XXXI SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE PTZE

Kliczków, 4–7 września 2022 r.

ZASTOSOWANIA ELEKTROMAGNETYZMU WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII I MEDYCYNIE

PATRONAT HONOROWY

Polska Izba Informatyki i Telekomunikacji

PIIT

Polski Komitet Narodowy Międzynarodowej Unii Nauk Radiowych – URSI

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.

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.
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY, POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, ELEKTRONIKI, INFORMATYKI I AUTOMATYKI, POLITECHNIKA ŁÓDZKA

XXXI SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE PTZE

ZASTOSOWANIA ELEKTROMAGNETYZMU WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII I MEDYCYNIE

Kliczków, 4–7 września 2022 r.

Organizacja konferencji dofinansowana ze środków Ministra Edukacji i Nauki – umowa: DNK/SP/548469/2022
Organization of the conference co-financed by the Minister of Education and Science – agreement: DNK/SP/548469/2022

© Copyright by Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu

Warszawa 2022

ISBN 978-83-88131-04-2

okładka: wykorzystana grafika autorstwa liuzishan - pl.freepik.com

POLSKIE TOWARZYSTWO ZASTOSOWAŃ ELEKTROMAGNETYZMU

XXXI SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE

ZASTOSOWANIA ELEKTROMAGNETYZMU WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII I MEDYCYNIE

Kliczków, 4–7 września 2022 r.

Komitet naukowy

Przewodnicząca:
Maria Evelina Mognaschi

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
Mykhaylo Zagirnyak

Komitet organizacyjny

Przewodniczący:
Andrzej Jąderko

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

WPROWADZENIE

Tegoroczne XXXI Sympozjum PTZE odbywa się w dolnośląskim Zamku Kliczków, w bezpośrednim sąsiedztwie Bolesławca, znanego w Polsce i nie tylko z oryginalnych wrobów ceramicznych. Historia Zamku Kliczków sięga końca XIII wieku i od jego powstania przechodzi złożone, trudne, ale i pasjonujące dzieje. Odbudowa zamku po II Wojnie Światowej stała się możliwa dopiero po zmianach ustrojowych, jakie dokonały się w Polsce w 1989 roku. Urok zamku poznacie Państwo osobiście, a jego historię podczas zwiedzania, które jest zaplanowane w pierwszym dniu konferencji. A skoro już jesteśmy przy atrakcjach turystycznych, to niewątpliwie taką atrakcją jest pobliskie miasto Bolesławiec słynące z wyrobów ceramicznych. W drugim dniu konferencji planowany jest wyjazd do Bolesławca, zwiedzanie muzeum i fabryki ceramiki.

Tradycją konferencji PTZE jest to, że każdego roku odbywa się w miejscach ważnych dla historii Polski czy regionu, ale też takich, których ranga wynika z ich niezwykłego uroku. Tradycją konferencji PTZE jest też ich zawartość merytoryczna. Tematyka spotkań, organizowanych przez Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu jest bardzo szeroka, jak szerokie i bogate są zastosowania elektromagnetyzmu. Jest też otwarta na wyzwania nowoczesności. Przyglądając się programom konferencji zaczynając od pierwszej (w 1991 roku) do obecnej można zauważyć, jak zmieniają się preferencje poszczególnych obszarów badawczych. I to sprawia, że konferencje PTZE cieszą się popularnością wśród pracowników naukowych, starszych i młodszych, ale też wśród pracowników przemyslu i administracji.

Konferencja tegoroczna odpowiada nakreślonej wyżej charakterystyce, bowiem w zbiorze nadesłanych referatów, są prace związane z klasyczną elektrotechniką, jak i te z nowymi źródłami energii, fotowoltaiką, siłowniami wiatrowymi i elektromobilnością, a z drugiej strony są w tym zbiorze (i to w dużej liczbie), prace związane z technologiami tekomunikacyjnymi, spożywczymi, biotechnologiami i zastosowaniami medycznymi. Uważam, że tak urozmaicony tematycznie program konferencji pozwoli znaleźć jej uczestniczkom i uczestnikom taką tematykę, która jest im szczególnie bliska.

Tradycją konferencji jest też uczestnictwo w niej gości spoza Polski. Historycznie patrząc uczestniczyli w naszych konferencjach Białorusini, Bułgarzy, Czesi, Grecy, Chorwaci, Japończycy, Macedończycy, Słowacy, Słoweńcy, Węgrzy i Włosi. Nie jest zatem niczym dziwnym, że Komitetowi Naukowemu w tym roku przewodniczy Pani dr Maria Evelina Mognaschi, wybitna uczona z Uniwersytetu w Pawii, Włochy. Natomiast Komitetowi Organizacyjnemu przewodniczy Pan dr inż. Andrzej Jąderko z Politechniki Częstochowskiej, uczelni od lat współuczestniczącej w organizacji konferencji PTZE. Wydaje się, ze taki polsko-włoski tandem zapewni wysoki poziom merytoryczny konferencji oraz atrakcyjność wydarzeń pozamerytorycznych.

W tym miejscu wypada podziękować wszystkim instytucjom, które współorganizują i wspierają organizację XXXI Sympozjum PTZE, a więc firmie NETRIX z Lublina i jej prezesowi dr hab Tomaszowi Rymarczykowi; Uniwersytetowi Rolniczemu w Krakowie i jego pracownikom, skupionym wokół prof. Tadeusza Juliszewskiego; Politechnice Łódzkiej i Prodziekan Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki dr hab. Ewie Korzeniewskiej; Politechnice Częstochowskiej i Dziekanowi Wydziału Elektrycznego, dr hab. Markowi Lisowi. Pomoc logistyczna i finansowa, której udzielają wymienione instytucje bez wątpienia przyczynia się do utrzymania wysokiego poziomu konferencji.

Życzę wszystkim uczestniczkom i uczestnikom XXXI Sympozjum PTZE dobrych i twórczych dni, spędzonych na prezentacji własnych osiągnięć, poznawaniu osiągnięć innych, wymianie idei naukowych, nawiązywaniu współpracy badawczej. Sądzę też, że poznanie historii regionu, jak też odrobina relaksu, jeśli tylko napięty program konferencji pozwoli, przyniosą Państwu dużo ciekawych i owocnych przeżyć.

Andrzej Krawczyk,
prezes PTZE

PROGRAM XXXI SYMPOZJUM PTZE

4–7 września 2022 r.

PROGRAMME OF THE PSAE XXXI SYMPOSIUM

4–7 September 2022

NIEDZIELA / SUNDAY (4.09.2022)

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

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (5.09.2022)

9:00 – 10:15	**OTWARCIE I SESJA PLENARNA / OPENING SESSION AND PLENARY SESSION** ***(Chairmen: Mykhaylo Zagirnyak, Tadeusz Juliszewski)***
PONIEDZIAŁEK / MONDAY (5.09.2022)	**1. Ryszard Sroka, Antoni Cieśla, Mikołaj Skowron** Elektrotechnika w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie – lata 1952–2022 *Electrical Engineering in the Academy of Mining and Metallurgy in Cracow – period 1952–2022* **2. Witold Sygocki, Ewa Korzeniewska** Rola cytowań w środowisku naukowym – ilustracja na wybranych przykładach *The role of citation in the scientific community – illustration on selected examples* **3. Paolo Di Barba, Maria Evelina Mognaschi** Głębokie sieci neuronalne w rozwiązywaniu prostych I odwrotnych problemów elektromagnetyzmu *Deep neural networks for solving forward and inverse problems in electromagnetism*
10:15 – 10:45	**Przerwa kawowa / Coffee break**
SESJA I **10:45 – 12:15**	**ELEKTROMAGNETYZM W ENERGETYCE I INŻYNIERII ELEKTRYCZNEJ / ELECTROMAGNETISM IN POWER AND ELECTRICAL ENGINEERING** ***(Chairmen: Ewa Korzeniewska, Andrzej Jąderko)***
PONIEDZIAŁEK / MONDAY (5.09.2022)	**1. Borys Borowik, Marek Kęsy** Analiza struktury geometrycznej powierzchni odkształcenia w procesie elektrodynamicznego formowania metali *An analysis of geometrical structure of deformation surface in the process of electrodynamical metal forming* **2. Krzysztof Chwastek** Wpływ grubości arkusza blachy i częstotliwości przemagnesowania na pętle histerezy stali o ziarnach niezorientowanych *The effects of sheet thickness and excitation frequency on hysteresis loops of non-oriented electrical steel*

SESJA I
10:45 – 12:15

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

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (5.09.2022)

3. Robert Kaznowski, Dariusz Sztafrowski
Odnawialne źródła energii jako główne źródło miksu energetycznego. Warunki powodzenia transformacji energetycznej
Renewable energy sources as the main source of the energy mix. Conditions for a successful transformation

4. Andrzej Krawczyk, Ewa Korzeniewska
Wybrane aspekty ekranowania pola elektromagnetycznego
Selected aspects of electromagnetic field shielding

5. Mirosław Kornatka
Wpływ mocy biernej pojemnościowej na opłaty za energie elektryczną – studium przypadku
The impact of capacitive reactive power on electricity charges – case study

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

SESJA II
14:30 – 16:30

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

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (5.09.2022)

1. Janusz Baran, Andrzej Jąderko
Badanie stanów dynamicznych elektrowni wiatrowej z generatorem PMSG na stanowisku laboratoryjnym
Testing the dynamic states of a wind farm with a PMSG generator on a laboratory stand

2. Rafał Białek
Stanowisko laboratoryjne do automatycznego pomiaru wybranych charakterystyk przetwornic DC/DC
Laboratory stand for automatic measurement of selected characteristics of DC / DC converters

3. Rafał Białek, Kamila Białek
Metody określania położenia znaczników za pomocą dwuwymiarowego czujnika PSD
Methods for determining the position of markers using a two-dimensional PSD sensor

4. Arkadiusz Bieszczad
Wpływ zastosowania pola elektromagnetycznego na właściwości fizyko-chemiczne osadów ściekowych
Influence of the application of the electromagnetic field on the physical and chemical properties of sewage sludge

5. Andriy Chaban, Marek Lis, Andrzej Szafraniec, Radosław Figura, Vitaliy Levoniuk
Model matematyczny trójfazowej linii zasilania z niesymetrycznym obciążeniem RLC
Mathematical model of a three-phase power line with an unbalanced RLC load

6. Marek Chmiel, Michał Kobierski
Analiza działania osprzętu elektrycznego stosowanego w instalacjach elektrycznych z uwzględnieniem pracy w niszczących warunkach termicznych oraz ich wpływ na bezpieczeństwo pożarowe
Analysis of the operation of electrical equipment used in electrical installations, including work in destructive thermal conditions and their impact on fire safe

SESJA II
14:30 – 16:30

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

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (5.09.2022)

7. Aleksander Chudy, Paweł Mazurek
Ultra-szybkie ładowanie floty autobusów elektrycznych i jego wpływ na parametry jakości energii elektrycznej
Ultra-fast charging of electric bus fleet and its impact on power quality parameters

8. Paweł Czaja
Badania odbiorcze i eksploatacyjne instalacji fotowoltaicznych
Reception and exploitation tests of photovoltaic installations

9. Paweł Czaja, Wojciech Pluta
Wpływ właściwości magnetycznych rdzeni transformatorów sumujących na skuteczność zadziałania urządzeń zabezpieczających różnicowoprądowych
Influence of magnetic properties of transformer cores on the effectiveness of residual current protection devices

10. Agnieszka Duraj, Paweł Bucki, Aleksander Drajling, Robert Makrocki, Mateusz Sipiński
Wykrywanie anomalii w ruchu sieciowym
Detection of anomalies in network traffic

11. Agnieszka Duraj, Łukasz Chomątek
Detekcja wyjątków w sygnałach EEG
The detection of anomalies in the EEG signals

12. Andrzej Erd
Metoda strefowego rozładowywania ogniw litowych w warunkach zagrożenia dla baterii
The method of zonal discharge of lithium cells in hazardous conditions for the battery

13. Maciej Gliniak
Wpływ instalacji fotowoltaicznej na występowanie smogu elektromagnetycznego
The impact of a photovoltaic installation on the occurrence of electromagnetic smog

14. Michał Gruca, Michał Pyrc, Borys Borowik
Wpływ parametrów napięciowych i prądowych na pracę układu wtrysku wielokrotnego zbudowanego na bazie sterownika compact RIO
Influence of voltage and current parameters on the operation of the multiple injection system based on the compact RIO controller

15. Damian Gzieł, Andrzej Jąderko, Mariusz Najgebauer
Analiza całkowitych strat mocy w dławikach zasilaczy impulsowych
Analysis of the total power losses of inductors operating in switched-mode power supplies

16. Patryk Gałuszkiewicz, Zbigniew Gałuszkiewicz, Janusz Baran
Badania symulacyjne silnika/generator (MOGEN) PM BLDC w magazynie energii kinetycznej
Simulation research on a BLDC generator-based flywheel energy storage

17. Damian Gzieł, Mariusz Najgebauer
Weryfikacja eksperymentalna wybranych modeli strat mocy w rdzeniach magnetycznych pracujących w układach energoelektronicznych ze składową stałą pola magnetycznego
Experimental verification of chosen models of power losses in magnetic cores operating in power systems with the DC component of magnetic field

SESJA II
14:30 – 16:30

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

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (5.09.2022)

18. Adam Jakubas, Marko Hernaiz
Problematyka wyłączeń mikroinstalacji fotowoltaicznych
Problems of switching off photovoltaic micro installations

19. Joanna Kozieł, Michał Majka
Współczesne, wybrane zastosowania materiałów i urządzeń nadprzewodnikowych
Selected contemporary applications of superconducting materials and facilities

20. Marek Lis, Tomasz Walasek, Krzysztof Szewczyk
Wykorzystanie zestawu wirujących magnesów stałych w układzie cylindra Halbacha do eliminacji tarcia w transporcie przemysłowym
The use of a set of rotating permanent magnets in a Halbach cylinder system to eliminate friction in industrial transport

21. Michał Majka
Model przepustów prądowych chłodzonych kontaktowo dla nadprzewodnikowych ograniczników prądu
Model of conduction-cooled current leads for superconducting fault current limiters

22. Mariusz Najgebauer, Damian Gzieł
Analiza właściwości rdzeni magnetycznych przy niesinusoidalnych przebiegach wymuszeń
The analysis of magnetic core properties under non-sinusoidal excitation waveforms

23. Krzysztof Olesiak
Optymalne planowanie trajektorii ruchu dla 6-osiowych robotów przemysłowych
Optimal motion trajectory planning for industrial 6-axis robots

24. Tomasz Perzyński, Vitaliy Levoniuk, Radosław Figura
Analiza przejściowych procesów elektromagnetycznych w linii przesyłowej wysokiego napięcia podczas zwarć dwufazowych
Analysis of transient electromagnetic processes in high voltage transmission line during two-phase short circuits

25. Adam Piłat, Robert Stala, Antoni Cieśla, Maciej Chojowski, Mikołaj Skowron, Szymon Formela
Analiza termiczna modelu przetwornika rezonansowego DC-DC
Thermal analysis of the model DC-DC resonant converter

26. Andrzej Popenda
Modelowanie optymalizowanego silnika BLDC zasilanego z sinusoidalnego źródła napięcia
Modeling of an optimized BLDC motor powered by a sinusoidal voltage source

27. Andrzej Popenda, Marcjan Nowak
Wpływ konfiguracji sieci neuronowej na estymację prędkości silnika PMSM
Influence of neural network configuration on PMSM motor speed estimation

28. Michał Pyrc, Michał Gruca, Borys Borowik
Wykorzystanie przemiennika częstotliwości w układzie hamowania tłokowego silnika spalinowego
The use of an inverter in the braking system of an internal combustion engine

SESJA II
14:30 – 16:30

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

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (5.09.2022)

29. Witold Sygocki, Jadwiga Woźniak-Kasperek
Dyscypliny, czy nie... Czasopisma z wykazu MEiN: Teoria i praktyka reprezentowania dyscyplin
Disciplines or not ... Journals from the list of the Ministry of Education and Science: theory and practice of representing disciplines

30. Bartłomiej Szafraniak, Łukasz Fuśnik
Analiza wpływu narażeń przepięciowych i kontrolowanych udarów prądowych AC 50 Hz na parametry dielektryczne niskonapięciowych ograniczników przepięć
Analysis of the influence of overvoltage stresses and controlled 50 Hz AC bursts on the dielectric parameters of low voltage metal-oxide surge arresters

31. Tomasz Szul
Ewaluacja efektywności energetyczno-ekonomicznej wybranych systemów grzewczych wykorzystujących energię elektryczną
Evaluation of energy and economic efficiency of selected electric heating systems

32. Mykhaylo Zagirnyak, Tetyana Korenkova, Viktoriya Kovalchuk, O. Serdiuk
System poprawy sterowności przepompowni w przypadku awaryjnej przerwy w zasilaniu
A system of pumping plant controllability improvement in the event of an emergency power outage

33. Mykhaylo Zagirnyak, Viacheslav Prus, Alyona Nikitina
Wydajne dynamiczne systemy obciążania wysoko eksploatowanych silników indukcyjnych
Efficient dynamic loading systems of highly used induction motors

34. Robert Żelazny, Ewa Łada-Tondyra, Paweł Jabłoński, Waldemar Minkina
Rozpływ ciepła w rozjeździe kolejowym ogrzewanym grzejnikiem indukcyjnym
Heat distribution in a railroad junction heated with an induction heater

16:30 – 17:00 **Przerwa kawowa / Coffee break**

17:00 – 19:00 **Zwiedzanie zamku w Kliczkowie / Sightseeing of the Kliczkow castle**

19:30 **Kolacja grillowa / Barbecue dinner**

WTOREK / TUESDAY (6.09.2022)

SESJA III
8:45 – 10:15

ELEKTROMAGNETYZM W MEDYCYNIE I BIOLOGII
ELECTROMAGNETISM IN MEDICINE&BIOLOGY
(Chairmen: Roman Kubacki, Paweł Bieńkowski)

WTOREK / TUESDAY (6.09.2022)

1. Grzegorz Cieślar, Krzysztof Jasik, Paweł Sowa
Wpływ pola elektrycznego o parametrach generowanych przez linie przesyłowe wysokiego napięcia prądu stałego na submikroskopowy obraz Wysp Langerhansa trzustki szczurów
Impact of static electric field with parameters generated nearby High Voltage Direct Current transmission lines on submicroscopic image of Langerhans islets in rat pancreas

SESJA III
8:45 – 10:15

ELEKTROMAGNETYZM W MEDYCYNIE I BIOLOGII
ELECTROMAGNETISM IN MEDICINE&BIOLOGY
(Chairmen: Roman Kubacki, Paweł Bieńkowski)

WTOREK / TUESDAY (6.09.2022)

2. Anna Koziorowska, Maria Romerowicz-Misielak, Katarzyna Kozioł, Wiktor Czajka (student), Marek Koziorowski
Pole elektromagnetyczne, a reaktywność tarczycy na hormon tyreotropowy (TSH)
The electromagnetic field and thyroid reactivity to thyroid stimulating hormone (TSH)

3. Marek Koziorowski, Katarzyna Kozioł, Maria Romerowicz-Misielak, Jakub Siuta (student), Anna Koziorowska
Pole elektromagnetyczne jako czynnik oddziałujący na aktywność syntezy enzymu dehydrogenazy beta-3-hydroksysteroidowej (HSD) w komórkach kory nadnerczy jagniąt
The electromagnetic field as a factor influencing the activity of the synthesis of the enzyme beta-3-hydroxysteroid dehydrogenase (HSD) in the cells of the adrenal cortex of lambs

4. Karolina Sieroń, Grzegorz Onik, Sebastian Kwiatek, Aleksander Sieroń
Choroba zrostowa – czy medycyna fizykalna ma miejsce w leczeniu?
Peritoneal adhesions – is there a place for physical medicine in treatment?

