkolonej obsługi.

Ponadto w dalszym ciągu nie udało się osiągnąć dodatniego bilansu energetycznego, to znaczy ilość dostarczonej energii do przeprowadzenia kontrolowanej reakcji termojądrowej jest mniejsza od energii uzyskanej z takiej reakcji. Wśród aktualnie rozwijanych reaktorów termojądrowych za najbardziej przyszłościowe uznaje się projekty ITER (typu tokamak) oraz Wendelstein 7-X (typu stellarator).

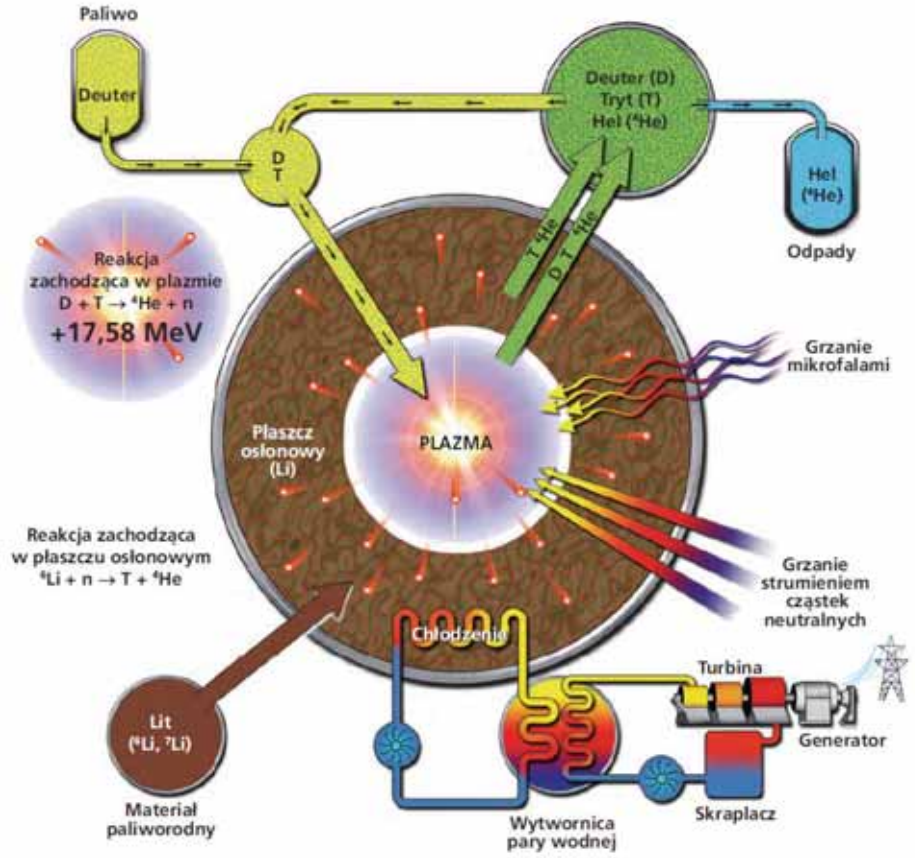
Wadą reaktorów termojądrowych jest to, że w trakcie reakcji powstają izotopy promieniotwórcze. Sama synteza termojądrowa nie dostarcza promieniotwórczych pierwiastków, ponieważ w jej wyniku powstaje hel. Promieniotwórcze izotopy powstają w wyniku oddziaływania neutronów, które zachodząc w reakcję z elementami odprowadzającymi ciepło z reaktora powodują powstanie izotopów promieniotwórczych. Jednak w porównaniu do elektrowni atomowych powstałe pierwiastki promieniotwórcze cechują się o wiele krótszym czasem połowicznego rozpadu. Porównując odpady do tych, które powstają w elektrowniach atomowych opartych na uranie-235 w reaktorach termojądrowych nie powstawałyby długożyciowe odpady promieniotwórcze o wysokiej, średniej i niskiej aktywności.

Jednym z niebezpieczniejszych produktów reakcji termojądrowej jest promieniotwórczy tryt. Ze względu na niewielkie rozmiary tego pierwiastka trudno jest go zatrzymać, natomiast bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie, co może potencjalnie prowadzić do skażenia wody w okolicach reaktorów termojądrowych. Produkt ten pojawia się jedynie w sytuacji, gdy pod uwagę bierze się reakcję termojądrową opartą na deuterze i trycie. W przypadku zastosowania reakcji deuter-deuter ten problem jest eliminowany.

Porównując koncepcję elektrowni fuzyjnych z elektrowniami konwencjonalnymi opartymi na reakcji spalania, można zauważyć, że elektrownie fuzyjne byłyby neutralne klimatycznie. W tego typu koncepcji nie dochodzi do emisji gazów cieplarnianych takich jak dwutlenek węgla. Prócz tego nie ma miejsca emisja trujących tlenków węgla, czy też tlenków siarki i tlenków azotu, które powodują kwaśne deszcze. Co więcej do atmosfery nie przedostają się popioły, pyły i żużle, które mogą zawierać toksyczne czy też promieniotwórcze minerały. Ponadto najistotniejszą zaletą reakcji termojądrowych w stosunku do elektrowni konwencjonalnych czy elektrowni atomowych jest o wiele większa gęstość energii w jednostce masy.

Zasada działania reaktorów termojądrowych typu stellarator

Podstawową reakcją wykorzystywaną w działaniu reaktora termojądrowego jest synteza dwóch lekkich jąder atomowych. Większość obecnych projektów różnych reaktorów opiera się na syntezie deuteru i trytu.

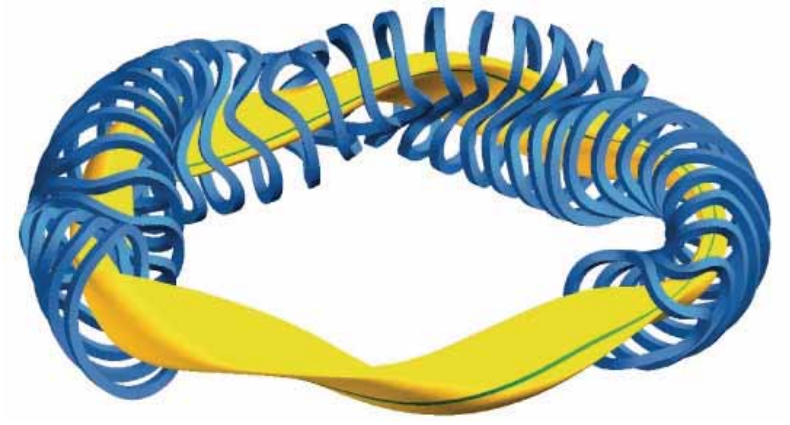


Rys. 1. Schemat ideowy działania reaktora termojądrowego [1]

Do komory reaktora termojądrowego dostarcza się paliwo w postaci wymienionych izotopów wodoru, które następnie podgrzewa się za pomocą fal elektromagnetycznych o częstotliwościach, które powodują rezonans cyklotronowy elektronów oraz jonów, czy też za pomocą strumieni cząstek wysokoenergetycznych. W wyniku nagrzania się paliwa dochodzi do powstania plazmy i zapoczątkowania reakcji termojądrowej. Powstała plazma jest utrzymywana w miejscu, wewnątrz komory reaktora za pomocą silnego pola magnetycznego. Natomiast wynikiem reakcji termojądrowej jest połączenie się dwóch lekkich jąder atomowych i powstanie energii. Wynik reakcji w postaci cięższego pierwiastka jest odbierany, natomiast energia wynikająca z reakcji termojądrowej jest przekazywana przez płaszcz osłonowy, który odbiera energię cieplną i przekazuje ją do układu generującego energię elektryczną, analogicznego do układów zastosowanych w konwencjonalnych elektrowniach cieplnych.

Stellarator jest rodzajem reaktora termojądrowego, który wykorzystuje technologię uwięzienia plazmy w polu magnetycznym. Pierwszy projekt takiego reaktora został opracowany w 1950 roku przez amerykańskiego fizyka Lymana Spitzera, a pierwsza praktyczna realizacja projektu typu stellarator powstała kilka lat później na Uniwersytecie Princeton w Stanach Zjednoczonych.

Idea stellaratora opiera się na wytworzeniu pola magnetycznego, które swoim działaniem kształtowałoby położenie plazmy (rys.2). Głównymi częściami budowy stellaratora są komora plazmowa, cewki wytwarzające pole magnetyczne, diwertor oraz układ grzejny plazmy. W przypadku zastosowania cewek z materiałów nadprzewodnikowych, istotną częścią stellaratorów jest również kriostat.



Rys. 2. Idea stellaratora (kolor niebieski – system cewek magnetycznych, kolor żółty - plazma) [2]

W reaktorze typu stellarator plazma ukształtowa jest w postaci przypominającej kilkakrotnie skręconą wstęgę Möbiusa. W tego typu konstrukcji komora reaktora posiada symetrię radialną natomiast nie posiada symetrii azymutalnej. Skomplikowana konstrukcja przestrzenna stellaratora wynika z tego, że w przypadku takiego kształtu łatwiej jest sterować zachowaniem plazmy.

Koncepcja układu typu stellarator zakłada, że pole magnetyczne wytwarzane przez cewki ma być jedynym polem magnetycznym wpływającym na plazmę. Efekt pola magnetycznego wytwarzanego przez prąd elektryczny plazmy ma zostać zredukowany, co z kolei wpływa na to, że w reaktorze tego typu sterowanie plazmą jest o wiele bardziej dokładne.

Chociaż w stellaratorze plazma ograniczana jest za pomocą pola magnetycznego, to wymagany jest również kanał plazmowy wykonany z materiału, który chroni plazmę przed dopływem powietrza i przed ucieczką paliwa. Kanał plazmowy swoim kształtem odpowiada liniom pola magnetycznego wytwarzanym przez cewki. Kanał plazmowy jest wykonany z wysokiej jakości stali, w której może być utrzymywana bardzo wysoka próżnia. Podgrzewanie plazmy w stellaratorach jest uzyskiwane dzięki zastosowaniu układów grzewczych, które podgrzewają plazmę za pomocą fal mikrofalowych lub też za pomocą strumienia wysokoenergetycznych cząstek.

Część projektowa układu magnetycznego jest realizowana poprzez zastosowanie metod numerycznych, które umożliwiają zamodelowanie cewek magnetycznych oraz ich określonej konfiguracji w przestrzeni i sprawdzenie czy badany układ spełnia określone wymagania. Same cewki muszą mieć skomplikowaną, trójwymiarową konstrukcję geometryczną. Natomiast równie istotne jak ich odpowiednie zaprojektowanie, jest też ich właściwe umiejscowienia wokoło komory plazmowej.

W przypadku wykonania i montażu cewek magnetycznych bardzo istotny jest dokładny i precyzyjny montaż, który w kluczowy sposób wpływają na rozkład pola magnetycznego.
Otrzymywana skomplikowana geometria plazmy wpływa również na skomplikowaną budowę komory plazmowej. W związku z tym stellaratory odznaczają się również skomplikowaną konstrukcją innych podzespołów takich jak diwertor czy układ kriostatu.

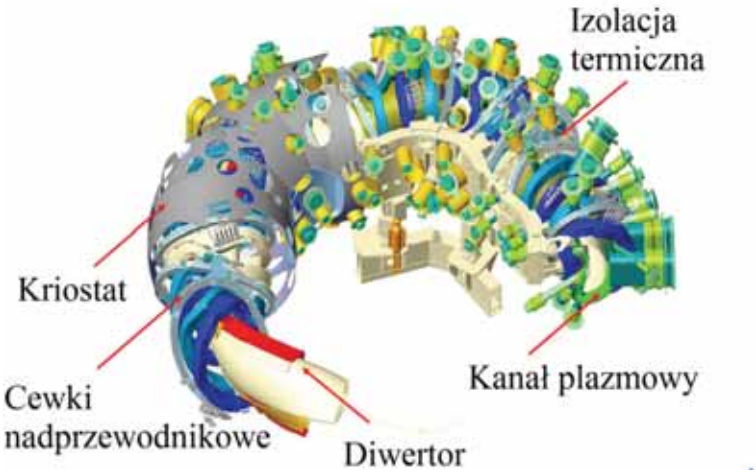
Idea pracy stellaratora zakłada, że będzie reaktorem o ciągłym stanie pracy. Natomiast w obecnej fazie projektów reaktory tego typu mają ograniczony czas pracy. Tak na przykład założony czas pracy reaktora Wendelstein 7-X wynosi 30 minut.

Obecnie największe pracujące reaktory termojądrowe w technologii stellarator to Wendelstein 7-X działający w Niemczech, czy też reaktor LHD (ang. Large Helical Device) w mieście Toki w Japonii.

Projekt reaktora termojądrowego Wendelstein 7-X typu stellarator

Reaktor plazmowy Wendelstein 7-X jest największym na świecie reaktorem termojądrowym zbudowanym na bazie urządzenia fuzyjnego typu stellarator. Projekt tego reaktora miał na celu zbadanie, czy tego typu urządzenia mogą zostać użyte do produkcji energii elektrycznej na dużą skalę.

Projekt reaktora termojądrowej Wendelstein 7-X był rozwijany od kilku dekad. W latach osiemdziesiątych dwudziestego wieku rozpoczęto planowanie testów nad reaktorami termojądrowymi, w których miała zostać wykorzystana technologia magnetycznego uwięzienia plazmy. W roku 1990 została przedstawiona teoretyczna dokumentacja projektowa reaktora Wendelstein 7-X. Natomiast w marcu 1996 roku w Instytucie Fizyki Plazmy Maxa Plancka zapoczątkowano jego praktyczną realizację. Pierwsza faza montażu zakończyła się w roku 2014, a po roku doszło do pierwszego eksperymentu. Głównymi częściami reaktora Wendelstein 7-X (rys. 3) są: kanał plazmowy, cewki nadprzewodnikowe, kriostat, diwertor i układy grzewcze [2,3].



Rys. 3. Budowa reaktora Wendelstein 7-X typu stellarator [3]

Wendelstein 7-X jest wyposażony w kanał plazmowy wykonany z wysokogatunkowej stali, który chroni plazmę przed dopływem powietrza oraz przed przedostaniem się paliwa na zewnątrz. Kanał plazmowy swoim kształtem odpowiada liniom pola magnetycznego, które są wytwarzane przez cewki nadprzewodnikowe. Wytrzymała konstrukcja kanału plazmowego umożliwia utrzymywanie wysokiej próżni wewnątrz kanału oraz jest wyposażona w płaszcz odporny na wysoką temperaturę plazmy. Oprócz dużej odporności na odkształcenia mechaniczne i te wynikające z wysokiej temperatury, kanał plazmowy musi być również odporny na oddziaływanie dużych sił magnetycznych wynikających z pracy przy wysokiej indukcji magnetycznej. Natomiast wykorzystane cewki nadprzewodnikowe służą do wytwarzania pola magnetycznego, które tworzy pułapkę magnetyczną dla trzydziestu metrów sześciennych plazmy. Do zapewnienia poprawnego działania cewek nadprzewodnikowych wykorzystany jest kriostat, który zapewnia utrzymanie niskiej temperatury materiałów nadprzewodnikowych. Dzięki zastosowaniu nadprzewodników w skomplikowanej konstrukcji cewek możliwe jest uzyskanie odpowiedniego kształtu i parametrów pola magnetycznego niezbędnego do utrzymania gorącej plazmy, w której zachodzi synteza generująca energię w przyszłych elektrowniach termojądrowych.

Literatura

[1] Surdacki P., Zastosowanie nadprzewodników w elektromagnesach reaktora termojądrowego, Przegląd Elektrotechniczny, 85 (2009), nr 5, str. 160-163.
[2] Nagel M., First evaluation of cryogenic performance of Wendelstein 7-X cryostat, Fusion Engineering and Design, Volume 123, str. 153-157, 2017.
[3] Risse K., Bykov V., First operational phase of the superconducting magnet system of Wendelstein 7-X, Fusion Engineering and Design, Volume 124, str. 10-13, 2017.

WPŁYW PARAMETRÓW TAŚM NADPRZEWODNIKOWYCH NA OGRANICZANIE PRĄDÓW W STANACH PRZEJŚCIOWYCH TRANSFORMATORA NADPRZEWODNIKOWEGO

Paweł SURDACKI, Łukasz WOŹNIAK

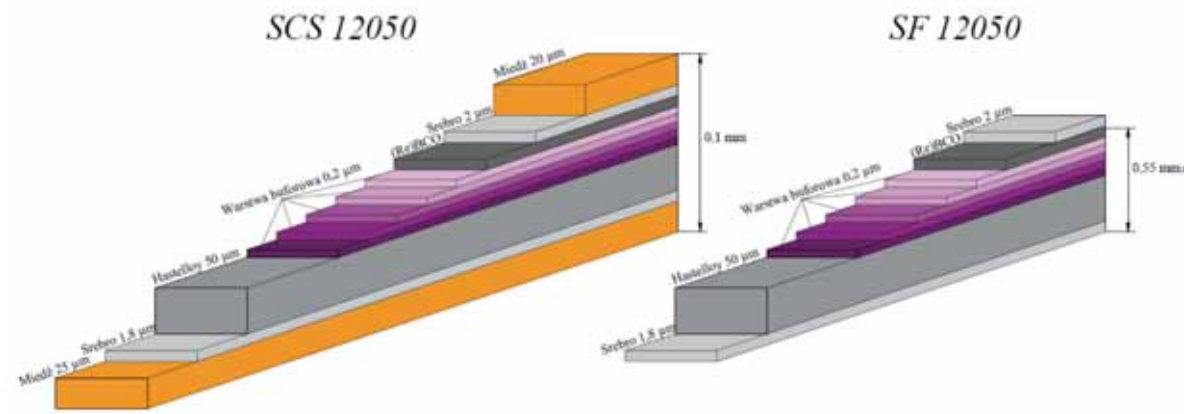
Politechnika Lubelska,
Katedra Elektrotechniki i Elektrotechnologii

Wstęp

W konstrukcji transformatorów nadprzewodnikowych stosuje się bardzo cienkie nadprzewodnikowe taśmy nawojowe co sprawia, że wymiary promieniowe uzwojeń oraz długość jarzma rdzenia magnetycznego są mniejsze niż w transformatorze konwencjonalnym o tej samej mocy. W projektowaniu nadprzewodnikowych przewodów nawojowych istotne są takie parametry, jak dopuszczalna gęstość prądu, rezystywność w stanie rezystywnym, wytrzymałość mechaniczna oraz naprężenia i siły dynamiczne w uzwojeniu. Istotna trudnością obliczeniową jest znaczna nieliniowość temperaturowa rezystywności oraz zmienność parametrów krytycznych nadprzewodnika podczas stanów przejściowych. Czynniki te powodują, że trudno jest zaprojektować i wykonać transformator nadprzewodnikowy o wymaganych parametrach cieplnych i elektrycznych, tak aby skutecznie ograniczać wartości jego prądu w stanach przejściowych.

Konstrukcje i parametry wysokotemperaturowych taśm nadprzewodnikowych HTS 2G
Wysokotemperaturowe taśmy nadprzewodnikowe YBCO drugiej generacji (HTS 2G) o konstrukcji warstwowej pracują przy wyższym prądzie krytycznym niż przewody włókniste pierwszej generacji oraz są tańsze, ponieważ zawierają mniej srebra. Charakteryzują się wyższą wytrzymałością mechaniczną oraz mniejszymi stratami przemiennoprądowymi niż przewody miedziane. W stanie nadprzewodzącym taśmy te przewodzą prądy o wartości setek amperów przy bardzo małych stratach, natomiast po przejściu nadprzewodnika w stan rezystywny posiadają stosunkowo dużą wartość rezystancji. W pracy dokonano analizy stanów przejściowych transformatora nadprzewodnikowego z uzwojeniami wykonanymi z dwóch rodzajów taśm: bez stabilizatora SF12050 i z miedzianym stabilizatorem SCS12050 (rys.1). Podstawowe ich parametry zestawiono w tab. 1.

Taśmy bez stabilizatora w tej samej temperaturze krytycznej T_c posiadają dziesięciokrotnie większą rezystancję niż taśmy ze stabilizatorem.



Rys. 1. Struktura taśm nadprzewodnikowej drugiej generacji SuperPower SCS12050 i SF1250

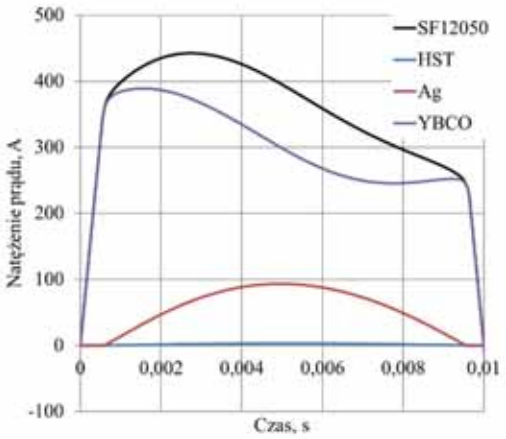
Tab. 1. Parametry nadprzewodnikowych taśm nawojowych HTS 2G typu SCS12050 i SF12050

Typ taśmy	SCS12050	SF12050
Producent	Super Power	Super Power
Szerokość [mm]	12	12
Grubość [mm]	0,06	0,1
Wytrzymałość taśmy [MPa]	550	350
Prąd krytyczny taśmy [A]	300	300
Gęstość prądu krytycznego [A/mm^2]	220	450
Min. średnica gięcia [mm]	11	11
Długość taśmy [m]	200	200
Rezystywność podłoża taśmy (77 K) [μΩcm]	125	125
Zastępcza rezystancja taśmy (77 K) [Ω/m]	0,00362	0,105

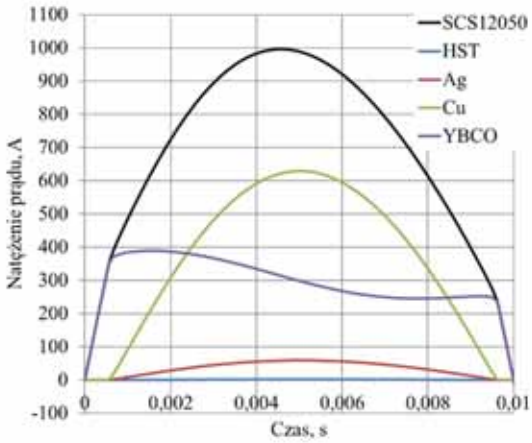
Stany przejściowe transformatora nadprzewodnikowego

W pracy dokonano analizy dwóch typów stanów przejściowych transformatora nadprzewodnikowego z uzwojeniem z taśmy HTS 2G typu SCS12050 oraz SF12050 występujących podczas włączania transformatora do sieci oraz ruchowego zwarcia sieciowego.

Na rys. 2 i 3 przedstawiono przebieg natężenie prądu w poszczególnych warstwach w przewodzie nawojowym HTS 2G SCS12050, SF12050



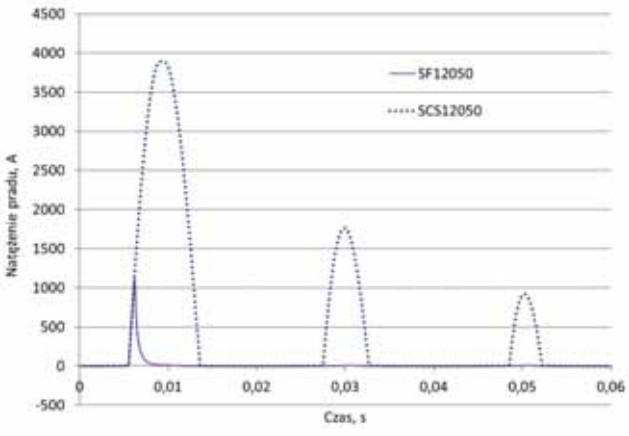
Rys. 2. Przebieg prądu w poszczególnych warstwach taśmy nadprzewodnikowej HTS 2G typu SF12050



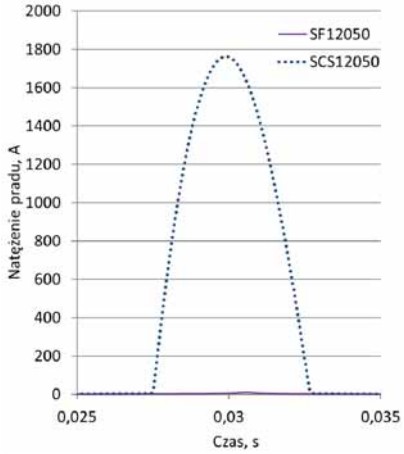
Rys. 3. Przebieg prądu w poszczególnych warstwach taśmy nadprzewodnikowej HTS 2G typu SCS12050

Podczas włączania transformatora nieobciążonego do sieci w jego uzwojeniach przepływa prąd około 20 ÷ 40 razy większy niż prąd znamionowy transformatora. Duża amplituda impulsów prądu włączania transformatora oraz długi czas zaniku jego fali powoduje zakłócenia w sieci elektroenergetycznej oraz pogorszenie jakości energii elektrycznej, a także pojawienie się wyższych harmonicznych. Załączanie transformatora bez

obciążenia, ze względu na nagłe pojawienie się dużego prądu, może skutkować uszkodzeniem izolacji uzwojeń oraz przełącznika zaczepów, a także całego urządzenia. Impulsy prądu włączania często pobudzają elektroenergetyczną aparaturę zabezpieczającą oraz powodują zapady napięcia. Na rys. 4 przedstawiono pierwsze 3 impulsy prądu włączania w modelu transformatora nadprzewodnikowego z uzwojeniami wykonanymi z taśmy HTS 2G SF12050 i SCS1205. Na rys. 5 przedstawiano drugi impuls włączania, który dla uzwojeń wykonanych z taśmy SC12050 jest prawie 180 razy mniejszy nić w uzwojeniach ze stabilizatorem miedzianym.



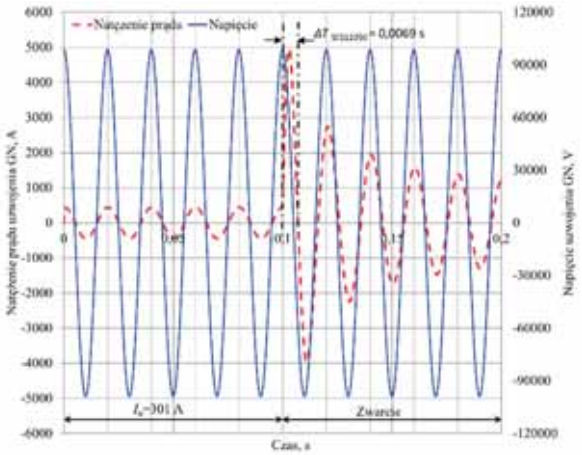
Rys. 4. Przebieg trzech pierwszych impulsów prądu właczania w taśmie HTS 2G SF12050 oraz SCS12050



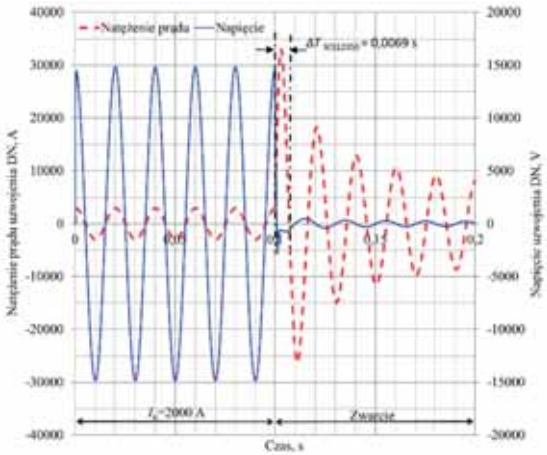
Rys. 5. Przebieg drugiego impulsu prądu właczania w taśmie HTS 2G SF12050 oraz SCS12050

Zwarcie ruchowe występują w sposób nagły. Taśmy nadprzewodnikowe drugiej generacji, które charakteryzują się wysoką rezystywnością w stanach awaryjnych, pozwalają na zbudowanie transformatorów o dużej wytrzymałości zwarciowej.

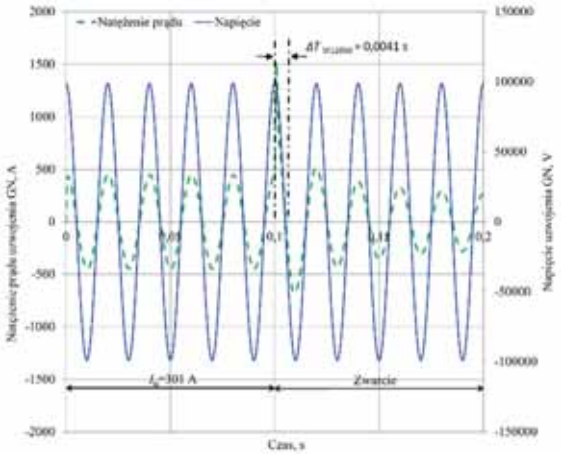
Na podstawie opracowanego modelu komputerowego uzyskano przebiegi prądu i napięcia podczas zwarcia dla uzwojenia pierwotnego i wtórnego wykonanego z taśmy nadprzewodnikowej typu SCS12050 (rys. 6 i 7) oraz z taśmy typu SF12050 (rys. 8 i 9).