5. Grzegorz Tatoń, Artur Kacprzyk, Tomasz Rok, Rafał Pawlak, Eugeniusz Rokita
Czy częstotliwość występowania nadwrażliwości na pole elektromagnetyczne ma związek z zanieczyszczeniem powietrza i poziomami tła pole elektromagnetycznego?
Is the prevalence of electromagnetic hypersensitivity dependent on air pollution and the levels of electromagnetic background?

6. Andrzej Krawczyk, Ewa Korzeniewska
Metafizyczno-medyczne aspekty elektromagnetyzmu
Metaphysical and medical aspects of electromagnetism

10:30 – 12:30 **Zwiedzanie wytwórni ceramiki w Bolesławcu / Sightseeing of the ceramic factory in Bolesławiec**

13:00 – 15:00 **Przerwa na lunch / Lunch break**

SESJA IV
15:00 – 16:30

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

WTOREK / TUESDAY (6.09.2022)

1. Andrzej Krawczyk
Światowe badania w dziedzinie bioelektromagnetyzmu – wybrane kierunki badawcze na konferencji BioEM 2022
World research in the area of bioelectromagnetism – selected research directions at the BioEM 2022 conference

2. Paweł Bieńkowskl
Telefonia komórkowa w Polsce – 30 lat minęło
Mobile phone in Poland – 30 years has gone

3. Roman Kubacki, Karol Rudyk
Układ antenowy na bazie anten mikropaskowych dla systemu 5G
The antenna array based on microstrip antennas for 5G system

SESJA IV
15:00 – 16:30

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

WTOREK / TUESDAY (6.09.2022)

4. Paweł A. Mazurek, Oleksandr M. Naumchuk, Aleksander Chudy
Emisja elektromagnetyczna domowych urządzeń elektrycznych XX i XXI wieku w aspekcie kompatybilności elektromagnetycznej
Electromagnetic emission from domestic electric equipment in 20th and 21st centuries in the aspect of electromagnetic compatibility

5. Mykhaylo Zagirnyak, Viktor Lyashenko, Elena Kobilskaya
Algorytm wyznaczania składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego emitowanego przez antenę drutową
Algorithm for calculating the electric component of wire antenna electromagnetic field

6. Marek Kuchta, Jacek Jakubowski, Benedykt Jakubowski, Roman Kubacki, Wiesław Galewicz
Sonda izotropowa do pomiaru impulsowych pól mikrofalowych
Isotropic probe for pulsed microwave fields measurements

16:30 – 17:00 **Przerwa kawowa / Coffee break**

SESJA V
17:00 – 19:00

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W BIOTECHNOLOGII
ELECTROMAGNETIC FIELD IN BIOTECHNOLOGY
(Chairman: Mikołaj Skowron, Arkadiusz Miaskowski)

WTOREK / TUESDAY (6.09.2022)

1. Marek Ciechanowski, Andrzej Bolewski, Joanna Dudała, Tomasz Jakubowski
Wynik ekspozycji nasion pieprzycy siewnej (*Lepidium sativum* L.) na promieniowanie neutronowe
Result of exposure of pepple seeds (Lepidium sativum l.) to neutron radiation

2. Zenovij Kohut, Dariusz Całus, Piotr Chabecki
Modelowanie ogniw słonecznych w oparciu o CIGS z defektami wdrożonymi w głównych warstwach
Modeling of solar cells based on CIGS with defects implemented in the main layers

3. Tomasz Dróżdż, Paweł Kiełbasa, Katarzyna Gołębiowska
Wpływ stopnia gęstości materiału roślinnego na wielkość emisji fotonowej
The effect of density degree of plant material on photon emission rate

4. Tomasz Dróżdż, Adam Tarniowy, Anna Miernik, Anna Zielonka
Wykorzystanie technologii pulsacyjnego pola elektrycznego w procesie koagulacji lateksu syntetycznego
Use of pulsed electric field technology in the coagulation process of synthetic latex

5. Pavol Findura, Oľga Urbanovičová, Pawel Kielbasa, Miroslav Prístavka, Zuzana Bajusová
Wykorzystanie aplikacji AgroDoc do optymalizacji nawożenia monitorowania środowiskowego gleb uprawnych
Using AgroDoc to optimize fertilization environmental monitoring of crop soils

6. Karolina Trzyniec
Charakterystyka ultrasłabej emisji fotonowej z substratów do produkcji czekolady oraz wyrobów końcowych
Characteristics of the low photon emission from the ingredients of chocolate and finished products

SESJA V
17:00 – 19:00

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W BIOTECHNOLOGII
ELECTROMAGNETIC FIELD IN BIOTECHNOLOGY
(Chairman: Mikołaj Skowron, Arkadiusz Miaskowski)

WTOREK / TUESDAY (6.09.2022)

7. Karolina Trzyniec
Wykorzystanie elektroencefalografii do analizy poziomu koncentracji uwagi u kierowców
The use of electroencephalography to analyze the level of concentration attention at the drivers

8. Mirosław Zagórda, Paweł Kiełbasa, Michał Rad
Wykorzystanie systemów telematycznych do optymalizacji pracy maszyn rolniczych
The use of telematics systems to optimize the operation of agricultural machinery

9. Pawel Kiełbasa, Pavol Findura, Mirosław Zagórda
Identyfikacja zróżnicowania obciążenia psychicznego operatora ciągnika rolniczego w przestrzeni pola podczas precyzyjnego rozsiewania nawozów
Identification of variation in mental strain of an agricultural tractor operator in the field during precise fertilizer spreading

10. Paweł Kiełbasa, Ernest Popardowski, Michał Rad
System automatycznego sterowania temperaturą w czasie stymulacji elektromagnetycznej materii organicznej
Automatic temperature control system during electromagnetic stimulation of organic matter

11. Paweł Kiełbasa, Mirosław Zagórda, Tadeusz Juliszewski, Akinniyi Akinsunmade, Sylwia Tomecka, Paweł Pysz
Wykorzystanie amplitudy sygnału georadarowego do precyzyjnego prowadzenia maszyn uprawowych
Using the amplitude of the geo-radar signal for precise guidance of tillage machines

12. Małgorzata Krzywicka, Kamil Stokfiszewski, Agnieszka Wosiak
Automatyczne rozpoznawanie chorób skóry na podstawie klasyfikacji obrazów za pomocą konwolucyjnych sieci neuronowych
Automatic recognition of skin diseases based on image classification using convolutional neural networks

13. Addis Lemessa, Tomasz Jakubowski
Wybrane metody fizyczne zabezpieczające produkty i półprodukty spożywcze
Selected physical methods protecting food products

14. Stanisław Lis, Marcin Tomasik, Henryk Juszka
Metoda optymalizacji systemu sterowania w funkcji niezawodności
The method of optimization of the control system as a function of reliability

15. Jacek Majcher, Agnieszka Szypłowska, Andrzej Wilczek, Marcin Kafarski, Arkadiusz Lewandowski, Kamil Staszek, Wojciech Skierucha
Badanie obszaru czułości sondy antenowej do pomiaru wilgotności gleby w technologii TDR
Testing sensitivity zone of the antenna probe for measuring soil moisture in the TDR technique

16. Anna Miernik, Paweł Kiełbasa
Wykorzystanie emisji fotonów do identyfikacji zmian chorobowych jodły pospolitej
The use of photon emission for identification of disease lesions in fir needles

SESJA V
17:00 – 19:00

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W BIOTECHNOLOGII
ELECTROMAGNETIC FIELD IN BIOTECHNOLOGY
(Chairman: Mikołaj Skowron, Arkadiusz Miaskowski)

WTOREK / TUESDAY (6.09.2022)

17. Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Tomasz Dróżdż
Wpływ oddziaływania pola elektromagnetycznego na strukturę widma elektromagnetycznego olejków eterycznych
The effect of electromagnetic field stimulation on the electromagnetic spectrum structure of essential oils

18. Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Stepan Kovalyshyn
Wpływ oddziaływania zmiennego pola elektromagnetycznego na emisje fotonową naparów wybranych roślin
Influence of alternating electromagnetic field exposure on photon emission of brew of selected plants

19. Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Tadeusz Juliszewski, Tomasz Dróżdż
Wykorzystanie emisji fotonowej do identyfikacji rodzaju drzew iglastych
Use of photon emission to identify the type of coniferous trees

20. Ernest Popardowski
Modyfikacja charakterystyki czasowo-temperaturowej spalania biomasy z roślin energetycznych, poprzez ich wstępne kondycjonowanie pulsacyjnym polem elektrycznym
Modification of the time-temperature characteristics of biomass combustion from energy crops by pre-conditioning them with a pulsed electric field

21. Marcin Tomasik, Stanisław Lis
Problematyka eksploatacji autonomicznych robotów mobilnych AMR
The issues of the operation of autonomous ARM mobile robots

22. Tomasz Prauzner, Kacper Prauzner, Paweł Ptak, Henryk Noga, Piotr Migo, Tomasz Piotrowski
Artefakty techniczne w badaniach QEEG – wyniki badań własnych
Technical artifacts in QEEG research – own research results

23. Ihor Bordun, Ewelina Szymczykiewicz
Synteza i właściwości elektrofizyczne Fe_3O_4/nanokompozytów węglowych dlasuperkondensatorów symetrycznych
Synthesis and electrophysical properties of Fe_3O_4 / carbon nanocomposites for symmetrical supercapacitors

24. Dariusz Sztafrowski, Jakub Muraszko, Adam Jasiura, Anna Krasowska
Wpływ przemiennego pola elektromagnetycznego na przeżywalność i wrażliwość na działania antybiotyków oraz potencjał błonowy *Candida albicans*
Effect of alternating electromagnetic field on survival rate and sensitivity to antibiotics as well as Candida albicans membrane potential

25. Dariusz Sztafrowski, Edyta Szczuka
Badania terenowe wpływu pola elektromagnetycznego na wyniki pomiaru aktywności elektrodermalnej
Field testing of influence of the EMF exposure on the results of electrodermal activity measurements

26. Dariusz Sztafrowski, Wiktor Kuliczkowski, Krzysztof Nowak
Wpływ pola elektromagnetycznego indukowanego w pojazdach elektrycznych i hybrydowych na pracę kardiowerterów i stymulatorów serca
The influence of electromagnetic field emitted in electric and hybrid vehicles on the operation of cardiac pacemakers and implantable defibrilators

SESJA V
17:00 – 19:00

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION
POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W BIOTECHNOLOGII
ELECTROMAGNETIC FIELD IN BIOTECHNOLOGY
(Chairman: Mikołaj Skowron, Arkadiusz Miaskowski)

WTOREK / TUESDAY (6.09.2022)

27. Jacek Gumiela, Dariusz Sztafrowski
Analiza zmian rozkładu pola elektromagnetycznego generowanego przez napowietrzne linie elektroenergetyczne spowodowanych oddziaływaniem wiatru
Analysis of changes in the distribution of the electromagnetic field generated by overhead power lines caused by the impact of wind

28. Arkadiusz Miaskowski, Piotr Gas
Numeryczne szacowanie stref ablacyjnych guza piersi kobiecej pochodzących od układu aplikatorów RF
Numerical estimation of the ablation zones inside the female breast tumor derived from the array of RF applicators

29. Ilona Gałązka-Czarnecka, Ewa Korzeniewska, Andrzej Czarnecki
Modyfikacja barwy truskawek deserowych poddanych działaniu impulsowego pola elektrycznego
Modification of the color of dessert strawberries subjected to the impulse field

30. Maryna Mikhalieva, Lubomyra Odosii, Krzysztof Przystupa , Yury Shabatura, Nataliya Hots, Myhailo Hrubel
Poprawa metod elektrycznych sterowania i oceny wpływu aktywności militarnej na powierzchnię wód
Improvement of electrical methods of control and evaluation of impact of military activity on surface waters

31. Ryszard Goleman, Paweł A. Mazurek, Mariusz Holuk
Drukarki 3D – czy są kompatybilne elektromagnetycznie?
3D printers – are they electromagnetically compatible?

32. Stanisław Pawłowski, Jolanta Plewako, Ewa Korzeniewska
Modelowanie zjawisk zachodzących w cienkich warstwach przewodzących przy przepływie prądów harmonicznych
Modeling of phenomena occurring in thin conductive layers with the flow of harmonic currents

33. Bartosz Dominikowski
Inteligentny nadmiarowy tor pomiarowy z wykrywaniem błędów toru podstawowego
Smart redundant measuring path with primary path error detection

20:30 **Uroczysta kolacja / Dinner party**

ŚRODA / WEDNESDAY (7.09.2022)

SESJA VI
9:00 – 10:30

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

1. **Borys Borowik, Michał Pyrc, Michał Gruca**
Projekt oraz analiza kinematyczna robota pomagającego w rehabilitacji
Design and kinematic analysis of a robot that helps in rehabilitation

SESJA VI
9:00 – 10:30

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

ŚRODA / WEDNESDAY (7.09.2022)

2. Dominik Gnaś, Przemysław Adamkiewicz
Precyzyjny system lokalizacji w pomieszczeniach wykorzystujący technologię Ultra-Wideband
Precise indoor location system using Ultra-Wideband technology

3. Nataliya Hots, Krzysztof Przystupa, Maryna Mikhalewa
Metoda oznaczenia funkcji kalibracji pirometru do pomiaru temperatury w przemyśle
Method of clarification the calibration function of the pyrometer for temperature measurements in industry

4. Oleksii Hyka, Andrés Vejar, Tomasz Rymarczyk
Eksperymentalna rejestracja obrazu w tomografii z wykorzystaniem markerów fiducialnych ArUco
Experiment image registration for tomography using ArUco fiducial markers

5. Emilia Irzmańska, Agnieszka Adamus-Włodarczyk, Ewa Korzeniewska, Mariusz Tomczyk, Aleksandra Smejda-Krzewicka
Wpływ aktywnej wiązki laserowej na kąt zwilżania polimerowych materiałów ochronnych
Influence of an active laser beam on the contact angle of polymeric protective materials

6. Emilia Irzmańska, Agnieszka Adamus-Włodarczyk, Ewa Korzeniewska, Jarosław Gocławski, Joanna Sekulska-Nalewajko
Metoda oceny samonaprawy w obuwiu polimerowym ochronnym z wykorzystaniem optycznej tomografii koherentnej (OCT) – badania wstępne
Self-repair assessment method in polymer protective footwear with the use of optical coherence tomography (OCT) – preliminary research

7. Konrad Kania, Mariusz Mazurek, Tomasz Rymarczyk, Jan Sikora
Regularyzacja rozwiązania dla danych zaszumionych przy użyciu metody fokusowej w transmisyjnej tomografii ultradźwiękowej
Regularisation of the solution for noisy data using the focuss method in transmission ultrasound tomography

8. Joanna Kozieł, Michał Majka
Wpływ wybranych czynników na właściwe wskazanie pomiaru temperatury ciała ludzkiego termometrem bezdotykowym
Influence of selected and various factors on the correct indications of human body temperature measurement with a non-contact thermometer

9. Edward Kozłowski, Krzysztof Król, Tomasz Rymarczyk
Identyfikacja inkluzji z LDA w EIT
Identification of inclusions with LDA in the EIT

10. Krzysztof Król, Tomasz Rymarczyk, Konrad Niderla, Edward Kozłowski
Platforma multisensoryczna wykorzystująca tomografię przemysłową do monitorowania i sterowania procesami technologicznymi
Multisensor platform using industrial tomography for monitoring and control of technological processes

11. Piotr Krupski, Joanna Michałowska
Doświadczalna ocena oddziaływania polowych zjawisk elektromagnetycznych na spawacza pracującego w metodzie SMAW w polaryzacjach DCEN oraz DCEP
Experimental evaluation of the impact of electromagnetic field phenomena on a welder working in the SMAW method in DCEN and DCEP polarizations

SESJA VI
9:00 – 10:30

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

ŚRODA / WEDNESDAY (7.09.2022)

12. Marek Kuchta
Modelowanie i pomiary elektroniczne wybranych bioukładów człowieka
Modelling and electronic measurements selected human Biosystems

13. Michał Maj, Damian Pliszczuk, Tomasz Cieplak, Łukasz Gołąbek
Automatyka sterowania jakością optyki na przykładzie przemysłu meblowego
Automation of optical quality control on the example of the furniture industry

14. Joanna Michałowska, Paweł Tomiło, Arkadiusz Tofil, Łukasz Puzio, Jarosław Pytka
Identyfikacja natężenia pola elektrycznego w statkach powietrznych
Identification of electric field strength in aircraft

15. Konrad Niderla, Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski
Rozkład wielkości kryształów nadzorowany przez agenta uczenia się z wzmocnieniem przy użyciu hybrydowego czujnika tomograficznego w procesie krystalizacji
Crystal size distribution supervised by a reinforcement learning agent using a hybrid tomography sensor in the crystallization process

16. Paweł Ptak, Tomasz Prauzner, Henryk Noga, Piotr Migo, Agnieszka Gajewska
Pomiary grubości powłok z materiałów izolacyjnych
Measurement of thickness of coatings made of insulation materials

17. Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski, Przemysław Adamkiewicz, Konrad Niderla
Połączenie elektrycznej tomografii pojemnościowej i impedancyjnej do monitorowaniu procesów
Combining electrical capacitance and impedance tomography in monitoring processes

18. Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski, Michał Maj, Michał Oleszek
Porównanie algorytmów CNN I LSTM w rozwiązywaniu problemów odwrotnych EIT
Comparison of CNN and LSTM algorithms for solving the EIT inverse problem

19. Przemysław Sobkiewicz, Paweł Bieńkowski, Wojciech Błażejewski
Koncepcja zastosowania planarnych struktur mikrofalowych jako sond pola bliskiego dla wykrywania i oceny wewnętrznych wad materiałów kompozytowych na przykładzie zbiorników wysokociśnieniowych
The concept of using planar microwave structures as near-field probes for detecting and assessing internal defects of composite materials on the example of high-pressure tanks

20. Michał Styła, Przemysław Adamkiewicz
Optymalizacja zarządzania budynkiem przy użyciu inteligencji maszynowej oraz wykrywanie osób w pomieszczeniu za pomocą tomografii radiowej
Optimisation of building management using machine intelligence, and detection of persons in a room using radio tomography

21. Tomasz Szabała, Andrés Vejar, Tomasz Rymarczyk
Pomiar aktywności dla skonstruowanego zestawu robotycznych projektów fantomów oddechowych
Activity measurement for a constructed set of soft robotic respiration phantom designs

22. Jan Szymenderski, Leszek Kasprzyk, Agnieszka Lewandowska, Damian Burzyński, Robert Pietracho, Robert Golonka
Potencjał gruntu wywołany przepływem prądów błądzących w rzeczywistych układach sieci powrotnych trakcji elektrycznej prądu stałego
Soil potential caused by the flow of stray currents in real systems of DC traction return networks

SESJA VI
9:00 – 10:30

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

ŚRODA / WEDNESDAY (7.09.2022)

23. Ewelina Święs, Adam Komarnicki, Dariusz Sztafrowski
Analiza rozkładu pola elektromagnetycznego generowanego przez wybrane samochody elektryczne i hybrydowe
Analysis of the distribution of electromagnetic field generated by selected electric and hybrid cars

24. Agnieszka Wantuch, Gabriela Blicharz
Analiza porównawcza wybranych źródeł światła
Comparative analysis of selected light sources

25. Dariusz Wojcik, Tomasz Rymarczyk, Michał Oleszek
Tomografia impedancyjna do długoterminowego monitorowania płuc
Impedance base tomography for long term lung monitoring