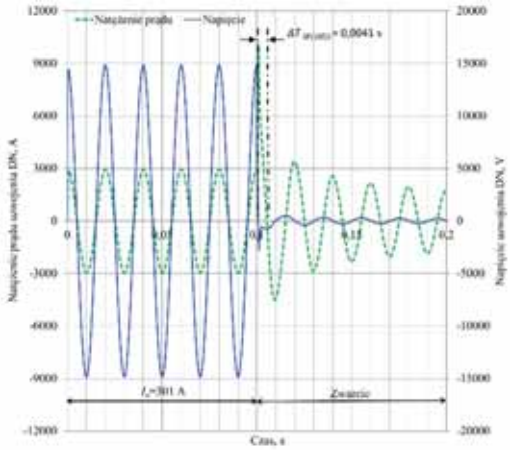
Rys. 6. Przebiegi prądu i napięcia dla uzwojenia pierwotnego wykonanego z taśmy nadprzewodnikowej SCS12050 podczas zwarcia



Rys. 7. Przebiegi prądu i napięcia dla uzwojenia wtórnego wykonanego z taśmy nadprzewodnikowej typu SCS12050 podczas zwarcia



Rys. 8. Przebiegi prądu i napięcia dla uzwojenia pierwotnego wykonanego z taśmy nadprzewodnikowej SF12050 podczas zwarcia



Rys. 9. Przebiegi prądu i napięcia dla uzwojenia wtórnego wykonanego z taśmy nadprzewodnikowej SF12050 podczas zwarcia

Wnioski

Prądy w stanach przejściowych w transformatorach nadprzewodnikowych z uzwojeniami wykonanymi z taśmy SF12050 zarówno dla włączania jak i dla zwarcia ruchowego są wielokrotnie mniejsze niż dla uzwojeń wykonanych z taśmy SCS12050. W rzeczywistości wykonanie uzwojeń z taśmy bez miedzianego stabilizatora jest technicznie nie uzasadnione, ponieważ każde przejście taśmy w stan rezystywny powoduje jej degradację.

Literatura

[1] S. S. Kalsi, High temperature superconductors to electric power equipment, IEEE Press, Wiley, 2011.

[2] T. Janowski, G. Wojtasiewicz, L. Jaroszyński, „Transformatory nadprzewodnikowe", Instytut Elektrotechniki w Warszawie, ISBN 978-83-61956-54-9, 2016.

[3] A. Berger, S. Chevatskiy, M. Noe, T. Leibfried, „Comparison of the efficiency of superconducting and conventional transformers", Journal of Physics, Conference Series,vol. 234, 032004, doi:10.1088/1742-6596/234/3/032004, 2010.

[4] P. Surdacki, L. Jaroszyński, Ł. Woźniak, Modelowanie prądu włączania transformatora nadprzewodnikowego w środowisku PSpice, Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 97 NR 4/202, doi:10.15199/48.2021.04.29, 2021

[5] P. Surdacki, L. Jaroszyński, Ł. Woźniak, Modelling short-circuit current of a 21 MVA HTS superconducting transformer, Journal of Physics: Conference Series 1782 (2021) 012036 doi:10.1088/1742-6596/1782/1/012036, 2021

CZY PUBLIKOWAĆ PO CHIŃSKU? – PRZYKŁADY ARTYKUŁÓW Z ZAKRESU BHP I ELEKTROMAGNETYZMU INDEKSOWANYCH W BAZACH

Witold SYGOCKI [1], Ewa KORZENIEWSKA [2]

[1] Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

[2] Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechnika Łódzka

Komunikacja naukowa związana z aktywnością publikacyjną wykracza obecnie swoim zakresem prac poza standardowe gromadzenie i udostępnianie danych o artykułach indeksowanych w takich zasobach, jak bazy bibliograficzno-abstraktowe Web of Science Core Collection_WoSCC (Clarivate Analytics), Scopus (Elsevier). To także informowanie o dorobku naukowym instytucji, zespołów badawczych. Dotychczasowe analizy wskazują na pewne zależności, że publikacje posiadające więcej afiliacji różnorodnych, tj. z różnych ośrodków, krajów mają większe szanse na cytowania. Nawet pobieżne wertowanie zawartości czasopism naukowych w ostatniej dekadzie wskazuje na wzrost liczby artykułów, których autorzy są afiliowani w Chinach (afiliation: China). Dla zilustrowania zagadnień wykorzystano informacje o artykułach z zakresu BHP i elektromagnetyzmu indeksowanych w ww. bazach WoS CCi Scopus, przyjmując dekadę jako horyzont czasowy, tj. rok 2010, 2020 i zakres lat 2010-2020. W przypadku autorów z Chin, język zindeksowanych publikacji to j. angielski, w przypadku autorów z Polski, zarówno j.polski i j.angielski, z przewagą tego ostatniego [1]. Materiał analityczny gromadzono w sierpniu br. W tabeli nr 1. zaprezentowano dane, które wskazują na wzrost liczby artykułów autorów z Chin w ciągu dekady – zarówno w wynikach uzyskanych na pytanie o artykuły wszystkie dla tych afiliacji zarówno o dla pytania o *electromagnetics*, jak też o *occupational safety*. Niewielką liczbę artykułów uzyskano przy zapytaniu o współautorstwo, jako efekt współpracy badaczy z Polski i Chin, czyli dla afiliacji: China i Poland.

Tab. 1. Wskaźniki liczbowe dla artykułów zindeksowanych w bazach WoS CC, Scopus (rok/lata), odpowiednio dla afiliacji China, Poland, China AND Poland, electromagnetics, occupational safety (dane z dnia: 10.08.2021.)

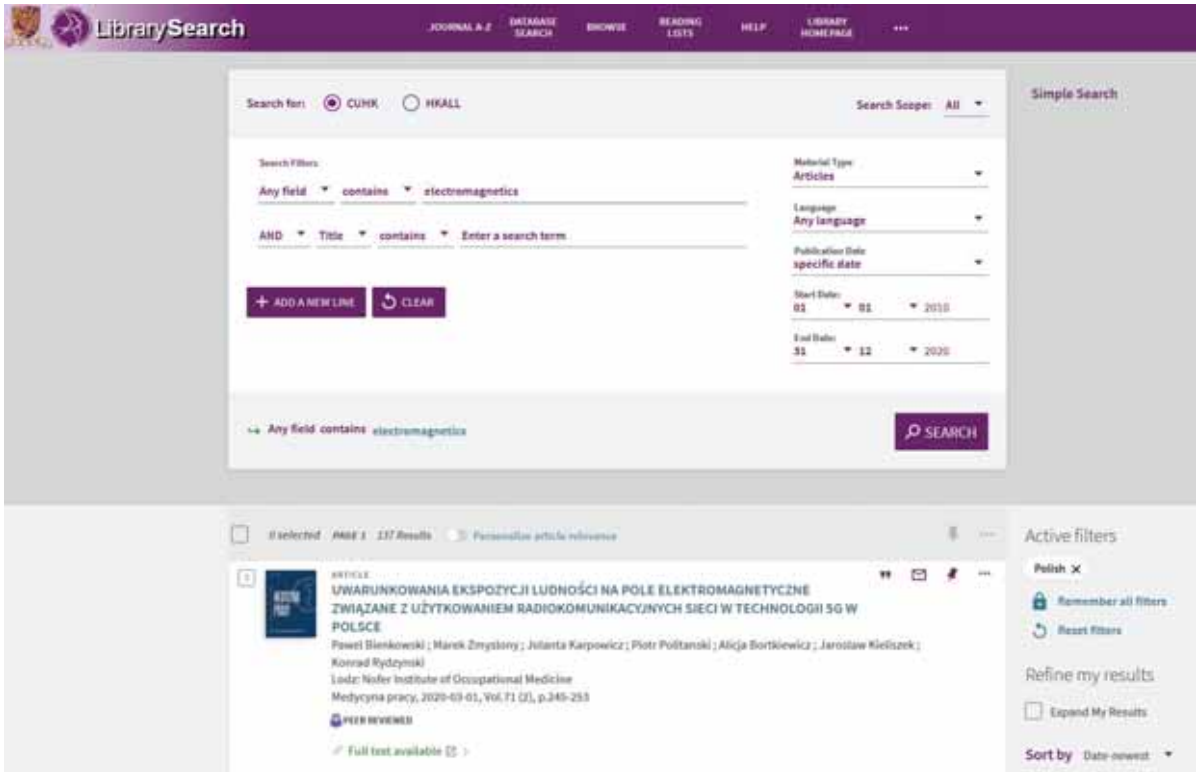
baza	afiliacja *China*	afiliacja *Poland*	afiliacja Poland AND China	*electromagnetics* afiliacja *China*	*electromagnetics* afiliacja *Poland*	*electromagnetics* afiliacja *Poland* AND *China*	*occupational safety* afiliacja *China*	*occupational safety* afiliacja *Poland*	*occupational safety* afiliacja *Poland* AND *China*
Scopus	(2010) **225 519**	(2010) **22 337**	(2010) **267**	(2010) **101**	(2010) **9**	(2010) **0**	(2010) **58**	(2010) **12**	(2010) **0**
	(2020) **608 387**	(2020) **43 084**	(2020) **1 579**	(2020) **198**	(2020) **19**	(2020) **0**	(2020) **204**	(2020) **38**	(2020) **0**
	(2010 -2020) **4 268 416**	(2010 -2020) **346 012**	(2010 -2020) **9 245**	(2010 -2020) **1 347**	(2010 -2020) **114**	(2010 -2020) **2**	(2010 -2020) **945**	(2010 -2020) **275**	(2010 -2020) **6**
WoS CC	(2010) **145 276**	(2010) **22 222**	(2010) **293**	(2010) **22**	(2010) **7**	(2010) **0**	(2010) **10**	(2010) **13**	(2010) **0**
	(2020) **571 231**	(2020) **42 019**	(2020) **1 715**	(2020) **145**	(2020) **9**	(2020) **1**	(2020) **131**	(2020) **36**	(2020) **1**
	(2010 -2020) **3 445 594**	(2010 -2020) **341 453**	(2010 -2020) **10 305**	(2010 -2020) **606**	(2010 -2020) **68**	(2010 -2020) **2**	(2010 -2020) **546**	(2010 -2020) **218**	(2010 -2020) **2**

Biorąc pod uwagę coraz większą aktywność autorów z Chin w ostatniej dekadzie, autorzy posteru stawiają następujące pytania:

- Jaka jest reprezentacja publikacji w bazach WoS CC, Scopus autorów z afiliacjami: Poland and China; w tym z zakresu BHP i elektromagnetyzmu?
- Jaka jest widoczność publikacji z ostatniej dekady, z afiliacją Poland w bazach chińskich?
- Czy występujące w bazach publikacje posiadają wskaźniki biblio i altmetryczne?
- Czy w ramach dbałości o poszerzanie kręgów odbiorców wyników badań prowadzonych w Polsce powinniśmy dbać o indeksowanie publikacji w bazach prowadzonych przez chińskie instytucje akademickie i naukowe?
- Czy możliwa jest większa współpraca naukowa badaczy z Polski i Chin

Autorzy w poszukiwaniu publikacji polskich autorów indeksowanych w chińskich bazach/katalogach trafili na anglojęzyczne katalogi bibliotek, tak jak The Chinese University of Hong Kong Library.

Poniżej widok fragmentu strony z wynikami otrzymanymi w katalogu elektronicznym The Chinese University of Hong Kong Library na pytanie: *electromagnetics*, zakres dat publikacji 2010-2020, zawężone do publikacji w języku polskim, uzyskano 137 publikacji (data dostępu WWW: 10.08.2021)



Rys. 1. Wyniki uzyskane na pytanie o: electromagnetics w katalogu The Chinese University of Hong Kong Library (data dostępu 10.08.2021.) [2]

Zwiększająca się liczba publikacji autorów z Chin, indeksowanych w bazach WoS CC, Scopus może prowokować do postawienia pytania o to, czy nie warto zadbać o indeksowanie publikacji polskich autorów w chińskich bazach bibliograficzno-abstraktowych, czyli tłumaczyć metadane publikacyjne na j. chiński? Na przykład w bazie afiliowanej przez Chińską Akademię Nauk - Wanfang Data (A Leading Provider of Electronic Resources) A może wystarczy bazować na anglojęzycznych metadanych dostępnych m.in. w wymienionych wcześniej bazach WoS CC, Scopus, gdzie wszystkie publikacje nawet w języku polskim posiadają metadane (dane o publikacji) w j. angielskim, co jest warunkiem niezbędnym do indeksowania czasopism wydawanych w Polsce, a indeksowanych właśnie w Web of Science, czy Scopus. Autorzy z Chin są jednymi z aktywniejszych w ciągu ostatniej dekady, co prezentują dane liczbowe uzyskane z baz, jak też

przegląd tradycyjnych czasopism wydawanych np. przez Elsevier'a. Odpowiedź na pytanie czy publikować po chińsku – nawet tylko metadane publikacji (m.in.: tytuł, abstrakt, słowa kluczowe) - nie jest jednoznaczna, zapewne może pomóc zainteresować dorobkiem publikacyjnym i czasopismami z Polski autorów z Chin. Zakres tematyczny artykułów z lat 2010-2020, dla afiliacji Poland AND China, reprezentuje przekrój nauk technicznych, społecznych, w tym nauki inżynieryjne, które spośród 9 245 artykułów w bazie Scopus stanowią 9,6%. Poniżej zestawienie uzyskane w bazie Scopus, dla reprezentacji dziedziny (subject area), ze wskazaniem powyżej 100 artykułów.

Tab. 2. Liczba artykułów dla afiliacji Poland AND China, z lat 2010-2020 - przypisanych dla danej dziedziny, wg kategoryzacji Scopus (data dostępu: 10.08.2021.)

Physics and Astronomy	5032
Engineering	1386
Medicine	1062
Chemistry	830
Materials Science	816
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	753
Earth and Planetary Sciences	716
Mathematics	662
Computer Science	552
Agricultural and Biological Sciences	482
Environmental Science	429
Chemical Engineering	366
Energy	229
Multidisciplinary	182
Immunology and Microbiology	169
Social Sciences	166
Neuroscience	118

Literatura

[1] W wynikach uzyskanych w bazie Scopus tj. artykuły dla afiliacji Poland, opublikowane w latach 2010-2020, dla pytania o *electromagnetics* znajduje się 112 (English - w j. angielskim) i 4 (Polish - w j.polskim) - co oznacza, że 2 są dwujęzyczne, dla pytania o *occupational safety* znajduje się 240 (English - w j. angielskim), 55 (Polish - w j.polskim), 2 w j. chorwackim i 1 po litewsku – co oznacza, że część publikacji jest dwujęzyczna (data dostępu do Scopus: 12.08.2021.)

[2] Wyniki – 137 publikacji - uzyskane w katalogu elektronicznym The Chinese University of Hong Kong Library, na pytanie o występowanie electromagnetics w dowolnym polu (tytuł, abstrakt, słowa kluczowe etc.), dla lat 2010-2020, w odniesieniu do publikacji w j. polskim. Dostępny w WWW: https://julac.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/search?query=any,contains,electromagnetics,AND&pfilter=pfilter,exact,articles,AND&pfilter=dr_s,exact,20100101,AND&pfilter=dr_e,exact,20201231,AND&tab=default_tab&search_scope=All&sortby=date&vid=CUHK&facet=lang,include,pol&lang=en_US&mode=advanced&offset=0 (data dostępu: 10.08.2021.)

[3] Dostęp do bazy Wanfang Data - A Leading Provider of Electronic Resources, dostęp do WWW http://www.wanfangdata.com/ (data dostępu: 10. 08. 2021.). Niestety bez zalogowania nie można zweryfikować, czy w tej bazie są indeksowane polskie czasopisma

Publikacja opracowana na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy", finansowanego w latach 2021-2022 w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rozwoju, Pracy i Technologii. Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

EWALUACJA NA ZAWSZE – PRZYKŁADY DOROBKU PUBLIKACYJNEGO Z ZAKRESU BHP I ELEKTROMAGNETYZMU

Witold SYGOCKI [1], Ewa KORZENIEWSKA [2]

[1] Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

[2] Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechnika Łódzka

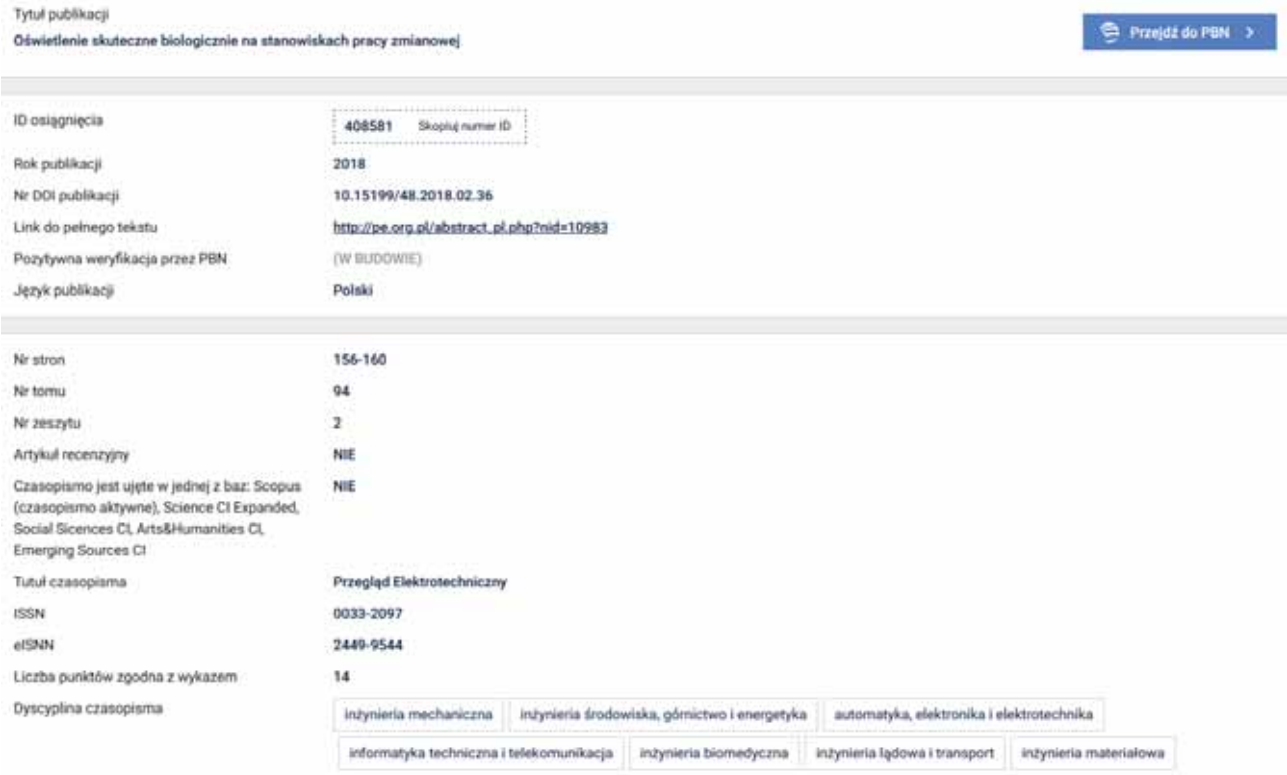
Ewaluacja dorobku naukowego odbywa się cyklicznie, w Polsce będzie miała miejsce w 2022 roku. Po raz pierwszy ocena jednostek naukowych będzie się odbywać w ramach dyscyplin naukowych i będzie dotyczyła zakresu aktywności publikacyjnej, wpływu na społeczeństwo i zakresu finansowego. Na potrzeby niniejszego opracowania przyjęto, że dla osób prowadzących badania najważniejszy jest aspekt publikacyjny. Stanowi on element oceny w ramach Kryterium I tj. poziomu naukowego prowadzonej działalności – mierzonego jakością publikacji w ramach oceny parametrycznej oraz liczbą patentów (wysokość punktacji wg wykazów MNiSW). W zależności dziedziny dla dyscyplin naukowych w dziedzinie nauk inżynieryjnych i technicznych oraz w dziedzinie nauk rolniczych wynosi 50 %. W przypadku Kryterium II – efekty finansowe badań naukowych i prac rozwojowy 35%, a Kryterium III – wpływ działalności naukowej na funkcjonowanie społeczeństwa i gospodarki (ocena ekspercka) 15%.

Po raz pierwszy podczas ewaluacji będą brane pod ocenę sloty publikacyjne autorów (ograniczenie do 4 slotów) – gdzie jeden slot odpowiada jednoautorskiej publikacji (100%), bądź udziałowi w wielu publikacjach wieloautorskich. Określenie sloty publikacyjne, dotyczy autorstwa (artykułu, rozdziału w monografii, materiału konferencyjnego), redakcji (monografii), tłumaczeń i opracowań edycyjnych. Każda aktywność jest inaczej oceniania, a punktem odniesienia są dyscypliny i wykazy czasopism, materiałów konferencyjnych i wydawnictw. W punktacji za lata 2019-2021 będą wykorzystywane ostatnie wykazy ogłoszone przez Ministerstwo Edukacji i Nauki. Dotychczasowe zapowiedzi ministerialne gwarantują czasopismom – tym samym autorom - że w wyniku zmian, żadne czasopismo nie utraci swojej punktacji, a na nowej wersji listy mogą się pojawić nowe tytuły, czy też wzrosnąć punktacja. Niestety nie po raz pierwszy zmianie ulegają zasady ewaluacji, po raz kolejny są dokonywane w trakcie trwania oceny parametrycznej. Z pierwotnie planowanego zakresu 2017-2020 ewaluacja została przedłużona o 2021 rok (z uwagi na pandemię Covid-19, wcześniejsza ewaluacja przeprowadzona w 2017 roku, dotyczyła lat 2013-2016) [1].

W zależności od instytucji, prace weryfikujące dane publikacyjne w bazie PBN (system POL-on) powinny dotyczyć poprawności i kompletności danych w rekordach publikacyjnych, czyli np. wprowadzanie linków odsyłających do tekstu, czy też informacji o publikacji, wprowadzania danych o afiliacji autorów, weryfikacji poprawności danych o czasopiśmie, czyli wprowadzania w PBN czasopisma z ikonką MNiSW , co stanowi potwierdzenie rangi czasopisma, jego występowania na ministerialnej liście czasopism [2]. Do ewaluacji będzie brana pod uwagę ostatnia ogłoszona przez ministra lista czasopism i materiałów konferencyjnych. W mediach zapowiadane jest ogłoszenie nowego wykazu we wrześniu 2021r. [3] Podobnie jest z wykazem wydawnictw, punktacja przyznawana za opublikowanie monografii, rozdziału w monografii jest uzależniona od kategorii wydawnictwa i przypisanej punktacji (poziom 1 = 80 pkt. [36 wydawnictw], poziom 2 = 200 pkt. [779 wydawnictw]). Monografie spoza wykazu uzyskują 20 pkt, a za rozdział autor otrzymuje 5 pkt., oczywiście w sytuacji gdy jest jedynym autorem, jeśli jest wielu autorów punkty w każdym wypadku są dzielone [4]. Oczywiście należy pamiętać, że czasopisma mają przyporządkowane dyscypliny. Wg dotychczasowych zapowiedzi ministerstwa, przypisanie wybranych dyscyplin nie ograniczy naukowcom możliwości publikowania w innych czasopismach tj. nie posiadających tej samej dyscypliny co deklarowana przez Instytucję, następnie przez autora. Zgodnie z zapisem w Przewodniku po ewaluacji: *W wyniku uwag zgłoszonych w ramach konsultacji publicznych projektu rozporządzenia w sprawie ewaluacji jakości działalności naukowej, z ostatecznej wersji rozporządzenia został usunięty limit dopuszczający zgłoszenie do*

ewaluacji maksymalnie 20% artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach, którym w wykazie czasopism przypisano inną dyscyplinę niż ewaluowana. Osiągnięcia powinny jednak mieć związek tematyczny z badaniami naukowymi prowadzonymi w ramach danej dyscypliny. [5]

Do ewaluacji będą brane dane zgromadzone w bazie PBN, z wykorzystaniem systemu SEDN. Poniżej przykład fragmentu rekordu z osiągnięciem publikacyjnym



Tytuł publikacji	Oświetlenie skuteczne biologicznie na stanowiskach pracy zmianowej
ID osiągnięcia	408581 Skopiuj numer ID
Rok publikacji	2018
Nr DOI publikacji	10.15199/48.2018.02.36
Link do pełnego tekstu	http://pe.org.pl/abstract_pl.php?nid=10983
Pozytywna weryfikacja przez PBN	(W BUDOWIE)
Język publikacji	Polski
Nr stron	156-160
Nr tomu	94
Nr zeszytu	2
Artykuł recenzyjny	NIE
Czasopismo jest ujęte w jednej z baz: Scopus (czasopismo aktywne), Science CI Expanded, Social Sicences CI, Arts&Humanities CI, Emerging Sources CI	NIE
Tutuł czasopisma	Przegląd Elektrotechniczny
ISSN	0033-2097
eISNN	2449-9544
Liczba punktów zgodna z wykazem	14
Dyscyplina czasopisma	inżynieria mechaniczna; inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka; automatyka, elektronika i elektrotechnika; informatyka techniczna i telekomunikacja; inżynieria biomedyczna; inżynieria lądowa i transport; inżynieria materiałowa

Rys. 1. Widok w bazie SEDN – fragment rekordu publikacyjnego (17.08.2021.)

Warto pamiętać o punktach ujemnych dla ewaluowanej jednostki, co ma miejsce gdy:

- wskazali dyscyplinę, złożyli oświadczenie o zaliczeniu do N, ale nie upoważnili jednostki do wykazania żadnej z publikacji (–3 sloty)
- wskazali dyscyplinę, ale nie złożyli w jednostce oświadczenia zaliczeniu do liczby N (–6 slotów)
- nie złożyli oświadczenia o reprezentowanych dyscyplinach (–6 slotów).

Tytułem pewnego porządkowania zagadnień ewaluacji autorzy referatu stawiają następujące pytania i podają krótkie odpowiedzi:

- Czy wszystkie publikacje są ewaluowane? Odp: Nie wszystkie
- Czy publikacje w międzynarodowych czasopismach naukowych są ważniejsze niż w naukowych czasopismach krajowych? Odp: Tak określana ranga czasopisma (krajowe/międzynarodowe) nie ma znaczenia
- Jaka jest wartość informacji o publikacjach wprowadzonych do systemu POL-on, w tym do bazy PBN? Odp: Dane w bazie PBN są widoczne dla każdego odbiorcy, jako prezentacja dorobku danego naukowca
- Czy wszystkie dane ewaluacyjne są widoczne w systemie SEDN? Odp: Jeszcze nie, baza/system SEDN jest w fazie testowej, a wersja ostateczna zostanie ogłoszona w lutym 2022.

Warto mówić o ewaluacji jako procesie ciągłym, zakładając niezmienność kryteriów ewaluacyjnych. Warto również równorzędnie projektować i realizować dorobek naukowy, bez czekania do roku poprzedzającego kolejną ewaluację. To może pomóc opracować i opublikować (tylko opublikowane prace będą się liczyły, złożone do druku, nawet z DOI, nie będą brane pod uwagę) prace we współpracy z innymi niż macierzysta jednostka badaczami, w uznanych czasopismach naukowych, gdzie proces publikacyjny trwa zazwyczaj przynajmniej kilka miesięcy.

Proces ewaluacji podlega nieustannym dyskusjom, a my wciąż do końca nie wiemy, czy nie pojawią się kolejne zmiany i jak będzie wyglądała ocena. Samo logiczne odniesienie, czy założenie, że w ewaluacji będą się liczyły tylko najwyżej punktowane publikacje, mogą nie mieć pokrycia w rzeczywistości….. Warto też w przyszłości zadbać o to, żeby proces ewaluacji był pretekstem do opracowania wysokiej jakości publikacji, a nie był tylko poszukiwaniem wysoko punktowanego czasopisma, czy też wydawnictwa monografii. [6]

Literatura

[1] *Rozwiązania dla szkolnictwa wyższego i nauki w tzw. drugiej tarczy antykryzysowej*. Informacja on-line, dostęp do WWW: https://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news%2C81801%2Crozwiazania-dla-szkolnictwa-wyzszego-i-nauki-w-tzw-drugiej-tarczy?fbclid=IwAR1irtJ03U89q7Ql-MHsz9TThqbuCao1vCsnXT4r2pnKkEpYXXHtDVXJJ4s (data dostępu: 12.08.2021.)

[2] Minister Edukacji i Nauki, na podstawie art. 267 ust. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85, z późn. zm.), sporządził wykaz czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, uwzględniając projekt wykazu opracowany przez Komisję Ewaluacji Nauki zgodnie z rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 7 listopada 2018 r. w sprawie sporządzania wykazów wydawnictw monografii naukowych oraz czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych (Dz. U. z 2020 r. poz. 349). Komunikat Ministra Edukacji i Nauki z dnia 9 lutego 2021 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych. Dostęp WWW: https://www.gov.pl/web/edukacja-i-nauka/nowy-rozszerzony-wykaz-czasopism-naukowych-i-recenzowanych-materialow-z-konferencji-miedzynarodowych (dostępny: 12.08.2021.).

[3] *Czarnek: we września kolejna zmiana punktacji czasopism naukowych*. Informacja on-line, dostęp do WWW: https://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news%2C88715%2Cczarnek-we-wrzesnia-kolejna-zmiana-punktacji-czasopism-naukowych.html (data dostępu: 12.08.2021.)

[4] Komunikat Ministra Edukacji i Nauki z dnia 22 lipca 2021 r. w sprawie wykazu wydawnictw publikujących recenzowane monografie naukowe. Dostępny w WWW: https://www.gov.pl/web/edukacja-i-nauka/komunikat-ministra-edukacji-i-nauki-z-dnia-22-lipca-2021-r-w-sprawie-wykazu-wydawnictw-publikujacych-recenzowane-monografie-naukowe (dostępny: 12.08.2021.).