26. Dariusz Wojcik, Tomasz Rymarczyk, Michał Oleszek
Przenośny tomograf impedancyjny o małych wymiarach dla dolnych dróg moczowych
Small footprint wearable impedance tomography for lower urinary tract

27. Roman Sikora, Przemysław Markiewicz, Mariusz Mączka, Jolanta Plewako, Stanisław Pawłowski
Wykorzystanie funkcji sklejanej potencjału elektrycznego na powierzchni ziemi w celu przewidywania napięcia krokowego i dotykowego uziomu
Using spline interpolation of electric potential on the ground surface to step and touch voltage prediction of grounding grid

28. Agnieszka Joanna Drzymała, Ewa Korzeniewska
Analiza opłacalności inwestycji fotowoltaicznej inwestorów prywatnych w zależności od poziomu autokonsumpcji wyprodukowanej energii w świetle zmienionej ustawy OZE w Polsce
Analysis of the profitability of a photovoltaic investment by private investors depending on the level of self-consumption of the energy produced in the light of the amended RES Act in Poland

29. Agnieszka Joanna Drzymała, Ewa Korzeniewska
Analiza porównawcza opłacalności w inwestycję fotowoltaiczną inwestorów prywatnych i przedsiębiorstw w świetle zmienionej ustawy OZE w Polsce
Comparative analysis of the profitability of private investors and enterprises in the photovoltaic investment in the light of the amended RES Act in Poland

30. Agnieszka Joanna Drzymała, Ewa Korzeniewska, Paweł Drzymała, Henryk Welfle
Opracowanie modelu predykcyjnego dla potrzeb szacowania opłacalności inwestycji fotowoltaicznej małego przedsiębiorcy z wykorzystaniem środowiska obliczeniowego Apache Spark dla platformy Hadoop i przetwarzania rozproszonego Big Data
Development of a predictive model for the purpose of estimating the profitability of a small entrepreneur's photovoltaic investment using the Apache Spark computing environment for the Hadoop platform and Big Data distributed processing

31. Paweł Drzymała, Henryk Welfle
Mechanizmy wsparcia standardu JSON w celu wydajnego przechowywania i przetwarzania danych w środowisku IBM DB2
JSON standard support mechanisms for efficient data storage and processing in IBM DB2 environment

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

S E S J A VII
11:00 – 12:30 **METODY MATEMATYCZNE W ELEKTROMAGNETYZMIE / MATHEMATICAL METHODS IN ELECTROMAGNETICS**
(Chairmen: Ewa Łada-Tondyra, Paweł Mazurek)

ŚRODA / WEDNESDAY (7.09.2022)

1. Anna Zielińska, Mikołaj Skowron, Andrzej Bień
Tokenizacja i tokenomia procesów ładowania pojazdów elektrycznych
Tokenization and tokenomics of electromobility charging processes

2. Andrey Grishkevich
Kombinatoryjny algorytm wyliczania stanów awarii układów złożonych
Combinatorial algorithm of enumeration the failure states of complex systems

3. Mariusz Mączka, Stanisław Pawłowski
Symulacje struktur kwantowych laserów kaskadowych z użyciem metody aproksymacji wielomianowej
Simulations of the quantum cascade lasers using the polynomial approximation method

4. Stanisław Pawłowski, Jolanta Plewako, Piotr Grodzki
Analiza porównawcza metody elementów skończonych i iteracyjnej metody rozwiązań fundamentalnych w zastosowaniu do obliczania współczynników pojemnościowych
Comparative analysis of the finite element method and the iterative method of fundamental solutions as applied to the calculation of capacitive coefficients

5. Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski, Przemysław Adamkiewicz, Jan Sikora
Zastosowanie konwolucyjnych sieci neuronowych w tomografii radiowej
The use of convolutional neural networks in radio tomography imaging

6. Dariusz Wojcik, Tomasz Rymarczyk, Michał Gołąbek
Urządzenie tomograficzne ultradźwiękowe i impedancyjne do analizy dolnych dróg moczowych
Ultrasound and impedance device for lower urinary tract tomography

12:30 **Zakończenie konferencji / Closing Cremony**

12:45 **Lunch**

SPIS REFERATÓW

1. ***Janusz Baran, Andrzej Jąderko*** 33
Badanie stanów dynamicznych elektrowni wiatrowej z generatorem PMSG na stanowisku laboratoryjnym
Testing the dynamic states of a wind farm with a PMSG generator on a laboratory stand

2. ***Rafał Białek*** 35
Stanowisko laboratoryjne do automatycznego pomiaru wybranych charakterystyk przetwornic DC/DC
Laboratory stand for automatic measurement of selected characteristics of DC / DC converter

3. ***Rafał Białek, Kamila Białek*** 37
Metody określania położenia znaczników za pomocą dwuwymiarowego czujnika PSD
Methods for determining the position of markers using a two-dimensional PSD sensor

4. ***Paweł Bieńkowskl*** 39
Telefonia komórkowa w Polsce – 30 lat minęło
Mobile phone in Poland – 30 years has gone

5. ***Arkadiusz Bieszczad*** 41
Wpływ zastosowania pola elektromagnetycznego na właściwości fizyko-chemiczne osadów ściekowych
Influence of the application of the electromagnetic field on the physical and chemical properties of sewage sludge

6. ***Ihor Bordun, Ewelina Szymczykiewicz*** 43
Synteza i właściwości elektrofizyczne Fe_3O_4/nanokompozytów węglowych dla superkondensatorów symetrycznych
Synthesis and electrophysical properties of Fe_3O_4 / carbon nanocomposites for symmetrical supercapacitors

7. ***Borys Borowik, Marek Kęsy*** 45
Analiza struktury geometrycznej powierzchni odkształcenia w procesie elektrodynamicznego formowania metali
An analysis of geometrical structure of deformation surface in the process of electrodynamical metal forming

8. ***Borys Borowik, Michał Pyrc, Michał Gruca*** 47
Projekt oraz analiza kinematyczna robota pomagającego w rehabilitacji
Design and kinematic analysis of a robot that helps in rehabilitation

9. ***Andriy Chaban, Marek Lis, Andrzej Szafraniec, Radosław Figura, Vitaliy Levoniuk*** 49
Model matematyczny trójfazowej linii zasilania z niesymetrycznym obciążeniem RLC
Mathematical model of a three-phase power line with an unbalanced RLC load

10. ***Marek Chmiel, Michał Kobierski*** 51
Analiza działania osprzętu elektrycznego stosowanego w instalacjach elektrycznych z uwzględnieniem pracy w niszczących warunkach termicznych oraz ich wpływ na bezpieczeństwo pożarowe
Analysis of the operation of electrical equipment used in electrical installations, including work in destructive thermal conditions and their impact on fire safe

11. ***Aleksander Chudy, Paweł Mazurek*** 53
Ultra-szybkie ładowanie floty autobusów elektrycznych i jego wpływ na parametry jakości energii elektrycznej
Ultra-fast charging of electric bus fleet and its impact on power quality parameters

12. ***Krzysztof Chwastek*** 55
Wpływ grubości arkusza blachy i częstotliwości przemagnesowania na pętle histerezy stali o ziarnach niezorientowanych
The effects of sheet thickness and excitation frequency on hysteresis loops of non-oriented electrical steel

13. ***Marek Ciechanowski, Andrzej Bolewski, Joanna Dudała, Tomasz Jakubowski*** 57
Wynik ekspozycji nasion pieprzycy siewnej (*Lepidium sativum* L.) na promieniowanie neutronowe
Result of exposure of pepple seeds (Lepidium sativum l.) to neutron radiation

14. ***Grzegorz Cieślar, Krzysztof Jasik, Paweł Sowa*** 59
Wpływ pola elektrycznego o parametrach generowanych przez linie przesyłowe wysokiego napięcia prądu stałego na submikroskopowy obraz Wysp Langerhansa trzustki szczurów
Impact of static electric field with parameters generated nearby High Voltage Direct Current transmission lines on submicroscopic image of Langerhans islets in rat pancreas

15. ***Paweł Czaja*** 61
Badania odbiorcze i eksploatacyjne instalacji fotowoltaicznych
Reception and exploitation tests of photovoltaic installations

16. ***Paweł Czaja, Wojciech Pluta*** 63
Wpływ właściwości magnetycznych rdzeni transformatorów sumujących na skuteczność zadziałania urządzeń zabezpieczających różnicowoprądowy
Influence of magnetic properties of transformer cores on the effectiveness of residual current protection devices

17. ***Paolo Di Barba, Maria Evelina Mognaschi*** 65
Głębokie sieci neuronalne w rozwiązywaniu prostych I odwrotnych problemów elektromagnetyzmu
Deep neural networks for solving forward and inverse problems in electromagnetism

18. ***Bartosz Dominikowski*** 67
Inteligentny nadmiarowy tor pomiarowy z wykrywaniem błędów toru podstawowego
Smart redundant measuring path with primary path error detection

19. ***Tomasz Dróżdż, Paweł Kiełbasa, Katarzyna Gołębiowska*** 69
Wpływ stopnia gęstości materiału roślinnego na wielkość emisji fotonowej
The effect of density degree of plant material on photon emission rate

20. ***Tomasz Dróżdż, Adam Tarniowy, Anna Miernik, Anna Zielonka*** 71
Wykorzystanie technologii pulsacyjnego pola elektrycznego w procesie koagulacji lateksu syntetycznego
Use of pulsed electric field technology in the coagulation process of synthetic latex

21. ***Agnieszka Joanna Drzymała, Ewa Korzeniewska*** 73
Analiza opłacalności inwestycji fotowoltaicznej inwestorów prywatnych w zależności od poziomu autokonsumpcji wyprodukowanej energii w świetle zmienionej ustawy OZE w Polsce
Analysis of the profitability of a photovoltaic investment by private investors depending on the level of self-consumption of the energy produced in the light of the amended RES Act in Poland

22. ***Agnieszka Joanna Drzymała, Ewa Korzeniewska*** 75
Analiza porównawcza opłacalności w inwestycję fotowoltaiczną inwestorów prywatnych i przedsiębiorstw w świetle zmienionej ustawy OZE w Polsce
Comparative analysis of the profitability of private investors and enterprises in the photovoltaic investment in the light of the amended RES Act in Poland

23. ***Agnieszka Joanna Drzymała, Ewa Korzeniewska, Paweł Drzymała, Henryk Welfle*** 77
Opracowanie modelu predykcyjnego dla potrzeb szacowania opłacalności inwestycji fotowoltaicznej małego przedsiębiorcy z wykorzystaniem środowiska obliczeniowego Apache Spark dla platformy Hadoop i przetwarzania rozproszonego Big Data
Development of a predictive model for the purpose of estimating the profitability of a small entrepreneur's photovoltaic investment using the Apache Spark computing environment for the Hadoop platform and Big Data distributed processing

24. ***Paweł Drzymała, Henryk Welfle*** 79
Mechanizmy wsparcia standardu JSON w celu wydajnego przechowywania i przetwarzania danych w środowisku IBM DB2
JSON standard support mechanisms for efficient data storage and processing in IBM DB2 environment

25. ***Agnieszka Duraj, Paweł Bucki, Aleksander Drajling, Robert Makrocki, Mateusz Sipiński*** 81
Wykrywanie anomalii w ruchu sieciowym
Detection of anomalies in network traffic

26. ***Agnieszka Duraj, Łukasz Chomątek*** 83
Detekcja wyjątków w sygnałach EEG
The detection of anomalies in the EEG signals

27. ***Andrzej Erd*** 84
Metoda strefowego rozładowywania ogniw litowych w warunkach zagrożenia w baterii
The method of zonal discharge of lithium cells in hazardous conditions for the battery

28. ***Pavol Findura, Oľga Urbanovičová,Pawel Kielbasa, Miroslav Prístavka, Zuzana Bajusová*** 86
Wykorzystanie aplikacji AgroDoc do optymalizacji nawożenia monitorowania środowiskowego gleb uprawnych
Using AgroDoc to optimize fertilization environmental monitoring of crop soils

29. ***Ilona Gałązka-Czarnecka, Ewa Korzeniewska, Andrzej Czarnecki*** 88
Modyfikacja barwy truskawek deserowych poddanych działaniu impulsowego pola elektrycznego
Modification of the color of dessert strawberries subjected to the impulse field

30. ***Patryk Gałuszkiewicz, Zbigniew Gałuszkiewicz, Janusz Baran*** 90
Badania symulacyjne silnika/generator (MOGEN) PM BLDC w magazynie energii kinetycznej
Simulation research on a BLDC generator-based flywheel energy storage

31. ***Maciej Gliniak*** 92
Wpływ instalacji fotowoltaicznej na występowanie smogu elektromagnetycznego
The impact of a photovoltaic installation on the occurrence of electromagnetic smog

32. ***Dominik Gnaś, Przemysław Adamkiewicz*** 94
Precyzyjny system lokalizacji w pomieszczeniach wykorzystujący technologię Ultra-Wideband
Precise indoor location system using Ultra-Wideband technology

33. ***Ryszard Goleman, Paweł A. Mazurek, Mariusz Holuk*** 96
Drukarki 3D – czy są kompatybilne elektromagnetycznie?
3D printers – are they electromagnetically compatible?

34. ***Andrey Grishkevich*** 98
Kombinatoryjny algorytm wyliczania stanów awarii układów złożonych
Combinatorial algorithm of enumeration the failure states of complex systems

35. ***Michał Gruca, Michał Pyrc, Borys Borowik*** 100
Wpływ parametrów napięciowych i prądowych na pracę układu wtrysku wielokrotnego zbudowanego na bazie sterownika compact RIO
Influence of voltage and current parameters on the operation of the multiple injection system based on the compact RIO controller

36. ***Jacek Gumiela, Dariusz Sztafrowski*** 102
Analiza zmian rozkładu pola elektromagnetycznego generowanego przez napowietrzne linie elektroenergetyczne spowodowanych oddziaływaniem wiatru
Analysis of changes in the distribution of the electromagnetic field generated by overhead power lines caused by the impact of wind

37. ***Damian Gzieł, Andrzej Jąderko, Mariusz Najgebauer*** 105
Analiza całkowitych strat mocy w dławikach zasilaczy impulsowych
Analysis of the total power losses of inductors operating in switched-mode power supplies

38. ***Damian Gzieł, Mariusz Najgebauer*** 107
Weryfikacja eksperymentalna wybranych modeli strat mocy w rdzeniach magnetycznych pracujących w układach energoelektronicznych ze składową stałą pola magnetycznego
Experimental verification of chosen models of power losses in magnetic cores operating in power systems with the DC component of magnetic field

39. ***Nataliya Hots, Krzysztof Przystupa, Maryna Mikhalewa*** 109
Metoda oznaczenia funkcji kalibracji pirometru do pomiaru temperatury w przemyśle
Method of clarification the calibration function of the pyrometer for temperature measurements in industry

40. ***Oleksii Hyka, Andrés Vejar, Tomasz Rymarczyk*** 111
Eksperymentalna rejestracja obrazu w tomografii z wykorzystaniem markerów fiducialnych ArUco
Experiment image registration for tomography using ArUco fiducial markers

41. ***Emilia Irzmańska, Agnieszka Adamus-Włodarczyk, Ewa Korzeniewska, Jarosław Gocławski, Joanna Sekulska-Nalewajko*** 113
Metoda oceny samonaprawy w obuwiu polimerowym ochronnym z wykorzystaniem optycznej tomografii koherentnej (OCT) – badania wstępne
Self-repair assessment method in polymer protective footwear with the use of optical coherence tomography (OCT) – preliminary research

42. ***Emilia Irzmańska, Agnieszka Adamus-Włodarczyk, Ewa Korzeniewska, Mariusz Tomczyk, Aleksandra Smejda-Krzewicka*** 115
Wpływ aktywnej wiązki laserowej na kąt zwilżania polimerowych materiałów ochronnych
Influence of an active laser beam on the contact angle of polymeric protective materials

43. ***Adam Jakubas, Marko Hernaiz*** 117
Problematyka wyłączeń mikroinstalacji fotowoltaicznych
Problems of switching off photovoltaic micro installations

44. ***Konrad Kania, Mariusz Mazurek, Tomasz Rymarczyk, Jan Sikora*** 119
Regularyzacja rozwiązania dla danych zaszumionych przy użyciu metody fokusowej w transmisyjnej tomografii ultradźwiękowej
Regularisation of the solution for noisy data using the focuss method in transmission ultrasound tomography

45. ***Robert Kaznowski, Dariusz Sztafrowski*** 121
Odnawialne źródła energii jako główne źródło miksu energetycznego. Warunki powodzenia transformacji energetycznej
Renewable energy sources as the main source of the energy mix. Conditions for a successful transformation

46. ***Pawel Kielbasa, Pavol Findura, Mirosław Zagórda*** 123
Identyfikacja zróżnicowania obciążenia psychicznego operatora ciągnika rolniczego w przestrzeni pola podczas precyzyjnego rozsiewania nawozów
Identification of variation in mental strain of an agricultural tractor operator in the field during precise fertilizer spreading

47. ***Paweł Kiełbasa, Ernest Popardowski, Michał Rad*** 125
System automatycznego sterowania temperaturą w czasie stymulacji elektromagnetycznej materii organicznej
Automatic temperature control system during electromagnetic stimulation of organic matter

48. ***Paweł Kiełbasa, Mirosław Zagórda, Tadeusz Juliszewski, Akinniyi Akinsunmade, Sylwia Tomecka, Paweł Pysz*** 127
Wykorzystanie amplitudy sygnału georadarowego do precyzyjnego prowadzenia maszyn uprawowych
Using the amplitude of the geo-radar signal for precise guidance of tillage machines

49. ***Zenovij Kohut, Dariusz Całus, Piotr Chabecki*** 129
Modelowanie ogniw słonecznych w oparciu o CIGS z defektami wdrożonymi w głównych warstwach
Modeling of solar cells based on CIGS with defects implemented in the main layers

50. Mirosław Kornatka 132
Wpływ mocy biernej pojemnościowej na opłaty za energie elektryczną – studium przypadku
The impact of capacitive reactive power on electricity charges – case study

51. Joanna Kozieł, Michał Majka 134
Wpływ wybranych czynników na właściwe wskazanie pomiaru temperatury ciała ludzkiego termometrem bezdotykowym
Influence of selected and various factors on the correct indications of human body temperature measurement with a non-contact thermometer

52. Joanna Kozieł, Michał Majka 136
Współczesne, wybrane zastosowania materiałów i urządzeń nadprzewodnikowych
Selected contemporary applications of superconducting materials and facilities

53. Anna Koziorowska, Maria Romerowicz-Misielak, Katarzyna Kozioł, Wiktor Czajka, Marek Koziorowski 138
Pole elektromagnetyczne, a reaktywność tarczycy na hormon tyreotropowy (TSH)
The electromagnetic field and thyroid reactivity to thyroid stimulating hormone (TSH)

54. Marek Koziorowski, Katarzyna Kozioł, Maria Romerowicz-Misielak, Jakub Siuta, Anna Koziorowska 140
Pole elektromagnetyczne jako czynnik oddziałujący na aktywność syntezy enzymu dehydrogenazy beta-3-hydroksysteroidowej (HSD) w komórkach kory nadnerczy jagniąt
The electromagnetic field as a factor influencing the activity of the synthesis of the enzyme beta-3-hydroxysteroid dehydrogenase (HSD) in the cells of the adrenal cortex of lambs

55. Edward Kozłowski, Krzysztof Król, Tomasz Rymarczyk 142
Identyfikacja inkluzji z LDA w EIT
Identification of inclusions with LDA in the EIT

56. Andrzej Krawczyk 144
Światowe badania w dziedzinie bioelektromagnetyzmu – wybrane kierunki badawcze na konferencji BioEM 2022
World research in the area of bioelectromagnetism – selected research directions at the BioEM 2022 conference

57. Andrzej Krawczyk, Ewa Korzeniewska 149
Metafizyczno-medyczne aspekty elektromagnetyzmu
Metaphysical and medical aspects of electromagnetism

58. Andrzej Krawczyk, Ewa Korzeniewska 151
Wybrane aspekty ekranowania pola elektromagnetycznego
Selected aspects of electromagnetic field shielding

59. Krzysztof Król, Tomasz Rymarczyk, Konrad Niderla, Edward Kozłowski 153
Platforma multisensoryczna wykorzystująca tomografię przemysłową do monitorowania i sterowania procesami technologicznymi
Multisensor platform using industrial tomography for monitoring and control of technological processes

60. ***Piotr Krupski, Joanna Michałowska*** 156
Doświadczalna ocena odziaływania polowych zjawisk elektromagnetycznych na spawacza pracującego w metodzie SMAW w polaryzacjach DCEN oraz DCEP
Experimental evaluation of the impact of electromagnetic field phenomena on a welder working in the SMAW method in DCEN and DCEP polarizations

61. ***Małgorzata Krzywicka, Kamil Stokfiszewski, Agnieszka Wosiak*** 158
Automatyczne rozpoznawanie chorób skóry na podstawie klasyfikacji obrazów za pomocą konwolucyjnych sieci neuronowych
Automatic recognition of skin diseases based on image classification using convolutional neural networks

62. ***Roman Kubacki, Karol Rudyk*** 160
Układ antenowy na bazie anten mikropaskowych dla systemu 5G
The antenna array based on microstrip antennas for 5G system

63. ***Marek Kuchta*** 161
Modelowanie i pomiary elektroniczne wybranych bioukładów człowieka
Modelling and electronic measurements selected human biosystems

64. ***Marek Kuchta, Jacek Jakubowski, Benedykt Jakubowski, Roman Kubacki, Wiesław Galewicz*** 163
Sonda izotropowa do pomiaru impulsowych pól mikrofalowych
Isotropic probe for pulsed microwave fields measurements

65. ***Addis Lemessa, Tomasz Jakubowski*** 165
Wybrane metody fizyczne zabezpieczające produkty i półprodukty spożywcze
Selected physical methods protecting food products

66. ***Marek Lis, Tomasz Walasek, Krzysztof Szewczyk*** 166
Wykorzystanie zestawu wirujących magnesów stałych w układzie cylindra Halbacha do eliminacji tarcia w transporcie przemysłowym
The use of a set of rotating permanent magnets in a Halbach cylinder system to eliminate friction in industrial transport

67. ***Stanisław Lis, Marcin Tomasik, Henryk Juszka*** 168
Metoda optymalizacji systemu sterowania w funkcji niezawodności
The method of optimization of the control system as a function of reliability

68. ***Michał Maj, Damian Pliszczuk, Tomasz Cieplak, Łukasz Gołąbek*** 170
Automatyka sterowania jakością optyki na przykładzie przemysłu meblowego
Automation of optical quality control on the example of the furniture industry

69. ***Jacek Majcher, Agnieszka Szypłowska, Andrzej Wilczek, Marcin Kafarski, Arkadiusz Lewandowski, Kamil Staszek, Wojciech Skierucha*** 172
Badanie obszaru czułości sondy antenowej do pomiaru wilgotności gleby w technologii TDR
Testing sensitivity zone of the antenna probe for measuring soil moisture in the TDR technique

70. ***Michał Majka*** 174
Model przepustów prądowych chłodzonych kontaktowo dla nadprzewodnikowych ograniczników prądu
Model of conduction-cooled current leads for superconducting fault current limiters

71. ***Paweł A. Mazurek, Oleksandr M. Naumchuk, Aleksander Chudy*** 176
Emisja elektromagnetyczna domowych urządzeń elektrycznych XX i XXI wieku w aspekcie kompatybilności elektromagnetycznej
Electromagnetic emission from domestic electric equipment in 20th and 21st centuries in the aspect of electromagnetic compatibility

72. ***Mariusz Mączka, Stanisław Pawłowski*** 178
Symulacje struktur kwantowych laserów kaskadowych z użyciem metody aproksymacji wielomianowej
Simulations of the quantum cascade lasers using the polynomial approximation method

73. ***Arkadiusz Miaskowski, Piotr Gas*** 181
Numeryczne szacowanie stref ablacyjnych guza piersi kobiecej pochodzących od układu aplikatorów RF
Numerical estimation of the ablation zones inside the female breast tumor derived from the array of RF applicators

74. ***Joanna Michałowska, Paweł Tomiło, Arkadiusz Tofil, Łukasz Puzio, Jarosław Pytka*** 183
Identyfikacja natężenia pola elektrycznego w statkach powietrznych
Identification of electric field strength in aircraft

75. ***Anna Miernik, Paweł Kiełbasa*** 185
Wykorzystanie emisji fotonów do identyfikacji zmian chorobowych jodły pospolitej
The use of photon emission for identification of disease lesions in fir needles

76. ***Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Tomasz Dróżdż*** 187
Wpływ oddziaływania pola elektromagnetycznego na strukturę widma elektromagnetycznego olejków eterycznych
The effect of electromagnetic field stimulation on the electromagnetic spectrum structure of essential oils

77. ***Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Tadeusz Juliszewski, Tomasz Dróżdż*** 189
Wykorzystanie emisji fotonowej do identyfikacji rodzaju drzew iglastych
Use of photon emission to identify the type of coniferous trees

78. ***Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Stepan Kovalyshyn*** 191
Wpływ oddziaływania zmiennego pola elektromagnetycznego na emisje fotonową naparów wybranych roślin
Influence of alternating electromagnetic field exposure on photon emission of brew of selected plants

79. ***Maryna Mikhalieva, Lubomyra Odosii, Krzysztof Przystupa , Yury Shabatura, Nataliya Hots, Myhailo Hrubel*** 193
Poprawa metod elektrycznych sterowania i oceny wpływu aktywności militarnej na powierzchnię wód
Improvement of electrical methods of control and evaluation of impact of military activity on surface waters

80. ***Mariusz Najgebauer, Damian Gzieł*** 195
Analiza właściwości rdzeni magnetycznych przy niesinusoidalnych przebiegach wymuszeń
The analysis of magnetic core properties under non-sinusoidal excitation waveforms

81. ***Konrad Niderla, Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski*** 198
Rozkład wielkości kryształów nadzorowany przez agenta uczenia się z wzmocnieniem przy użyciu hybrydowego czujnika tomograficznego w procesie krystalizacji
Crystal size distribution supervised by a reinforcement learning agent using a hybrid tomography sensor in the crystallization process

82. ***Krzysztof Olesiak*** 200
Optymalne planowanie trajektorii ruchu dla 6-osiowych robotów przemysłowych
Optimal motion trajectory planning for industrial 6-axis robots

83. ***Stanisław Pawłowski, Jolanta Plewako, Piotr Grodzki*** 202
Analiza porównawcza metody elementów skończonych i iteracyjnej metody rozwiązań fundamentalnych w zastosowaniu do obliczania współczynników pojemnościowych
Comparative analysis of the finite element method and the iterative method of fundamental solutions as applied to the calculation of capacitive coefficients

84. ***Stanisław Pawłowski, Jolanta Plewako, Ewa Korzeniewska*** 204
Modelowanie zjawisk zachodzących w cienkich warstwach przewodzących przy przepływie prądów harmonicznych
Modeling of phenomena occurring in thin conductive layers with the flow of harmonic currents

85. ***Tomasz Perzyński, Vitaliy Levoniuk, Radosław Figura*** 206
Analiza przejściowych procesów elektromagnetycznych w linii przesyłowej wysokiego napięcia podczas zwarć dwufazowych
Analysis of transient electromagnetic processes in high voltage transmission line during two-phase short circuits

86. ***Adam Piłat, Robert Stala, Antoni Cieśla, Maciej Chojowski, Mikołaj Skowron, Szymon Formela*** 208
Analiza termiczna modelu przetwornika rezonansowego DC-DC
Thermal analysis of the model DC-DC resonant converter

87. ***Ernest Popardowski*** 210
Modyfikacja charakterystyki czasowo-temperaturowej spalania biomasy z roślin energetycznych, poprzez ich wstępne kondycjonowanie pulsacyjnym polem elektrycznym
Modification of the time-temperature characteristics of biomass combustion from energy crops by pre-conditioning them with a pulsed electric field

88. ***Andrzej Popenda*** 212
Modelowanie optymalizowanego silnika BLDC zasilanego z sinusoidalnego źródła napięcia
Modeling of an optimized BLDC motor powered by a sinusoidal voltage source

89. ***Andrzej Popenda, Marcjan Nowak*** 215
Wpływ konfiguracji sieci neuronowej na estymację prędkości silnika PMSM
Influence of neural network configuration on PMSM motor speed estimation

90. ***Tomasz Prauzner, Kacper Prauzner, Paweł Ptak, Henryk Noga, Piotr Migo, Tomasz Piotrowski*** 217
Artefakty techniczne w badaniach QEEG – wyniki badań własnych
Technical artifacts in QEEG research – own research results

91. ***Paweł Ptak, Tomasz Prauzner, Henryk Noga, Piotr Migo, Agnieszka Gajewska*** 219
Pomiary grubości powłok z materiałów izolacyjnych
Measurement of thickness of coatings made of insulation materials

92. ***Michał Pyrc, Michał Gruca, Borys Borowik*** 221
Wykorzystanie przemiennika częstotliwości w układzie hamowania tłokowego silnika spalinowego
The use of an inverter in the braking system of an internal combustion engine

93. ***Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski, Przemysław Adamkiewicz, Konrad Niderla*** 223
Połączenie elektrycznej tomografii pojemnościowej i impedancyjnej do monitorowaniu procesów
Combining electrical capacitance and impedance tomography in monitoring processes

94. ***Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski, Przemysław Adamkiewicz, Jan Sikora*** 225
Zastosowanie konwolucyjnych sieci neuronowych w tomografii radiowej
The use of convolutional neural networks in radio tomography imaging

95. ***Tomasz Rymarczyk, Grzegorz Kłosowski, Michał Maj, Michał Oleszek*** 227
Porównanie algorytmów CNN I LSTM w rozwiązywaniu problemów odwrotnych EIT
Comparison of CNN and LSTM algorithms for solving the EIT inverse problem

96. ***Karolina Sieroń, Grzegorz Onik, Sebastian Kwiatek, Aleksander Sieroń*** 229
Choroba zrostowa – czy medycyna fizykalna ma miejsce w leczeniu?
Peritoneal adhesions – is there a place for physical medicine in treatment?

97. ***Roman Sikora, Przemysław Markiewicz, Mariusz Mączka, Jolanta Plewako, Stanisław Pawłowski*** 230
Wykorzystanie funkcji sklejanej potencjału elektrycznego na powierzchni ziemi w celu przewidywania napięcia krokowego i dotykowego uziomu
Using spline interpolation of electric potential on the ground surface to step and touch voltage prediction of grounding grid

98. ***Przemysław Sobkiewicz, Paweł Bieńkowski, Wojciech Błażejewski*** 233
Koncepcja zastosowania planarnych struktur mikrofalowych jako sond pola bliskiego dla wykrywania i oceny wewnętrznych wad materiałów kompozytowych na przykładzie zbiorników wysokociśnieniowych
The concept of using planar microwave structures as near-field probes for detecting and assessing internal defects of composite materials on the example of high-pressure tanks

99. ***Ryszard Sroka, Antoni Cieśla, Mikołaj Skowron*** 236
Elektrotechnika w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie – lata 1952-2022
Electrical Engineering in the Academy of Mining and Metallurgy in Cracow – period 1952-2022

100. *Michał Styła, Przemysław Adamkiewicz* 239
Optymalizacja zarządzania budynkiem przy użyciu inteligencji maszynowej oraz wykrywanie osób w pomieszczeniu za pomocą tomografii radiowej
Optimisation of building management using machine intelligence, and detection of persons in a room using radio tomography

101. *Witold Sygocki, Ewa Korzeniewska* 241
Rola cytowań w środowisku naukowym – ilustracja na wybranych przykładach
The role of citation in the scientific community – illustration on selected examples

102. *Witold Sygocki, Jadwiga Woźniak-Kasperek* 243
Dyscypliny, czy nie... Czasopisma z wykazu MEiN: teoria i praktykareprezentowania dyscyplin
Disciplines or not ... Journals from the list of the Ministry of Education and Science: theory and practice of representing disciplines

103. *Tomasz Szabała, Andrés Vejar, Tomasz Rymarczyk* 245
Pomiar aktywności dla skonstruowanego zestawu robotycznych projektów fantomów oddechowych
Activity measurement for a constructed set of soft robotic respiration phantom designs

104. *Bartłomiej Szafraniak, Łukasz Fuśnik* 247
Analysis of the influence of overvoltage stresses and controlled 50 Hz AC bursts on the dielectric parameters of low voltage metal-oxide surge arresters
Analiza wpływu narażeń przepięciowych i kontrolowanych udarów prądowych AC 50 Hz na parametry dielektryczne niskonapięciowych ograniczników przepięć

105. *Dariusz Sztafrowski, Wiktor Kuliczkowski, Krzysztof Nowak* 249
Wpływ pola elektromagnetycznego indukowanego w pojazdach elektrycznych i hybrydowych na pracę kardiowerterów i stymulatorów serca
The influence of electromagnetic field emitted in electric and hybrid vehicles on the operation of cardiac pacemakers and implantable defibrilators

106. *Dariusz Sztafrowski, Jakub Muraszko, Adam Jasiura, Anna Krasowska* 251
Wpływ przemiennego pola elektromagnetycznego na przeżywalność i wrażliwość na działania antybiotyków oraz potencjał błonowy *Candida albicans*
Effect of alternating electromagnetic field on survival rate and sensitivity to antibiotics as well as Candida albicans membrane potential

107. *Dariusz Sztafrowski, Edyta Szczuka* 253
Badania terenowe wpływu pola elektromagnetycznego na wyniki pomiaru aktywności elektrodermalnej
Field testing of influence of the EMF exposure on the results of electrodermal activity measurements

108. *Tomasz Szul* 256
Ewaluacja efektywności energetyczno-ekonomicznej wybranych systemów grzewczych wykorzystujących energię elektryczną
Evaluation of energy and economic efficiency of selected electric heating systems

109. *Jan Szymenderski, Leszek Kasprzyk, Agnieszka Lewandowska, Damian Burzyński, Robert Pietracho, Robert Golonka* 258
Potencjał gruntu wywołany przepływem prądów błądzących w rzeczywistych układach sieci powrotnych trakcji elektrycznej prądu stałego
Soil potential caused by the flow of stray currents in real systems of DC traction return networks

110. Ewelina Święs, Adam Komarnicki, Dariusz Sztafrowski 260
Analiza rozkładu pola elektromagnetycznego generowanego przez wybrane samochody elektryczne i hybrydowe
Analysis of the distribution of electromagnetic field generated by selected electric and hybrid cars

111. Grzegorz Tatoń, Artur Kacprzyk, Tomasz Rok, Rafał Pawlak, Eugeniusz Rokita 262
Czy częstotliwość występowania nadwrażliwości na pole elektromagnetyczne ma związek z zanieczyszczeniem powietrza i poziomami tła pola elektromagnetycznego?
Is the prevalence of electromagnetic hypersensitivity dependent on air pollution and the levels of electromagnetic background?

112. Marcin Tomasik, Stanisław Lis 264
Problematyka eksploatacji autonomicznych robotów mobilnych AMR
The issues of the operation of autonomous ARM mobile robots

113. Karolina Trzyniec 266
Charakterystyka ultrasłabej emisji fotonowej z substratów do produkcji czekolady oraz wyrobów końcowych
Characteristics of the low photon emission from the ingredients of chocolate and finished products

114. Karolina Trzyniec 268
Wykorzystanie elektroencefalografii do analizy poziomu koncentracji uwagi u kierowców
The use of electroencephalography to analyze the level of concentration attention at the drivers

115. Agnieszka Wantuch, Gabriela Blicharz 270
Analiza porównawcza wybranych źródeł światła
Comparative analysis of selected light sources

116. Dariusz Wojcik, Tomasz Rymarczyk, Michał Gołąbek 272
Urządzenie tomograficzne ultradźwiękowe i impedancyjne do analizy dolnych dróg moczowych
Ultrasound and impedance device for lower urinary tract tomography

117. Dariusz Wojcik, Tomasz Rymarczyk, Michał Oleszek 274
Tomografia impedancyjna do długoterminowego monitorowania płuc
Impedance base tomography for long term lung monitoring

118. Dariusz Wojcik, Tomasz Rymarczyk, Michał Oleszek 276
Przenośny tomograf impedancyjny o małych wymiarach dla dolnych dróg moczowych
Small footprint wearable impedance tomography for lower urinary tract

119. Mykhaylo Zagirnyak, Tetyana Korenkova, Viktoriya Kovalchuk, O. Serdiuk 278
System poprawy sterowności przepompowni w przypadku awaryjnej przerwy w zasilaniu
A system of pumping plant controllability improvement in the event of an emergency power outage

***120.* Mykhaylo Zagirnyak, Viktor Lyashenko, Elena Kobilskaya** 280
Algorytm wyznaczania składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego emitowanego przez antenę drutową
Algorithm for calculating the electric component of wire antenna electromagnetic field

121. Mykhaylo Zagirnyak, Viacheslav Prus, Alyona Nikitina 282
Wydajne dynamiczne systemy obciążania wysoko eksploatowanych silników indukcyjnych
Efficient dynamic loading systems of highly used induction motors

122. Mirosław Zagórda, Paweł Kiełbasa, Michał Rad 285
Wykorzystanie systemów telematycznych do optymalizacji pracy maszyn rolniczych
The use of telematics systems to optimize the operation of agricultural machinery

123. Anna Zielińska, Mikołaj Skowron, Andrzej Bień 287
Tokenizacja i tokenomia procesów ładowania pojazdów elektrycznych
Tokenization and tokenomics of electromobility charging processes

124. Robert Żelazny, Ewa Łada-Tondyra, Paweł Jabłoński, Waldemar Minkina 289
Rozpływ ciepła w rozjeździe kolejowym ogrzewanym grzejnikiem indukcyjnym
Heat distribution in a railroad junction heated with an induction heater

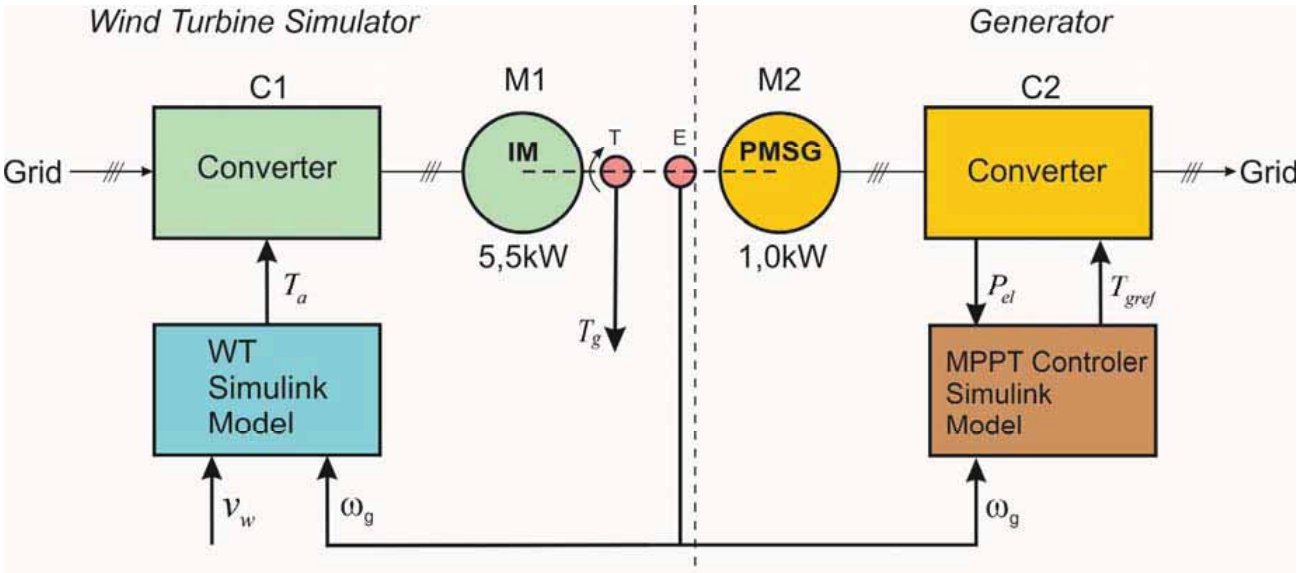
BADANIE STANÓW DYNAMICZNYCH ELEKTROWNI WIATROWEJ Z GENERATOREM PMSG NA STANOWISKU LABORATORYJNYM

Janusz BARAN, Andrzej JĄDERKO

Politechnika Częstochowska

Opis stanowiska badawczego

Schemat blokowy stanowiska badawczego pokazano na rysunku 1. Stanowisko składa się z następujących zasadniczych elementów:
1. silnik asynchroniczny klatkowy (IM) o następujących parametrach: 5.5 kW, 400 V, 950 rpm; silnik posiada zamontowany enkoder (E) o rozdzielczości 3600 imp/obr;
2. przemiennik częstotliwości MMB 011 IM (C1) o mocy 11 kW z funkcją bezpośredniego sterowania momentem w modelu multiskalarnym;
3. silnik synchroniczny z magnesami trwałymi (PMSG) o następujących parametrach: 1.0 kW, 400 V, 1000 rpm; silnik posiada zamontowany rezolwer (sin/cos) do pomiaru prędkości obrotowej w układzie sterowania FOC;
4. przemiennik częstotliwości MMB 011 PMSM (C2) ze sterownikiem elektrowni wiatrowej;
5. momentomierz (T) 100 Nm;
6. model turbiny wiatrowej w środowisku MatlabSimulink;
7. model układu sterowania MPPT w środowisku MatlabSimulink.