[5] Przewodnik po systemie ewaluacji jakości działalności naukowej. Dostępny w WWW: https://konstytucjadlanauki.gov.pl/jak-bedzie-wygladac-ewaluacja-publikujemy-przewodnik-z-przykladami (dostępny: 12.08.2021.).

[6] Radosiński E. (2021) *Ewaluacja dyscyplin w środowisku punktozy*. Forum Akademickie 7-8, s. 48-51.

Publikacja opracowana na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy", finansowanego w latach 2021-2022 w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rozwoju, Pracy i Technologii. Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

ORIENTATION EFFICIENCY OF A SUN-TRACKING SURFACE

Serhiy SYROTYUK[1], Volodymyr HALCHAK[1], Vitaliy BOYARCHUK[1], Valerii SYROTIUK[1], Tomasz JAKUBOWSKI [2], Jan GIEŁŻECKI [2]

[1] Lviv National Agrarian University

[2] University of Agriculture

Introduction

An optimal orientation of a receiving surface with respect to beam radiation is a necessary condition for efficient use of solar energy potential. It is secured by Sun-tracking devices with different degree of efficiency. However, there is no a common methodology of its estimation. Efficiency of tracking devices has been studied in different climatic zones. Numerous publications refer to the researches, but without their critical evaluation. For instance, the monograph [1] used to estimate efficiency by increase of the amount of energy, received by a tracking surface during a year with respect to a horizontal plane. A similar method for evaluating the effectiveness of various methods of tracking the Sun is given in [2]. The monographs [3,4] compare monthly average amounts of energy. However, in the work [3], energy is calculated under the assumption of illumination by extra atmospheric flux, and in the monograph [4] – by averaged ground ones.

Materials, methods and results

Spatial orientation of a receiving surface on land is conventionally determined with regard to the cardinal directions and the vertical, which are horizontal coordinate axes. The Sun apparently moves around a polar axis, sloped to the horizon at the angle, which is equal to the geographic latitude of a receiver and which belongs to the equator system of celestial coordinates. Thus, schemes of illumination of a tracking surface are built with representation of angle figures of both coordinate systems (Figure 1).

The simplest algorithm of tracking is a seasonal one, which is revealed in a periodical, ideally daily, change of the sloping angle β of a static surface of north-south orientation to the value $\beta = \varphi - \delta$ at the midday. Such correlation is simplified to the following form:

$$\cos\theta = \sin 2\delta + \cos 2\delta \cdot \cos\omega\tau$$

Graphic dependences, which correspond to the seasons of a year, are calculated with application of the data, presented at the Figure 2.

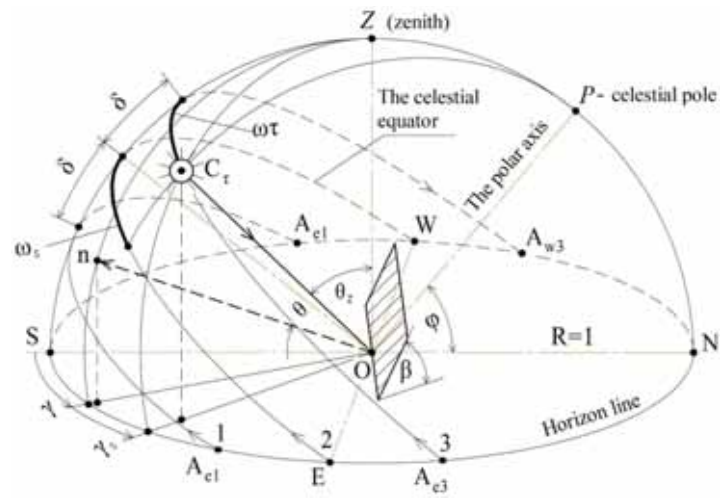


Figure 1. Space and time parameters of the Sun and tracking surface

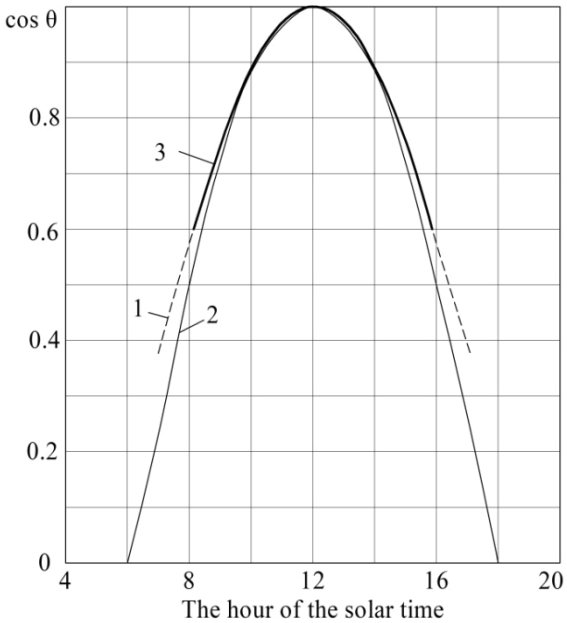


Figure 2. Daily dependence of cosθ for the plane with a seasonal correction of the slope of a south-oriented surface (γ=0) in the period of: 1– summer solstice; 2 – equinox; 3 – winter solstice

References

[1] Luque, A.; Hegedus, S. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering. – WILY, 2003. p. 1179.
[2] Seme, S.; Štumberger, B.; Hadžiselimovi´c, M.; Sredenšek K. Solar Photovoltaic Tracking Systems for Electricity Generation: A Review. Energies 2020, 13, p. 4224
[3] Duffie, J. A.; Beckman W. A. Solar engineering of thermal processes. 4-d edition. – Copyright 2013 by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, p. 910.
[4] Walker, A. Solar Energy. Technologies and the Project Delivery Process for Buildings. – Copyright 2013 by John Wiley & Sons, Inc. p. 298.

SOFT ROBOTIC LUNGS PHANTOM FOR RESPIRATORY IMAGING STUDIES

Tomasz SZABAŁA[2], Andrés VEJAR[1,2], Tomasz RYMARCZYK[1,2]

[1] Institute of Computer Science and Innovative Technologies
University of Economics and Innovation in Lublin

[2] Research & Development Centre Netrix S.A., Lublin

Introduction

Medical phantoms can mimic the real patients for different researches, using a specific shape and a conformance material. In respiratory medical imaging, an important case is the estimation of parameters used in measurement protocols and image reconstruction. The continuous involvement of real patients in automatic parameter exploration for multiple setups is unpractical, specially in prototype phase. In this work, we present the concept of a soft robot for medical imaging research [1]. The combinatorial design of experiments, where breathing algorithms and regimes can be robotized, is a huge advantage over the complexity of *in silico* biomechanical simulation. In our research of impedance based tomography methods, there is a wide range of data acquisition methods along with their specific image reconstruction techniques. In the center of the measurements, surface electrical excitation and potentials has to be selected, with great freedom in excitation wave shapes, electrode configuration, excitation power and frequency. We have replicated a project of the surrogate lung [2], to study the fluctuation of the electric potential for the mechanical excitation, where the lung was placed in the electrolyte reservoir system. We have extended the concept to multi-chambered phantoms. The deformation field of the robotic phantom was measured online with video cameras. The phantom can be synchronized with real-time patient measurements, historical data or a specially designed breathing algorithm.

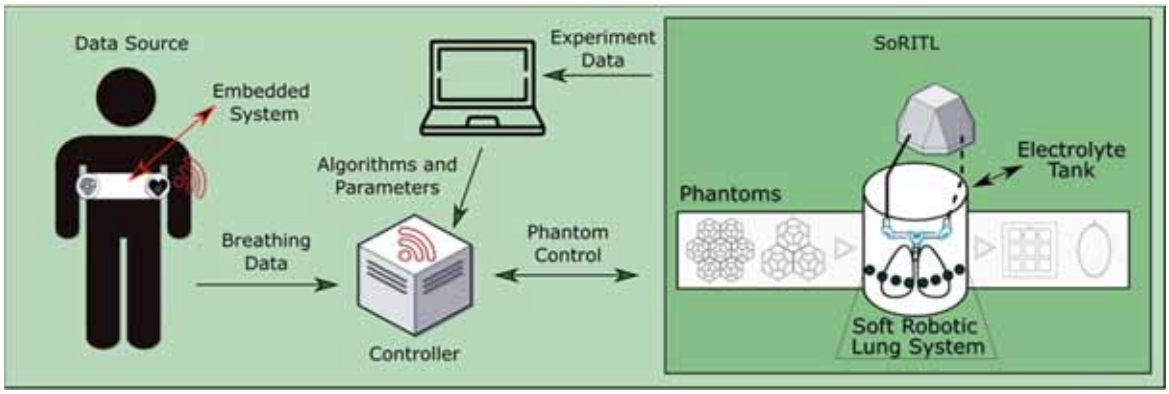


Figure 1: Soft Robot Lungs Phantom Platform

System Description

Our system platform is presented in Figure 1. Surface potential measurements are used to collect respiratory data for testing algorithms. The exploration of the limits of high-power excitation in safe conditions can be safely carried out using a soft-robotic phantom. A control system in which input data is passed to the actuator movement acts as a breath simulator. A pattern of breathing data is collected from human patients and then sent to a phantom that can be synchronized with human breathing. It is possible to train a wide variety of different breathing rhythms.

The soft robot phantom is a bio-mimetic representation of the human lungs. Phantom is divided into air chambers, with the possibility of changing the configuration of the airways. The simplest phantom is a flexible

balloon, but in the case of structural phantoms, the complexity of the structure increases. The first silicone square phantom with nine air chambers was tested. A more complex bronchial tree-like phantom divided into three cells, each containing nine air chambers. Phantoms, with schemes of the airways created inside them, are presented in Figure 2.

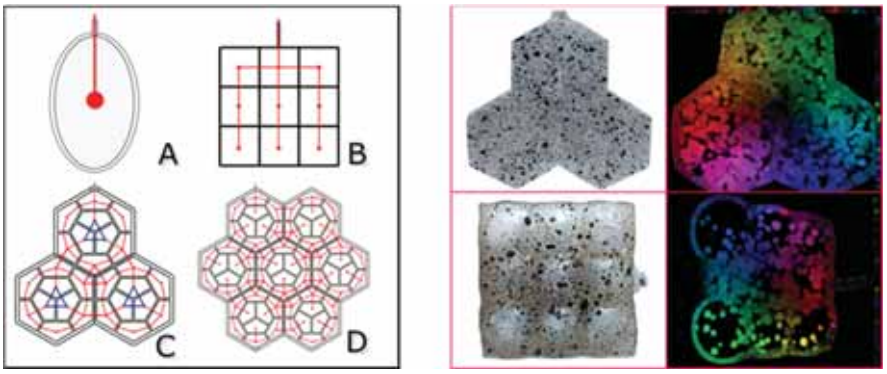


Figure 2: Phantoms and airways schematics and phantoms with speckles with views during optical flow measurements

Data Acquisition and Optical Flow

The general equation of optical flow is $\frac{\partial I}{\partial x}u + \frac{\partial I}{\partial y}v + \frac{\partial I}{\partial t} = 0$, where u and v are the x and y components of optical flow of $I(x,y,t)$ and $\frac{\partial I}{\partial x}, \frac{\partial I}{\partial y}, \frac{\partial I}{\partial t}$ are the derivative of the frames at (x,y,t), which correspond to directions I_x, I_y and I_t. In Figure 3 is presented the respiration signal of phantom breathing, reconstructed from camera data. On 2, we can see the speckled phantoms (speckles are painted in order to increase the contrast of phantoms surface) and their colorful analysis using optical flow. They represent the movement of phantom and changes of its shape.

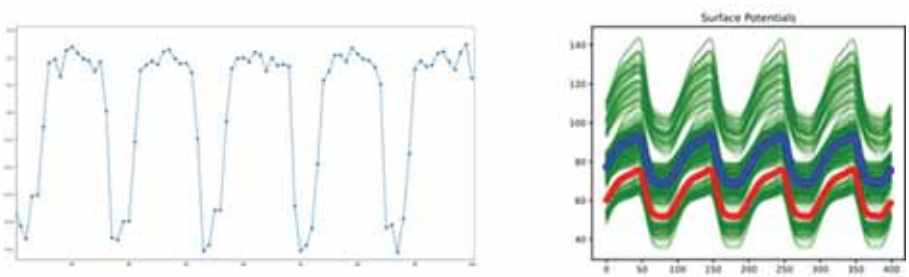


Figure 3: Left: Respiration signal reconstructed from optical flow on x axis. Right: EIT data.

References

[1] H. Lei, W. Zhang, I. Oraiqat, Z. Liu, J. Ni, X. Wang, and I. El Naqa, "Toward in vivo dosimetry in external beam radiotherapy using x-ray acoustic computed tomography: A soft-tissue phantom study validation," *Medical Physics*, vol. 45, no. 9, pp. 4191–4200, 2018. [Online]. Available: https://aapm.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/mp.13070

[2] O. Ranunkel, F. Güder, and H. Arora, "Soft robotic surrogate lung," *ACS Applied Bio Materials*, vol. 2, no. 4, pp. 1490–1497, 2019. [Online]. Available: https://doi.org/10.1021/acsabm.8b00753

APPLICATION OF DIELECTRIC SPECTROSCOPY AND LOW-SIGNAL CIRCUIT MODELS TO ANALYZE PROPERTIES OF MOV SUBJECTED TO OVERVOLTAGE STRESSES

Bartłomiej SZAFRANIAK, Łukasz FUŚNIK, Paweł ZYDROŃ

AGH University of Science and Technology

Introduction

The basic element of surge arresters are varistors made of zinc oxide (ZnO) with additions of other metal oxides, Bi_2O_3, CoO, MnO, Sb_2O_3 among others. A varistor working in an electrical circuit is exposed to a long-lasting DC or AC voltage load and to short-term, often repetitive, pulse-type stresses. These types of interactions cause degradation of its electrical and material parameters. As a consequence, the leakage current increases during its operation and increases the power output. This can lead to destruction of the varistor due to the self-heating process. The aim of the paper is to analyze the influence of the overvoltage stresses to electrical parameters of low voltage surge arresters.

Experiment

For the laboratory experiments were used commercially available low voltage metal-oxide varistors (MOV) surge arresters (Fig. 1). Three types of low voltage surge arresters were tested, divided into two groups. One arrester of each type in the group was not exposed to the overvoltage stresses.

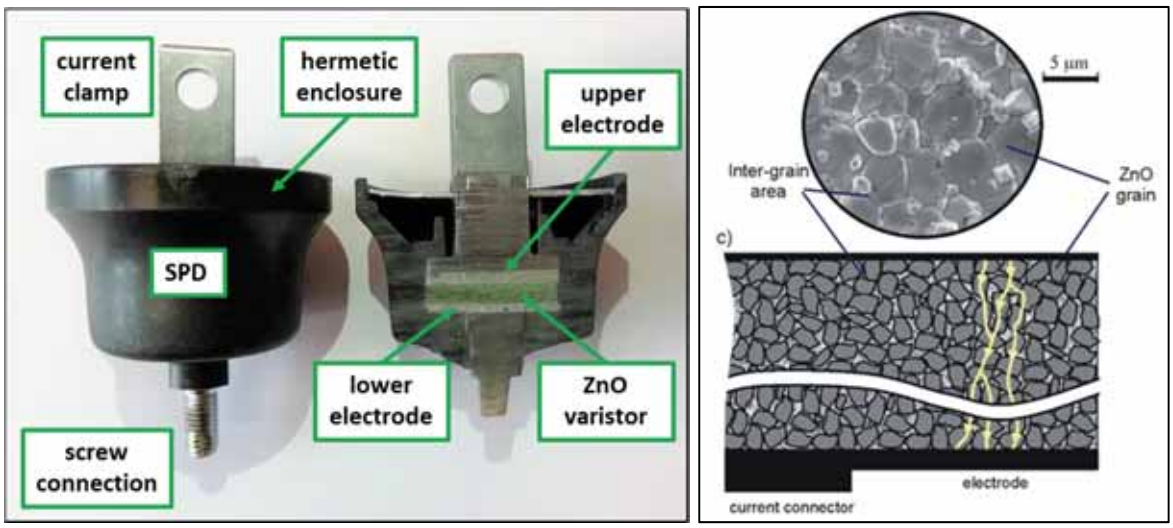


Fig. 1. General view of metal-oxide surge arrester; Right side: Schematic of the current conduction of the internal structure of the varistor.

For the determination of dielectric parameters varistors were prepared at different temperatures station equipped with a thermal chamber with high voltage teflon bushings and system Solartron 1260 + 1296, marking possible characteristics of impedance varistors in a wide range frequency range (measurements were carried out in tests) in the range from 10^{-3} Hz to 10^{6} Hz) (Fig. 2). On the right side were presented an exemplary of tgδ(f) wideband characteristics of MOV after overvoltage stresses. Measurements of the influence of voltage surges on the electrical parameters of the low-voltage varistors of the surge arresters were performed at the end of each exposure cycle, at a predetermined temperature.

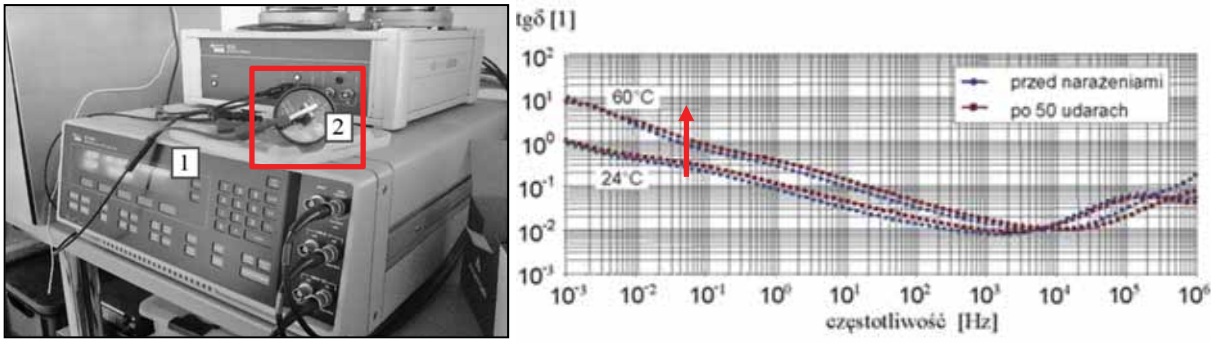


Fig. 2. Left: Configuration of a laboratory stand for measuring dielectric parameters of tested surge arresters: 1) wideband impedance measurement system (Solartron 1260 + 1296) 2) low-voltage (LV) surge arresters; Right side: An exemplary obtained results showing influence of energy exposures.

Conclusions

The purpose of the research is to assess the influence of overvoltage exposure on the internal parameters of varistors of surge arresters. Additionally, an attempt was made to correlate changes in the model parameters with the progressive degradation of the varistor structure caused by energy stresses. In obtained model of varistor, taking into account the phenomena occurring in the ZnO grains and at their boundaries, a CPE element was used in one of the layers.

The obtained results can be used for development and verification of new low-voltage diagnostic methods of MOVs.

Ackonowledgement

The researches presented in the paper were financed by the Polish Ministry of Science and Higher Education, by subvention for Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Biomedical Engineering of AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland.

References

[1] Chrzan K.L.: Wysokonapięciowe ograniczniki przepięć, Wrocław, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, 2003
[2] Flisowski Z.: Technika wysokich napięć, Warszawa, PWN, 2017
[3] Eda K.: Zinc oxide varistors, IEEE Electr. Insul. Mag., 1989; vol. 5; no. 6; 28-41
[4] P. Zydroń , M. Bonk, Ł. Fuśnik, B. Szafraniak, Influence of temperature on parameters of low-voltage surge arresters' metal-oxide varistors investigated by impedance spectroscopy methods, Przegląd Elektrotechniczny, vol. 92, no 10, pp. 158-162 2016.
[5] Hozer L.: Interpretacja procesu degradacji parametrów elektrycznych tworzywa warystorowego na bazie ZnO w warunkach pracy, Warszawa, Wydawnictwa Przemysłu Maszynowego WEMA, 1988
[6] Pospieszna J., Jaroszewski M.: Wpływ oscylacyjnie tłumionych udarów napięciowych na zjawiska starzeniowe w ceramice warystorowej, Napowietrzna Izolacja Wysokonapięciowa w Energetyce NIWE-2007; 2007; 100-102
[7] B. Szafraniak, P. Zydroń Ł. Fuśnik, Analysis of the influence of unequal current distribution on the heating of parallel connected LV MOV surge arresters Przegląd Elektrotechniczny; ISSN 0033-2097. — 2020 R. 96 nr 1, s. 44–47.

AUGMENTACJA DANYCH POCHODZĄCYCH Z SYGNAŁÓW EEG W PROCESIE ROZPOZNAWANIA EMOCJI

Patrycja SZCZAKOWSKA, Agnieszka WOSIAK[1], Liliana BYCZKOWSKA-LIPIŃSKA[2]

[1] Politechnika Łódzka

[2] Wyższa Szkoła Informatyki i Umiejętności w Łodzi

Emocje są procesem psychofizjologicznym czy też elektrycznymi impulsami aktywności mózgu, które odzwierciedlają uczucia, zachowania oraz zmiany psychologiczne. Stanowią procesy psychiczne, które nadają wrażeniom subiektywną wartość, i choć ich ekspresja zasadniczo jest uniwersalna, to istnieje wiele różnic indywidualnych. W ostatnich latach w dziedzinie interakcji człowiek-komputer (HMI, ang. Human Machine Interaction) występuje duża potrzeba i chęć rozwinięcia świadomości maszyny co do emocji użytkownika. Poprawa komunikacji skupia się często wokół interfejsów typu mózg-komputer (BCI, ang. Brain Computer Interaction) [1, 2].

Zrozumienie emocjonalności człowieka jest zadaniem interdyscyplinarnym, które jest rozwijane w zakresie psychologii, neuronauki, kognitywistki czy też informatyki. W dziedzinie informatyki rozpoznawanie emocji można podzielić na dwie kategorie. Pierwsza z nich opiera się na sygnałach niefizjologicznych, takich jak tekst, mowa czy mimika twarzy. Druga korzysta z sygnałów fizjologicznych. Badania biometryczne wykazują wysoką korelację sygnałów mózgowych z ludzkimi emocjami. Jedną z nieinwazyjnych metod z powodzeniem wykorzystywanych w tym polu jest elektroencefalografia (EEG). Prawie niemożliwym jest sfałszowanie wyników z niej pochodzących, ponieważ sygnały te w sposób automatyczny i niezależny od woli człowieka odzwierciedlają jego odczucia [1, 3, 4].

Badanie EEG jest jednym z podstawowych badań pozwalających ocenić czynności mózgu, wykonywanym głównie w celu wykrycia nieprawidłowości w jego funkcjonowaniu lub w jego elektrycznej aktywności. Na powierzchni głowy pacjenta umieszczone zostają niewielkie elektrody rejestrujące ładunki elektryczne i fale, które wynikają z aktywności neuronów w korze mózgu. Następnie elektryczny ładunki są wzmacniane i przedstawiane w postaci wykresu. Analiza takiego sygnału jest zadaniem skomplikowanym, które często wymaga wiedzy eksperckiej.

W ostatnim czasie wiele metod uczenia maszynowego, w tym również głębokiego uczenia maszynowego, znalazło zastosowanie w rozpoznawaniu emocji na podstawie sygnałów EEG. Metody głębokiego uczenia w przeciwieństwie do tradycyjnych metod nie wymagają ekstrakcji cech korzystając z surowego sygnału i widm czasowo-częstotliwościowych [5]. Takie modele posiadają jednak więcej parametrów, co wymaga dużo większej liczby prób uczących. Z drugiej strony, ograniczenia związane z przeprowadzaniem badania EEG uniemożliwiają uzyskanie wystarczającej ilości danych. Rozwiązaniem tego problemu jest augmentacja danych (inaczej wzbogacanie danych), czyli proces zwiększania objętości danych za pomocą modyfikacji danych już istniejących lub na ich podstawie generowania danych syntetycznych [4, 6].

Odpowiednie dobranie sposobu augmentacji stanowi kluczowy element prac związanych z przetwarzaniem sygnałów EEG z wykorzystaniem metod głębokiego uczenia. Do najczęściej stosowanych metod augmentacji danych dotyczących analizy danych biomedycznych, w tym sygnałów EEG, należą [6]:

- generowanie losowego szumu,
- generatywne sieci współzawodniczące (ang. Generative Adversarial Networks, GAN),
- okna przesuwne lub okna nachodzące,
- próbkowanie.

Pomimo prowadzonych prac badawczych, obecny stan badań, dotychczasowe badania nie wykazały jednoznacznie metody augmentacji danych, która będzie skutecznie poprawiała jakość klasyfikacji analizy sygnałów EEG w kontekście rozpoznawania emocji, a w szczególności dotyczyła indywidualnej analizy poszczególnych użytkowników (ang. intrasubject) jak i podejścia generalizującego, czyli badań wszystkich użytkowników (ang. intersubject) jak i poszczególnych.

Celem opisanych w ramach niniejszej pracy badań jest ocena wpływu zastosowania szybkich i skutecznych metod augmentacji danych do generowania większej liczby próbek treningowych sygnału EEG na rozpoznawanie emocji. W ramach przeprowadzonych badań uwzględniono zarówno podejście uogólniające, uwzględniające wszystkich badanych oraz indywidualne – dla poszczególnych badanych.

Badania eksperymentalne przeprowadzone zostały na referencyjnym zbiorze MAHNOB-HCI [7]. Zawiera on sygnały EEG pochodzące z 32 elektrod umieszczonych na powierzchni głowy. Zbiór został pozyskany od 27 uczestników biorących udział w badaniu. Każdy z uczestników oglądał 20 filmów, a następnie miała za zadanie ocenić swój stan emocjonalny podczas oglądania filmu poprzez wskazanie:

- odpowiednich słów kluczowych o zabarwieniu emocjonalnym (neutralny, niepokój, rozbawienie, smutek, radość, wstręt, złość, zaskoczenie lub strach),
- poziom odczuwania emocji w skali dziewięciostopniowej uwzględnieniem modelu Russela oceniającego pobudzenie (ang. arousal) oraz odczucie pozytywne/negatywne (ang. valence) [7].

W niniejszej pracy jako etykiety referencyjne dla oceny stanu psychofizycznego użytkowników użyte zostały wartości wskazane dla modelu Russela. Kluczowy aspekt badań, czyli augmentacja danych została przeprowadzona z zastosowaniem dwóch metod:

- generowania okien czasowych o różnej długości oraz z różnym współczynnikiem nachodzenia,
- nałożenia szumu Gaussa z różnymi wartościami odchylenia standardowego, znormalizowanej średniej oraz różnym współczynnikiem powiększenia zbioru.

W badaniach wykorzystano głębokie uczenie z uwzględnieniem konwolucyjnych sieci neuronowych (CNN, ang. convolutional neural networks).

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że analizowane metody augmentacji danych oraz zbalansowany poziom sztucznie wygenerowanych na postawie danych rzeczywistych prób treningowych pozwala w większości przypadków uniknąć problemu nadmiernego dopasowania modelu klasyfikacyjnego (ang. overfitting) oraz zwiększyć dokładność przeprowadzonej klasyfikacji zarówno w podejściu indywidualnym (dla pojedynczych użytkowników) jak i uogólniającym (dla wszystkich użytkowników).

Literatura

[1] Sali I.; Qinmu P.; Xinge Y., Emotion Classification Using EEG Brain Signals and the Broad Learning System, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 2020.
[2] N. S. Suhaimi, J. Mountstephens, J. Teo, EEG Emotion Detection Review, Computational Intelligence and Neuroscience, 2020.
[3] R. N. Duan, J. Y. Zhu, B. L. Lu, Differential Entropy Feature for EEG-based Emotion Classification, 6th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering, 2013.
[4] F. Wang, S. H. Zhong, J. Peng, J. Jiang, Data Augmentation for EEG-Based Emotion Recognition with Deep Convolutional Neural Networks, MultiMedia Modeling, pp. 82-93, 2018.
[5] Y. Zhang et al., An Investigation of Deep Learning Models for EEG-Based Emotion Recognition, Frontiers in Neuroscience 14, 2020.
[6] E. Lashgari, D. Liang, U. Maoz, Data augmentation for deep-learning-based electroencephalography, Journal of Neuroscience Methods, Vol. 346, 2020
[7] M. Soleymani, J. Lichtenauer, A Multimodal Database for Affect Recognition and Implicit Tagging, IEEE Transactions on Affective Computing, Vol. 3, No. 1, 2012

WIZUALIZACJA STANÓW NAPIĘCIA PSYCHICZNEGO OPERATORÓW MASZYN LEŚNYCH

Grzegorz SZEWCZYK, Paweł TYLEK, Jakub PTAK, Dominika GAJ-GIELAROWIEC

Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

Maszynowy i półautomatyczny poziom techniki w pozyskiwaniu drewna jest standardem w krajach skandynawskich, w których w taki sposób pozyskiwane jest ponad 90% ogólnej miąższości drewna. W krajach o zbliżonych do naszych warunkach prowadzenia gospodarki leśnej, w Niemczech czy Czechach, udział harwesterów w ogólnym pozyskaniu drewna wynosi ok. 40%. Dynamiczny wzrost liczby harwesterów zanotowano również w Polsce. Nasycenie rynku maszynami wielooperacyjnymi i zmiany na naszym rynku pracy są tak duże, że aktualnie pozyskuje się tak ok. 35% grubizny a liczba harwesterów w Polsce wzrosła od 2000-go roku kilkunastokrotnie i wynosi ok. 530. Postęp techniczny sprawił, że harwestery mogą aktualnie pracować nie tylko w mało zróżnicowanych drzewostanach o mniejszej zasobności, ale również w drzewostanach o zróżnicowanej strukturze i składzie gatunkowym, na powierzchniach poklęskowych i na dużych spadkach terenu.

Dynamicznie zachodzące zmiany w sposobie produkcji w leśnictwie wymagają pogłębionych analiz pracy w zakresie stosowania ściśle określonych procedur oceny i projektowania bezpieczniejszych, łatwiejszych i efektywniejszych sposobów pracy. Ocenie podlegają wydajność energetyczna, stabilność gruntu, żywotność drzewostanu, wielkość zatrudnienia i bezpieczeństwu pracy. W Polsce kompleksowy sposób oceny systemów technologicznych został opisany jako reguła 3 x E (Ergonomia + Ekologia + Ekonomia). Sprzężenia zwrotne wymienionych czynników sprawiają, że rozwiązania optymalne są trudne do osiągnięcia. W zakresie technik pozyskiwania drewna wydaje się jednak, że najbliższe optimum są systemy zakładające wykorzystanie harwesterów, które łączą w sobie wysoką efektywność ekonomiczną i niską szkodliwość środowiskową. Z pewnością poziom bezpieczeństwa jest nieporównywalnie wyższy w porównaniu do pilarza. Czy jednak maszyny te są tak bardzo przyjazne dla ich operatorów?

Jeszcze do niedawna prace z zakresu zagospodarowania drzewostanów i pozyskania drewna miały w większości charakter prac fizycznych, generujących zmęczenie obwodowe (mięśniowe). Po zakończeniu takiej pracy, w okresie restytucji, obserwuje się powrót parametrów fizjologicznych organizmu do stanu wyjściowego. Wprowadzenie maszyn wielooperacyjnych i forwarderów, o zupełnie innych charakterystykach stanowisk roboczych, spowodowało pojawienie się form zmęczenia ośrodkowego wywołanego specyficzną pracą umysłową z obciążeniami psychicznymi, np. monotonią pracy i monotypią ruchów roboczych. Te specyficzne stanowiska pracy łączą w sobie element pracy umysłowej z napięciem psychicznym wynikającym z wykonywania złożonych czynności sterowniczych w warunkach pracy niebezpiecznej.

Kluczowe na stanowisku pracy operatora harwestera jest rozpoznawanie sceny wizyjnej, segregacja informacji wizualnych i ścisły nadzór nad tymi, które mają znaczenie dla wykonawstwa zadań i zachowania bezpieczeństwa. Analizy pracy na takich stanowiskach muszą być zatem ukierunkowane na dokładne zrozumienie zachowań wizualnych rejestrowanych na taśmie filmowej. Aktywność wizualna człowieka była przedmiotem wielu badań już od końca XIX w., jednak dopiero pod koniec XX w. możliwe było stosowanie przenośnych *eye-trackerów*, czyli urządzeń rejestrujących ruchy gałek ocznych: skupień wzroku czyli fiksacji oraz przeniesień wzroku na inny obiekt – sakad. *Eye-tracking* mobilny wykorzystuje odbicie światła podczerwonego od oka, które następnie w toku analizy cyfrowej poddawane jest obróbce w czasie rzeczywistym co pozwala na określenie punktów, na które patrzył operator i nałożenie ich na ścieżkę filmu.

Obciążenie pracą operatora harwestera jest zróżnicowane i zależy od wielu czynników, które przenikają się wzajemnie co sprawia, że wyekstrahowanie wpływu pojedynczych zmiennych jest bardzo trudne. Z pewnością jednak czynnik środowiska pracy, pokazujący wpływ cech terenu i drzewostanu w którym prowadzone są prace jest tu kluczowy. Analizy napięcia psychicznego operatorów pracujących w ekstremalnych warunkach, na stromych stokach czy w drzewostanach poklęskowych mogłyby wskazać punkty graniczne obciążeń.

Przeanalizowano zmienną aktywność gałek ocznych operatorów harwesterów pracujących w drzewostanach uszkodzonych przez wiatr i podczas wykonywania cięć standarowych. Badania wykonano eye-trackerem mobilnym Tobii Pro Glasses.

Dłuższe fiksacje można łączyć z trudniejszym procesem poznawczym występującym przy obserwacji dużej liczby obiektów, lub nie w pełni rozpoznawalnego zjawiska. W omawianym doświadczeniu wyraźne różnice długości fiksacji wskazują na inny charakter pracy operatora w drzewostanach standardowych i poklęskowych. Wprawdzie średni czas trwania fiksacji był dłuższy w łatwiejszych warunkach drzewostanowych, jednak na powierzchni uszkodzonej dużo więcej było obserwacji odstających - znacznie dłuższych fiksacji.

Ruchy sakadyczne gałek ocznych odzwierciedlają zmiany obciążenia umysłowego, a tym samym poziomu stresu. W warunkach zwiększonego obciążenia skraca się czas reakcji, przenoszenia wzroku na inny fragment sceny wizyjnej. W badaniach przeprowadzonych podczas pozyskiwania drewna na stromych stokach ustalono że czas trwania sakad jest uzależniony od stopnia nachylenia terenu, zaobserwowano również większą częstotliwość skupień wzroku operatorów podczas cięć rębnych niż podczas trzebieży. Przedstawiana praca potwierdza te ustalenia, czas trwania sakad w drzewostanach poklęskowych był ok. 14% krótszy w porównaniu z drzewostanami nieuszkodzonymi. Największe różnice pomiędzy czasem trwania sakad w analizowanych drzewostanach zaobserwowano pomiędzy ścinką (drzewostany standardowe) i odcinaniem karp (drzewostany poklęskowe).

Analiza informacji wzrokowych docierających do operatorów harwesterów prowadzona z wykorzystaniem obserwacji ruchu gałek ocznych może ułatwić zrozumienie problemów pojawiających się podczas pracy i stopnia jej trudności w zróżnicowanych warunkach. Zastosowana ocena czasu trwania skupień (*fixations*) i przeniesień (*saccades*) wzroku oraz zmienność tych aktywności na stanowisku operatora harwestera umożliwia porównanie różnych stanów emocjonalnych wykonawców prac w drzewostanach nieuszkodzonych i poklęskowych. Obsługa harwesterów, pomimo pełnej automatyzacji części operacji technologicznych teoretycznie wspomaga procesy decyzyjne. Praca taka generuje jednak znaczne obciążenia psychiczne, zwłaszcza w trudnych warunkach pracy dla których opisano wzorce ruchu oczu, które można wykorzystać do wykrywania odmiennych od standardowych stanów emocjonalnych. Uzyskane wyniki mogą być wykorzystane przy ocenie operatorów harwesterów pod kątem odporności psychicznej i przewidywania wydajności w przypadku wystąpienia stresu. Wiedza ta może być również, poprzez optymalizację technik pracy, wykorzystana w szkoleniach operatorów harwesterów.

BADANIA WPŁYWU POLA MAGNETYCZNEGO 50 HZ NA WYNIKI POMIARU AKTYWNOŚCI ELEKTRODERMALNEJ

Dariusz SZTAFROWSKI[1], Edyta SZCZUKA[2]

[1] Politechnika Wrocławska
[2] Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław

Wstęp

Oddziaływanie pól elektromagnetycznych (PEM) na organizmy żywe w zależności od długości czasu jego działania oraz wartości natężenia poszczególnych składowych może powodować zarówno pozytywne jak i negatywne efekty. W przypadku magnetoterapii, przy wielu schorzeniach oddziaływanie to może przynosić bardzo dobre efekty lecznicze [1].

Jednocześnie wzrastający w ostatnich czasach, rozwój technologii wykorzystujących energię elektryczną rodzi pytania o potencjalne ryzyko zdrowotne osób mających kontakt z różnego rodzaju oddziaływaniami pól elektrycznych i elektromagnetycznych. Istotne wydają się zwłaszcza odległe skutki narażenia człowieka na działanie tych pól. Skłania to do poszukiwań metod oceny stopnia narażenia człowieka na te oddziaływania. Badania w tym zakresie są niezwykle trudne wobec złożoności i różnorodności układów biologicznych oraz wciąż niedostatecznej wiedzy na temat systemów samosterujących organizmu człowieka oraz warunków, w jakich dochodzi do przywracania stanu homeostazy organizmu po zadziałaniu zewnętrznego bodźca zakłócającego [2,4,5].

W prezentowanej pracy dokonano pomiaru biologicznie aktywnych punktów zlokalizowanych na dłoniach i stopach wg schematu podanego przez prof. Yoshio Nakataniego, twórcy metody Ryodoraku, przed i po zastosowaniu ekspozycji na pole magnetyczne.

Materiały i metody

W badaniu uczestniczyła zdrowa kobieta w wieku 54 lat, która poddana została jednorazowej 30 minutowej ekspozycji na pole magnetyczne 50 Hz o wartości 1 mT wygenerowanego przez układ cewek Helmholtza (rys. 1).

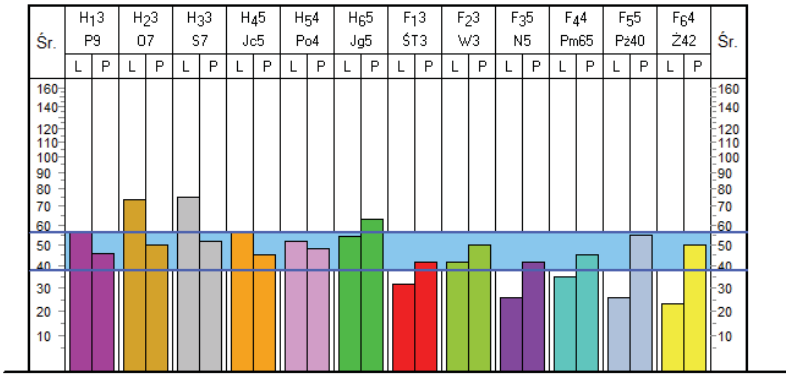
Rys. 1. Stanowisko do badań materiałów biologicznych poddawanych ekspozycji w przemiennym polu magnetycznym o częstotliwości 50 Hz o regulowanym natężeniu

U badanej wykonano 3-krotny pomiar EDA przed i 3-krotny pomiar EDA po ekspozycji na PEM. Badania wykonywane były w 24 punktach biologicznie aktywnych na stopach i dłoniach, nie wcześniej niż godzinę po posiłku. Do pomiaru EDA wykorzystano urządzenie firmy KOLMIO-Kiełkowscy, które jest wyrobem medycznym i posiada certyfikat zgodności z Dyrektywą 93/42/EEC dla wyrobów medycznych. Natomiast od 1 września 2003 roku firma posiada certyfikowany System Zarządzania Jakością, zgodny z normą EN ISO 13485. Procedura badania była zgodna z instrukcją podaną przez producenta [3].

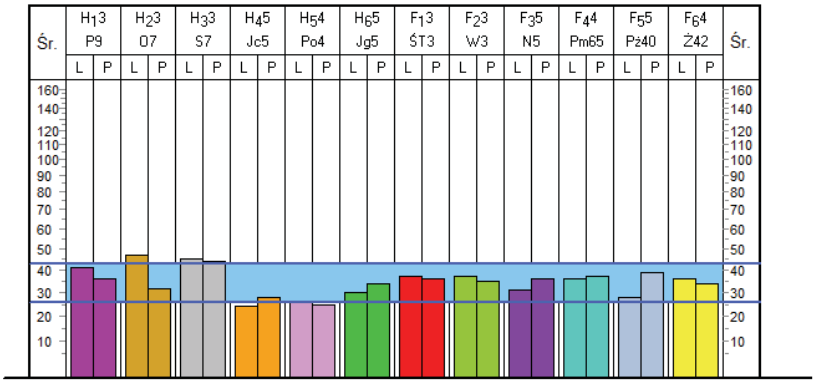
Aktywność elektrodermalna (ang. *electrodermal activity* – EDA) metodą Ryodoraku jest uznaną metodą oceny reaktywności, zlokalizowanych na skórze, punktów biologicznie aktywnych. Pomiar EDA odzwierciedlając aktywność autonomicznego układu nerwowego może informować o stanach zaburzenia homeostazy ustroju, których naruszenie może, w dłuższej perspektywie, wywoływać przewlekłe stany chorobowe. Podwyższone, średnie wartości pomiarowe EDA wskazują na przewagę aktywności części współczulnej autonomicznego układu nerwowego, obrazują stany pobudzenia organizmu, mogą też wskazywać na zaburzenia o charakterze stresowym bądź stany chorobowe o ostrym przebiegu. Wartości obniżone pomiaru EDA informują o przewadze części przywspółczulnej układu nerwowego, mogą wskazywać na zmęczenie, stany przewlekłe problemów chorobowych, mogą też w pewnych warunkach informować o obniżonych zasobach energii życiowej a w przypadku zastosowania zabiegów o charakterze tonizującym wskazują na stan relaksu. Na podstawie wyników pomiaru EDA metodą Ryodoraku można też, w sposób pośredni, wnioskować o funkcjonowaniu narządów wewnętrznych w oparciu o uzyskane wyniki pomiaru aktywności elektrycznej receptorów powiązanych z tymi narządami [6,7].

Podsumowanie

Przeprowadzona w badaniach analiza EDA wpływu jednorazowej ekspozycji na PEM wskazała na obniżenie średnich wartości pomiarowych oraz zmniejszenie odchylenia standardowego danych dla poszczególnych punktów pomiarowych po ekspozycji na PEM (Rys.2 i 3). Uśredniona wartość trzech pomiarów EDA przed ekspozycją wynosiła 47mA, natomiast po ekspozycji 35 mA.



Rys. 2. Graficzne przedstawienie uśrednionych wyników pomiaru EDA przed ekspozycją PEM



Rys. 3. Graficzne przedstawienie uśrednionych wyników pomiaru EDA po ekspozycji PEM

Pomiar EDA wydaje się być przydatną metodą obserwacji stanów homeostazy ustroju, co wymagałoby jednak dodatkowych analiz na większej grupie badanych oraz skonstruowania urządzenia stale monitorującego wpływ PEM na organizm, w obserwacjach długofalowych.

Literatura

[1] Sieroń, Aleksander, and Marek Glinka. "Wpływ pól magnetycznych o zakresach terapeutycznych na proces gojenia się skóry i tkanek miękkich." Chirurgia Polska 4.4 (2002): 153-158.
[2] Szmigielski, Stanisław, and Elżbieta Sobiczewska. "Ryzyko chorób nowotworowych w warunkach narażenia na pola sieciowe—badania epidemiologiczne." Medycyna Pracy 60.3 (2009): 223-233.
[3] Bohuń B, Jarosiński W, Kiełkowski M. Metoda Ryodoraku. KOLMIO Kiełkowscy, Gdańsk 2003.
[4] Lyskov E, Sandstrom M, Mild KH. Provocation study of persons with perceived electrical hypersensivity and controls using magnetic field exposure and recording of electrophysiological characteristics. Bioelectromagnetics 2001;22(7):457-462.
[5] Posada – Quintero HF, Chon KH. Innovations in electrodermal activity data collection and signal processing: a systematic review. Sensors 2020; 15, 20 (2): 479.
[6] Szczuka E. Types of reactions to massage in the study of electrodermal activity. Polish Journal of Sports Medicine 2020; 36 (4): 175-188
[7] Szczuka E, Rymarczyk-Kapuścik A, Romańska-Kistela A, Szczuka Z, Moroch E. Stopień zrelaksowania organizmu po jednokrotnym masażu kosmetycznym twarzy mierzony kwestionariuszem nastroju i elektrodermalną metodą Ryodoraku. Pol J Cosmetol 2016; 19(1): 76-82.

NAJNOWSZE WYNIKI BADANIA ZJAWISKA NADWRAŻLIWOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ W POLSCE

Grzegorz TATOŃ[1], Artur KACPRZYK[1], Tomasz ROK[1], Rafał PAWLAK[2], Eugeniusz ROKITA[1]

[1]Zakład Biofizyki, Wydział Lekarski, Collegum Medicum, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

[2] Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

Nadwrażliwość elektromagnetyczna (EHS – Electromagnetic Hipersensitivity) poprawniej nazywana wg. zaleceń WHO idiopatyczną nietolerancją środowiskową przypisywaną działaniu pola elektromagnetycznego (PEM) jest jednym z aktualnych problemów związanych z oddziaływaniem tego czynnika na organizm człowieka [1-3]. Ponieważ od kilku lat nasz Zakład zajmuje się badaniami związanymi z wpływem PEM na zdrowie [4-7], to w zakresie naszych zainteresowań znalazło się również zjawisko EHS, a w szczególności jego charakterystyka w odniesieniu do społeczeństwa polskiego [4].

Wcześniejsze badania z roku 2018 [4-6] przeprowadzane metodą ogólnie dostępnej ankiety internetowej dostarczyły wielu cennych informacji na temat EHS w Polsce, ale oszacowanie częstotliwości jej występowania na poziomie blisko 40% [4] każe patrzeć na uzyskane wyniki z dużą ostrożnością. Porównanie tej wartości z doniesieniami literaturowymi prowadzi do wniosku, że przyjęta metodyka badania mogła wpłynąć niekorzystnie na uzyskane wnioski.

Ograniczeniem, które prawdopodobnie najmocniej wpłynęło na ewidentnie przeszacowaną częstotliwość EHS w Polsce była forma badania (on-line) i forma rekrutacji do badania (całkowicie dobrowolny udział), które sprawiły, że grupa osób badanych nie była reprezentatywna. Najnowszy projekt miał na celu ocenę zjawiska EHS w naszym kraju w sposób umożliwiający eliminację tych ograniczeń i uzyskanie bardziej wiarygodnych wyników.

Badanie przeprowadzono z zastosowaniem metody CATI (Computer Assisted Telephone Interviewing) pod koniec 2020 r. Pozyskanie surowych danych zlecono firmie zewnętrznej dysponującej rozbudowaną bazą danych potencjalnych respondentów. Umożliwiło to przeprowadzenie ankiet wśród 2000 osób dobranych w taki sposób, aby grupa stanowiła reprezentatywną próbkę społeczeństwa polskiego pod względem płci, wieku i miejsca zamieszkania.

Kwestionariusz zastosowany w badaniu zawierał 10 pytań i został opracowany na podstawie wcześniejszych doświadczeń, oraz na podstawie doniesień literaturowych [1-3]. Ankietowani byli pytani o wpływ PEM na ich stan zdrowia i samopoczucie, ale również o podobny wpływ niektórych typowych alergenów. W ankiecie znalazły się także pytania o objawy niekorzystnego wpływu PEM na badanych i o źródła PEM, które takie niekorzystne działania powodują.

O tym, czy ankietowani uważają się za osoby elektrowrażliwe można było wnioskować na podstawie kilku pytań formułowanych na różne sposoby. Podejście takie pozwoliło na zdefiniowanie kilku odmiennych kryteriów kwalifikacji osób ankietowanych do grupy osób elektrowrażliwych. To z kolei pozwoliło na określenie wpływu zastosowanej metodyki badań na uzyskiwane wyniki.

Poza szczegółowymi danymi dotyczącymi zjawiska EHS, czyli np. źródłami, które najczęściej są w odczuciu badanych związane z pogorszeniem ich stanu zdrowia, albo obserwowanymi objawami, najważniejszym wynikiem projektu jest oszacowanie górnej granicy częstotliwości występowania EHS w Polsce. Oczywiście oszacowana wartość silnie zależy od zastosowanego kryterium włączenia ankietowanego do grupy osób elektrowrażliwych i może się wahać od kilku, do kilkunastu procent.

Nadwrażliwość elektromagnetyczna powinna charakteryzować się dwoma cechami [3], po pierwsze obserwowane w obecności źródeł PEM odczucia osób nią dotkniętych powinny być specyficzne, a więc różne od odczuć osób niewrażliwych w tych samych warunkach. Po drugie postrzegane negatywne efekty działania

pola powinny być na tyle uciążliwe, aby osoba dotknięta nadwrażliwością zdecydowała się na aktywne poszukiwanie rozwiązania swojego problemu.

Po zastosowaniu kryterium włączenia do grupy osób nadwrażliwych na PEM opartego na w/w cechach można oszacować górną granicę częstotliwości występowania EHS w społeczeństwie polskim na poziomie 1,8%.

Literatura

[1] Dieudonné M., Electromagnetic hypersensitivity: A critical review of explanatory hypotheses, Environ. Heal. A Glob. Access Sci. Source, vol. 19, no. 1, pp. 1–12, 2020

[2] Huang P.-C., Cheng M.-T., and Guo H.-R., Representative survey on idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields in Taiwan and comparison with the international literature, Environ. Heal., vol. 17, no. 1, p. 5, Dec. 2018

[3] Szemerszky R., Dömötör Z., Köteles F., One Single Question Is not Sufficient to Identify Individuals With Electromagnetic Hypersensitivity, Clin. Psychol. Eur., vol. 1, no. 4, 2019

[4] Tatoń G., Kuterba P., Lisowski B., Rok T., Rokita E., Nadwrażliwość elektromagnetyczna w Polsce-badania ankietowe, Przegląd Elektrotechniczny, vol. 12, pp. 224–228, 2019

[5] Kacprzyk A., Kanclerz G., Soldaj U., Rokita E., Lisowski B, Taton G., Symptoms related to idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF) - a questionnaire study, Przegląd Elektrotechniczny, vol. 96, no. 12, pp. 186–189, 2020

[6] Kacprzyk A., Kanclerz G., Rokita E., Tatoń G., Which sources of electromagnetic field are of the highest concern for electrosensitive individuals?–Questionnaire study with a literature review, Electromagn. Biol. Med., 2020

[7] Rok T., Basta-Klonowska K., Lisowski B., Tatoń G., RTokita E., Termczne efekty oddziaływania smartfonu na małżowinę uszną, Przegląd Elektrotechniczny, vol. 96, no. 1, pp. 198-201, 2020

ANALIZA EFEKTYWNOŚCI DWUOSIOWEGO UKŁADU STEROWANIA ELEKTROWNIĄ PV W RUCHU NADĄŻNYM

Marcin TOMASIK, Jarosław KNAGA, Stanisław LIS, Piotr ŁYSZCZARZ

Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy, Kraków

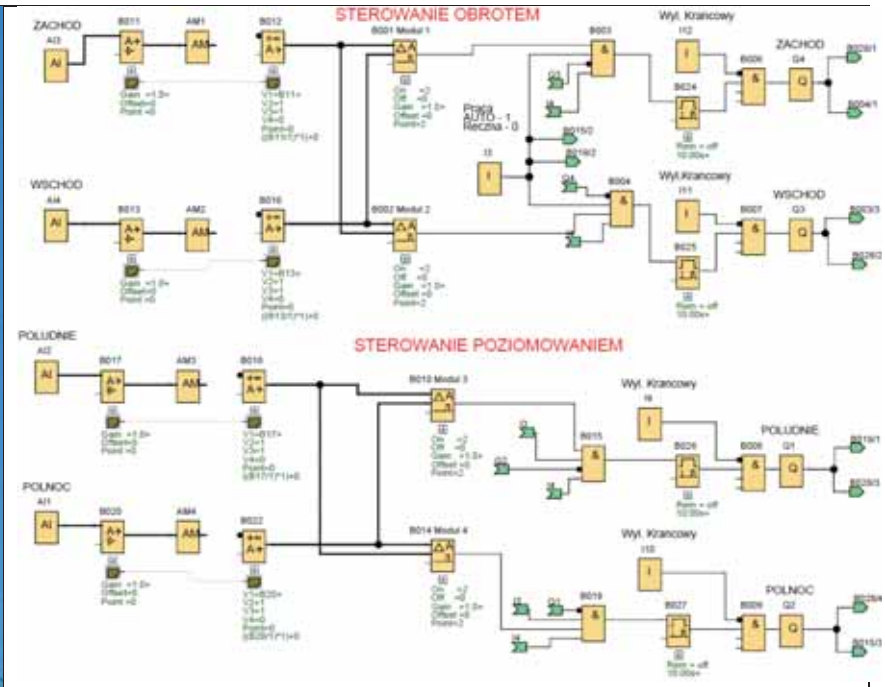
Prowadzonych jest wiele badan nad maksymalizacja efektywnego wykorzystania promieniowania słonecznego w celu pozyskiwania energii elektrycznej z zastosowaniem modułów PV, główne obszary to: poszukiwanie lepszych oraz wydajniejszych materiałów, optymalizacja ustawienia modułów względem źródła światła, oraz problem spadku wydajności wraz z temperaturą pracy. Zwiększenie wydajności paneli fotowoltaicznych jest jednym z głównych problemów rozwiązywanych przez inżynierów i naukowców. Obecnie sprawność takich urządzeń zawiera się w przedziale od 15 do 25% i jest bardzo niska w porównaniu z cieplnymi kolektorami słonecznymi, których sprawność zawiera się w przedziale od 52 do 88% przy T = 25°C i natężeniu promieniowania słonecznego 1000 W/m^2.

W pracach naukowych można zauważyć, że możliwe jest uzyskanie od 19-30% więcej energii słonecznej za pomocą systemów śledzenia Słońca. Aby w pełni wykorzystać energię słoneczną, powierzchnia układu PV powinna być ustawiona prostopadle do promieni słonecznych. Stąd zachodzi konieczność pozycjonowania modułów w dwóch płaszczyznach: dla szerokości geograficznych (kąt pochylenia) oraz ruch słońca w ciągu dnia ze wschodu na zachód (obrót paneli fotowoltaicznych). Wiele ośrodków badawczych na świecie opracowało różne metody ich pozycjonowania. Istotne znaczenie przy stosowaniu układów pozycjonujących ma dynamika zmian promieniowania słonecznego oraz promieniowanie rozproszone. Układy pozycjonujące mają sens, gdy ta dynamika zmian jest duża. Urządzeniem umożliwiającym taki pomiar jest pyranometr (2) widoczny na rysunku 1, pozwala na pomiaru hemisferycznego (czyli przychodzącego z półkuli) promieniowania całkowitego, rozproszonego i odbitego, najczęściej całego widma światła słonecznego, chociaż możliwe jest ograniczenie zakresu widma poprzez używanie kolorowych kopuł lub filtrów.

Sterowanie mikro elektrownią PV widoczną rysunku 1 zrealizowano na sterowniku PLC, gdzie zaprogramowano algorytm odpowiedzialny za zmianę położenia ogniwa fotowoltaicznego (rys. 2). Informacja o położeniu Słońca względem modułu PV ustalana jest za pomocą prototypowego czujnika (1), składającego się z czterech fotodiod półprzewodnikowych oraz osłony eliminującej efekty odbicia światła od obiektów. Zasada działania tego układu polega na porównywaniu napięć pochodzących z tych diod i pozycjonowaniu do chwili uzyskania identycznych napięć na poszczególnych parach dla położenia wschód/zachód i północ/południe Porównywanie wartości sygnałów z czujników zrealizowano za pomocą komparatorów (bloki funkcyjne programu), gdzie dodatkowo ustawiono strefę nieczułości. Pomiary przeznaczone do analizy rejestrowano dla dwóch identycznych modułów PV, jeden zamontowany był na stałe (4 – rys. 1), natomiast drugi (3 – rys. 1) zamontowany był na ruchomej konstrukcji, umożliwiającej ustawienie prostopadłego padania promieni słonecznych. Obejmowały następujące wielkości fizyczne: temperaturę zewnętrzną, natężenie promieniowania słonecznego, napięcie i prąd w obwodzie ogniwa aktywnego (ruch nadążny) i statycznego, pomiar kata obrotu i pochylenia ogniwa, czas rzeczywisty.

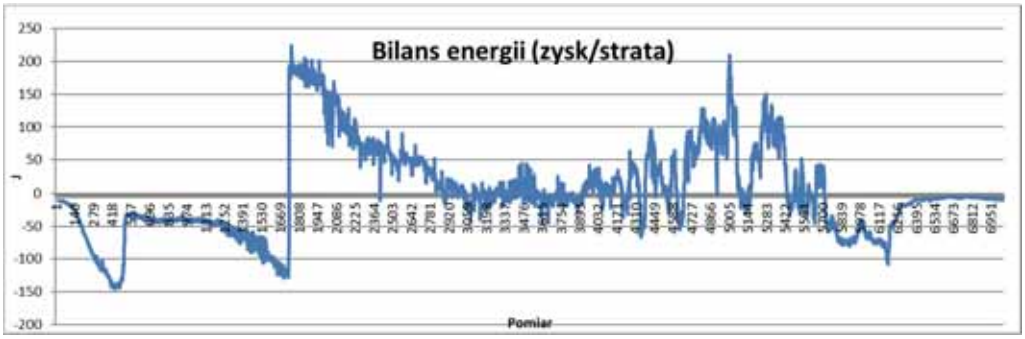
Analizując układ sterowania już na wstępie pomiarów zauważono, że do uzyskania efektywnej pracy układu nadążnego konieczna jest jego poprawna konfiguracja i parametryzacja, w tym precyzyjne ustawienie wyłączników krańcowych w azymucie i osi pionowej. W zamieszczonych na rysunku 3 wynikach badań widoczna jest opóźniona reakcja układu pomiarowego, dostarczającego informacje o położeniu słońca. Zgodnie z zachodzącym Słońcem panel ustawił się pionowo w kierunku zachodnim, sytuacja ta stwarza problem, ponieważ wschodzące Słońce nie oświetla bezpośrednio systemu pomiarowego i czujniki odbierają równomiernie rozproszone światło. Stąd kilka razy w miesiącu była obserwowana opóźniona reakcja systemu pozycjonującego, skutkująca obniżoną efektywnością energetyczną modułu nadążnego. Konieczne jest określeni domyślnych ustawień początkowych i końcowych położenia panelu, co zweryfikowano w programie sterującym poprzez dodanie zadania powrotu na pozycję bazową odczytywaną z czujnika kąta obrotu.