Rys. 1. Schemat blokowy stanowiska badawczego

Przemiennik częstotliwości (C1) służy do sterowania silnikiem (IM) w trybie zadawania momentu w układzie sterowania multiskalarnego maszyną indukcyjną [1]. Silnik indukcyjny (IM) 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 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 (PMSG) z zastosowaniem przekładni. Przemiennik częstotliwości (C2) z układem sterowania polowo zorientowanego (FOC) maszyną synchroniczną [2] służy do wymuszania momentu generatora (PMSG) 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 $C_p(\lambda)$.Przeprowadzono również badania algorytmu sterowania w warunkach ponad znamionowych z ograniczaniem mocy wyjściowej generatora.

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].

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

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

[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.

STANOWISKO LABOTRATORYJNE DO AUTOMATYCZNEGO POMIARU WYBRANYCH CHARAKTERYSTYK PRZETWORNIC DC/DC

Rafał BIAŁEK

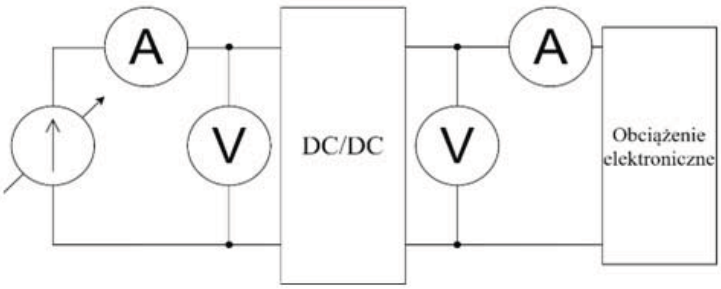
Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

Wstęp

Obecnie większość pomiarów przeprowadzana jest w sposób automatyczny z wykorzystaniem aparatury zdalnie sterowanej. Takie podejście pozwala w znacznie krótszym czasie zrealizować pomiary, wyeliminować błędy odczytu oraz często wykonać badania, które są niemożliwe do zrealizowania przez człowieka. W pracy przedstawiono stanowisko laboratoryjne umożliwiające przeprowadzenie pomiarów wybranych charakterystyk przetwornic DC/DC z wykorzystaniem aparatury zdalnie sterowanej. Powstało ono na potrzeby realizacji pracy dyplomowej [1]. Dodatkowo zaprezentowano w pracy wyniki pomiarów wybranej przetwornicy DC/DC.

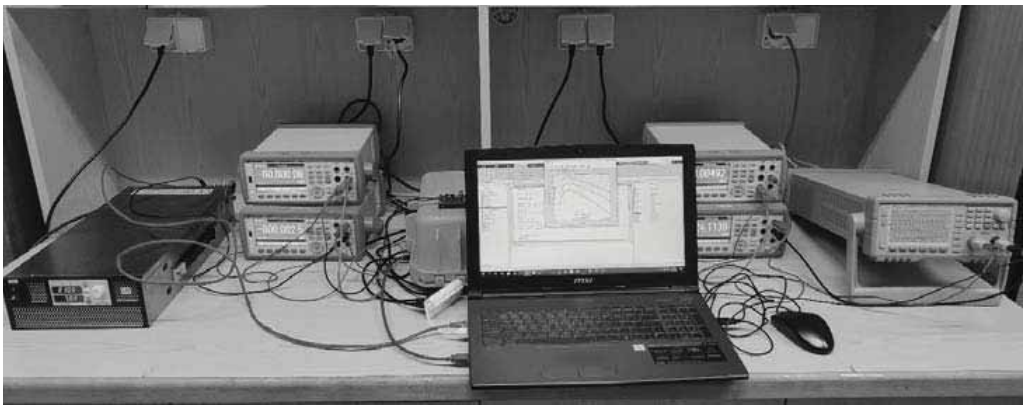
Stanowisko laboratoryjne

Schemat układu pomiarowego przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego

Widok stanowiska laboratoryjnego przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Stanowisko pomiarowe do badania przetwornic DC/DC

Stanowisko składa się z następujących przyrządów pomiarowych:
- zasilacza laboratoryjnego DSP-050-030HDB firmy IDRC,
- 4 multimetrów 34461A firmy Agilent,
- obciążenia elektronicznego PPL-8613C3 firmy Twintex.

Dwa multimetry pełnią rolę woltomierzy do pomiaru napięcia wejściowego i wyjściowego, pozostałe dwa odpowiadają za pomiar prądu wejściowego i wyjściowego.

Komunikacja pomiędzy wszystkimi urządzeniami pomiarowymi a komputerem odbywa się za pomocą interfejsów: USB, Ethernet oraz RS-232. Oprogramowanie sterująco-pomiarowe zostało napisane w środowisku MATLAB. Umożliwia ono przeprowadzenie następujących badań:
- wyznaczenie zależności między napięciem wyjściowym a napięciem wejściowym przy ustalonym prądzie wyjściowym,
- wyznaczenie zależności między napięciem wyjściowym a prądem wyjściowym przy ustalonym napięciu zasilającym,
- wyznaczenie zależności między sprawnością przetwornicy a prądem wyjściowym przy ustalonym napięciu zasilającym.

Wykonane oprogramowanie jest bardzo rozwojowe. Wykorzystano w nim tylko tryb pracy obciążenia elektronicznego CC (Constants Current). Niewielkie zmiany w programie umożliwiłyby wykorzystanie innych trybów, np. CR (Constans Resistance) lub CP (Constans Power).

Literatura

[1] Łukowski K., *Projekt, wykonanie i badania laboratoryjne przetwornicy podwyższającej napięcie, Wojskowa Akademia Techniczna*, Warszawa 2022
[2] Praca zbiorowa, *Miernictwo Elektroniczne. Laboratorium*, Redakcja Wydawnictw Wojskowej Akademii Technicznej, Warszawa, 2016.
[3] Nawrocki W., *Komputerowe systemy pomiarowe*, WKŁ, Warszawa 2006.
[4] Hejn K., Leśniewski A., *Systemy pomiarowe*, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2017.

METODY OKREŚLANIA POŁOŻENIA ZNACZNIKÓW ZA POMOCĄ DWUWYMIAROWEGO CZUJNIKA PSD

Rafał BIAŁEK, Kamila BIAŁEK

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

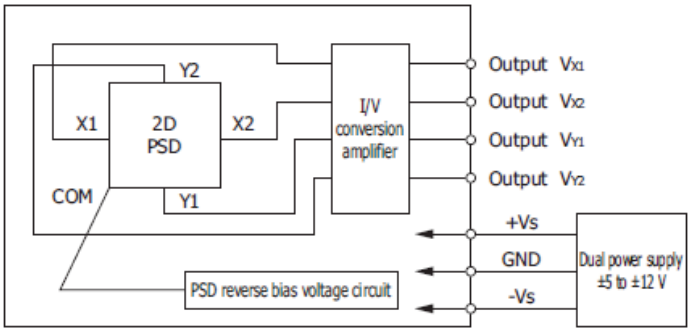
Wstęp

Czujniki PSD (position sensitive detector) są to sensory umożliwiające pomiar położenia plamki świetlnej na matrycy światłoczułej. Można wyróżnić sensory jedno i dwuwymiarowe. Sposób wyznaczenia położenia jednej plamki świetlnej na matrycy czujnika PSD jest wprost zdefiniowany w nocie katalogowej czujnika. W przypadku sensora C10443-03 firmy Hamamatsu współrzędne plamki świetlnej oblicza się korzystając z następującej formuły:

$$x = \frac{(V_{X2} + V_{Y1}) - (V_{X1} + V_{Y2})}{V_{X1} + V_{X2} + V_{Y1} + V_{Y2}} * 7$$

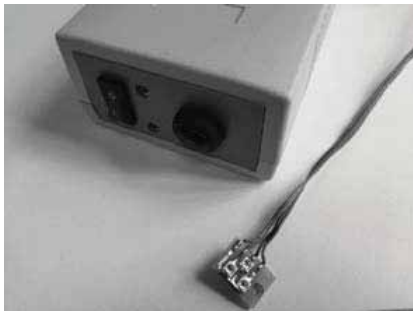
$$y = \frac{(V_{X2} + V_{Y2}) - (V_{X1} + V_{Y1})}{V_{X1} + V_{X2} + V_{Y1} + V_{Y2}} * 7$$

gdzie V_{X1}, V_{X2}, V_{Y1}, V_{Y2} są to odpowiednie wyjścia czujnika.



Rys. 1. Schemat blokowy czujnika C10443-03 firmy Hamamatsu [1]

Wykorzystanie tych czujników do pomiaru ruchu obiektów poruszających się na płaszczyźnie bądź w przestrzeni wymaga określenia pozycji więcej niż jednego znacznika. W pracy przedstawiono metody umożliwiające detekcję 3 znaczników za pomocą dwuwymiarowego czujnika PSD C10443 firmy Hamamatsu. Znaczniki stanowią diody IR rozmieszczone w wierzchołkach trójkąta równobocznego o boku 1 cm. Implementacja wybranych metod sterowania diodami IR wymagała wykonania sterownika opartego na układzie mikroprocesorowym. Widok sterownika wraz ze znacznikami przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Sterownik oraz znaczniki

W pracy zaprezentowano również wyniki pomiarów uzyskane za pomocą wymienionych w artykule metod określania położenia kilku znaczników.

Stanowisko laboratoryjne

Schemat blokowy stanowiska laboratoryjnego przedstawiono na rysunku 3.

Rys. 3. Schemat blokowy stanowiska laboratoryjnego

Podstawowym elementem stanowiska jest dwuwymiarowy sensor PSD C10443 firmy Hamamatsu. W celu zminimalizowania negatywnego wpływu czynników zewnętrznych na wyniki pomiarów zastosowano dodatkowo optyczny filtr pasmowoprzepustowy. Sygnały rejestrowane są za pośrednictwem modułu akwizycji danych NI-USB 6361 firmy National Instruments. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów realizowane jest w środowisku LabVIEW, zainstalowanym na komputerze.

Literatura

[1] Nota katalogowa Hamamatsu, "Integrates a 4-segment Si photodiode with low-noise amp in a compact case", 2019
[2] J. Lee, D. Kim and J. Suk, "Development of a 3D Position Determination Device using PSD sensor," ICCAS 2010, 2010, pp. 1733-1736, doi: 10.1109/ICCAS.2010.5669781.
[3] Y. -g. Zhou, Y. -g. Xie, G. -p. Yu and D. Zhan, "Research of 3D Spatial Localizing System Based on PSD Sensor," 2009 International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, 2009, pp. 55-58, doi: 10.1109/ICMTMA.2009.414.

TELEFONIA KOMÓRKOWA W POLSCE – 30 LAT MINĘŁO

Paweł BIEŃKOWSKI

Politechnika Wrocławska

Wstęp

Telefon komórkowy – urządzenia, których w Polsce jest więcej niż obywateli i bez którego nie bardzo wyobrażamy sobie życia. Pod koniec XX wieku były prowadzone dyskusje – czy potrzebny jest UMTS z jego możliwościami – czy da się to wykorzystać? Teraz możliwości UMTS uważa się za przeszłość – mamy już prawie 5G, ale jednocześnie nie zawsze zdajemy sobie sprawy, że nasze życie codzienne jest wspomagane poczciwym GPRS-em – technologia tylko 2,5G. To z wykorzystaniem GPRS wciąż działa większość terminali płatniczych, systemów alarmowych, telemetrii, transmisji danych w komunikacji miejskiej i wielu, wielu innych dziedzinach, o których nawet byśmy nie pomyśleli. Musimy też pamiętać że za możliwościami technologii stoi cała infrastruktura techniczna i inżynierowie muszą wciąż ją optymalizować, rozbudowywać i szukać nowych rozwiązań.

Historia systemów komórkowych w Polsce

Historia telefonii komórkowej w Polsce sięga czerwca 1992 r. PTK Centertel uruchomił wtedy sieć opartą na skandynawskim analogowym systemie NMT w pasmie 450 MHz. Duży przełom nastąpił w 1996, kiedy to wystartowały w Polsce dwie sieci GSM w paśmie 900 MHz – Plus Polkomtela i PTC Era. Centertel w technologię cyfrową wkroczył dopiero w 1998 r. z marką Idea. Z czasem wszyscy trzej operatorzy oferowali swoje usługi w pasmach GSM 900 MHz i 180 0MHz. Podstawowy system GSM przeznaczony był jedynie do połączeń głosowych w trybie komutacji kanału i przesyłania krótkich wiadomości tekstowych – SMS. Dosyć szybko okazało się, że chcemy móc więcej – pierwszą odpowiedzią technologii była nakładka na GSM określana skrótem GPRS i wdrożona w Polsce w 1999 r przez Polkomtel, a później również przez pozostałych operatorów. Technologia ta pozwalała na pakietową transmisję danych z prędkością do 100 kb/s. Transmisja pakietowa była pewną rewolucją – w odróżnieniu od komutacji kanałów – gdzie kanał był zajęty przez jednego abonenta przez cały czas trwania połączenia – w transmisji pakietowej zasoby sieci są zajmowane wyłącznie na czas niezbędny do przesłania danych – i co ważniejsze – dane te mogły być przesyłane z przerwami, a kanał współdzielony dla danych różnych użytkowników. Kolejna poprawa parametrów systemu zrealizowała się dzięki wprowadzeniu EDGE. Zmieniono w nim interfejs radiowy– a dokładniej schemat modulacji na wydajniejszy, co pozwoliło na uzyskanie zawrotnej jak na tamte czasy teoretycznej prędkości transmisji 296 kb/s. Wtedy wystarczało to do w miarę płynnego przeglądania poczty czy stron internetowych. Niestety to był techniczny koniec możliwości rozwoju GSM. Rewolucja w Polsce nastąpiła już w obecnym tysiącleciu – w 2004 r Polkomtel, a w 2005 Era i Orange uruchomiły sieci UMTS w nowym paśmie 2100 MHz. W zasadzie to od momentu wprowadzenia UMTS należało by przestać używać terminu „telefonia komórkowa” – trafniejsze określenie to sieci lub systemy komórkowe. Dlaczego już nie „telefonia”? – bo o ile w NMT czy GSM (nawet z nakładkami GPRS i EDGE) podstawą sytemu były rozmowy telefoniczne, a inne usługi były do tego dodatkiem – to zasadniczo w kolejnych systemach transmisja głosowa jest po prostu jedną z wielu usług dostępnych w systemie. Podstawowy standard UMTS nie zrewolucjonizował prędkości transmisji – cały kanał stacji bazowej miał przepustowość 2 Mb/s a maksymalna prędkość pojedynczej transmisji nie przekraczała 348 kb/s. Oczywiście – podobnie jak w GSM, tu także pojawiły się nakładki na system: HSPA, HSDPA i HSUPA w teorii pozwalające na transfer z prędkościami przekraczającymi nawet 20 Mb/s – w praktyce ok. 2 Mb/s. W naszej historii przyszedł czas na rok 2007 – kiedy na rynku pojawił się czwarty operator – P4 z siecią Play. Początkowo Play budował swoją infrastrukturę tylko w technologii UMTS 2100 MHz oraz w ramach roamingu wewnętrznego korzystał z infrastruktury innych operatorów. Obecnie Play buduje własną pełną infrastrukturę. Ostatnią historyczną rewolucją w systemach komórkowych w Polsce było wprowadzenie w 2011 r. LTE. Technologia pozwalająca wykorzystywać kanały transmisyjne o różnej szerokości – od 5 MHz do 20 MHz z teoretyczną prędkością transmisji w wersji podstawowej do 100 Mb/s od stacji bazowej do abonenta i 50 Mb/s w drugą stronę. LTE się spokojnie rozwijało w pasmach dla niego

przeznaczonych, ale także zaczęło wypierać inne systemy ze „starych” pasm – np. 1800 MHz natywnie przeznaczone dla GSM czy UMTS-owe 2100 MHz. I tak dotrwaliśmy do maja 2020 r., kiedy to Polkomtel jako pierwszy w kraju uruchomił sieć 5G. 5G to w pierwszym przybliżeniu LTE TDD z szerszymi kanałami (większa przepustowość) i znacznie gęstsza siecią stacji bazowych i nowymi częstotliwościami pracy. W planach rozwoju sieci 5G w Polsce przewidziano nowe pasma – 700 MHz – pasmo odebrane w Europie telewizji, pasma 3,6 GHz oraz pasmo w zakresie fal milimetrowych – 26 GHz. Ponieważ żadne z tych pasm nie zostało jeszcze udostępnione operatorom – możemy poniekąd mówić o „marketingowym 5G w Polsce”. Obecnie działające 5G jest uruchomione na części zasobów już dostępnych operatorom telekomunikacyjnym. Po prostu w części kanałów LTE FDD uruchomiono LTE TDD, co pozwoliło zaświecić na wyświetlaczu „5G”. Oczywiście uruchomienie 5G w taki sposób ograniczyło dostępność LTE na tych pasmach, ale operatorzy zastosowali rozwiązanie ratunkowe – tzw. DSS (Dynamic Spectrum Sharing) – technikę pozwalającą dynamicznie dzielić kanał na potrzeby 4G (LTE FDD) i 5G (LTE TDD). Jedynym wyjątkiem jest Plus Polkomtela, który przeznaczył na wyłączność 5G kanał o szerokości 40 MHz na częstotliwości 2575-2614 MHz.