Rys. 1. Obiekt badań



Rys. 2. Program sterujący ruchem nadążnym

Wykres przedstawia bilans energetyczny (jednostka - J) wyznaczany co 10 sekund (interwał w pomiarach). Widoczne są duże straty wynikające z błędnego ustawienia modułu w godzinach porannych. Na podstawie pomiarów zauważono, że prawidłowe pozycjonowanie pozwala uzyskać nawet do 40% więcej energii w stosunku do modułu PV zamontowanego na stałe.



Rys. 3. Wyniki pomiarów dla jednego (losowo) wybranego dnia (15 czerwca 2021 r.)

Literatura

[1] Enright John P. Design optimization of a digital sun sensor for use with parametric processing. IEEE Trans Instrum Meas;57(10), pp. 2188–2195, 2008.

[2] Lazaroiu G. C., et al. Comparative analysis of fixed and sun tracking low power PV systems considering energy consumption. Energy Convers Manag;92, 143–148, 2015.

[3] Lee Ch., Chou P., Chiang Ch., Lin Ch., Sun Tracking Systems: A Review. Sensors, Vol. 9, Iss. 5, pp. 3875–3890, 2009.

[4] Liebe Carl C, et al. Three-axis sun sensor for attitude determination. IEEE Aerosp Electron Syst Mag;31(6), pp. 6–11, 2016.

[5] Othman N., Manan M.I.A., Othman Z., Al Junid S.A.M., Performance Analysis of Dual-axis Solar Tracking System. 2013 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering, Penang, Malaysia, 2013.

[6] Zajkowski M., Prorok M., Analiza propagacji promieniowania słonecznego w systemach solarnych typu „zimny dach. Przegląd Elektrotechniczny, R. 91, Nr 7, pp. 89–92, 2015.

[7] Renzi M., Santolini M., Comodi G., Performance analysis of a 3.5 kWp CPV system with two-axis tracker. Energy Procedia, Vol. 61, pp. 220–224, 2014.

ANALIZA POZIOMU KONCENTRACJI UWAGI U INSTRUKTORÓW PRAWA JAZDY ORAZ KANDYDATÓW NA KIEROWCÓW

Karolina TRZYNIEC, Paweł KIEŁBASA, Dawid KĄDZIOŁA

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie,
Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki,
Katedra Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych

Neuroanatomiczne podłoże procesów uwagi obejmuje wiele struktur, jednak główną rolę odgrywają dwa ośrodki: tylna część płata ciemieniowego (odpowiedzialna m.in. za uwagę wzrokową i przeszukiwanie percepcyjne) oraz prawy płat czołowy (odpowiedzialny m.in. za czujność uwagi, długotrwałe koncentrowanie się) [1]. Psychodiagnostyka od dawna dysponuje szeregiem metod, przede wszystkim prób klinicznych, które z powodzeniem są wykorzystywane w badaniu neuropsychologicznym przeprowadzanym wedle paradygmatu kliniczno-eksperymentalnego. Do badania uwagi powszechnie używane są m.in.: próba uczenia się 10 słów, próba korekty, test uwagi i spostrzegawczości, kolorowy test połączeń, test łączenia punktów czy test D2 do badania uwagi [1]. Są to jednak metody wykorzystywane do potwierdzenia diagnozy związanej z problemem koncentracji uwagi. Do badania poziomu zaangażowania uwagi stosuje się jednak metodypsychologiczno-fizjologiczne. Metody te pozwalają również na oszacowanie poziomu zaangażowania uwagi (czyli poziomu jej koncentracji, skupienia). Jedną z metod, która zdaje się dawać najbardziej obiektywne wyniki jest obrazowanie struktury i funkcji mózgu (tzw. neuroobrazowanie) przy użyciu badania elektroencefalograficznego, czyli takiego, którego celem jest rejestracja elektrycznej aktywności mózgu. Większość tych sygnałów pochodzi z neuronów. Występuje tutaj wiele zjawisk bioelektrycznych takich jak: potencjały czynnościowe (krótkotrwałe przepływy prądu w aksonie), potencjały postsynaptyczne (są one dłuższe od potencjałów czynnościowych) oraz większe pole elektryczne. Zachodzi również zjawisko depolaryzacji, czyli potencjał ujemny elektryczny zmniejsza się wewnątrz neuronu) [2]. Urządzenie, za pomocą którego dokonuje się takiej rejestracji, nazywane jest elektroencefalografem. Pomiar jest uzyskiwany za pomocą elektrod, które są umieszczone na powierzchni głowy człowieka badanego [3]. Wyniki badań ukazywane są w postaci wykresu – elektroencefalogramu.

Celem badań była analiza zmienności poziomu skupienia (koncentracji) uwagi u instruktorów prawa jazdy oraz szkolonych przez nich kandydatów na kierowców podczas typowej jazdy szkoleniowej oraz jazdy egzaminacyjnej samochodem osobowym. Zamiarem autorów było sprawdzenie, jak stres oraz motywacja do uzyskania pozytywnego wyniku egzaminu wewnętrznego wpływa na poziom koncentracji uwagi u kandydatów na kierowców oraz jak stopień zaangażowania kursanta wpływa na poziom koncentracji uwagi szkolącego go instruktora.

Badania skupienia uwagi kursantów przeprowadzono w trakcie wybranej jazdy szkoleniowej oraz jazdy egzaminacyjnej (tj. podczas praktycznej części egzaminu wewnętrznego). Oba przejazdy były nadzorowane przez instruktorów prawa jazdy pracujących w tej samej szkole jazdy. Podczas jazdy szkoleniowej instruktor odpowiadał na wszystkie pytania kursanta oraz przypominał mu o zasadach ruchu drogowego. Podczas jazdy egzaminacyjnej instruktor wydawał polecenia i oceniał wykonane manewry zgodnie z zasadami przeprowadzania egzaminu na prawo jazdy w Państwowych Ośrodkach Ruchu Drogowego.

W badaniu wzięli udział również dwaj instruktorzy prawa jazdy (kobieta w wieku 40 lat z czteroletnim doświadczeniem w pracy oraz mężczyzna w wieku 40 lat z dziesięcioletnim doświadczeniem w pracy). Badanie przeprowadzono podczas praktycznego szkolenia kursantów o różnym stopniu zaawansowania w kursie. Wybrano dwóch kursantów, którzy ukończyli 25% kursu (tj. 6h) oraz dwóch kursantów, którzy ukończyli co najmniej 85% kursu (tj. 26h). Każdy z instruktorów miał za zadanie poprowadzić jazdę szkoleniową dla jednego kursanta początkującego i jednego zaawansowanego. Podczas jazdy szkoleniowej

instruktor odpowiadał na wszystkie pytania kursanta, korygował ewentualne błędy w technicznej obsłudze pojazdu oraz przypominał mu o zasadach ruchu drogowego.

Badania przeprowadzono na terenie miasta Kraków, podczas jazdy w ruchu miejskim, w samochodach osobowych. Wszystkie pomiary przeprowadzono o tej samej porze dnia (pomiędzy godziną 17:00, a 19:00).

Przed badaniem właściwym, każda z badanych osób miała za zadanie maksymalnie skoncentrować swoją uwagę na zadaniu logicznym. Po kalibracji układu pomiarowego, zmierzono u badanych osób aktywność kory mózgowej. Do tego celu wykorzystano bezprzewodowy neurohełm EMOTIV EPOC FLEX (rys.1).

Rys. 1. Zestaw EMOTIV EPOC FLEX wykorzystany do pomiaru aktywności kory mózgowej

Badani kandydaci na kierowców wykonywali te same manewry podczas jazd szkoleniowych i egzaminacyjnych, a trasa tych przejazdów również była bardzo podobna. W czasie badania trwającego około 20 minut, kursant miał za zadanie: przejechać przez skrzyżowanie o ruchu okrężnym, skręcić w lewo na skrzyżowaniu, zawrócić na skrzyżowaniu, zaparkować prostopadle i równolegle, zawrócić bez korzystania z infrastruktury drogowej (tj. zawrócić z użyciem biegu wstecznego). Badani instruktorzy szkolili kursantów z wykonywania manewrów oraz nadzorowali ich samodzielną obsługę samochodu i jazdę po wyznaczonej trasie. Pojedyncze badanie każdego z instruktorów również trwało około 20 min.

Emotiv EPOC Flex pozyskuje i przetwarza w wysokiej rozdzielczości neurosygnały. Wykorzystuje zestaw czujników, które dostosowują się do sygnałów elektrycznych wytwarzanych przez mózg. Dzięki czemu możliwe jest wykrycie sygnałów koniecznych do identyfikcji uczuć, myśli oraz stanów emocjonalnych. Dzięki przekaźnikowi USB urządzenie bezprzewodowo łączy się z komputerem. Oprogramowanie, które jest dołączone do urządzenia umożliwia obserwację sygnałów z elektrod w czasie rzeczywistym.

Analiza wyników pomiarów polegała na obserwacji zaangażowania fal o różnych częstotliwościach, szczególnie fal beta, odpowiedzialnych za gotowość do podjęcia wysiłku umysłowego i odnotowaniu zmienności poziomu tego zaangażowania. Częstotliwości tych fal, szczególnie wartośći mieszczące się w zakresie 12-38 Hz, charakteryzują aktywność mózgu podczas percepcji zmysłowej i stanu skupienia uwagi. Zakres tej częstotliwości wzrasta podczas logicznego myślenia, gdy uwaga skierowana jest na zadania poznawcze i świat zewnętrzny. Wyniki badań przeprowadzonych podczas jazdy skorelowano z wynikami badań przeprowadzonych podczas wykonywania testu logicznego.

Literatura

[1] Matracki T. 2020. Nowe metody diagnostyczne zaburzeń uwagi u osób dorosłych. Forum Logopedy, Nr 35.

[2] Katarzyńska Aleksandra. 2017. EEG – kiedy wykonać, charakterystyka, wyniki. Pozyskano z: https://portal.abczdrowie.pl/eeg

[3] Hulewicz A., Jukiewicz M. 2014. Analiza sygnałów EEG na potrzeby interfejsu mózg-komputer. Acta Bio-Optica et Informatica Medica Inżynieria Biomedyczna, vol. 20, nr 3;

ROZPOZNAWANIE I ANALIZA OBRAZÓW W OCENIE ZDROWOTNOŚCI NASION DĘBU

Paweł TYLEK

Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

Sortowanie żołędzi zwiększa koszty produkcji szkółkarskiej, jednak zrezygnowanie z tego zabiegu skutkuje wyższym udziałem sadzonek małych, niespełniających norm leśnego materiału rozmnożeniowego [8], a w przypadku hodowli sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym powoduje straty, wynikające z niewykorzystania wszystkich cel kontenera szkółkarskiego. Z dotychczasowych badań dotyczących żołędzi dębu szypułkowego wynika, że spośród cech fizycznych, gęstość oraz w bardzo ograniczonym stopniu masa, a także własności aerodynamiczne oraz mechaniczne zależą od ich żywotności [5, 9, 11]. Dlatego niska efektywność separacji nasion dębów z wykorzystaniem klasycznych cech fizycznych skłania do poszukiwania innych cech rozdzielczych. Należą do nich m.in. cechy optyczne, przy czym w klasycznym rozumieniu chodzi o barwę czy połysk okrywy nasiennej [6, 7], która czasami różnicuje nasiona pod względem zdolności kiełkowania. W przypadku żołędzi analiza dotyczy zmian chorobowych (nekroz) uwidocznionych na liścieniach [2]. Istnieje zatem konieczność przecięcia żołędzia w taki sposób, aby uwidocznić liścienie i na tej podstawie określić kondycję nasion. Zabieg ten nazywamy skaryfikacją, a oprócz możliwości odrzucenia nasion zepsutych i nadpsutych daje on inne wymierne korzyści, takie jak: przyspieszenie wschodów (zwykle o ok. 2 tygodnie) oraz wyrównanie terminu kiełkowania, co później przekłada się na uzyskanie jednorodnego materiału szkółkarskiego.

Dotychczas skaryfikacja prowadzona jest ręcznie i polega na odcięciu fragmentu nasiona sekatorem a następnie ocenie wzrokowej przydatności nasiona do kiełkowania na podstawie topografii zmian mumifikacyjnych i stopnia wypełnienia okrywy nasiennej liścieniami. Obecnie w Polsce wysiewa się w szkółkach leśnych kontenerowych ok. 6 mln sztuk żołędzi rocznie. Oznacza to, że liczba skaryfikowanych nasion musi być znacząco większa, ponieważ nie wszystkie nasiona są przydatne do wysiewu. Znaczna część, niekiedy nawet ponad 50%, może być uszkodzona przez owady, gryzonie lub zmumifikowana przez grzyby [3]. Czas trwania manualnego cyklu pracy wynosi ok. 3 s [1], zatem skaryfikacja 1 miliona nasion wymaga ponad 100 roboczodni. Te szacunki obrazują, jak liczny musi być personel, aby sprostać zadaniu. Ręczna skaryfikacja nasion dębu nie jest ciężką pracą, ale bardzo monotonną ze wszystkimi negatywnymi konsekwencjami jak znużenie i zniechęcenie do pracy. Ponadto obecnie coraz trudniej znaleźć pracowników, którzy z zaangażowaniem podejmą się tak uciążliwej pracy. Z związku z powyższymi podjęto się opracowania zautomatyzowanego skaryfikatora, który po dokonaniu precyzyjnego obcięcia żołędzi przesortuje je na podstawie innowacyjnej, optycznej cechy rozdzielczej [10]. Automat powstał w wyniku prac B+R prowadzonych przez konsorcjum w składzie: (1) Uniwersytet Rolniczy w Krakowie (Lider Konsorcjum), (2) Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, (3) Sieć Badawcza Łukasiewicz – Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu, (4) Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „PROMAR" z Poznania. Badania finansowano z grantu PBS3/A8/34/2015, przyznanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu PBS pt. „Funkcjonalny model automatu z systemem wizyjnym do skaryfikacji oraz oceny żywotności żołędzi na podstawie automatycznego rozpoznawania topografii zmian mumifikacyjnych".

Automat do skaryfikacji uzyskał patent międzynarodowy (European patent 3172954), a oprócz systemów mechatronicznych do pobierania, obcinania i sortowania żołędzi jest zaopatrzony w dwa niezależne systemy optyczne. Zadaniem pierwszego systemu wizyjnego, wykorzystującego detektor Harrisa jest rozpoznanie orientacji nasion celem ustalenia właściwej strony do obcięcia [2]. Dodatkową funkcję jest pomiar długości żołędzia; wartość ta jest wykorzystywana do określenia miejsca przecięcia żołędzia, czego efektem jest zapewnienie tej samej intensywności skaryfikacji, pomimo zróżnicowanej wielkości żołędzi. Drugi system wizyjny odpowiada za kontrolę zdrowotności, poprzez identyfikację względnej wielkości zmian mumifikacyjnych z wykorzystaniem metod wizji komputerowej [4]. Porównawcze badania terenowe wykazały, że metody komputerowe oparte na uczeniu maszynowym są równie dokładne jak ocena organoleptyczna dokonana przez pracowników szkółki, ale jednocześnie zdecydowanie szybsze. Co prawda

procedura uczenia maszynowego jest czasochłonna, ale jest wykonywana jednorazowo na podstawie wybranych próbek przekrojów żołędzi poprawnie sklasyfikowanych przez ludzi. Celem zebrania takich informacji na terenie gospodarstwa nasienno-szkółkarskiego założono doświadczenie polowe polegające na obsianiu kontenerów styropianowych żołędziami poddanymi skaryfikacji i sfotografowanymi z wykorzystaniem kamery przemysłowej. Napełnione substratem na linii technologicznej i obsiane kasety umieszczono w namiocie foliowym. Raz w tygodniu rejestrowano proces kiełkowania, przy czym obserwacje przerwano po 12 tygodniach, kiedy już nie stwierdzono kolejnych wschodów. Po zakończeniu sezonu wegetacyjnego przystąpiono do oceny jakości wyhodowanych sadzonek, przyporządkując obrazowi wnętrza okrywy nasiennej cechy morfologiczne oraz suchą masę pędu, aparatu asymilacyjnego i systemu korzeniowego. Dodatkowo przeprowadzono pomiar admitancji sadzonek z wykorzystaniem przyrządu wielofunkcyjnego CX-461 – w celu określenia ich żywotności. Dało to podstawę do określenia wytycznych sortowania żołędzi na trzy grupy: nasiona zdrowe, nadpsute i zepsute. Właśnie na takie grupy można prowadzić selekcję nasion przy wykorzystaniu skonstruowanego skaryfikatora. Dodatkowo skaryfikator posiada zbiornik na żołędzie nierozpoznane, tzn. takie, których kierunek ułożenia na podajniku nie został zdefiniowany. Powinny one zostać obcięte ręcznie. Zazwyczaj liczba takich nasion nie przekracza 3% [2].

Literatura

[1] Adamczyk, F., Frąckowiak, P., Jabłoński, M., Juliszewski, T., Kiełbasa, P., Piłat, A., Szaroleta, M., Szczepaniak, J., Tadeusiewicz, R., Tylek, P., Walczyk, J. Automat do skaryfikacji żołędzi wraz z identyfikacją zmian chorobowych. Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, Poznań 2018.

[2] Bubliński, Z., Grabska-Chrząstowska, J., Jabłoński, M., Kwiecień, J., Mikrut, Z., Pawlik, P., Przybyło, J., Tadeusiewicz, R., Tylek, P., Walczyk, J. Ocena zdrowotności automatycznie skaryfikowanych żołędzi za pomocą komputerowej analizy obrazów. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2017.

[3] Bystrowski, C., Wójcik, G. Próba użycia insektycydów z grupy neonikotynoidów do ochrony żołędzi na plantacji nasiennej dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w Nadleśnictwie Leżajsk. Leśne Prace Badawcze, 2009, 70(3), pp. 271–275.

[4] Jabłoński, M., Tylek, P., Walczyk, J., Tadeusiewicz, R., Piłat, A. Colour-Based Binary Discrimination of Scarified Quercus robur Acorns under Varying Illumination. Sensors, 2016, 16(8), p. 1319.

[5] Kaliniewicz, Z., Tylek, P. Influence of Scarification on the Germination Capacity of Acorns Harvested from Uneven-Aged Stands of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.). Forests, 2018, 9, p. 100.

[6] Kaliniewicz, Z., Tylek, P., Markowski, P., Anders, A., Rawa, T., Głażewska, E. Analysis of Correlations Between Selected Physical Properties and Color of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds. Technical Sciences, 2014, 17(3), pp. 259–274.

[7] Novikov, A., Sokolov, S., Drapalyuk, M., Zelikov, V., Ivetić, V.. Performance of Scots Pine Seedlings from Seeds Graded by Colour. Forests, 2019, 10, p. 1064.

[8] Shi, W., Villar-Salvador, P., Li G., Jiang, X. Acorn Size Is More Important than Nursery Fertilization for Outplanting Performance of Quercus variabilis Container Seedlings. Annals of Forest Science, 2019, 76, p. 22.

[9] Skrzyszewska, K., Banach, J., Bownik, G. Wpływ sposobu przedsiewnego przygotowania żołędzi i terminu siewu na kiełkowanie nasion i wzrost sadzonek dębu szypułkowego. Sylwan, 2019,163(9), pp.716–725.

[10] Tadeusiewicz, R., Tylek, P., Adamczyk, F., Kiełbasa, P., Jabłoński, M., Pawlik, P., Piłat, A., Walczyk, J., Szczepaniak, J., Juliszewski, T., Szaroleta, M. Automation of the Acorn Scarification Process as a Contribution to Sustainable Forest Management. Case Study: Common Oak. Sustainability, 2017, 9, p. 2276.

[11] Tylek, P., Kaliniewicz, Z., Kiełbasa, P., Zagrobelny, T. Mass and Density as Separation Criteria of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) Seeds. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, 2015, 18(4), p. 05.

WPŁYW OŚWIETLENIA LED NA WYBRANE PARAMETRY JAKOŚCIOWE ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Agnieszka WANTUCH[1], Krzysztof PRZYSTUPA[2]

[1] AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

[2] Politechnika Lubelska

Wstęp

W ostatnich latach lampy z diodami LED zastępują w znacznym stopniu tradycyjne żarówki zarówno w gospodarstwach domowych, jak i przemyśle, oświetleniu drogowym itp. Z powodzeniem zastępują też lampy wyładowcze. Ze względu na niski pobór mocy i możliwość uzyskania kolorowego światła wykorzystywane są często jako świetlenie dekoracyjne.

Pierwsze lampy LED, które mogły zastąpić tradycyjne żarówki, pojawiły się w sprzedaży już pod koniec lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, jednak ich światło nie dawało jeszcze odpowiedniego komfortu wzrokowego. Zadowalające efekty otrzymano dopiero w początku obecnego stulecia. Obecnie większość produkowanych lamp uzyskuje skuteczność świetlną od 70 nawet do 205 lm/W [1].

Wyższe harmoniczne przy oświetleniu LED

Urządzenia powszechnego użytku w większości zasilane są napięciem sinusoidalnym o częstotliwości 50 Hz i wartości skutecznej 230 V. Przy idealnym sygnale o podanych parametrach urządzenia osiągnęły by większą sprawność i niezawodność. Jednak utrzymanie takiego sygnału w odpowiedni długim czasie jest bardzo trudne, a często wręcz niemożliwe. Pojawia się więc sygnał harmoniczny, czyli już niesinusoidalny, ale wciąż okresowy [2]. Powodem powstawania wyższych harmonicznych napięcia, których częstotliwość jest wielokrotnością podstawowego sygnału, czyli 50 Hz, jest oddziaływanie odbiorników o nieliniowej charakterystyce prądowo-napięciowej na sieć elektroenergetyczną.

W naszym kraju jakość energii elektrycznej określa Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego [3], w którym przedstawiono m.in. takie parametry jakościowe energii, jak dopuszczalne średnie wartości skuteczne dla każdej harmonicznej, maksymalny współczynnik odkształcenia wyższymi harmonicznymi napicia zasilającego *THD*u, określony wzorem

$$THD_U = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} (U_n)^2}$$

gdzie: U_n – wartość skuteczna n-tej harmonicznej napięcia, n – numer harmonicznej.

Współczynnik odkształcenia harmonicznych prądu można określić ze wzoru

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_n^2}}{I_1}$$

gdzie: I_n – wartość skuteczna n-tej harmonicznej prądu, I_1 – wartość skuteczna podstawowej harmonicznej prądu, n – numer harmonicznej.

Dopuszczalne wartości wyższych harmonicznych generowanych do sieci zasilającej przez urządzenia elektryczne i elektroniczne z fazowym prądem zasilającym do 16 A określono w normie [4].

Pomimo że oświetlenie LED ma wiele zalet: małe rozmiary (dzięki czemu można je stosować w wielu miejscach niedostępnych dla tradycyjnego oświetlenia), duża sprawność, skupiona wiązka światła, odporność na uszkodzenia, długa żywotność, niska temperatura pracy, łatwość sterowania, czy możliwość świecenia na wybrany kolor, to jednocześnie nie jest pozbawione także wad. Stosowanie oświetlenia LED wiąże się z generowaniem przez te lampy wyższych harmonicznych prądu, pobieraniem z sieci mocy biernej pojemnościowej, pogorszeniem współczynnika mocy i in. [5].

Diody LED wymagają tzw. driverów, czyli układów sterująco-zasilających, dlatego do zasilania lamp LED produkowane są dedykowane układy scalone [6]. Wykorzystywane są dwie metody zasilania: napięciowa i prądowa. W zasilaniu napięciowym stabilizowane jest napięcie, natomiast prąd zależy od rezystancji obciążenia. Przy zasilaniu prądowym poprzez odpowiednie zmiany napięcia stabilizowany jest prąd. Bardzo ważny jest odpowiedni dobór zasilacza, od którego w znacznej mierze zależeć może właściwe działanie systemu oświetlenia oraz jego trwałość.

W lampach LED z układami zasilającymi zintegrowanymi w wielu przypadkach występowały duże zniekształcenia prądu, ponieważ jeszcze kilkanaście lat temu układy te nie zawierały filtrów, co powodowało, że współczynnik THD_I dla wielu tego typu lamp mógł przekraczać nawet 100%. Ale i obecnie można spotkać lampy LED, dla których THD_I osiąga nawet 140%, a kąt przesunięcia fazowego między prądem i napięciem dla podstawowej harmonicznej jest ujemny i wynosi ok. -50°÷ -60° [5].

Zwłaszcza tanie zasilacze zintegrowane w lampach LED, nieposiadające zaawansowanych rozwiązań poprawiających współczynnik mocy oraz tłumiących propagację wyższych harmonicznych prądu, powodują, że współczynnik mocy *PF* przyjmuje nawet wartości poniżej 0,5, a współczynnik szczytu CF_I rośnie nawet powyżej wartości 4,5, gdzie dla sinusoidy powinien on wynosić 1,41. Układ taki generuje wyższe harmoniczne prądu, których wartości znacznie przekraczają dopuszczalne poziomy, które określa norma [4]. W przypadku równoczesnego wykorzystania wielu lamp o powyższych parametrach może nastąpić znaczne pogorszenie jakości energii elektrycznej.

W lampach LED wysokiej jakości współczynnik CF_I osiąga wartość rzędu 1,7 (czyli zbliżony współczynnika szczytu przebiegu sinusoidalnego), współczynnik mocy *PF* i cosϕ osiągają wartości powyżej 0,9.

Powyższe fakty potwierdzono badaniami przeprowadzonymi m.in. w laboratorium elektrotechniki katedry Elektrotechniki i Elektroenergetyki na Wydziale EAIiIB AGH, które zostaną szerzej przedstawione w przygotowywanej pełnej wersji artykułu. Przetestowano kilkanaście lamp – zarówno tradycyjnych żarówek, jak i źródeł światła LED. Dokonano pomiarów prądu, napięcia, mocy czynnej i biernej oraz współczynnika cosϕ, współczynnika zawartości wyższych harmonicznych prądu THD_I. Dodatkowo wykonano także pomiary nie wchodzące w zakres badań związanych z jakością energii elektrycznej, jednakże dające także możliwość porównania między sobą wybranych źródeł światła ze względu na walory wzrokowe, jak np. natężenie oświetlenia, oraz sprawdzenia rzetelności parametrów przedstawianych przez producenta na opakowaniach lamp (nie na wszystkich opakowaniach podawane są pełne dane), czy w notach katalogowych.

Literatura

[1] https://news.samsung.com/pl/najwyzsza-skutecznosc-swietlna-dzieki-diodom-samsung-led-csp, 2018, dostęp: 14.06.2021

[2] Hanzelka Z., Jakość energii elektrycznej cz. 4 – Wyższe harmoniczne napięć i prądów, http://twelvee.com.pl, dostęp: 14.06.2021

[3] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Dz.U. Nr 93 poz. 623.

[4] PN-EN 61000-3-2:2014-10, Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 3-2: Poziomy dopuszczalne - Poziomy dopuszczalne emisji harmonicznych prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika < lub = 16A).

[5] Lange A., Pasko M.: Wpływ pracy LED-owych źródeł światła na parametry określające jakość energii elektrycznej, cz.1, Poznań University of Technology Academic Journals, Electrical Engineering, no. 93, p. 38–52, Jun. 2006.

[6] Ptak P., Górecki K., Zarębski J., Układy zasilające stosowane w lampach LED, Przegląd Elektrotechniczny, R. 93, Nr 3/2017, p. 167-170.

PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA ANALIZY OBRAZU DO POMIARU WYBRANYCH CECH MAKROSTRUKTURY DREWNA

Radosław WĄSIK, Krzysztof MICHALEC

Katedra Użytkowania Lasu, Inżynierii i Techniki Leśnej
Wydział Leśny
Uniwersytet Rolniczy, Kraków

W Polsce występuje około 40 rodzimych gatunków drzew oraz około 30 wprowadzonych obcych taksonów. Gatunki iglaste charakteryzują się zasadniczo odmienną budową drewna w porównaniu drzewami z liściastymi, jednakże jedną z cech wspólnych obu tych grup jest tworzenie w drewnie słojów przyrostu rocznego. W normalnych warunkach w trakcie okresu wegetacyjnego, kiedy nie zachodzą niekorzystne zjawiska wywołujące stres, każde drzewo wytwarza jeden słój przyrostu rocznego. Jeśli drzewo wzrasta w dobrych warunkach klimatyczno-glebowo-świetlnych, przyrost jest szeroki. Wystąpienie czynników stresu powoduje zmniejszenie szerokości przyrostu, może powodować powstanie tzw. słojów pozornych, bądź w skrajnych przypadkach niewytworzenie przyrostu. Szerokość słojów jest nie tylko odzwierciedleniem kondycji drzewa, może ona również wpływać na właściwości tkanki drzewnej takie jak gęstość i wytrzymałość. Struktura przyrostu u drzew iglastych wykazuje zróżnicowanie na drewno wczesne (wiosenne) i późne (letnie). Drewno wczesne, widoczne na przekroju poprzecznym drewna okrągłego w postaci jaśniejszych okręgów jest porowate i charakteryzuje się niższą gęstością i wytrzymałością. Drewno późne, tworzące ciemniejsze okręgi jest zbite, o wyższej gęstości i tym samym wyższej wytrzymałości niż drewno wczesne. Szerokim słojom w drewnie iglastym towarzyszy duży udział drewna wczesnego, wraz ze zmniejszaniem się szerokości przyrostów udział drewna późnego rośnie, czemu towarzyszy wzrost jego gęstości i wytrzymałości.