Po uzyskaniu przez operatorów docelowych pasm 5G należy się liczyć z tym, że pasmo 700 MHz będzie wykorzystywane do poprawy jakości sieci na terenach o mniejszej gęstości zaludnienia – ze względu na większy zasięg oraz w dużych miastach do użytku w „głębszych” pomieszczeniach ze względu na mniejsze tłumienie przez przegrody budowlane. Pasmo 3,6 GHz będzie podstawowym pasmem „pojemnościowym”, ale raczej tylko w obszarach o dużej gęstości zaludnienia. Być może z czasem 5G przejmie też obecne pasma LTE. Co do pasma 26 GHz – w tej chwili trudno jest prorokować jego wykorzystanie – szczególnie ze względu na bardzo duże tłumienie tego zakresu częstotliwości i w zasadzie konieczność komunikacji w zasięgu bezpośredniej widoczności anteny nadajnika i odbiornika. Należy pamiętać, że nawet ręka osoby trzymającej odbiornik i przysłaniającej antenę może powodować ogromne tłumienie sygnału.

Podsumowanie

W tym roku obchodzimy jubileusz 30-lecia telefonii komórkowej w Polsce. Praktycznie cały przekrój wiekowy społeczeństwa przyzwyczaił się do telefonów komórkowych. Infrastruktura systemów komórkowych wrosła w krajobraz – i w zasadzie brak stacji bazowych w okolicy zaczyna dziwić bardziej niż te stacje. Wraz z nowymi technikami i zwiększaniem liczby systemów musimy się liczyć z większą liczbą anten na stacjach bazowych i większe zagęszczenie tychże stacji. Do użytku wchodzą nowe generacje systemów – ale są zastosowania, gdzie 2G trzyma się mocno. Można zaryzykować twierdzenie, że operatorzy z chęcią wyłączyli by nadajniki GSM – ale jeszcze trochę czasu musi upłynąć. Dopiero pojawiają się moduły LTE przeznaczone do zastosowań – nazwijmy je – przemysłowych. To jest kwestia i popularności i ceny – póki co moduły GSM są bezkonkurencyjne. Oczywiście w zastosowaniach multimedialnych GSM już praktycznie nie istnieje – ale w połączeniach głosowych – na terenach słabo zurbanizowanych jeszcze może nas wielokrotnie wyratować z opresji. Koegzystencja różnych generacji systemów komórkowych jest procesem naturalnym – tak jak migracje między pasmami i w zasadzie z punktu widzenia użytkownika powinien to być proces niewidoczny. Jednak marketing nie pozwoli nam nie zauważyć nowości i generować w nas będzie nowe potrzeby.

Literatura

[1] 3GPP TR 22.862 V14.1.0 (2016-09) Technical Report 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Feasibility Study on New Services and Markets Technology Enablers for Critical Communications; Stage 1 (Release 14).

[2] Analiza wykonalności wdrożenia usług w technologii 5G przy obecnych oraz zwiększonych normach dopuszczalnych poziomów promieniowania elektromagnetycznego. Zadanie A: Stworzenie modelu „zapotrzebowanie-podaż” w zakresie usługi transmisji danych dla obszaru Polski oraz wskazanie głównych barier i potrzeb rozwojowych co najmniej do roku 2025, Instytut Łączności – PIB 2018, Praca nr Z-8/08400018 – https://www.il-pib.pl/images/stories/raporty/pdf/PIIT/Raport-IL.-Zadanie-A-Analiza-wykonalnosci-wdrozenia-uslug-w-technologii-5G.pdf

[3] Paweł Bieńkowski: Środowisko elektromagnetyczne w przededniu wdrożenia 5G. Przegląd Telekomunikacyjny, Wiadomości Telekomunikacyjne. 2020, R. 2020, nr 7-8, s. 129-136, ISSN: 1230-3496.

[4] Paweł Bieńkowski: Sieci telefonii komórkowej – koegzystencja technologii 2G do 5G, Aktualny stan prawny ochrony przed promieniowaniem jonizującym i polami elektromagnetycznymi w Polsce – prca zbirowa, red. M. Zmyślony i E. Nowosielska, WAT, Warszawa 2021.

WPŁYW ZASTOSOWANIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO-CHEMICZNE OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Arkadiusz BIESZCZAD

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Osady ściekowe powstają na różnych etapach oczyszczania ścieków. Ze względu na swój specyficzny charakter i bardzo dużą heterogeniczność parametrów ich oczyszczalnie nie jest wcale łatwym zadaniem. Skład przemysłowych osadów ściekowych jest w dużym stopniu uzależniony od aktualnie prowadzonego procesu technologicznego. Na skutek zauważenia problemu związanego z gospodarką ściekową, powstała koncepcja zastosowania pola elektromagnetycznego jako czynnika kondycjonującego mogącego w sposób pozytywny wpłynąć na poprawę parametrów fizyko chemicznych osadów przemysłowych.

Celem pracy było określenie wpływu pola elektromagnetycznego na przyśpieszenie biodegradacji materii organicznej obecnej w przemysłowym osadzie ściekowym. W celu weryfikacji otrzymanych rezultatów posłużono się oznaczeniem parametrów charakterystycznych takich jak: wilgotność całkowita, starty prażenia, zawartość części biodegradowalnych, przewodność elektryczna właściwa, zawartość węgla organicznego, oraz stosunek węgla do azotu [C:N].

Każda próbka laboratoryjna była dzielona na dwie części. Jedna część była poddawana oddziaływaniu pola elektromagnetycznego o indukcyjności 40 mT, a druga 70 mT. Solenoid, w którym przeprowadzano badania został wykonany z rury miedzianej o średnicy 10 mm chłodzonej wodą. Długość cewki wynosi 500 mm, a średnica wewnętrzna 60 mm. Do zasilania solenoidu wykorzystano zasilacz transformatorowy 15 kVA i częstotliwości prądu zasilającego 50 Hz.

Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ pola elektromagnetycznego na zmiany właściwej przewodności elektrycznej badanych osadów ściekowych. Największy wzrost przewodnictwa zaobserwowano dla najkrótszego czasu reakcji. Efekt pola elektromagnetycznego znacząco ograniczył straty prażenia i zawartość części biodegradowalnych. Wartości badanych parametrów zmniejszyły się o około 93%. Pole elektromagnetyczne w zakresie 40 mT i 70 mT nie wpływa na zmiany wilgotności całkowitej osadu.

W analizowanych próbkach pole elektromagnetyczne spowodowało wzrost przewodności elektrycznej właściwej. Pod wpływem pola elektromagnetycznego zawartość węgla organicznego w mieszankach wzrosła w porównaniu do ślepej próby. Wskazuje to na lepszą biodostępność materii organicznej dla mikroorganizmów. Dodatek popiołu zmniejsza zawartość węgla organicznego w badanym osadzie, natomiast zwiększa stosunek węgla do azotu (C:N) wzrósł o 5 jednostek.

Pole elektromagnetyczne w zakresie 40 mT jest optymalne, ponieważ ma znaczący wpływ na oznaczenia w większości mieszanin, a jednocześnie obniży koszt procesu.

Podsumowując, uzyskane wyniki pokazują, że istnieje istotny wpływ pola magnetycznego na stymulację mikroorganizmów unieszkodliwiających materię organiczną w osadach ściekowych. Metoda działania pola

elektromagnetycznego 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 elektromagnetycznym przez dłuższy czas nie będzie dawało lepszych rezultatów.

Literatura

[1] Bień J., et al.: Kierunki zagospodarowania osadów w Polsce po roku 2013, Inżynieria i Ochrona Środowiska, 14, pp. 375-384, 2011

[2] Gliniak M.; Dróżdż T.; Nawara P.; Lis A.; Szczuka M.: The Effect of Static Magnetic Field on Chemical Properties of Sewage Sludge During Biological Treatment. Progress in Applied Electrical Engineering (PAEE), 2018

[3] Gondek, K.; Kopeć, M.: Zmiany składu chemicznego osadów ściekowych zmieszanych z torfem. Acta Scientiarum Polonorum, vol. 7, pp. 37-49, 2008

[4] Tu R.; Jin W.; Xi T.; Yang Q.; Han S. F., Abomohra A. E. F.: Effect of static magnetic field on the oxygen production of Scenedesmus obliquus cultivated in municipal wastewater. Water research, 86, pp. 132-138, 2015

SYNTEZA I WŁAŚCIWOŚCI ELEKTROFIZYCZNE FE_3O_4/NANOKOMPOZYTÓW WĘGLOWYCH DLA SUPERKONDENSATORÓW SYMETRYCZNYCH

Ihor BORDUN, Ewelina SZYMCZYKIEWICZ

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Unikalne właściwości fizykochemiczne węgla dostarczają wiele rozwiązań technicznych związanych z bezpieczeństwem środowiska człowieka i samego środowiska, z wykorzystaniem materiałów wysokoporowatych w przemyśle energetycznym, przetwórczym i chemicznym. Światowa produkcja węgla aktywnego (WA) przekracza pół miliona ton rocznie. W produkcji WA jednym z głównych czynników jest surowiec i warunki jego aktywacji. Surowcami do produkcji takiego węgla są drewno i odpady z jego przerobu, torf, węgiel kamienny i brunatny oraz różne odpady pochodzenia organicznego. W procesie karbonizacji i aktywacji surowców uzyskuje się różne rodzaje węgla, które odpowiednio mają różne właściwości powierzchni, różny rozkład porów oraz zawartość popiołu. Wadą głównych metod aktywacji jest strata spowodowana spalaniem znacznej części pierwotnych surowców zawierających węgiel, a także złożoność zarządzania właściwościami powstałego węgla.

Aktywacja chemiczna surowców do syntezy WA jest ważną metodą kontrolowanej zmiany właściwości otrzymywanego z niej WA. Jedną z powszechnie stosowanych w tym celu metod jest zastosowanie jako środka aktywującego chlorków metali, najczęściej $ZnCl_2$ i $FeCl_3$. W artykułach [1-4] przedstawiono istotne cechy otrzymanego węgla po zastosowaniu chlorku żelaza dla superkondensatorów. Po pierwsze praktycznie brak półokręgu impedancyjnego, co świadczy o dobrej przewodności materiału i małej rezystancji wewnętrznej ogniwa, a po drugie o dobrej zdolności do obiegu w wodnych elektrolitach, co świadczy o stabilności elektrochemicznej takiego węgla w procesie ładowania i rozładowywania komórki. Jednak optymalne sposoby modyfikacji nie zostały w pełni ustalone, ponieważ pojemność właściwa np. w artykule [1] w kwaśnym elektrolicie wynosi tylko 57 F/g, natomiast w [4] już mamy 252,2 F/g w 0,5 M wodnym roztworze Na_2SO_4, chociaż metody produkcji są bardzo podobne. Różnica między [1] i [4] była również różnicą w surowcach. Tak więc w [1] był to odpad z przetwarzania ziaren kawy, a w [4] – słonecznik. W celu optymalizacji technologii syntezy WA z różnych rodzajów surowców na superkondensatory przeprowadzono badania materiałów węglowych z wysłodków buraczanych i łodyg kukurydzy.

Surowiec najpierw wypłukano w wodzie destylowanej w temperaturze pokojowej do wizualnie przejrzystego odpływu i suszono w piecu w atmosferze powietrza w temperaturze 100-110 °C do stałej wagi. Następnie część surowca została przygotowana bezpośrednio do pirolizy, a część została poddana wstępnej modyfikacji chlorkiem żelazowym. Wysuszone i rozdrobnione wysłodki buraczane oraz łodygi kukurydzy wypełniono wodnym roztworem chlorku żelazowego $FeCl_3$ w stosunku sól:surowiec = 1:10. Tak przygotowane surowce przechowywano w temperaturze pokojowej przez 48 godzin, a następnie suszono w temperaturze 100-110°C do stałej masy. Kolejnym etapem była piroliza, którą przeprowadzono w rurowym reaktorze ze stali nierdzewnej. Proces odbywał się w temperaturze 700 °C przez 90 min w atmosferze argonu. Otrzymany WA przemyto trzykrotnie gorącą wodą destylowaną.

W pracy nad modyfikacją KOH np. [5] pokazano skuteczność dwustopniowej karbonizacji-aktywacji węgla. Pomysł ten został również wykorzystany do uzyskania WA z modyfikatorem chlorku żelazowego. Surowcami do modyfikacji były łodygi kukurydzy oraz wysłodki buraczane karbonizowane w atmosferze obojętnej w temperaturze 400 °C przez 90 min. Karbonizowane łodygi kukurydzy oraz wysłodki buraczane moczono w wodnym roztworze chlorku żelaza, trzymano przez 24 godziny, a następnie suszono w piecu w temperaturze 100-110 °C. W kolejnym etapie syrowiec modyfikowany chlorkiem żelaza aktywowano w atmosferze argonu

w 700°C przez 90 min. Otrzymany WA przemyto trzykrotnie gorącą wodą destylowaną. Następnie węgiel aktywny został wysuszony do stałej masy.
Otrzymane rodzaje węgla mielono w misce ceramicznej i przesiewano na sitach. Do produkcji elektrod superkondensatorów wykorzystano frakcję 40-63 μm. Elektrody superkondensatorów wykonano zarówno z WA z łodyg kukurydzy oraz wysłodków buraczanych, jak i z suszonych po modyfikacji typów WA. Elektrody nałożono na siatkę niklową. Jako składnik wiążący zastosowano poliwinylodentofluorek PVDF o stosunku WA do PVDF 19:1. Elektrolitem był 30 % wodny roztwór wodorotlenku potasu KOH. Pojemność właściwą wyznaczono na podstawie pomiarów cykli galwanostatycznego ładowania/rozładowania superkondensatorów.

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, że jednoetapowa modyfikacja daje niezbyt duże wartości pojemności w elektrolicie alkalicznym – dla WA z wysłodków buraczanych wartość to 41 F/g, a dla WA z łodyg kukurydzy 72 F/g. Natomiast dwuetapowa synteza z użyciem surowców wstępnie karbonizowanych spowodowała wzrost wydajności właściwej WA z wysłodków buraczanych do 96 F/g, a WA z łodyg kukurydzy do 95 F/g. Sprawność kulombowska w obu przypadkach była większa niż 95 %.

Zaproponowana metoda dwustopniowej modyfikacji, pokazała zatem dobre perspektywy dla zastosowania chlorku żelazowego jako aktywatora do otrzymywania WA z naturalnych surowców, które można wykorzystać do produkcji elektrod superkondensatorowych.

1. Rufford T.E., Hulikova-Jurcakova D., Zhu Z., Lu G.Q., A comparative study of chemical treatment by $FeCl_3$, $MgCl_2$, and $ZnCl_2$ on microstructure, surface chemistry, and double-layer capacitance of carbons from waste biomass. // J. Mater. Res. – 2010. – V.25, N 8. – P.1451-1459.
2. Wang M., Cheng S., Dang G., Min F., Li H., Zhang Q. Xie J., Solvothermal Synthesized γ-Fe_2O_3/graphite Composite for Supercapacitor. // Int. J. Electrochem. Sci. – 2017. – V.12. – P.6292-6303.
3. Samar K.Theydan, Muthanna J.Ahmed, Optimization of preparation conditions for activated carbons from date stones using response surface methodology. // Powder Technology. – 2012. – V.224. – P.101-108.
4. Sun K., Yang Q., Zheng Y., Zhao G., Zhu Y., Zheng X., Ma G., High Performance Symmetric Supercapacitor Based on Sunflower Marrow Electrode Material. // Int. J. Electrochem. Sci. – 2017. – V.12. – P.2606-2617.
5. Vervikishko D.E., Yanilkin I.V., Dobele G.V., Volperts A., Atamanyuk I.N., Sametov A.A., Shkol'nikov E.I., Activated carbon for supercapacitor electrodes with an aqueous electrolyte. // High temperature. – 2015. – V.53, issue 5. – P.758-764.

ANALIZA STRUKTURY GEOMETRYCZNEJ POWIERZCHNI ODKSZTAŁCENIA W PROCESIE ELEKTRODYNAMICZNEGO FORMOWANIA METALI

Borys BOROWIK[1], Marek KĘSY[2]

[1] Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

[2] Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki

Wstęp

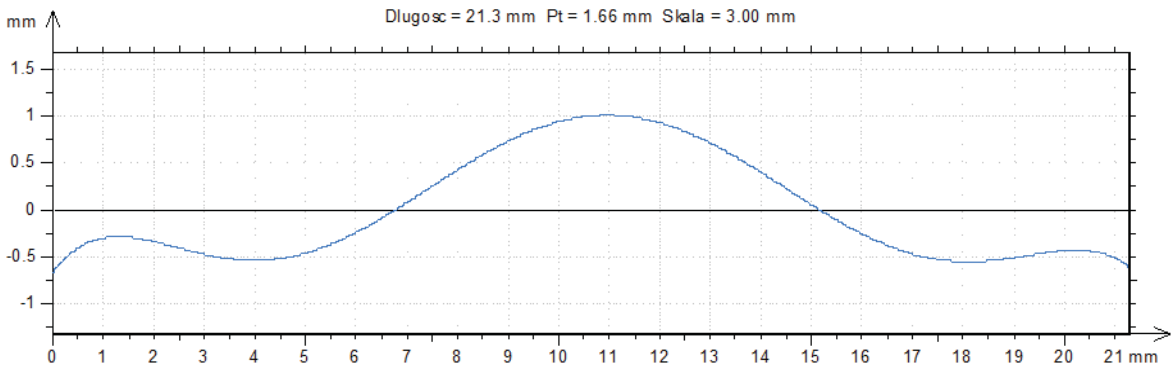
Rozpatrywana z mechanicznego punktu widzenia, technologia elektrodynamicznego kształtowania powierzchni metalowych, wywołuje zmiany właściwości formowanego obszaru. Proces kształtowania wywołuje zmiany cech opisujących formowaną powierzchnię m.in. z punktu widzenia dokładności wymiarów liniowych, parametrów wytrzymałościowych czy wskaźników geometrycznych powierzchni. Jednym z często stosowanych w praktyce inżynierskiej i naukowo-badawczej wskaźników użytkowych charakteryzujących wyroby przemysłowe są cechy struktury geometrycznej powierzchni rozpatrywane z punktu widzenia wad powierzchni, błędów kształtu i / lub wzajemnego położenia, falistości i chropowatości powierzchni.

Proces elektrodynamicznego kształtowania wsadów rurowych

W procesie elektrodynamicznego formowania, kształtowana powierzchnia (wsad rurowy) umieszczona jest w niewielkiej odległości od usztywnionego mechanicznie induktora, a wywierana na nią siła powoduje jej odkształcenie. W czasie formowania charakterystyczne są kolejne przemiany różnych rodzajów energii. Energia elektryczna zgromadzona w kondensatorze jest przekształcana podczas jego wyładowania w energię pola magnetycznego w układzie induktor – powierzchnia, a ta z kolei zostaje zamieniona na energię ruchu kształtowanej powierzchni oraz pracę niezbędną do jej plastycznego odkształcenia, które realizowane jest najczęściej przy udziale matrycy kształtującej, umieszczanej na drodze ruchu odkształcanej powierzchni materiału. [1-7].