Wśród gatunków liściastych, pod względem budowy anatomicznej drewna wyróżnia się zasadniczo dwie grupy: pierścieniowo-naczyniowe i rozpierzchło-naczyniowe. Pierwsza grupa, podobnie jak drzewa iglaste, charakteryzuje się występowaniem w przyroście dwóch stref: porowatego drewna wczesnego, zbudowanego z elementów (porów) widocznych gołym okiem oraz zwartego drewna późnego. W odróżnieniu od gatunków iglastych, u liściastych pierścieniowo-naczyniowych szerszym słojom towarzyszy większy udział drewna późnego, co przekłada się na ich wyższą gęstość i wytrzymałość. Słoje węższe mają natomiast mniejszy udział strefy późnej, niższą gęstość i gorsze właściwości mechaniczne. Gatunki liściaste rozpierzchło-naczyniowe charakteryzują się mniej więcej równomierną strukturą przyrostu rocznego, gdzie nie można wyróżnić wyraźnie różniących się pod względem budowy anatomicznej stref drewna wczesnego i późnego. Uważa się, że w tej grupie gatunków szerokość słojów nie wpływa na gęstość drewna a przez to i na jego wytrzymałość. Niektóre badania wykazują jednak, że u pewnych gatunków o rozpierzchło-naczyniowej budowie drewna szerokość przyrostów może wpływać na gęstość tkanki drzewnej. Znając gatunek drzewa oraz zmienność cech makrostruktury jego drewna, takich jak szerokość przyrostu rocznego oraz udział drewna późnego, można z pewnym przybliżeniem oszacować jaką gęstością oraz wytrzymałością będzie się to drewno charakteryzowało. Można także wskazać w których strefach pnia drewno będzie miało gęstość wyższą, a w których niższą. Żeby to stwierdzić nie trzeba ścinać drzewa, wystarczy pobrać promieniową próbkę drewna, do czego służy specjalistyczny przyrząd tzw. świder Presslera. Umożliwia on w sposób stosunkowo mało inwazyjny dla drzewa pobranie z pnia walca drewna o średnicy około 5 mm. Walec ten, zwany odwiertem bądź nawiertem, po odpowiednim przygotowaniu jest skanowany z wysoką rozdzielczością a uzyskany obraz elektroniczny jest obiektem, na którym przy pomocy specjalistycznego oprogramowania dokonuje się pomiarów szerokości słojów przyrostu rocznego oraz szerokości stref drewna późnego.

W prezentacji pokazano możliwości jakie daje zastosowanie do takich pomiarów programów CooRecorder i CDendro. Pokazano w jaki sposób pobiera się odwiert z drzewa, jak się go zabezpiecza w czasie transportu

do laboratorium i jak przygotowuje do skanowania odwierty w zależności od tego, do jakiej grupy gatunków należy drzewo, z którego odwiert pobrano. Pokazano zasady działania programu CooRecorder, opcje pomiarów (pomiar całych przyrostów bądź z podziałem na drewno wczesne i późne) możliwości rozwiązywania sytuacji problematycznych takich jak ukośny przebieg słojów w odwiercie czy omijanie pęknięć. Zaprezentowano możliwości korekty wykonanych pomiarów (przemieszczanie zaznaczonych punktów bądź ich kasowanie). Wskazano również na możliwość automatycznego wykonania pomiarów, ułatwiającego pracę i przyspieszającego badania przy znacznej ilości próbek. Zaprezentowano sposób przetworzenia przez program CDendro zebranych danych (koordynaty punktów) w programie CooRecorder. Pokazano następnie metodykę obróbki w arkuszu kalkulacyjnym danych uzyskanych w programie CDendro.

Na koniec zaprezentowano przykładowe prace naukowe oraz ekspertyzy, do wykonania których wykorzystano program do analizy przyrostów rocznych.

HIGH PRECISION VOLTAGE MEASUREMENT FOR OPTICAL QUANTUM COMPUTATION

Kamil WERESZCZYŃSKI[1], Agnieszka MICHALCZUK[1], Jacek GUMIELA[2]

[1] Department of Computer Graphics, Vision and Digital Systems
Faculty of Automatic Control, Electronics and Computer Science,
Silesian University of Technology

[2]Politechnika Wrocławska

Introduction

Quantum phenomena arising in optical current can be utilized in quantum computation, specifically basing on the optical phenomena. In this paper we present two approaches to the problem: the KLM protocol proposed by Kneel et al. in [1] and the method utilizing the distortion of homogeneous probability distribution over photo detectors, caused by phase shifts between beams. Three phenomena are indispensable for making the quantum computation: superposition, interference and entanglement. However the superposition and interference arises in the streams of photons spontaneously, because of the nature of light (specifically the fact that photons „moves" with the speed of light), the entanglement does not appear in that simple way. It can be produced using SPDC (Spontaneous Parametric Down Conversion) process, described by Couteau in [2]. While the beam from laser pump goes through non-linear crystal, four times in a million, one photon is converted into two photons, which are correlated in time, certainly. Because of the energy conservation, the correlated photon pairs has doubled wavelength (or half frequency) as the original one and their paths are diverted. Depending on the crystal, there exists three types of SPDC: type 0, where the polarization of both photons are the same and same as the polarization of the input laser beam, type I, where the polarization of photons is still the same but orthogonal to the laser, and type II, where the polarization of the photons is orthogonal each other. We focused on the SPDC type II taking place in BBO (β barium borate) cristal, which has the additional property that the correlated pairs are diverged symmetrically. Therefore there arises two cones of light that intersect in two points, due to properly shaped geometry of the crystal. Historically, we name one of such a point "signal" and the second one "idler", however those two rays are nowadays combined to obtain greater beam intensity. Hence in the resulting ray, there appears time-correlated (which mean indistinguishable) photon pairs with cross - correlation. They are superposed as well, certainly. Therefore, after going through the beam splitter, we obtain two cross-polarized rays. Because the photons are superposed and time indistinguishable, they are entangled, which manifests itself in measuring the time correlation of set of photons (see Magnitskiy et al. in [3]). It was proven experimentally for ten photons entanglement by Wang et al. in [4] or for twelve by Zhong et al. in [5]. The prove lays on the detection of time coincidence of photons obtained in the photon detector. The laser beam is very narrow down to 10 fs with up to 20M beams per second. The measurement is made by photon counters ending each ray, and the *Correlation Counter*, which returns the number of photons which appears in both detectors in the same time *interval* of the 81ps length.

The remaining part of the paper we spend to highlighting the problem of practical usage of the entangled photons for quantum computation in the perspective of time coincidence detection.

1.Quantum description of optical phenomena

The quantum mechanical description of optical elements is based on two concepts. Firstly, we will use the Fock space, which describes the quantum state made of many photons. Consider, that eigen basis of the photons consists of k eigen states (e.g. polarization). The basis state of the whole system of n photons is the sequence of numbers ϕ_j being cardinalities of photons which are in the state j. The states are called *modes*; the state $|0\rangle = |0...0\rangle$ is called *vacuum*. Secondly we define the *annihilation* $\hat{a}$ and *creation* $\hat{a}^\dagger$ operators as follows: $\hat{a}\,|0\rangle = 0, \hat{a}\,|n\rangle = \sqrt{n}\,|n-1\rangle, \hat{a}^\dagger\,|n\rangle = \sqrt{n+1}\,|n+1\rangle$. The Lie algebra of such operators is given by commutators: $[\hat{a}_k, \hat{a}_m^\dagger] = \delta(k-m), [\hat{a}_k, \hat{a}_m] = [\hat{a}_k^\dagger, \hat{a}_m^\dagger] = 0$

With such tools we can define optical devices (after Kok et al. [6]) by defining the number of inputs and outputs, set of parameters, and evolution operator acting on the photons going through the device. Those operators will be defined as a set of creation operators for each *output* separately, depending on parameters and creation operators for inputs.

The simplest optical device is the single-mode *phase shifter* (PS) changing the phase of incoming photons by phase φ that has one input S_i and one output S_o. Its evolution operator is defined as follows:

$$\hat{S}_o^\dagger = e^{i\varphi}\hat{S}_i^\dagger \tag{1}$$

Beam splitter (BS) or *Polarization rotator* has two inputs B_{i1}, B_{i2}, two outputs B_{o1}, B_{o2} and is parametrized by $R = cos^2\theta$ reflection rate and $T = 1 - R = sin^2\theta$ transmission rate. Furthermore we assume that the incoming waves can differ by the phase φ. In that case:

$$\begin{aligned}\hat{B}_{o1}^\dagger &= cos\theta\hat{B}_{i1}^\dagger + ie^{-i\varphi}sin\theta B_{i2}^\dagger\\ \hat{B}_{o2}^\dagger &= ie^{i\varphi}sin\theta B_{i1}^\dagger + cos\theta\hat{B}_{i2}^\dagger\end{aligned} \tag{2}$$

2.KLM protocol

Qubit is represented by element of $SU(2)$. The photon-based implementation of such a group can be made using the photon polarization creating *polarization qubits*. It can be utilized in two ways: *one-rail*, where photons with different polarization exists in one ray, called *spatial mode*; *dual-rail*, where there are two spatial modes - one for each orthogonal polarization. The modes can be easily switched using beam splitter and phase rotators. Let's assume that vertically polarized qubit will be denoted $|V\rangle$ and horizontally - $|H\rangle$ in *Hilbert space*. The Fock state will have two slots - one for vertical and one for horizontal polarization: $|1,0\rangle = |H\rangle$ and $|0,1\rangle = |V\rangle$. The general state of one qubit is defined as follows:

$$|q\rangle = a\,|V\rangle + b\,|H\rangle = a\,|0,1\rangle + b\,|1,0\rangle \tag{3}$$

Let's consider the system of two qubits, one polarized vertically and one horizontally and let them pass through the beam splitter. Using creation operator notation, on the output of the beam splitter we obtain both output operators acting on the vacuum: $|x,y\rangle_F = \hat{B}_{o1}^\dagger\hat{B}_{o2}^\dagger\,|0\rangle$, where index F means that we consider the Fock state. Now, applying eq. 2 and remembering that commutator for two creation operators zeroes, we obtain:

$$\begin{aligned}&|x,y\rangle_F = \hat{B}_{o1}^\dagger\hat{B}_{o2}^\dagger\,|0\rangle_F =\\ &\left[cos(\theta)\hat{B}_{i1}^\dagger + ie^{-i\varphi}sin(\theta)\hat{B}_{i2}^\dagger\right]\left[cos(\theta)\hat{B}_{i2}^\dagger + ie^{i\varphi}sin(\theta)\hat{B}_{i1}^\dagger\right]|0\rangle_F =\\ &\left[cos(2\theta)\hat{B}_{i1}^\dagger\hat{B}_{i2}^\dagger + \frac{1}{2}sin(2\theta)\left(ie^{i\varphi}\left[\hat{B}_{i1}^\dagger\right]^2 + ie^{-i\varphi}\left[\hat{B}_{i2}^\dagger\right]^2\right)\right]|0\rangle_F =\\ &cos(2\theta)\,|1,1\rangle_F + \frac{1}{\sqrt{2}}sin(2\theta)\left(ie^{i\varphi}\,|2,0\rangle_F + ie^{-i\varphi}\,|0,2\rangle_F\right)\end{aligned} \tag{4}$$

If we consider BS with $R = T = 1/2$, (hence $\theta = \pi/4$) and phase $\varphi = \pi/2$ then $sin(2\theta) = 1, cos(2\theta) = 0$ and $e^{i\pi/2} = -1, e^{-i\pi/2} = 1$ and the system is described as follows:

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\left(|2,0\rangle_F - |0,2\rangle_F\right) \tag{5}$$

The above equation means the absence of the output state $|1,1\rangle$, which means that after passing through beam splitter both photons has the same polarity. This is completely quantum effect, because classically nothing shall prevent the pair of cross-polarized photons to have orthogonal polarizations after passing the beam splitter [1]. Photons pair off together has a name of *photon bunching*. Complementary, the absence of $|1,1\rangle$ state has the name *Hong-Ou-Mandel effect* described in [7]. Photon bunching is one of the pillars of the KLM (Knil et al., ibidem) scheme and its extensions.

[1] Moreover the state $|1,1\rangle$, classically, has probability $1/2$, because it covers two states: $|V\rangle \otimes |H\rangle$ and $|H\rangle \otimes |V\rangle$ that are indistinguishable.

The second one is *nonlinear sign* (NS) gate, which is the building block of other KLM gates. Let's consider a state $|\psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle + c|2\rangle$ in Fock space. The NS gate acts by changing the last coordinate c to $-c$. For example of using those two notions let us to construct the simple two-qubit controlled Z gate, that flips the sign of $|H\rangle \otimes |H\rangle = |1,0,1,0\rangle$ coordinate, while the others remain unchanged. Thus let's consider two-qubit, separable state $|x\rangle \otimes |y\rangle = (\alpha|0,1\rangle + \beta|1,0\rangle)(\gamma|0,1\rangle + \psi|1,0\rangle)$ The CZ gate should change the $\beta\psi$ to $-\beta\psi$ so the application of NS gate is tempting, however in the last state there are no two photons in the same mode. But if we connect first $(\alpha|0,1\rangle)$ and third $\gamma|0,1\rangle)$ with beam splitter, the photon bunching arise (see eq. 5) and on output of beam splitter are the state, which can be changed by NS applied to the same modes. Finally we act on the same modes with beam splitter once again and we obtain the final state equal to $CZ|x\rangle \otimes |y\rangle$.

Unfortunately, the NS gate cannot be constructed using linear optics element. The only thing we can do is to create a gate that will work like CZ gate with the given probability of success and indicates the proper result with an additional outputs. Therefore such gates name is *probabilistic gates*. Knill in [8] proved that the upper bound of such a probability is equal to 1/2. The physical implementations probabilities are in the range 0.075 to 0.22 - see Kok et al. (ibidem) for details. The fidelity of those implementation is 80% (e.g. 79% by O'Brian or 84% by Gasparoni et al.)[2]

One of the most major reason for this relatively low fidelity is necessity of measure the correlation between the output and the indicator of correctness. Both the result and the indicator are measured using photo detectors, which uses photo-voltaic effect to build up the voltage proportional to the energy of incoming light. Since the wavelength of the source is known the photon count can be computed basing on the output voltage.

3.Our concept of optical quantum computation

In our previous work, we defined theoretically the QCoSamp method of quantum computation [9], basing on the quantum sampling (or tomography), which creates the probability distribution over the measurement basis. The results are interpreted in the context of trigonometric series made of components: $\frac{1}{2}(1 + cos(nx + r))$. The light creates a probability distribution over the detectors, that could be recognized as the measurement basis of the optical quantum system. On the other hand, the state of the photon on the output of the BBO crystal in SPDC phenomenon is equal to (after Magnitskiy et al., ibidem, pg. 620):

$$\frac{|HV\rangle + e^{i\varphi}|VH\rangle}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(|1,0,0,1\rangle + e^{i\varphi}|0,1,1,0\rangle\right) = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(|1,1\rangle_F + e^{i\varphi}|1,1\rangle_F\right) \tag{6}$$

Let's apply the 50:50 beam splitter on this state. Since the input state is $|1,1\rangle_F$, we can use eq. 4. The parameter θ is still equal to $\pi/4$, so $cos(2\theta) = 0, sin(2\theta) = 1$. However, now we have two cases corresponding to two phases: $\varphi = 0$ for the state $|1,0,0,1\rangle$ and „any" phase for the second state. If $\varphi = 0$ we obtain: $e^{i\varphi} = e^{-i\varphi} = 1$. Therefore the acting of BS on the state on the output of BBO crystal is as follows:

$$\begin{aligned}
&\hat{B}^\dagger_{o1}\hat{B}^\dagger_{o2}|0\rangle = \\
&\frac{1}{2}\left(i|1,0,1,0\rangle - i|0,1,0,1\rangle\right)\left(ie^{i\varphi}|1,0,1,0\rangle + ie^{-i\varphi}|0,1,0,1\rangle\right) = \\
&\frac{1}{2}\Big[\left(e^{i\varphi}+i\right)|1,0,1,0\rangle + \left(e^{-i\varphi}-i\right)|0,1,0,1\rangle\Big] = \\
&\frac{1}{2}\Big[\left(e^{i\varphi}+i\right)|2,0\rangle_F + \left(e^{-i\varphi}-i\right)|0,2\rangle_F\Big]
\end{aligned} \tag{7}$$

Now, we compute the probability of measuring state $|2,0\rangle_F$:

$$\mathrm{p}\,|2,0\rangle_F = \frac{1}{4}\left(e^{i\varphi}+i\right)\left(e^{i\varphi}+i\right)^* = \frac{1}{4}\left(2 + e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}\right) = \frac{1}{2}\left(1 + cos(\varphi)\right) \tag{8}$$

The above result is crucial for our method, since using the set of phase shifters and methods of Wang [4] and Zhong [5] we can implement QCoSamp using the photons as qubits and polarization as modes.

[2]We don't put here references due to lack of place. It can be found in Kok et al. (ibidem) review.

In above-mentioned experiments of creating the set of entangled photons the goal was to capture sets of time-correlated photons in different detectors and the higher rate of correlated photon means better result of experiment. The measure used in these experiments is *fidelity*, meaning rate of entangled sets to all photons detected. In Wang experiment it was on the level from 0.97 for two photons, down to 0.57 for ten photon state. Zhang et al. achieves similar results: for 12 photons fidelity was on the level of 0.5, however his method is 792 times more efficient than Wang's. The important conclusion of mentioned[3] work is that fidelity depends on phase and it is time-varying.

Because the core of the proposed method lays in changing phase, and bearing in mind that the building of probability distribution takes a time, the low level of mentioned fidelity has to be corrected and variability included to computation process to generate robust implementation. Our idea is to create separate, additional beam, called *control*, which will work in the same conditions, specifically will go through the same BBO crystal in the same time. This beam will contain pure entanglement with no phases applied. Hence we can obtain the raw correlation level for each detectors and we can correct the result from the computational beam with higher level of fidelity. Here arises the issue of voltage simultaneous measurement with high resolution as well.

4.Measurement setup

The measurement setup consists of: (1) photon-to-voltage converters, based on photo-diodes, (2) amplifiers (optionally) and (3) coincidence counter. Photon-to-voltage can work in one or both of tribes: photovoltaic or photoconductive. The first one gives more robust results but is slightly slower, the second one creates the dark current and there arises the Johnson–Nyquist noise sometimes, hence is faster. The avalanche photo-diodes, working in Geiger mode can notice separate photons, however they need high voltage and has relatively low level of saturation, therefore they are not proper for the beams with high energy.

Existing photon-to-voltage converters has relatively long rise/fall time. For example: the silicon continuous photo-diode from Thorlabs SM05PD2A has this parameter equal to 1ns, the maximum reverse - bias voltage 25V and quantum efficiency on the level of 0.41; Indium gallium arsenide (InGaAs) biased, high speed detector DET08CL/M has 70ps/110ps rise/fall, 22V bias, 5GHz measurement frequency and quantum efficiency 0.47. In the area of coincidence counter the solution widely used is ID Quantique 800 from Photonics, which has coincidence time-interval equal to 81ps and 2MHz frequency, ID 900 time controller with precision 20ps with possible 20M measurement cycles per second.

5.Conclusions & Cooperation proposal

The measurement setup referred to above, is sufficient to carry the experiments and to create a single experimentally gates. However in case of creation more complicated quantum apparatus, where amplitude amplification process can be implemented, which is core tool for quantum optimization algorithms, there are problems inside such a setup. Firstly, as was shown in mentioned papers, the computation fidelity is low due to voltage measurement resolution mostly, thus a computation error will accumulate. Secondly, one of the major reasons for using the impulse laser pump is the measurement characteristics, specifically the need of long relaxation time, which forces a long period of inactivity between measurements. Thus reducing or eliminating this effect will result with higher energy per second, which means higher photon count per second, which in turn will result with rapid increase of used qubits per second.

Therefore we presented this paper in the PTZE Symposium. We would like to invite you - the specialists of the electromagnetic fields area to start joint research projects on creation the device for measurement the light qubits with higher precision, working with higher frequency or even continuously and capable for robust photon coincidence measure. We invite you also for visiting us in our laboratory of optical quantum computation - LOOK.

Acknowledgments

The LOOK laboratory and this work was [partially] supported by the research project for young scientists (RAU-6, 2020 and RAU-6, 2021) of the Silesian University of Technology (Gliwice, Poland).

[3]and other experiments with photon entanglement

References

[1] E. Knill, R. Laflamme, and G. J. Milburn, "A scheme for efficient quantum computation with linear optics," *Nature*, vol. 409, no. 6816, pp. 46–52, 2001.

[2] C. Couteau, "Spontaneous parametric down-conversion," *Contemporary Physics*, vol. 59, no. 3, pp. 291–304, 2018.

[3] S. Magnitskiy, D. Frolovtsev, V. Firsov, P. Gostev, I. Protsenko, and M. Saygin, "A SPDC-based source of entangled photons and its characterization," *Journal of Russian Laser Research*, vol. 36, no. 6, pp. 618–629, 2015.

[4] X.-L. Wang, L.-K. Chen, W. Li, H.-L. Huang, C. Liu, C. Chen, Y.-H. Luo, Z.-E. Su, D. Wu, Z.-D. Li, H. Lu, Y. Hu, X. Jiang, C.-Z. Peng, L. Li, N.-L. Liu, Y.-A. Chen, C.-Y. Lu, and J.-W. Pan, "Experimental ten-photon entanglement," *Phys. Rev. Lett.*, vol. 117, p. 210502, Nov 2016.

[5] H.-S. Zhong, Y. Li, W. Li, L.-C. Peng, Z.-E. Su, Y. Hu, Y.-M. He, X. Ding, W. Zhang, H. Li, L. Zhang, Z. Wang, L. You, X.-L. Wang, X. Jiang, L. Li, Y.-A. Chen, N.-L. Liu, C.-Y. Lu, and J.-W. Pan, "12-photon entanglement and scalable scattershot boson sampling with optimal entangled-photon pairs from parametric down-conversion," *Phys. Rev. Lett.*, vol. 121, p. 250505, Dec 2018.

[6] P. Kok, W. J. Munro, K. Nemoto, T. C. Ralph, J. P. Dowling, and G. J. Milburn, "Review article: Linear optical quantum computing," *Reviews of Modern Physics*, vol. 79, no. 1, pp. 135–174, 2007.

[7] C. K. Hong, Z. Y. Ou, and L. Mandel, "Measurement of subpicosecond time intervals between two photons by interference," *Phys. Rev. Lett.*, vol. 59, no. 18, pp. 2044–2046, 1987. Publisher: American Physical Society.

[8] E. Knill, "Bounds on the probability of success of postselected nonlinear sign shifts implemented with linear optics," *Phys. Rev. A*, vol. 68, p. 064303, Dec 2003.

[9] K. Wereszczyński, A. Michalczuk, D. Pęszor, M. Paszkuta, K. Cyran, and A. Polański, "Cosine series quantum sampling method with applications in signal and image processing," *arXiv:2011.12738 [quant-ph]*, 2020.

DWUZAKRESOWA ANTENA MIKROPASKOWA DLA SYSTEMU 5G

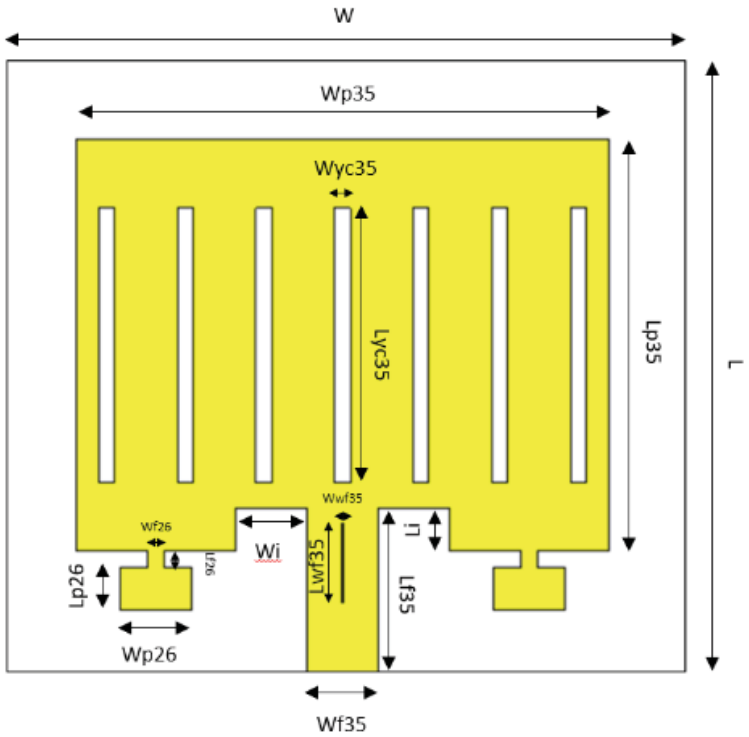
Piotr WIŚNIOWSKI, Roman KUBACKI, Marek KUCHTA

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

W obecnej dekadzie rozpoczęto wprowadzanie w Polsce i na świecie standardu 5G telefonii komórkowej. Jest to najnowszy standard radiokomunikacji mobilnej, który ma zapewnić zwiększenie prędkości transmisji danych oraz małe opóźnienia. Zwiększenie prędkości transmisji danych jest niezbędne, między innymi, do oglądania w terminalach mobilnych filmów on-line w wysokiej rozdzielczości. Równocześnie system 5G powinien umożliwić wprowadzenie technologii opartych na koncepcji tzw. Internetu Rzeczy IoT (z ang. Internet of Things). Przewidywane opóźnienia, mniejsze niż 4 ms powinny umożliwić stabilną łączność nawet przy dużych prędkościach abonentów.

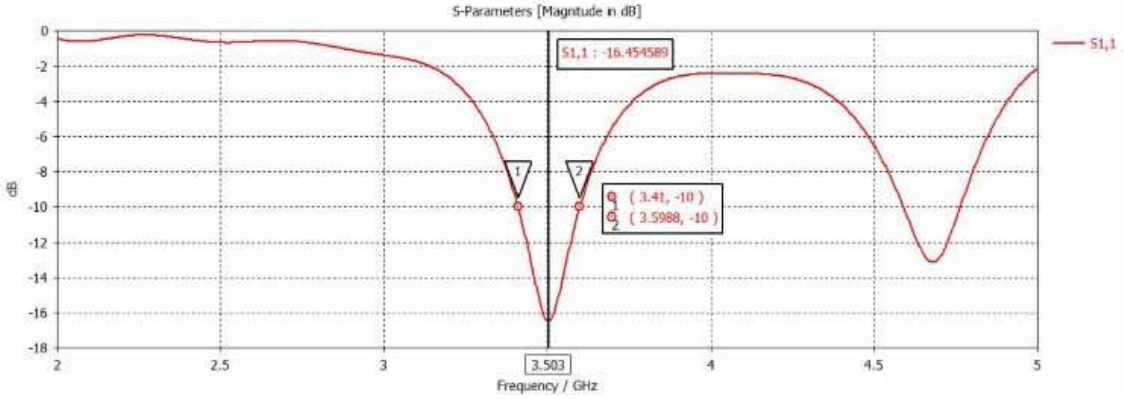
Do realizacji bezprzewodowej łączności w tym systemie przewidziano 3 pasma częstotliwości, a mianowicie: 700 MHz, 3.5 GHz oraz 26 GHz. Najniższe pasmo, tj. 700 MHz przewidziane jest do obsługi komórek o relatywnie dużych rozmiarach, choć trzeba zauważyć, że obecnie mogą być problemy z wdrożeniem tego pasma ze względu na kolizje częstotliwościowe z Białorusią i Rosją. W takim przypadku system 5G będzie budowany wykorzystując głównie dwa środkowe pasma. Obecne anteny stacji bazowych do realizacji łączności w pasmach 900 MHz oraz 2100 MHz wykorzystują anteny dipolowe, charakteryzują się dużymi długościami (1/2λ). Jednakże anteny przenośnych terminali muszą się mieć małe wymiary aby można je było umieścić w małej obudowie. W ramach miniaturyzacji wskazanym jest aby do realizacji łączności wykorzystywana była jedna antena obsługująca oba pasma częstotliwości.

W pracy opracowano antenę mikropaskową umożliwiającą realizację łączności w obu pasmach jednocześnie, a mianowicie 3.5 GHz oraz 26 GHz. Antena zbudowana jest z laminatu FR-4 i składa się z metalowych warstw ekranu oraz łaty promieniującej, jak również z dielektryka o przenikalności elektrycznej 4,3. Widok promiennika przedstawiono na rys.1.

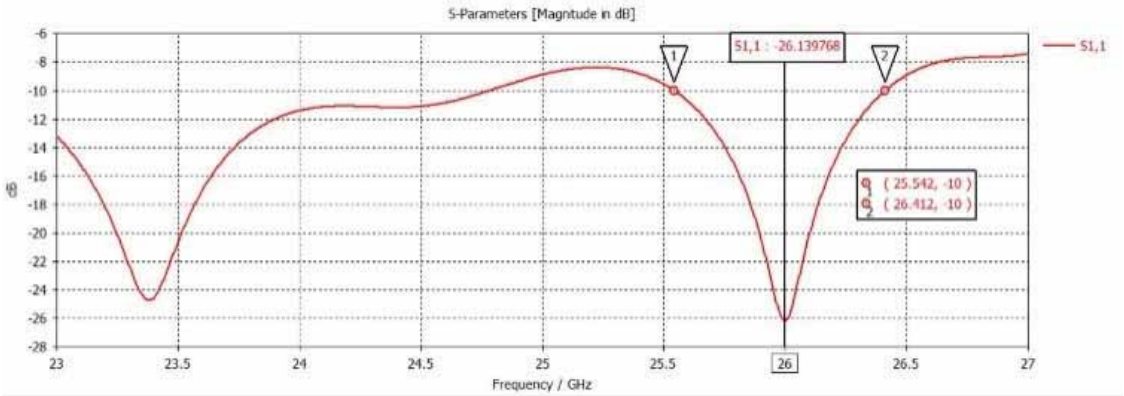


Rys. 1. Widok promiennika anteny mikropaskowej

Przedstawiona na rys. 1 łata promieniująca anteny umożliwia dobre „dopasowanie” do wolnej przestrzeni w rozważanych pasmach częstotliwości. Uzyskaną geometrię anteny wypracowano w ramach optymalizacji w programie CST Studio. Wartości współczynnika odbicia (S11), dla poszczególnych pasm częstotliwości, przedstawiono na rysunkach 2 oraz 3.



Rys. 2. Wartość współczynnika odbicia anteny w pasmie częstotliwości 3,5 GHz.



Rys. 3. Wartość współczynnika odbicia anteny w pasmie częstotliwości 26 GHz.

Przedstawione na rys. 2 i 3 wartości współczynnika odbicia dokumentują możliwość zastosowania tej anteny do łączności na obu górnych pasmach częstotliwości systemu 5G telefonii komórkowej.

Literatura

[1] Balanis C.A., “Antenna theory”, John Wiley & Sons, New York, 1997.
[2] Kubacki R., „Anteny mikrofalowe; technika i środowisko”, wyd. WKŁ, Warszawa 2008.
[3] Szóstka J., „Fale i anteny”, wyd. WKŁ, Warszawa 2001.

THE PROJECT OF AN INTEGRATED INTERACTIVE COMMUNICATION SYSTEM FOR THE PUBLIC SPACE (MULTIMEDIA TOTEM)

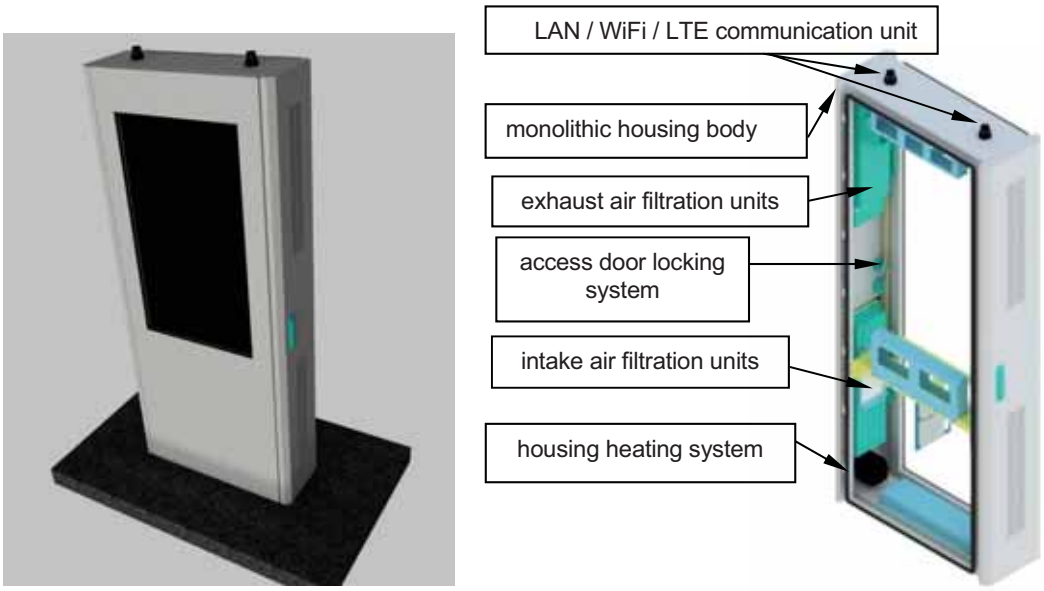
Michał WODZIŃSKI[1], Justyna SZABAT[1], Wojciech CIESIELSKI[1], Radosław KRZYWICKI[2], Paweł JANKOWSKI[2]

[1] SIGMA S.A., Jastków

[2] Netrix IT sp. z o.o., Gdańsk

Abstract
The aim of the research was to design and implement an interactive communication system in public space (Multimedia Totem). The Multimedia Totem is a device operating in the 24h / 7d mode, partially maintenance-free, with a simple, clear user interface. It has, in terms of interaction with the user using a touch panel, such functionalities as: POI search, the ability to check the current weather forecast, a web browser (with the ability to browse e.g. websites of city offices, municipalities, etc.), access to information zones (e.g. timetables, information about services or addresses, tourist attractions in the region, information about events, repertoire, etc.). An additional option is the possibility of making a postcard on a previously prepared background. In addition, an interesting option is the button that allows you to call services such as the Police or Fire Brigade via SMS to the location of the totem. The multimedia totem is also intended to display information, advertisements, advertising spots and announcements, e.g. local or city information.

The multimedia Totem (infokiosk) is a device operating in the 24h / 7d mode. Kiosks are used to search for information, multimodal communication, etc. Examples of the use of this type of devices are, among others tourist information, ticket booking, service registration, sales, point of sale advertising, voting and medical examination. Totem is constructed as a uniform or integrated with a computer screen or a touch screen (sensor) system that facilitates operation and interaction with the user. [1-2].
The device, designed as a result of the research, with dimensions 2004x866x320 mm is equipped with two LCD screens with the dimensions of 32 and 46 inches and a resolution of 1920 x 1080. High brightness displays ensure excellent readability of the displayed content in strong sunlight. LCD screens cover sheets of thick, laminated glass. The hull of the casing in the form of a monolith is equipped with a pair of access doors located on both sides of the device (Fig. 1). The housing meets the IP66 standard.



a) b)

Fig. 1. View of the device (a) and main units (b)

The device consists of the following main units, which include: monolithic housing body, 32 "LCD screen assembly, 46" LCD screen assembly, access door locking system, intake air filtration units, exhaust air filtration units, housing heating system, touch glass, service door and LAN / WiFi / LTE communication unit (Fig. 1b).

The 46" screen is designed to display information, advertising spots and announcements. Content display is managed remotely according to the display schedule. The 32 "screen is designed to operate the touch functions of the totem, such as searching for POIs, browsing websites of city or commune offices, access to information zones.

The access door locking system prevents unauthorized access to the inside of the device housing. The housing is also equipped with an inlet air filtration system that prevents dirt, liquids and unauthorized access to the inside of the housing. The housing of the device is also equipped with two semiconductor heaters for heating the housing. They are activated in two cases: when the temperature reading from the analog temperature sensor indicating the LCD matrix temperature is lower than the dew point temperature read from the digital thermo-hygro sensor and when temperature reading from the analog temperature sensor indicating the temperature of the LCD matrix is lower than 0 degrees Celsius.

The housing also has a service door that allows access to the interior of the device for periodic service of the device or replacement of damaged elements. An important element of the device is also the communication unit, which consists of the following elements: M33G routerboard board, optional LTE modem and / or Wifi card and Wifi / LTE antenna with SMA connectors.

The functional analysis of the advertising and information part of the totem was performed in accordance with the Design Thinking methodology. Design Thinking methodology used consists of the following design paradigms: focus on the customer (understanding the conscious and unconscious problems) and frequent experimentation and hypothesis testing (building prototypes and collecting the feedback from users) [3-6]. Analysis of functional requirements has been carried out in accordance with the steps illustrated in Figure 2.

Fig. 2. Design Thinking methodology

Application architecture is based on the concept of MVP (Model - View - Presenter). This model was used to organize the structure of the application, which provides a graphical user interface. This application architecture was used because it has a complex pattern responsible for ensuring that each element of the mobile application is properly separated from each other. This combination gives the application three layers, thus increasing the usability of the code: Model (represents the problem area and implements business logic), Presenter (works both at the model and view level - is responsible for the execution of logic and view state configuration) and View (passively presents data , informs the presenter about events).

Literatura

[1] Ronzhin A., Karpov A., Kipyatkova I., Železný M.: Client and Speech Detection System for Intelligent Infokiosk, In: Sojka P., Horák A., Kopeček I., Pala K. (Eds.), Text, Speech and Dialogue. TSD 2010. Lecture Notes in Computer Science, vol 6231, Springer, Berlin, Heidelberg, 2010.

[2] Vrabec J., Rozinaj G.: IQ Kiosk - Multimedia Intelligent Terminal, ELMAR 2007, pp. 203-206, 2007

[3] Batat W., Addis M.: Designing food experiences for well-being: a framework advancing design thinking research from a customer experience perspective, European Journal of Marketing, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print., 2021, https://doi.org/10.1108/EJM-12-2020-0893

[4] Frisk J.E, Bannister F.: Applying design thinking to the decision-making process: a field study in Swedish local authorities, Management Decision, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. 2021, https://doi.org/10.1108/MD-03-2020-0384

[5] Porcini M.: The world – and design – are changing, AMA Quarterly, Summer, pp. 13-15, 2018.

[6] Gekeler M.: A practical guide todesignthinking. A collectionof methods tore-think social change, Friedrich-Ebert-Stiftung India Office, 2019.

HIGH-RESOLUTION IMAGING BY ULTRASOUND REFLECTION TOMOGRAPHY

Dariusz WÓJCIK[1], Bartosz PRZYSUCHA[2], Michał GOŁĄBEK[1], Elżbieta WOŚKO[1], Tomasz RYMARCZYK[1,3], Przemysław ADAMKIEWICZ[1,3]

[1]Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

[2]Lublin University of Technology

[3]University of Economics and Innovation, Lublin

Introduction

The paper presents a new approach for the reconstruction using the data from the measurement using the ultrasound tomography on a circular tank. Inside the tank, there are located different inclusions that are measured. With the described method we were able to get good reconstruction results that show the object location, precise size, and shape which was hard to obtain with the transmission method. The potential of this method is limited to the amount of information measured with the use of transducers. The 30 ms reconstruction time allows for almost real-time reconstruction if only the measurement is made fast enough. We plan to further develop this method with the use of other peaks and also with the combination of machine learning and transmission tomography to recover information missing due to the other object inside the tank.

Measurements were done with the use of the constructed device that is capable of generating and then measuring ultrasound signals with the use of replaceable transducers. The idea of the constructed tomograph is to deliver a fairly simple and cheap device that can be used in industry to monitor dynamical processes of multi-phase flows in pipes and mixing tanks. The reflective ultrasound tomograph is designed in a modular manner. Modular design allows for easier and faster testing of key system components. In addition, it creates the possibility of using ready-made modules in future projects and also limits the risk of damaging the whole device to its certain modules. The first module consists of the main board combined with an analog signal conditioning board and a liquid crystal display. The second module consists of a high voltage driver together with a 64 channel multiplexer. The communication with a computer is performed through the USB HS 2.0 standard, additionally, it is possible to connect external storage devices such as micro SD cards and USB portable drives. The build device is shown in Figure 1.

Fig. 1. The developed 64 channel reflective ultrasound tomograph

Results

The example reconstruction with the objects of different shapes located at the center of the tank is showed in Fig. 2 (on the left column). The measurement was obtained with the use of 32 transducers and reconstruction was performed on a 128×128 pixels grid. The time that is bedded o to obtain the matrix J is below 1 s, which

can be computed once and stored on a this for later use. The reconstruction with the use of J matrix takes around 20-30 ms on a 128×128 pixel grid. This allows the getting reconstruction images with up to 30 frames per second. The location, shape, and size of the inclusion can be easily recovered. The resulting reconstruction is superior in comparison to the transmission method, Fig. 2 (on the right column).

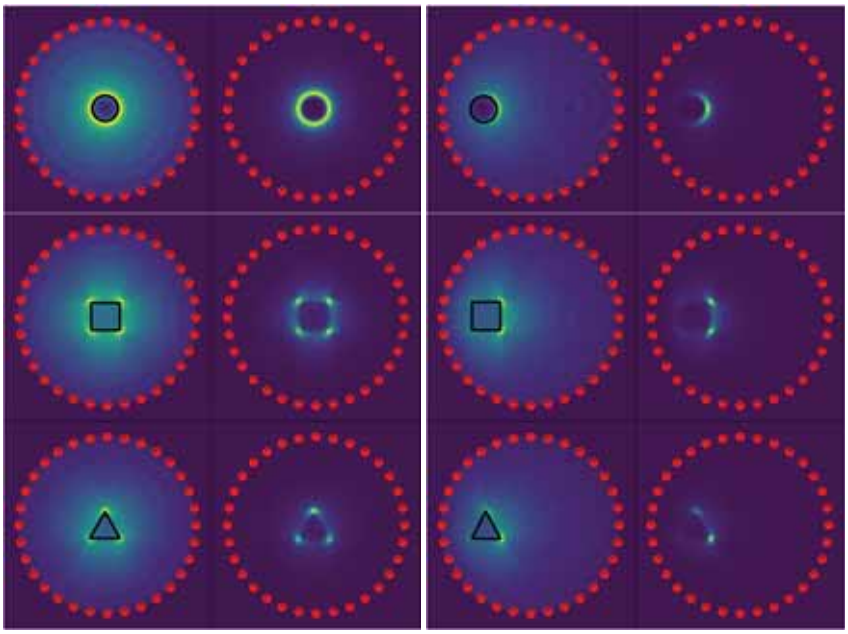


Fig. 2. Reconstruction obtained with the objects of different shapes located at the center of the tank (left), and for objects located close to the edge of the tank (right)

Due to the fact, that the object located close to the edge of the tank can be effectively measured by a lower number of transducers, the resulting image will lack some details close to that edge. This is visible in Fig. 3. Unfortunately, this is a result of the lack of information and the reconstruction quality can be improved with a larger number of transducers. In the case of multiple inclusions, the location and the shape of inclusions can be still recognized but are of lower quality due to the lack of information. The objects are effectively shielding each other, and the reflection cannot be measured if the other object is in front of the receiver-transmitter pair.

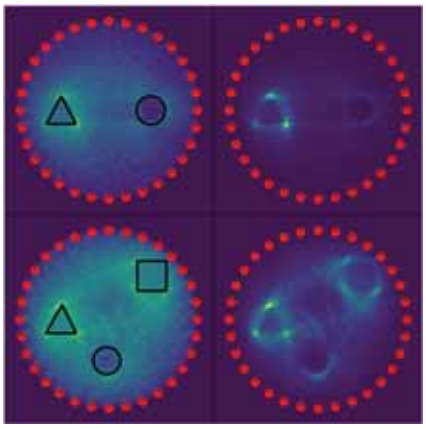


Fig. 3. Reconstruction obtained with the three inclusion in the test tank (left). On the right panel the reconstruction is shown after the non-linear filtering

References

[1] J. Nebeker and T. R. Nelson, "Imaging of sound speed using reflection ultrasound tomography" *Journal of Ultrasound in Medicine*, vol. 31, no. 9, pp. 1389–1404, Sep. 2012. [Online]. Available: https://doi.org/10.7863/jum.2012.31.9.1389

A PORTABLE IMPEDANCE TOMOGRAPHY SYSTEM FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Dariusz WÓJCIK[1], Barbara STEFANIAK[1], Michał WOŚ[2], Bartłomiej KICZEK[3], Tomasz RYMARCZYK[1,4], Michał OLESZEK[1]

[1]Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

[2]Medical University of Lublin

[3]Maria Curie-Sklodowska University in Lublin

[4]University of Economics and Innovation, Lublin

Introduction

A portable electrical impedance tomography (EIT) system has been developed at Research and Development Center NETRIX for biomedical applications. The chest belt is a portable device to made of elastic material with 32 round electrodes installed. The wearable device is based on its predecessor, smart EIT and could measure the biological tissue in a high accuracy at low cost [1-7]. The calculations were made for the defined model by solving the inverse problem. The finite element method was used to solve the problem. The platform consists of a data collection device and an aggregation and processing mechanism to generate useful information for diagnostic purposes or to pre-monitor physiological changes in the body. The tomographic data collection has to be as fast as reliable, to take into account the algorithms with almost real-time update. The applied algorithms of electrical reconstruction of impedance tomography solve the problem inverse with adequate accuracy. The results in Figures 1 and 3 show the reconstructed image for impedance tomography. Our numerical model relies on the minimization of the functional, determining the simulation and the form of the sensitivity matrix.

Functional function:

$$E(\phi) = \frac{1}{2}\int_{\Omega} \varepsilon\,(v)\|\nabla\phi(v)\|^2 dv \quad (1)$$

Simulation:

$$p_{nm} = \left|\int_{\Omega^{em}} \varepsilon \frac{\partial \phi^m}{\partial \vec{n}} d\omega\right| = \left|\int_{\Omega^{em}} \varepsilon \nabla\phi^m \cdot \vec{n}\, d\omega\right| =$$
$$= \left|\int_{\Omega^{em}} \varepsilon \begin{bmatrix} \frac{\partial \phi^m}{\partial x} & \frac{\partial \phi^m}{\partial y} & \frac{\partial \phi^m}{\partial z} \end{bmatrix} \cdot [n_x \quad n_y \quad n_z] dxdydz\right| \quad (2)$$

Sensitivity matrix:

$$\begin{aligned} C_{mn} = -\frac{detJ}{6V^2} \quad & \Big(\textstyle\sum_{i\in I}\left(\sum_{j\in I}\phi_i^n J_{ij}^{-1}\right)\left(\sum_{k\in I}\phi_k^m J_{ik}^{-1}\right) + \\ & +\phi_4^n\phi_4^m \textstyle\sum_{i\in I}\left(\sum_{j\in I} J_{ij}^{-1}\right)\left(\sum_{k\in I} J_{ik}^{-1}\right) + \\ & -\phi_4^n \textstyle\sum_{i\in I}\left(\sum_{j}\phi_j^m J_{ij}^{-1}\right)\left(\sum_{k\in I} J_{ik}^{-1}\right) + \\ & -\phi_4^m \textstyle\sum_{i\in I}\left(\sum_{j}\phi_j^n J_{ij}^{-1}\right)\left(\sum_{k\in I} J_{ik}^{-1}\right)\Big) \end{aligned} \quad (3)$$

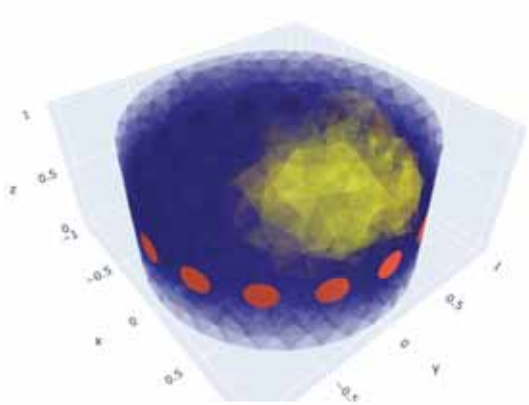


Fig. 1. Simulation with spherical inclusion

Fig. 2. Visualization of slices for the reconstruction with Gram Schmidt regularization

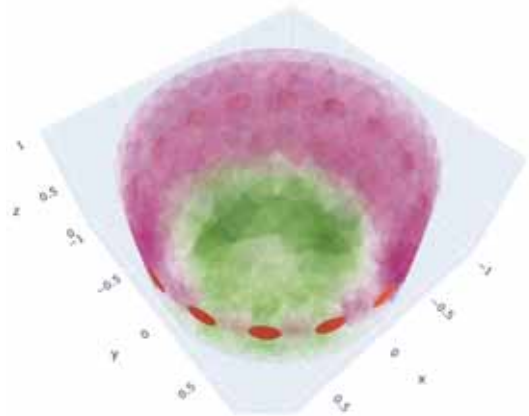


Fig. 3. Gram-Schmidt regularization reconstruction with parameter 1e-4

References

[1] T Rymarczyk, A Kosior, P Tchórzewski, and A Vejar. 2021. Image reconstruction in electrical impedance tomography using a reconfigurable FPGA system. Journal of Physics: Conference Series 1782, 1 (Feb 2021), 012033. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1782/1/012033

[2] T. Rymarczyk, E. Kozłowski, P. Tchórzewski, G. Kłosowski, and P. Adamkiewicz. 2020. Applying the logistic regression in electrical impedance tomography to analyze conductivity of the examined objects. International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics 64 (2020), S235–S252. https://doi.org/10.3233/JAE-209520

[3] T. Rymarczyk, E. Kozłowski, and G. Kłosowski. 2018. Object Analysis Using Machine Learning to Solve Inverse Problem in Electrical Impedance Tomography. In 2018 IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques(IST).1–6. https://doi.org/10.1109/IST.2018.8577193

[4] T. Rymarczyk, E. Kozłowski, and G. Kłosowski. 2020. Electrical impedance tomography in 3D flood embankments testing – elastic net approach. Transactions of the Institute of Measurement and Control 42, 4 (2020), 680–690. https://doi.org/10.1177/0142331219857374 arXiv:https://doi.org/10.1177/0142331219857374

[5] T Rymarczyk, K Polakowski, and J Sikora. 2021. PDE-solved by boundary element method for electrical impedance tomography. Journal of Physics: Conference Series 1782, 1 (feb 2021), 012030. https://doi.org/10.1088/1742- 6596/1782/1/012030

[6] X.-D. M. Xu-Qin Jiang and D. Feng. 2016. Air pollution and chronic airway diseases: what should people know and do? Journal of Thoracic Disease 8 (Jan. 2016), E31–E40. https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.11.50

[7] E. Fraser. 2020. Long term respiratory complications of COVID-19. The British Medical Journal 370 (Aug. 2020), m3001. https://doi.org/10.1136/bmj.m3001

FAULT-TOLERANT DTC IM SYSTEM UNDER STATOR WINDINGS FAULTS

Mykhaylo ZAGIRNYAK, Andrii KALINOV, Viacheslav MELNYKOV

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk

Introduction

An AC variable-frequency electric drive (ED) with an induction motor (IM) is the basis for the design of many engineering systems acting by the progressive and rotational principle. Despite their simplicity and reliability, IMs are subject to many failures due to a number of problems, such as overloads, mechanical vibrations and loads, power quality, harsh operating conditions or manufacturing defects. Research [1] reveals that up to 38 % of IM failures are caused by stator winding failures. It is known that damage to the stator winding begins with a short circuit, including several turns in the coil, and then it leads to a dangerous short circuit between two phases or a phase-to-earth short circuit (IM frame). The termination of the operation of ED systems, due to the occurrence of the above problems, can result in a violation of the safe operation of equipment, as well as significant economic losses in case of accidents at facilities with a non-stop cycle of operation. Based on this, the development and use of fault-tolerant control systems (FTC) for frequency control systems of three-phase IM is of particular interest.

The research method and results

A large number of FTC methods and systems are known at present [2]. So, in [3] it was proposed to use the variable component of the electromagnetic torque to compensate for the oscillations of the damaged IM torque in the classical direct vector control (FOC). The received signal is fed to the input of the regulator of the torque-generating component of the stator current in the speed control channel. Using this approach allows one to reduce the variable component of the electromagnetic torque of the motor to an acceptable level.

The presence of the IM electromagnetic torque control loop in direct torque control (DTC) systems makes it possible to modify this method. Then the calculated value of the variable component of the electromagnetic moment $\widetilde{T}_e$ is fed to the input of the relay torque regulator in the channel for controlling the angular rotation frequency. Accordingly, the signal for setting the electromagnetic torque will be defined as:

$$T'_{e(ref)} = T_{e(ref)} - \widetilde{T}_e .$$

The functional system of the proposed DTC system with the function of compensation for the variable component of the IM electromagnetic torque is shown in Fig. 1.

Research of the operating modes of the proposed FTC system was carried out for 4A112M4UZ IM: Pr = 5.5 kW; nr = 1445 rpm; $cos\ \varphi$ = 0.85; η = 85.5 %. VS-15ETH06PBF diodes were used as the power switches of the unregulated rectifier (DC $IF(AV)$ = 15 A, open voltage VF = 1.3 V), IRG4PC50UD AVI transistors (collector current IC = 27 A, voltage between collector and emitter $VCE(on)$ = 1.65 V, reverse diode forward current IFM = 25 A, open voltage VFM = 1.2 V). The following modes were researched in the paper: mode 1 (phase A asymmetry of 5 %); mode 2 (phase A asymmetry of 10 %); mode 3 (phase A asymmetry of 5 %, and phase C asymmetry of 3 %); mode 4 (phase A asymmetry of 10 %, phase C asymmetry of 7 %).

The root-mean-square (RMS) values of the variable components of the IM electromagnetic torque and the active power consumed from the network for the indicated cases of damage to the IM stator windings are compared in Fig. 2.

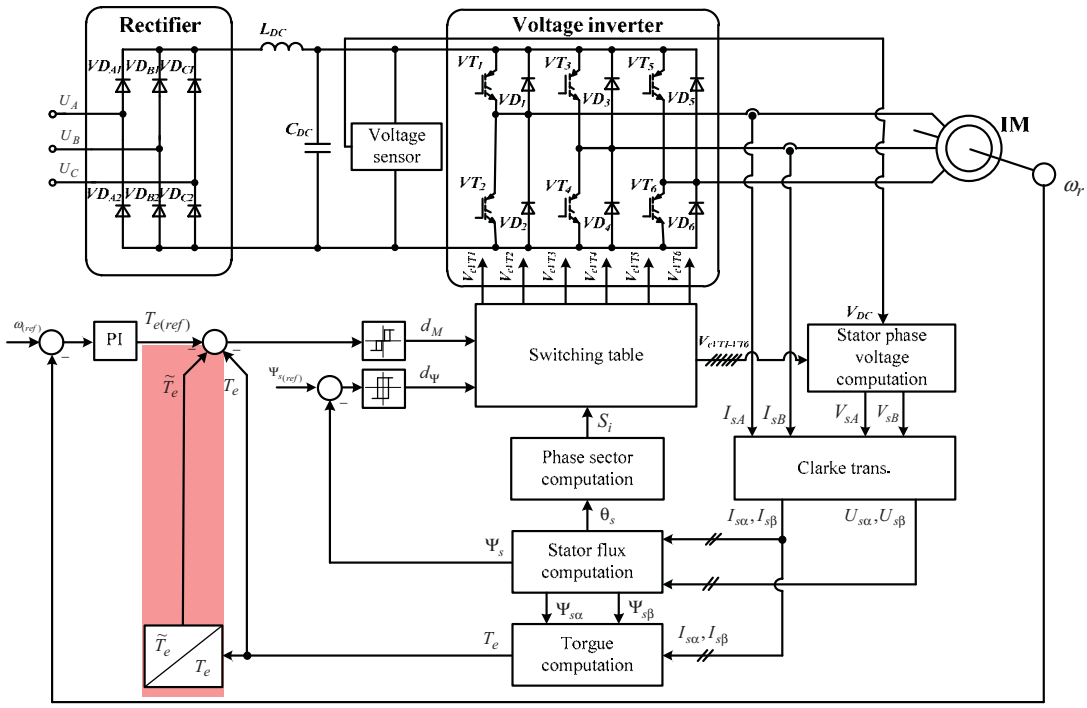


Fig. 1. A functional diagram of the DTC system with the function of compensation for the variable component of the electromagnetic torque of the IM

a) b)

Fig. 2. The variable components of IM electromagnetic torque (a) and active power consumed from the network (b)

The research has revealed that the use of the presented FTC system makes it possible to reduce the variable component of the electromagnetic torque by an average of 50 %, and the variable component of active power consumed from the network by an average of 35 %, in case of damage both in one phase and in two phases.

Conclusions

The FTC system has been developed for an induction motor based on an ED with a DTC with a function of compensation for the variable component of the electromagnetic torque. The proposed method of IM fault-tolerant control enables reducing the variable component of the motor electromagnetic torque to an acceptable level, while there is a slight decrease in the variable components of the consumed power and losses in the power section of the variable-frequency ED.

References

[1] Mirafzal B.,: Survey of Fault-Tolerance Techniques for Three-Phase Voltage Source Inverters, IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 61, pp. 5192-5202, 2014.

[2] Zagirnyak M., Melnykov V., Kalinov A.,: The review of methods and systems of the fault-tolerant control of variable-frequency electric drives, Przeglad Elektrotechniczny, vol. 95, no. 1. pp. 141-144, 2019.

[3] Zagirnyak M., Kalinov A., Melnykov V., Kochurov I.,: Correction of the operating modes of an induction motor with asymmetrical stator windings at vector control, 2015 International Conference on Electrical Drives and Power Electronics (EDPE), pp. 259-265, 2015.