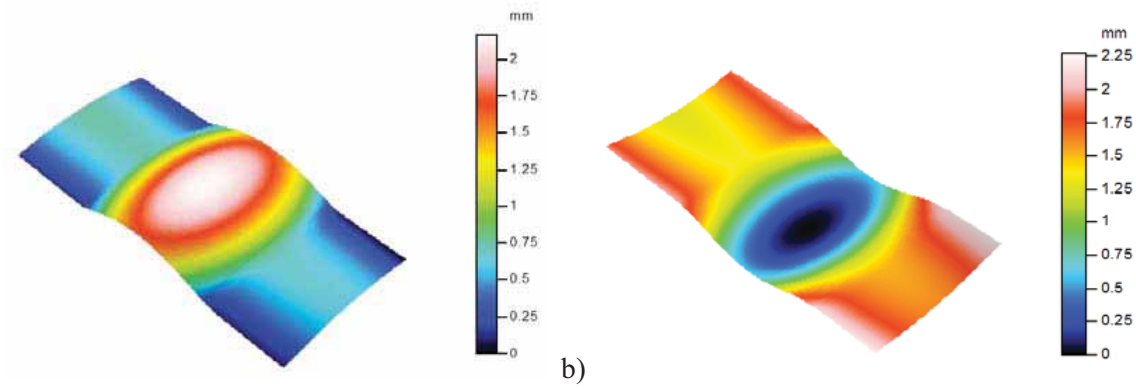
Analiza struktury geometrycznej powierzchni

Rozpatrywany przypadek elektrodynamicznego kształtowania wsadów rurowych wywołuje miejscowe, zorientowane kształtem i rozmieszczeniem oprzyrządowania technologicznego (matrycy kształtującej), odkształcenie plastyczne materiału. Odkształcenie plastyczne materiału powoduje zmiany nie tylko formy zewnętrznej, ale także struktury materiałowej.



Rys. 1. Profil wycinka odkształconej powierzchni

Widok zarejestrowanych topografii 3D odkształconych powierzchni przedstawiono na rys. 2, a profil wycinka odkształconej powierzchni przedstawia rys. 1.



a) b)

Rys. 2. Widok 3D wycinka odkształconego obszaru wsadu rurowego, powierzchnie: a) zewnętrzna, b) wewnętrzna

Wnioski

Przyjęcie założenia jednorodności geometrycznej w obszarze odkształconym, w świetle przeprowadzonych analiz, wydaje się dużym uproszczeniem. Wykazano istotne różnice właściwości powierzchni w analizowanych obszarach. O właściwości wybranego obszaru odkształcenia decyduje nie tylko intensywność procesu odkształcenia plastycznego (determinowana kształtem matrycy kształtującej), ale również procesy towarzyszące formowaniu tj. zjawiska tribologiczne zachodzące pomiędzy powierzchnią formowanego materiału a powierzchnią matrycy (powierzchnia zewnętrzna), lub brak powyższych zjawisk (powierzchni wewnętrzna).

Literatura

[1] Dobrogowski J., Kołaczkowski Z.,Tychowski F., Tłoczenie metali impulsowym polem magnetycznym, PWN, Warszawa Poznań 1979.
[2] Borowik B., Odkształcenie wsadów rurowych wybranych materiałów w procesie elektrodynamicznego formowania metali, Przegląd Elektrotechniczny, 12b/2011 pp. 19-21.
[3] Borowik B., Kęsy M., Rozpęczanie wsadów rurowych w procesie elektrodynamicznego formowania metali w ujęciu chropowatości i topografii powierzchni, Przegląd Elektrotechniczny, 6/2014 pp. 222-226.
[4] Borowik B., Ściskanie wsadów rurowych w procesie elektrodynamicznego formowania metali – analiza numeryczna , Przegląd Elektrotechniczny, 12/2015 pp. 56-58.
[5] Borowik B., Zastosowanie zmodyfikowanej metody Monte Carlo do obliczenia mocy strat cieplnych w przewodzącym wsadzie rurowym formowanym elektrodynamicznie, Przegląd Elektrotechniczny, 1/2017 pp. 249-252.
[6] Borowik B., Wizualizacja procesów fizycznych w procesie elektrodynamicznego ściskania metali, Przegląd Elektrotechniczny, 3/2018 pp. 147-150.
[7] Bednarczyk J.,Distributions of forces in the inductors used in metal processing in the pulse magnetic field, Journal of Materials Processing Technology, 133(2003), pp. 340-347.
[8] Bednarczyk J.Załuski T., Analiza numeryczna elektrodynamicznej obróbki blach z wykorzystaniem pośredniego elementu sprężystego, Mechanik, 7/2010, pp. 477-483.
[9] Adamczak S., Pomiary geometryczne powierzchni. Zarysy kształtu, falistość i chropowatość, WNT, Warszawa 2008.
[10] Oczoś K., Liubimov V., Struktura geometryczna powierzchni. Podstawy klasyfikacji z atlasem charakterystycznych powierzchni kształtowanych, OW PRz, Rzeszów 2003.
[11] Górecka R., Polański Z., Metrologia warstwy wierzchniej, WNT, Warszawa 1983.

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.

PROJEKT ORAZ ANALIZA KINEMATYCZNA ROBOTA POMAGAJĄCEGO W REHABILITACJI

Borys BOROWIK[1], Michał PYRC[2], Michał GRUCA[3]

[1]Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

[2,3] Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki

Wstęp

Rozwój robotyki stosowanej w medycynie obserwuje się od lat 50-tych. Coraz większa dokładność i precyzja manipulatorów umożliwia im coraz szersze zastosowanie w medycynie. Budowane są egzoszkielety umożliwiające poruszanie człowieka, są roboty wykorzystywane przy różnego rodzaju operacjach. Najnowszym trendem są nanoroboty, które umożliwiają poruszanie się w żywych komórkach i odpowiednie ich leczenie.

Roboty rehabilitacyjne

Obecnie powstaje coraz więcej robotów rehabilitacyjnych. Umożliwiają one wielokrotne powtarzanie tych samych ruchów, co potrafi usprawnić pracę personelu medycznego.

Przykładem jest robot pomagający w leczeniu kończyn górnych (rys. 1).

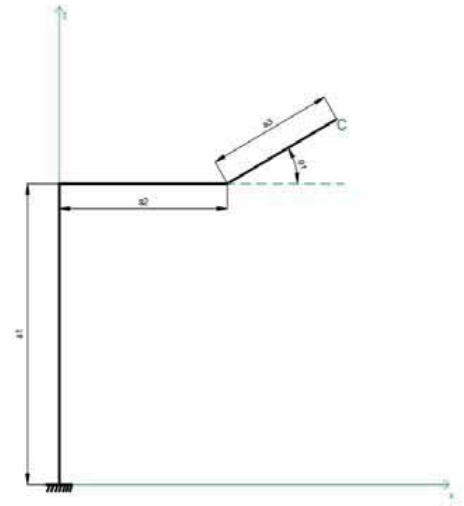
Rys. 1. Projekt robota rehabilitacyjnego [5]

Jest to prosta konstrukcja składająca się z trzech członów i jednego przegubu. Robot ma za zadanie pomoc w usprawnieniu kończyny po jej urazach np. zwichnięcie stawu łokciowego wraz z rozerwaniem przyśrodkowego aparatu torebkowo-więzadłowego. Po takim uszkodzeniu zakres ruchu kończyny jest ograniczony, szczególnie jej wyprost oraz zgięcie. Klasyczna terapia obejmuje ćwiczenia z fizjoterapeutą, ćwiczenia kinezyterapii w UGUL-u (Uniwersalny Gabinet Usprawniania Leczniczego), metody z zakresu światłolecznictwa (takie jak: laseroterapia oraz naświetlanie IR), a także leczenie prądem (np. prądy TENS, jonoforeza). Urządzenie należy odpowiednio dostosować do pacjenta i zaprogramować. Poprzez użycie robota unika się błędów wynikających np. z braku doświadczenia rehabilitanta lub spowodowanych jego zmęczeniem. Efektem tego jest prawidłowo przeprowadzona rehabilitacja, a co za tym idzie, szybsza rekonwalescencja. Urządzenie posiada możliwość rehabilitacji kończyny górnej lewej oraz prawej. Ze

względu na opcję regulacji wysokości oraz długości ramion, osoby, które mogą korzystać z terapii to zarówno osoby dorosłe, jak i dzieci. [5]

Analiza kinematyczna robota

Schemat kinematyczny pokazany jest na rys. 2, a parametry członów w notacji D-H w tabeli 1.



Rys. 2. Schemat kinematyczny [5]

układ	θ_i	d_i	a_i	α_i
1	0	a_1	0	0
2	0	0	a_2	90°
3	$\theta_{1,var}$	0	0	-90°
4	0	0	a_3	0

Tabela 1. Parametry robota w notacji D-H

Obliczając otrzymujemy końcową postać:

$$R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot R_4 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1) & 0 & -\sin(\theta_1) & a_2 + a_3 \cdot \cos(\theta_1) \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin(\theta_1) & 0 & \cos(\theta_1) & a_1 + a_3 \cdot \sin(\theta_1) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Wnioski

Zaprojektowany robot rehabilitacyjny umożliwia ćwiczenia kończyny górnej w zakresie ruchów wyprostnych i zginających. Z obliczeń wynika, że urządzenie zapewnia wymaganą funkcjonalność. Urządzenie umożliwia regulację długości oraz wysokości ramion, dzięki czemu w łatwy sposób można dostosować go do wzrostu pacjenta. Taki robot to proste i niedrogie rozwiązanie, które znacząco wspomaga pracę rehabilitantów. Jego zadaniem jest przede wszystkim efektywniejsza rehabilitacja, a co za tym idzie, szybszy powrót do zdrowia osoby chorej.

Literatura

[1] Rygałło A., Robotyka dla mechatroników, Częstochowa: Politechnika Częstochowska, 2008.
[2] Mikołajewska E., Mikołajewski D., Wykorzystanie robotów rehabilitacyjnych do usprawniania. Niepełnosprawność – Zagadnienia, Problemy, Rozwiązania, 2013, IV/2013, 9, 21-44.
[3] Nawrat Z., Wprowadzenie do robotyki medycznej, MedicalRoboticsReports – 1/2012.
[4] Mikołajewska E., Mikołajewski D., Bezpieczeństwo pracy z robotami rehabilitacyjnymi, Bezpieczeństwo Pracy, 2012, Nr 2.
[5] Tomalska S. , Analiza kinematyki robotów stosowanych w medycynie - Praca Magisterska, Częstochowa 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.

MODEL MATEMATYCZNY TRÓJFAZOWEJ LINII ZASILANIA Z NIESYMETRYCZNYM OBCIĄŻENIEM RLC

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

[1] Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

[2] Politechnika Częstochowska

[3] Lwowski Narodowy Uniwersytet Rolniczy

Wstęp

W pracy na podstawie zmodyfikowanej zasady Hamiltona-Ostrogradskiego, w której rozszerzono funkcję Lagrange’a o dwa składniki: energię rozproszenia oraz energię o charakterze niepotencjalnym, opracowano model matematyczny układu elektroenergetycznego, który składa się z trójfazowej linii zasilania o parametrach rozłożonych, która jest obciążona zastępczym asymetrycznym obciążeniem RLC. Wyjściowe różniczkowe równania stanu układu całkują się drogą dyskretyzacji pochodnych przestrzennych metodą prostych z kolejnym całkowaniem za współrzędną czasową.

Model matematyczny

W pracy analizujemy tylko procesy w obwodach elektrycznych na poziomie podejść polowych. W badanym układzie przesyłowym traktujemy linię energetyczną, jako układ o parametrach rozłożonych, a więc elementami zmodyfikowanej funkcji Lagrange'a będą nie tylko funkcje energetyczne, ale odpowiadające im gęstości. W takim przypadku rozszerzony funkcjonał działania S według Hamiltona-Ostrogradskiego określa równanie [1,2,3]:

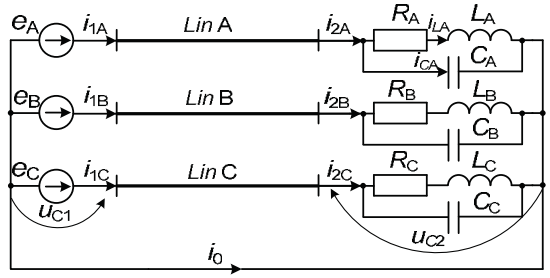
$$S = S_1 + S_2 = \int_{t_1}^{t_2} \left(L^* + \int_l L_l dl \right) dt, \; I = \int_l L_l dl \,, \tag{1}$$

gdzie: I– energetyczny funkcjonał, L^* – zmodyfikowana funkcja Lagrange’a, L_l – gęstość liniowa zmodyfikowanej funkcji Lagrange’a.

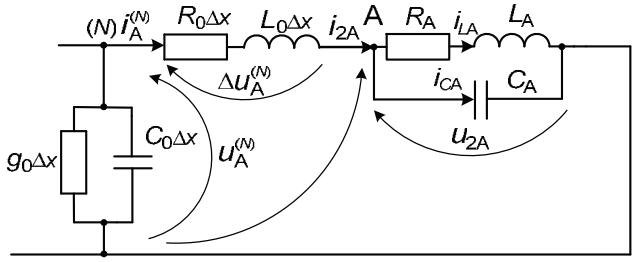
$$L^* = T^* - P^* + \Phi^* - D^*, \; L_l = T_l - P_l + \Phi_l - D_l \,, \tag{2}$$

gdzie: T^* – energia kinetyczna, P^* – energia potencjalna, Φ^* – energia uogólnionych sił rozpraszania, D^* – energia zewnętrznych sił o charakterze niepotencjalnym.

Do opracowania modelu układu elektroenergetycznego wykorzystujemy schematy przedstawione na rysunkach 1 i 2.

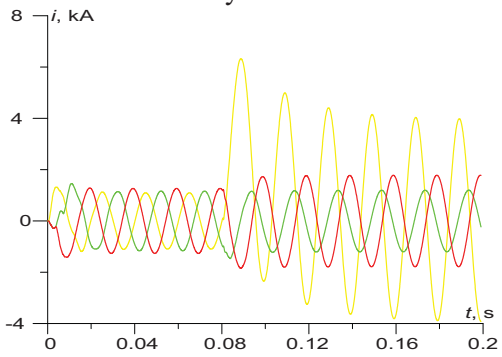


Rys. 1. Schemat układu elektroenergetycznego

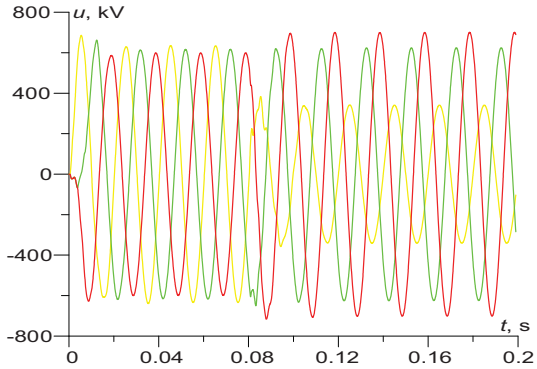


Rys. 2. Schemat zasadniczy fazy A uproszczonego systemu elektroenergetycznego dla N-go węzła dyskretyzacji na końcu linii

Przeprowadzono symulację komputerową w celu zbadania przejściowych procesów elektromagnetycznych zachodzących w systemie elektroenergetycznym obciążonym niesymetrycznego. Włączenie linii i ustabilizowaniu się układu w czasie t = 0,08 s na końcu linii w fazie A (w punkcie A na rys. 2) zasymulowano jednofazowe zwarcie do ziemi. Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono przebiegi prądu i napięcia podczas załączania linii, a następnie przełączania do stanu jednofazowego zwarcia na końcu linii. Przebiegi w zwartej fazie A oznaczono kolorem żółtym.



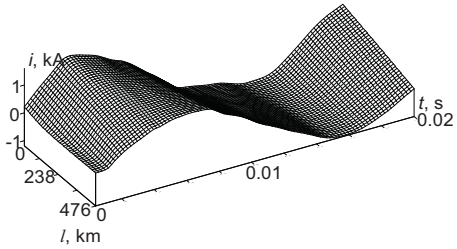
Rys. 3. Przebiegi prądów fazowych w środkowej części linii



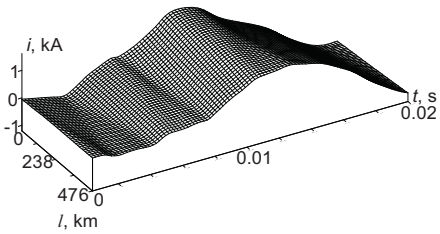
Rys. 4. Przebiegi napięć fazowych w środkowej części linii

Ponieważ obciążenie jest asymetryczne, amplitudy prądów fazowych w stanie ustalonym mają różne wartości od 1 do 1,3 kA – rys. 3. Po zwarciu jednofazowym prąd udarowy fazy A osiągnął 6,25 kA na środku linii, a wartość amplitudy prądu w stanie ustalonym wynosiła 4 kA. Analizując stany nieustalone napięć fazowych po zwarciu w fazie A amplituda napięcia w stanie ustalonym tej fazy zmniejszyła się do 330 kV. Napięcie fazy B nie uległo zmianie, a napięcie fazy C wzrosło do 700 kV.

Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono przebiegi prądów w fazie A i B, które dają możliwość analizowania ruch fali elektromagnetycznej w przestrzeniu i czasie. Na podstawie tych przebiegów możemy prognozować występowanie stanów awaryjnych w układach elektroenergetycznych.



Rys. 5. Przebieg czasowo-przestrzenny prądu fazy A w czasie $t \in [0; 0{,}02]$ s



Rys. 6. Przebieg czasowo-przestrzenny prądu fazy B w czasie $t \in [0; 0{,}02]$ s

Wnioski

Wykorzystanie zmodyfikowanej zasady Hamiltona-Ostrogtadskiego dla modelowania matematycznego układów dynamicznych, w tym i układów elektroenergetycznych daje możliwość formowania równań scalonego układu wychodząc wyłącznie z jednego scalonego układu dynamicznego. Takie postępowanie pomija dekompozycje poszczególnych podukładów wchodzących w skład systemu elektroenergetycznego. Wyniki symulacji komputerowej w funkcji czasu dają możliwość analizowania stanów dynamicznych, co jest bardzo ważne na etapach projektowania i eksploatacji obiektów elektroenergetycznych.

Literatura

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

[2] Czaban A., Lis M., Szafraniec A., Chrzan M., Levoniuk V.: Analysis of transient processes in a power supply system of concentrated and distributed parameters based on variational approaches, Przegląd Elektrotechniczny, pp. 154-157, R.94 NR 12/2018.

[3] Łukasik Z., Czaban A., Szafraniec A.: Mathematical model of asynchronous pump drive with distributed mechanical parameters, Przegląd Elektrotechniczny, pp. 133-138, R.94 NR 6/2018.

ANALIZA DZIAŁANIA OSPRZĘTU ELEKTRYCZNEGO STOSOWANEGO W INSTALACJACH ELEKTRYCZNYCH Z UWZGLĘDNIENIEM PRACY W NISZCZĄCYCH WARUNKACH TERMICZNYCH ORAZ ICH WPŁYW NA BEZPIECZEŃSTWO POŻAROWE

Marek CHMIEL, Michał KOBIERSKI

Politechnika Częstochowska WE

Wstęp

Celem opracowania jest badanie i analiza pracy osprzętu elektrycznego stosowanego w instalacjach elektrycznych z uwzględnieniem ponadznamionowych warunków pracy w zakresie natężenia prądu powodującego silne oddziaływanie termiczne dla zestawów badawczych. Ponadznamionowe warunki pracy osprzętu stosowanego w instalacjach elektrycznych, nierzadko wynikające z niewłaściwej eksploatacji są częstą przyczyną powstawania pożarów. Przeprowadzone badania pozwolą stwierdzić, jaki poziom warunków pracy przekraczających dopuszczalne, może doprowadzić do zainicjowania zagrożeń pożarowych. Badanie osprzętu elektrycznego stosowanego w instalacjach elektrycznych z uwzględnieniem pracy w niszczących warunkach termicznych oraz ich wpływ na bezpieczeństwo pożarowe jest bardzo ważnym zagadnieniem. Do badań wykorzystywany jest sprzęt użytku codziennego, w którym występują ciągłe zjawiska termiczne wynikające z ich pracy. Ponadto, z uwagi na czasookres trwania niektórych procesów np. starzenia się izolacji przewodu elektrycznego, techniki badawcze oparte zostały na eksploatacji sprzętu w niszczących warunkach poprzez długotrwałe obciążenie prądowe lub napięciowe przekraczające parametry znamionowe. Dzięki zastosowaniu wysokiej klasy sprzętu, stanowiska laboratoryjne umożliwią stworzenie rzeczywistych warunków pożarowych powodujących zniszczenie badanego sprzętu. Badania zostały wykonane w Centralnej Szkole Państwowej Straży Pożarnej w laboratorium profilaktyki pożarowej w elektroenergetyce oraz laboratoriach Wydziału Elektrycznego Politechniki Częstochowskiej.