THE REGULATION OF THE PARAMETERS OF AN ELECTROHYDRAULIC COMPLEX WITH INCREASED CONTROLLABILITY IN UNSTEADY MODES

Mykhaylo ZAGIRNYAK, Tetyana KORENKOVA, Viktoriya KOVALCHUK

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk

Introduction

During the operation of centrifugal pumps of electrohydraulic complexes (EHC), unsteady modes of their operation are possible, the reasons for which include cessation of the supply of electricity to the electric drive (ED) of the pump, disconnection/activation of individual pipelines or their sections, a sharp change in the size of opening of shut-off valves, etc. [1, 2]. Such modes are accompanied by the development of wave processes in the hydraulic system, which result in pressure swings, surges, premature wear of electro-hydraulic equipment.

Modern EHCs represent a system with low controllability of parameters due to the weak interconnection between the operating modes of the pumping unit (PU) and the technological process, the absence of efficient means of controlling the electric drive of pumps and shut-off control valves in unsteady (emergency) modes of operation.

In most cases, the dynamic properties of the pump are considered for the pumping mode of a centrifugal machine, which is only a part of the possible modes of operation. However, pumping equipment is characterized by modes that are similar to electric machines – their reversibility when changing the sign of hydraulic power [3]. The prospect of using braking modes to control pumping plants (PP) in the event of emergency power outage deserves the closest attention.

The research method and results

Reversible centrifugal pumps operate in a wide range of power conversion modes [3]. With a negative value of flow, head and rotation frequency, the pump operates as a normal turbine giving power to the motor shaft. With a positive value of head and flow, but the opposite direction of rotation, the pump operates as a reversible one giving energy to the fluid flow. With a positive head and rotation frequency, but a negative flow, the pump operates as a hydraulic brake, dissipating the energy received from both the flow and the motor.

The mathematical description of the four-quadrant pump characteristics when operating on a hydraulic network with back pressure and changing the direction of flow and rotation frequency is of the form:

– head-discharge characteristic

$$H(Q) = sign(\nu)A_2\nu^2 + B_2\nu Q + sign(Q)C_2Q^2; \quad (1)$$

– power characteristic

$$P(Q) = sign(\nu)A_3\nu^2 Q + sign(Q)B_3\nu Q^2 + D_3\nu^3; \quad (2)$$

– head-discharge characteristic of the pipeline network

$$H(Q) = H_{st} + sign(Q)R_{net}Q^2 \quad (3)$$

where H, Q, P – head, discharge and power on the pump shaft, respectively; H_{st} – static counter pressure; R_{net} – active hydraulic resistance of the pipeline section; A_2, B_2, C_2, A_3, B_3, D_3 – coefficients of approximation of the published characteristics of the pump;

ν – relative rotation frequency of the pumping plant; $sign(\nu)$, $sign(Q)$ – sign functions of the relative rotation frequency and flow of the pump, respectively.

The graphs of full characteristics of the centrifugal pump with parameters: $P_n = 760$ kW; $\eta_{max} = 0.75$ $Q_n = 0.556$ m^3/s; $H_n = 100$ m; $n_n = 980$ rev/min; $A_2 = 118$, $B_2 = 20.384$, $C_2 = -94.888$ $A_3 = 1181.818$, $B_3 = -619.835$, $D_3 = 150$ during its operation for a pipeline with counter pressure and the change of the direction of liquid flow are shown in Fig. 1.

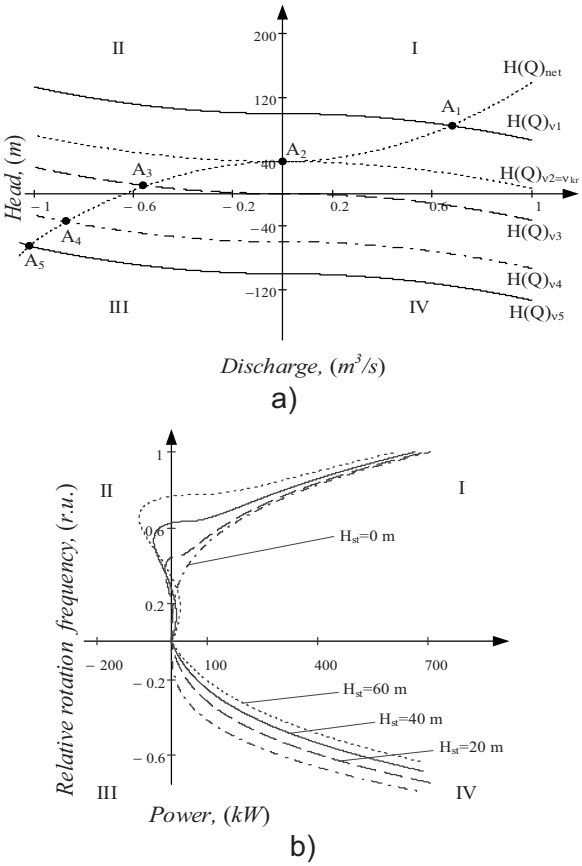


Fig. 1 Four-quadrant characteristics of the pump: head-discharge a) and curves showing the change of power on the shaft depending on the relative rotation frequency b)

The points of intersection of the pump characteristic with the pipeline characteristic (Fig. 1, a) in different quadrants of the coordinate axes correspond to different operating modes of the turbo mechanism: p. A_1 – pump mode $\nu_{kr} < \nu \le 1.0$, in which the head developed by the pump is spent on lifting water to height H_{st} and overcoming hydraulic resistances of the pipeline; when rotation frequency decreases, the PP flow and head sharply decrease and at p. A_2 at $\nu = \nu_{kr}$ the pump flow equals to zero; in the mode of liquid counter flow, when $\nu < \nu_{kr}$, the impeller is decelerated by the flow of the reverse (turbine) direction, the pressure in the head pipeline increases, the rotor rotation frequency decreases to zero (p. A_3); after an instant stop the rotor of the electric motor begins to rotate in the opposite (turbine) direction ($\nu < 0$) and PP switches to a turbine mode (p. A_4, т. A_5).

The analysis of curves (Fig. 1, b) revealed that, when switching to turbine operation, the power curves pass in the fourth quadrant. The more H_{st} is the wider the area of the PP operation mode with the reverse of the liquid supply in the pipeline is. The foregoing confirms the possibility of efficient use of hydraulic energy in the EHC in emergency operation modes using a four-quadrant power converter as part of a variable-frequency ED.

Conclusions

It has been shown that a promising direction for increasing the controllability of the electro-hydraulic complex consists in the use of reversible operating modes of hydraulic and electric machines, which expand the control capabilities of the pumping unit.

A mathematical apparatus has been proposed for calculating the four-quadrant characteristics of pumping units when changing the direction of the rotational speed of the drive motor and when reversing the liquid supply. This made it possible to determine the conditions for switching the hydraulic machine to the turbine mode of operation with the possibility of recuperating the energy of the electric motor in the braking mode.

References

[1] Pejović S., Boldy A. P., Obradović D.,: Guidelines to hydraulic transient analysis, Belgrade, Technical Press, 1987, 146 p.

[2] Ellis J.,: Pressure transients in water engineering: A guide to analysis and interpretation of behavior, London, United Kingdom, Thomas Telford Publishing Ltd 2008, 540 p.

[3] Ahonen Tero,: Monitoring of centrifugal pump operation by a frequency converter, Thesis for the degree of Doctor of Science (Technology), Finland, 2011.

INDUCTION MOTOR CONDITION MONITORING USING PYTHON-BASED SYSTEM

Mykhaylo ZAGIRNYAK, Dmytro MAMCHUR, Serhii HUSACH

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk

Introduction

The work proposes method for induction motor diagnosis and evaluating remained lifetime using Python-based diagnostic system. Developed algorithm and methods allows one to provide efficient condition evaluation using currents and voltages signal analysis. Using non-intrusive methods reduce total operational costs and make system flexible and consistent. Timely diagnosis helps to prevent serious breakings, switch maintenance approach from long and expensive scheduled repairs to maintenance on requirement. Based on provided researches and gained statistics it was indicated induction motor units that cover most of breakings and may be used as an indicator of its condition. Diagnostic system can be modified to include other units that make it flexible and efficient.

Research Methods and Results

Induction motors (IM) are so commonly used due to their reliability and simple construction. However they demand proper operation conditions and any deviations may lead to significant reduction of their lifetime or untimely breakings. Predictive maintenance based on received and analyzed motor parameters helps to provide maintenance only when it is needed instead of using a scheduled repairing. Analyzing voltage and current signals gives information about the incoming power supply quality and different deviations that can be tracked by harmonics in these signals [1].

Chosen diagnosis methods covers most common IM failures. Insulation overheating needs to be tracked because it has significant influence on IM lifetime. Online power supply monitoring allows monitoring operation conditions and defines if it stays in a range that was rated and supposed to be optimal. Another common reason of breaking relates to the bearings and should be tracked as well to keep condition monitoring efficient.

Development of such system is an important engineering task that may be performed using different tools. Implementation of modern programming languages to solve this task could help to create a system that include all required calculations and provide simple and informative user interface. The use of such approach gives opportunity to modify algorithm with new blocks for other IM units, cover more breaking types and make diagnosis process more efficient [2].

According to statistics and analyzed researches, most of IM breakings are related to stator windings and bearings faults. Power supply quality is important parameter that must be tracked to prevent untimely breakings also. Among the methods for IM condition diagnostics it was chosen current and voltage signals analysis because this approach allows one to receive all necessary data about IM condition in online mode and gives enough information to forecast its exploitation conditions under current operational parameters.

The analysis of IM electrical signals makes it possible to evaluate condition of those IM parts that require most careful supervision. IM insulation condition is one of the most common and important parameters that should be analyzed. Montziger's rule describes changes in insulation lifetime depend on its temperature and insulation class:

$$T = T_0 \cdot 2^{\frac{v}{\Delta v}} = T_0 \cdot e^{-0.0866\theta(i)} \quad (1)$$

where θ(i) is insulation temperature, ◦C; T is the calculated insulation lifetime for given temperature; T0 is the insulation lifetime with rated temperature; Δ ν = 8◦C

Insulation temperature parameter may be calculated using the following equation:

$$\theta(\mathrm{i}) = \theta_n \frac{\Delta P_{gr}(i)}{\Delta P_{gr_n}}, \mathrm{i} = 1,2..\mathrm{N} \tag{2}$$

where θn is the rated temperature for certain insulation class, Pgr(i) are the actual heating losses, Pgrn is rated heating losses.

Thus, basing on presented equations, it is possible to evaluate motor insulation lifetime basing on current operational parameters and using electrical signals for insulation overheating computation.

Another parameter that requires monitoring is power supply quality. It causes additional losses and costs expenses during the IM exploitation with parameters deviation.

Additional power losses caused by asymmetry can be evaluated using the following equations:

$$\Delta P_{n\,sym} = 2{,}41 \cdot k_n^2 \cdot \Delta P_{nom} \cdot \varepsilon_2^2 \tag{3}$$

$$\Delta P_{n\,sym} = \Delta P_{nom} \cdot k_n^2 \sum_v \left(\frac{U_v^2}{v}\right)^2 (\sqrt{v} + \sqrt{v \pm 1}) \tag{4}$$

where ΔPnom are the power losses with acceptable power supply quality parameters; kn is starting current ratio; ε2 is reverse sequence coefficient; Uv is the v-harmonic voltage.

Thus, presented equations could be used to evaluate additional losses caused by power supply low-quality, and are useful for IM monitoring system to evaluate its additional overheating.

Bearings condition and breakings may be evaluated in different ways. Measuring vibrations in IM gives information about their condition, but motor current signature analysis may be used to detect deviations in bearings by harmonics. Signals received from sensors are used for evaluating bearings condition and provide recommendations for necessity and urgency of its repairing. Bearings defects lead to the vibrations that may be detected via current signals because of vibrations in rotor and changes in air gap between rotor and stator [3].

These vibrations cause harmonics that can be defined using the following equation:

$$f_{brg} = [f_s \pm m f_{i,o}] \tag{5}$$

where m = 1, 2, 3…; fi,o is specific vibration frequency, that depends on bearing size:

$$f_{i,o} = 0{,}5n \cdot f_v [1 \pm \frac{bd}{pd \cdot \cos(\beta)}] \tag{6}$$

where n is balls amount in the bearing, fv is the rotor rotational speed Hz, bd is the ball diameter, pd is the distance between the balls, β is the contact angle between the ball and its race.

Analysis of these harmonic presence provide information about additional losses and overheating in motor caused by bearing vibrations, and their value could be used to analyze necessity of IM bearing replacement.

Combination of these parameters gives enough information to make conclusions about condition of most important IM units responsible for the biggest number of caused faults. Based on Montziger's rule it is possible to calculate chart that reflect expected IM lifetime and recommendations for its maintenance schedule. Deviations in power supply are reflected as additional costs during the IM exploitation. Tracking changes in bearings vibrations may influence on repairing schedule to make it more accurate and prevent unexpected and costly repair.

Basing on diagnosed IM simulation model it was developed a chart that reflects costs of IM exploitation, repairs and replacement. This approach allows one to forecast total IM wear out, suggesting the moment when IM should be replaced which helps to reduce costs for its exploitation in a long-term period because of avoiding often repairs, idle time and breakings. Related software for IM monitoring and forecasting system were implemented using Python programming language.

Conclusions

In this paper it was provided results of research in the field of IM condition evaluation methods and developing Python-based diagnosis system. Methods that were used in this research allow one to estimate IM conditions

based on diagnostics of its most important units. Providing such analysis allows one to consider such approach as a reliable source of information about current IM condition and make forecasting suggestions for its subsequent exploitation. Replacing standard repairing schedule with proposed diagnosis system significantly reduces exploitation costs and increase financial efficiency of IM exploitation basing on its current operational mode. Recommendations generated by proposed system provides information about deviations in IM parameters and expected expenses caused due additional losses and faulty operational modes, which helps to plan repairing or replacement of the equipment. Online diagnosis system based on current and voltage signals analysis shows that it is informative and efficient way to optimize IM maintenance.

References

[1] M. Zagirnyak, D. Mamchur, A. Kalinov. "A comparison of informative value of motor current and power spectra for the tasks of induction motor diagnostics", 16th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition, PEMC 2014, 2014, pp. 540−545.

[2] Zakladnoy A. N., Zakladnoy O. A. "Methods for evealuation induction motors lifetime", Energetics and electrification, vol. 4/2010, pp. 63–67, 2010. (in Russian)

[3] M. Zagirnyak, D. Mamchur, A. Kalinov. "A comparison of induction motor diagnostic methods based on spectra analysis of current and instantaneous power signals, Przeglad electrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 88 NR 12b/2012

ACCOUNTING FOR CHANGES IN THE STATE OF BEARINGS DURING THE OPERATION OF ELECTRIC MACHINES

Mykhaylo ZAGIRNYAK, Viacheslav PRUS, Oleksandr SOMKA, Alyona NIKITINA

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

Introduction

A general feature of the aging of rotating electric machines (EM) during operation consists in the manifestation and development of their constructive and parametric asymmetry, both electrical and magnetic. The main reasons for this include the spatial redistribution of the magnetic and electrical properties of the laminated cores and the presence of local damage to the windings in the form of turn-to-turn short circuits. Additional changes are introduced by the presence of static or dynamic eccentricity of the rotor, which is mainly expressed via the value and features of its deflection. At the same time, changes in the properties of bearing assemblies (BA) are often not taken into account. The main reason for this simplification consists in the fact that their basic elements – bearings are to be replaced during EM maintenance and overhauls, and the current deterioration of their properties, manifested in an increase in heating and vibration is believed to have practically no effect on the parameters and state of EM on the whole. In fact, these phenomena cause significant changes in the EM magnetic field due to the formation of an uneven dynamically changing air gap. They also affect the reliability of the windings due to the formation of an uneven distribution of the vector of the magnetic force radial component. That is, the state of the bearings directly determines the development of various types of asymmetry in EM and should be taken into account both in field calculation models and in calculating their reliability. Accordingly, the purpose of the paper is to form a generalized approach to taking into account the determination of the state of bearings and the degree of its influence when the EM mean time between failures changes.

Materials and research results

At present, BA remains the least researched structural elements of EM in terms of features of change and determination of their current state. To create reliable design models, it is necessary to pre-assess the features of bearing wear and destruction of BA in normal operation. The initial conditions for the calculations include information about the change of rotor loads on BA, which corresponds to the task of researching different types of imbalance in case of violation of BA rigidity. According to the current standards, the imbalance of the rotor made of absolutely rigid material mounted on absolutely rigid supports results in the vibration of their pins with the rotor rotation frequency relative to the geometric centers of the bearings and is characterized by three load modes, which depend on the imbalance factor and cause different wear modes [1].

In accordance with the task, main causes of defects were assessed, and the research conditions met the features of the typical installation of bearings used in the EM of the main dimensions of industrial series [2]. If different types of eccentricity of BA are caused by the loss of rigidity of the assembly structure, primarily due to damage to the bearings, conditions are created for further breaking of their seats by increasing the force of one-sided magnetic gravity, which can vary tenfold.

In experimental research it was taken into account that the load on BA is usually manifested in changes in the value of the transverse force and the force of one-sided magnetic gravity, and the nature of their impact on the supports is determined by the angle of its application. The results of the research of the bearings of the first light series are summarized in Figs. 1, 2. Their presentation in this form makes it possible to specify the relative change in vibration velocity ν^* (lower dependence) and maximum peaks of shock pulses ν^*_{max} (upper dependence) at each stage of development of BA defects. The upper limit of the allowable vibration velocity for the EM dimension corresponding to the researched bearings is taken as the base level.

A faster increase in value ν^*_{max} was confirmed in comparison with ν^* at stage 0–1, which further increases with increasing temperature due to increased friction in the absence of lubrication, with a slower change ν^* in comparison with ν_{max} in the degradation zone 4-5.

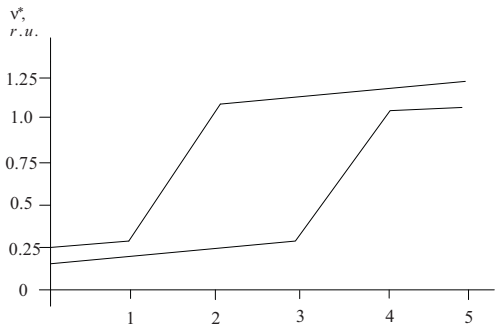


Figure 1. Change of ν^* and ν^*_{max} during the development of bearing defects

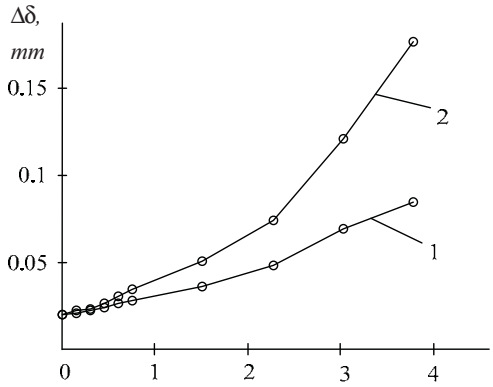


Figure 2. Relationship between bearing temperature and change $\Delta\delta$

It should be noted that in this case value ν^*_{max} exceeds the upper limit of the allowable vibration velocity at stage 1-2, and this fact is stated earlier in the absence of lubrication, i.e. the connection with the bearing assembly temperature θ_b is obvious and ν^* reaches this value at stage 3-4 under the same conditions.

As to temperature dependences, according to Fig. 2, its connection with the development of defects is not so clear. However, in any case, it is a determining factor in the bearing wear in the operating time corresponding to stage 0-1 in Fig. 2. The lack of lubrication significantly affects this process, accelerating it by about 1.1-2.3 times, which corresponds to curves 1 and 2. This effect increases to 2.1-2.2 times with a simultaneous increase in vibration at operating times corresponding to the areas after point 1.

As a result of tests, it is possible to obtain the multifactor models describing the forecasted mean time T between failures and the maximum movement $\Delta\delta$, μm, in the radial direction, which characterizes the amount of eccentricity and is a consequence of development of beating, depending on excess of temperature θ_b and vibration ν of bearings. The former, together with dependences obtained in accordance with Figs. 1, can be used in fuzzy reliability models. The latter allows taking into account the state of the bearings in the field calculations.

As a result, the state of BA, according to [3, 4], can be expressed by the aging function of bearings of a certain series used in the EM of the corresponding power range.

The results obtained for bearings of arbitrary size from the selected series, can be transferred to bearings of other sizes, taking into account the peculiarities of their similarity within the series, due to geometric parameters that directly take into account the overall strength of the structure.

Conclusions

1. The efficiency of determining the state of bearing assemblies due to the relative indicators of vibration components and overheating temperature has been proved, which makes it possible to clearly characterize the stages of their degradation and to create reliable models for determining the predicted mean time between failures and maximum radial displacement.
2. The possibility and principles of generalization of the results obtained for bearings of arbitrary size of the researched series with bearings of other sizes have been determined, taking into account the peculiarities of their similarity within the series due to geometric parameters that directly take into account the overall strength of the structure.

References

[1] Gareiev A. M. Dynamic balancing of rotors. – Samara: *Ministry of Science in Russia, S. P. Koroliov State Aerospace University*, 2012. – 39 p.
[2] Gurin Ya. S., Kuznetsov B. I. Design of series of electrical machines. – M.: *Energiia*, 1978. – 480 p.
[3] Hamid A. Toliyat, Subhasis Nandi, Seungdeog Choi, Homayoun Meshgin-Kelk. Electric Machines: Modeling, Condition Monitoring, and Fault Diagnosis. October 30, 2012 by *CRC Press* – 272 p.
[4] Z.A. Belluian, S.Z. Belluian. Determination of the acceleration coefficient during reliability forced tests of bearing assemblies and synchronous generators. *Proceed. of RA NAS and SIUA*. Ser. TN. 2006. T. LIX, No.2, P. 271–278.

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA TECHNOLOGII BLOCKCHAIN W OBSZARZE ROZLICZEŃ HANDLU ENERGIĄ ELEKTRYCZNĄ

Anna ZIELIŃSKA, Mikołaj SKOWRON, Andrzej BIEŃ

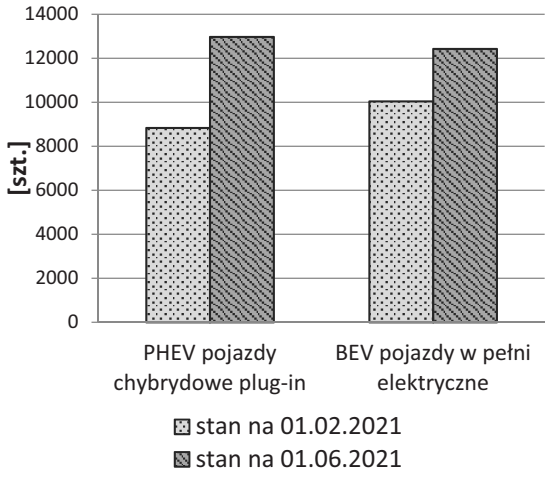
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Energia elektryczna jest towarem, który stanowi przedmiot handlu na konkurencyjnym rynku energii. Tak jak każdy inny towar energia elektryczna musi zostać wyprodukowana, następnie jest sprzedawana i dostarczana odbiorcom końcowym, tj. klientom indywidualnym, firmom i instytucjom.

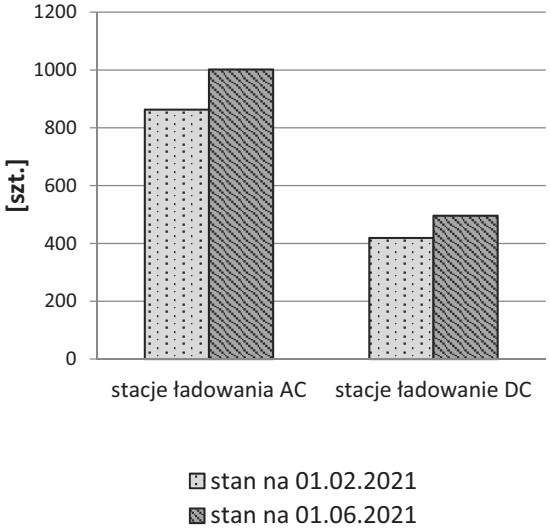
Procesy w obrębie energii zazwyczaj toczą się z udziałem operatorów systemów sieciowych oraz pośredników, którzy umożliwiają zaspokajanie potrzeb elektroenergetycznych podmiotów zainteresowanych zakupem energii, w procesy te zaangażowani są tysiące ludzi, systemy komputerowe, platformy rozliczeniowe czy banki. Opisywany artykuł skupia się na możliwości wykorzystania w rozliczeniach związanych z energią elektryczną środowiska jakim jest blockchain. To jest architektury przechowywania informacji w sposób dający gwarancję niezmienność danych historycznych. Blockchain to zdecentralizowana (bez centralnych jednostek zarządzających) i rozproszona baza danych lub rejestr transakcji lub zdarzeń, funkcjonujący jako rosnąca jednokierunkowa lista rekordów zwanych blokami, mającymi łącza do bloków poprzednich utworzonych z użyciem funkcji kryptograficznych oraz znaczników czasu. Architektura przechowuje dane (tu: ilość energii elektrycznej, zapisy księgowych) zakodowane za pomocą algorytmów kryptograficznych [1].

W artykule opisano zalety oraz możliwości zastosowania blockchain w różnych obszarach i sektorach gospodarki związanej z handlem i obrotem energią elektryczną. Celem artykułu jest przedstawienie korzyści z użycia rozwiązań bazujących na technologii blockchain i ukazanie ich przewagi nad aktualnie dostępnymi rozwiązaniami internetowymi, szczególnie w obszarze elektromobilności. Opierając się na studiach literaturowych, skoncentrowano się na implementacji rozwiązań bazujących na technologii blockchain w procesie rozliczania ładowania pojazdów elektrycznych oraz określeniu prognoz dalszego rozwoju wykorzystania synergii środowiska blockchain i elektromobilności.

Obserwując rynek energii elektrycznej i rozwijający się rynek pojazdów elektrycznych (EV) widać jak wielkie zmiany na nich zachodzą. Z roku na rok rośnie ilość samochody z napędem elektrycznym, są one również coraz tańsze a tym samym coraz bardziej dostępne dla kierowców (Rys. 1.). Rozwija się również rynek punktów ładowania. Na stacjach paliw, w centrach handlowych, przy obiektach kultury coraz częściej znaleźć można ładowarki do ładowania EV (Rys. 2). Jak opisano w pracy, w tym właśnie sektorze rynku – tj. elektromobilności, blockchain upatruje możliwości wykorzystania swoich rozwiązań z przewagą od obecnych standardów. Możliwość ładowania pojazdu elektrycznego i zapisywanie całego procesu pod względem energii i finansów na blokach, gwarantuje niezmienność danych, przejrzystość procesu i transparentność rozliczeń finansowych, dając tym samym pewność zapisu dla obydwu stron procesu. Wykorzystując do tego smart contract, czyli inteligentną umowę regulującą wszystkie warunki przebiegającego procesu, kryptowaluty jako środek płatniczy oraz element finansowy blockchain tj. Initial Coin Offering (ICO) jako narzędzie do pozyskania środków na rozwój i rozbudowę punktów do ładowania, wykorzystanie blockchain staje się alternatywą dla standardowego procesu rozbudowy punktów ładowania i rozliczania procesu ładowania EV [4].



Rys. 1. Przyrost ilości pojazdów elektrycznych w Polsce [2,3]



Rys. 2. Punkty ładowania dla pojazdów elektrycznych w Polsce [2,3]

Jak opisano w pracy, działania które mają zmierzać do uruchomienia tego typu zdecentralizowanego handlu energią podejmują już pierwsze koncerny energetyczne, tj. Vattenfall w Holandii, czy na polskim rynku Tauron i Energa oraz PGNiG. Biorąc pod uwagę, że posiadacze aut elektrycznych są małymi udziałowcami rynku posiadającymi magazyny energii, realizacja takich projektów i rozwiązań w technologii blockchain zdaje się być kluczowe dla rozwoju i możliwości jakie niesie za sobą połączenie wymienionych branż.

Kontynuując dalej synergię pojęć blockchain i energia, w pracy opisano również klastry energii oraz inne działania opisujące wdrożenia technologii blockchain w procesy rozliczania energii elektrycznej (tej pobieranej jak i produkowanej).

Kończąc opracowanie odnośnie wytycznych co do rozwoju wrócono uwagę na mechanizmy tworzenia ogólnych zasad, praw, umów jakie można zastosować do nowej technologii w ramach inteligentnych kontraktów. Na podstawie analizy oceniono przydatność inteligentnych kontraktów jako części naszego prawodawstwa. Przewidując kierunek rozwoju, stwierdzono, że zamiast jasno zdefiniowanego pojedynczego przypadku użycia, inteligentne kontrakty i technologia blockchain mogą być stosowane w wielu przypadkach na różne sposoby, z bardzo różnymi celami i okolicznościami prowadzącymi do rozwoju elektromobilności.

[1] https://pl.wikipedia.org/wiki/Blockchain (dostęp: 31.06.2021)
[2] https://www.rynekelektryczny.pl/infrastruktura-ladowania-pojazdow-elektrycznych/ (dostęp: 10.02.2021)
[3] https://www.rynekelektryczny.pl/infrastruktura-ladowania-pojazdow-elektrycznych/ (dostęp: 31.06.2021)
[4] Zielińska A, Application possibilities of blockchain technology in the energy sector, E3S Web of Conferences; ISSN 2267-1242, 2020, vol. 154, art. no. 07003, s. 1–6.

XXX SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE PTZE

12 – 15 września 2021 r.

ISBN 978-83-88131-03-5