Zachowanie się poszczególnych materiałów izolacyjnych pod wpływem działania wysokiej temperatury

Dobór materiałów elektroizolacyjnych z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego ma kilka zasadniczych celów. Po pierwsze materiały z których wykonany jest osprzęt i przewody nie powinien rozprzestrzeniać ognia. Wymagania w tym zakresie stawiają przepisy prawa zarówno polskiego jak i europejskiego. Polskie prawo budowlane. a konkretnie wydane na jego podstawie rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny podlegać budynki i ich usytuowanie z 12 kwietnia 2002 r. określa w dziale VI zasady doboru materiałów budowlanych z uwagi na nierozprzestrzenianie przez nich płomienia. Wprowadza ono pojęcia charakteryzujące materiały (palne, niepalne, niekapiące, samogasnące, intensywnie dymiące). Określenia te odpowiadają odpowiedniej klasie reakcji na ogień, określonej w normie PN-EN 13501-1. Projektant klasyfikujący dane pomieszczenie lub budynek do odpowiedniej kategorii musi konsekwentnie projektować instalacje w tym elektryczną o odpowiednim stopniu odporności ogniowej.

Innym ważnym zagadnieniem wprowadzanym przez wspomniane rozporządzenie jest podział budynków na strefy pożarowe:

a) mieszkalne, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej charakteryzowane kategorią zagrożenia ludzi, określane dalej jako ZL

b) produkcyjne i magazynowe, określane jako PM

c) inwentarzowe, określane jako IN

Klasyfikacja budynków wg zagrożenia ludzi
Obiekty mieszkalne i użyteczności publicznej, klasyfikowane są pod względem kategorii **zagrożenia ludzi** i określane jako ZL. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury podział obejmuje pięć typów budynków:

- **ZL I** – to budynki użyteczności publicznej z wydzielonymi pomieszczeniami, w których może przebywać naraz więcej niż 50 osób, które nie są stałymi użytkownikami obiektu (np. personelem). Wyjątkiem są tu budynki przeznaczone do użytkowania przez osoby o ograniczonej zdolności poruszania się;
- Przykładem takiego budynku jest centrum handlowe, kino, teatr, szkoła (jeśli są wyposażone w sale, w których przebywać będzie więcej niż 50 osób).
- **ZL II** – to budynki użyteczności publicznej przeznaczone dla osób z ograniczonymi możliwościami poruszania się (użytkownikami takiego obiektu mogą być osoby niepełnosprawne, dzieci czy chorzy);
- To na przykład żłobek, przedszkole, dom spokojnej starości, szpital czy hospicjum.
- **ZL III** – do tej kategorii zalicza się wszystkie budynki użyteczności publicznej, które nie kwalifikują się to grup ZL I i ZL II;
- Tu przykłady można mnożyć – może to być mniejszy sklep, apteka, biuro, bank czy restauracja.
- **ZL IV** – to budynki typowo mieszkalne – jednorodzinne i wielorodzinne, a więc zarówno pojedyncze domy, jak i duże bloki mieszkalne;
- **ZL V** – będą to budynki niesklasyfikowane w żadnej z powyższych grup, na przykład pensjonaty czy hotele;

Zaliczenie danego budynku lub pomieszczenia do odpowiedniej kategorii powinno pociągać za sobą także dobór przewodów i osprzętu uwzględniających warunki jego pracy. Zaliczenie obiektów lub ich części do danej kategorii pociąga za sobą również konsekwencje w postaci częstotliwości pomiarów ochronnych, w tym oględzin instalacji. Ogólną zasadą dokonywania przeglądów instalacji przyjętą w prawie budowlanym jest kontrola raz na co najmniej 5 lat. Jednak zaliczenie obiektu do konkretnej kategorii może nakładać ostrzejsze kryteria dokonywania sprawdzeń.

Urządzenia elektryczne w tym osprzęt elektryczny w wykonaniu przeciwwybuchowym
Jeśli chodzi o zagrożenie wybuchowe to dobór osprzętu musi uwzględniać wykonanie przeciwwybuchowe. Wyroby takie charakteryzują się samo gasnącym materiałem wykonania, wysokim stopniem ochrony IP oraz właściwą klasyfikacją EX. Osprzęt taki musi posiadać odpowiednie oznakowanie dotyczące wykonania przeciwwybuchowego, a także symbol grupy, kategorię i znak CE. Urządzenia elektryczne w tym osprzęt elektryczny w wykonaniu przeciwwybuchowym został sklasyfikowany na trzy grupy w Dyrektywie ATEX (2014/34/UE). Dyrektywa ta wyróżnia trzy podstawowe grupy urządzeń, które ponadto jeszcze dzieli się na podgrupy. Grupy te klasyfikuje się następująco:

- grupa I – urządzenia przeznaczone do użytku w kopalniach
- grupa II – urządzenia przeznaczone do stosowania w pomieszczeniach zagrożonych występowaniem gazowych atmosfer wybuchowych innych niż kopalnie
- grupa II – urządzenia przeznaczone do stosowania w pomieszczeniach zagrożonych występowaniem pyłowych atmosfer wybuchowych innych niż kopalnie

Literatura

[1]. M. Chmiel „Profilaktyka pożarowa w energetyce - Laboratoria” Wydawnictwo Naukowe, Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej; 2016.
[2]. M. Chmiel „Techniczne systemy zabezpieczeń pożarowych – Laboratoria” Wydawnictwo Naukowe, Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej; 2016.

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

ULTRA-FAST CHARGING OF ELECTRIC BUS FLEET AND ITS IMPACT ON POWER QUALITY PARAMETERS

Aleksander CHUDY, Paweł MAZUREK

Lublin University of Technology

Introduction

Electric vehicles have an impact on the electricity system as they create additional demand for electricity. Moreover, due to the stochastic temporal and spatial distribution of charging demand, with its large share in the overall demand, electric vehicles may cause system disturbances requiring the introduction of new generation capacity and/or reinforcement of certain lines or substations in the distribution network. The sheer impact of an on-board charger of a vehicle on the power quality of the system is also significant [1-3]. The uncoordinated process of charging might cause [4, 5]:

- current harmonics emission,
- power losses,
- voltage drops and fluctuations,
- phase unbalance,
- conducted electromagnetic disturbances,
- frequency variations.

Electric buses are increasingly popular in cities in Poland, therefore, it is worth to measure power quality parameters during electric bus fleet charging.

The case of study was an ultra-fast pantograph charger with a nominal power of 450 kW. It was designed to charge Solaris Urbino 12 Electric buses in Lublin. The measurements took place at the dedicated electrical substation. Sonel PQM-711 class A power quality analyser with Sonel F-2 Rogowski coils were used for the measurements. The observation period was one week. Aggregation interval was set to 150 cycles (synchronisation with the power frequency). The data was averaged to approximately 10-minute resolution (1010 samples).

Analysis of the obtained results

Throughout the week, the power frequency remained within the limits of PN-EN 50160. The 95th percentile of the power frequency was 50.03 Hz. The phase voltage did not fall below 207 V, nor did it rise over 253 V during the measurement time for any of the phases (Fig. 1.). Total harmonic distortion of voltage did not exceed 8% limit (the mean value for each phase was approximately 4%). The long term flicker perceptibility was slightly affected by ultra-fast charging, however, the 95th percentiles were 0.3; 0.31; 0.3 for the first, second and third phase, respectively. The 95th percentile of phase unbalance factor was 0.31% (the limit value is 2%). Fig. 2. presents the 95th percentile of harmonic voltage.

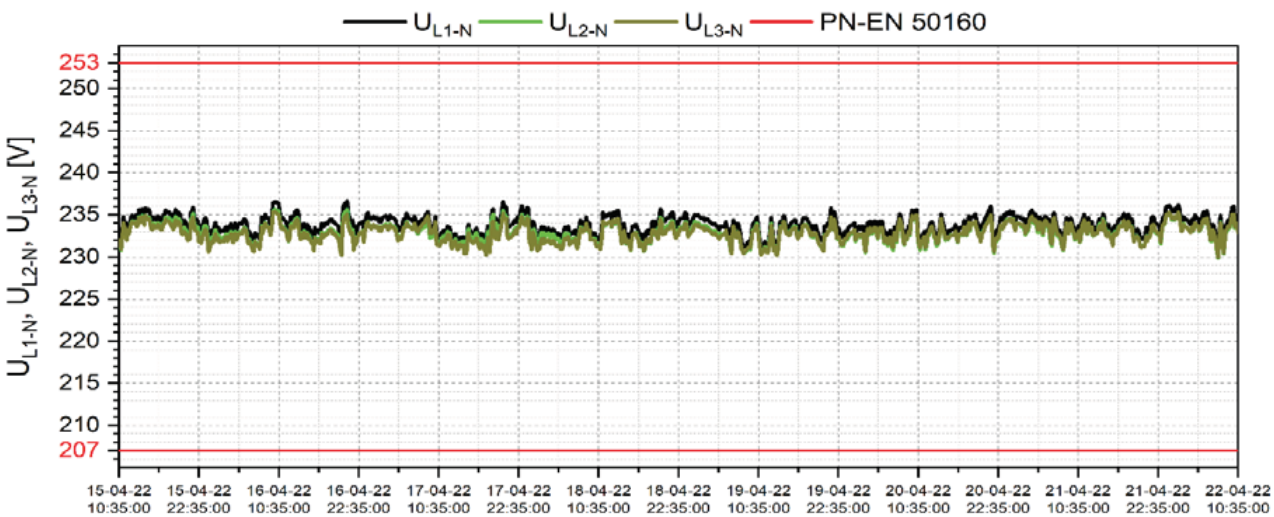


Fig. 1. Average values of phase voltages on power supply charging station

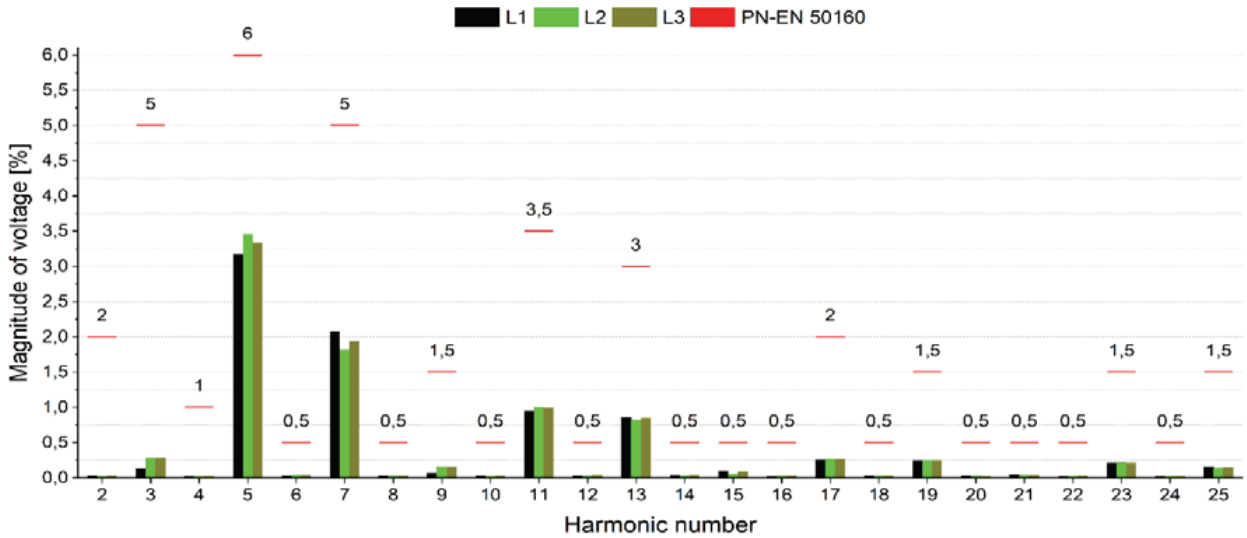


Fig. 2. Ninety fifth percentile of harmonic voltage

Conclusions

The requirements of the PN-EN 50160 standard were met. The power quality parameters are not significantly affected by ultra-fast electric bus charging.

This research was co-funded by the INTERDOC PL project, which is co-financed by the European Social Fund under the Knowledge Education Development Operational Program 2014-2020 (project number POWR.03.02.00-00-I020/16).

References

[1] Chudy A., Mazurek P., Electromobility – the Importance of Power Quality and Environmental Sustainability, *Journal of Ecological Engeenering*, 20 (2019), No 10, p. 15-23.
[2] Mazurek P., Chudy A., Zagadnienia jakości energii stacji ładowania pojazdów elektrycznych, *Electrotechnical Review*, 1 (2021), No 4, p. 105-110.
[3] Mazurek P., Chudy A., An Analysis of Electromagnetic Disturbances from an Electric Vehicle Charging Station, *Energies*, 15 (2022), No 1, p. 244.
[4] Taghizadeh S., Hossain M. J., Lu J., Water W., A unified multi-functional on-board EV charger for power-quality control in household networks, *Applied Energy*, 215 (2018), p. 186-201.
[5] 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), No 2, p. 971-979.

THE EFFECTS OF SHEET THICKNESS AND EXCITATION FREQUENCY ON HYSTERESIS LOOPS OF NON-ORIENTED ELECTRICAL STEEL

Krzysztof CHWASTEK

Częstochowa University of Technology

Abstract
The paper is focused on modeling hysteresis loops of non-oriented electrical steel using the GRUCAD model. Three grades differing in thickness were taken into account. The aim of the paper is to examine the variations of model parameters for different steel grades and to assess the model possibilities to describe hysteresis loops at mains frequency as well for increased excitation frequencies.

Non-oriented electrical steels
Non-oriented (alternator) electrical steels are the most commonly used soft magnetic materials (around 80% of total volume [1], market value estimated at USD 12.57 billion in 2020, expected Compound Annual Growth Rate around 5.19%, to reach USD 18.24 billion by 2028 [2]). They are typically applied as core material for rotating electrical machines, where isotropic properties are one of the crucial requirements. The range of currently manufactured NO sheets covers a number of grades differing in thickness and the percentage content of silicon and aluminum (usually 1.0-3.7% wt. Si, 0.2-0.8% wt. Al). In the paper the properties of three grades of NO steel shall be examined, cf. Table 1.

Table I Basic properties of the examined steel grades

Thickness, mm	Grade designation	Max. loss density, W/kg at f = 50 Hz		Minimal induction, T	
		B= 1.5 T	B= 1.0 T	H = 2500 A/m	H = 5000 A/m
0.35 mm	M330-35A	3.30	1.30	1.49	1.60
0.50 mm	M330-50A	3.30	1.35	1.49	1.60
0.65 mm	M530-65A	5.30	2.30	1.54	1.64

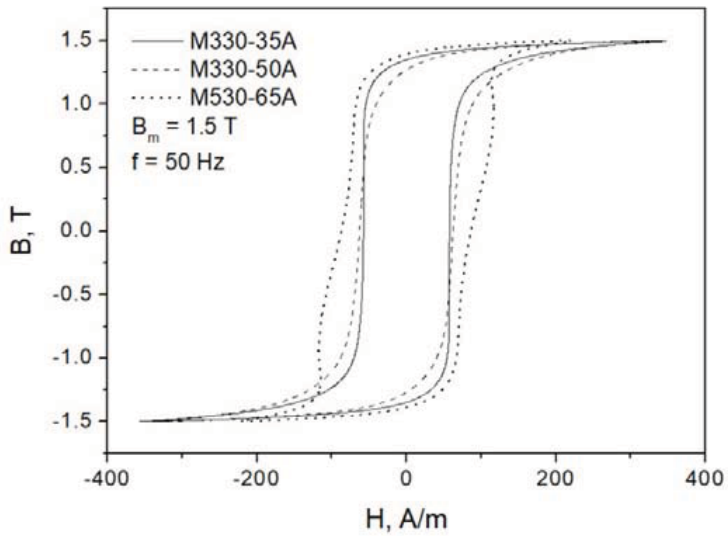


Fig. 1. Measured hysteresis loops for three NO steel grades

The GRUCAD model

Electrical engineers are interested in descriptions of hysteresis loops, which can easily be implemented in Finite Element (FEM) codes.In the present paper a low dimensional hysteresis model, developed around twenty years ago by Brazilian researchers from the GRUCAD group shall be used [3-4]. Despite the description is called by themselves as “a modified Jiles method” [3], it has a number of distinctive features favoring its usage instead of the Jiles-Atherton approach, thus it deserves its own name. The equations for the quasi-static excitation conditions may be written as:

$$H_{\mathrm{an}} = B/\mu_0 - M_{\mathrm{s}}(\coth\lambda - 1/\lambda) \tag{1}$$

$$\lambda = \frac{1}{a}\left[(1-\alpha)H_{\mathrm{an}} + \alpha\frac{B}{\mu_0}\right] \tag{2}$$

$$\frac{\mathrm{d}H_{\mathrm{h}}}{\mathrm{d}B} = \frac{H_{\mathrm{Hs}}(\coth\lambda_{\mathrm{H}} - 1/\lambda_{\mathrm{H}}) + H_{\mathrm{h}}}{\gamma\delta} \tag{3}$$

$$\lambda_{\mathrm{H}} = \frac{H_{\mathrm{h}} + \delta H_{\mathrm{HS}}}{a} \tag{4}$$

$$H = H_{\mathrm{an}} + H_{\mathrm{h}} \tag{5}$$

$\delta = \pm 1$ denotes the sign of $\mathrm{d}B/\mathrm{d}t$. The model parameters are α (-), a (-), H_{Hs} (A/m), γ (T), M_{s} (A/m). Let us notice that descriptions of reversible and irreversible magnetization processes are decoupled here, what simplifies the analysis.

The model extension to dynamic conditions (thus a method e.g. to address the loop distortion visible in Fig. 1 for the 0.65 mm thick steel) shall be achieved using an approach similar to the general formulation proposed more than fifty years ago by Chua and Stromsoe [4]. It is expected that some concepts borrowed from the fractional calculus might be useful for this purpose [5].

References

[1] Davies H. A., Fiorillo F., Flohrer S., Guenther H., Hasegawa R., Sievert J., Varga L. K., Yamaguchi M.: Challenges in optimizing the magnetic properties of bulk soft magnetic materials, J. Magn. Magn. Mater., vol. 320, pp. 2411-2422, 2006.

[2] https://www.verifiedmarketresearch.com/product/non-grain-oriented-electrical-steel-market/

[3] 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, vol. 275, pp. 233-237, 2000.

[4] Righi L. A., Koltermann P. I., Sadowski N., Bastos J. P. A., Carlson R., Kost A., Jänicke L., Lederer D., Non-linear magnetic field analysis by FEM using Langevin function, IEEE Trans. Magn., vol. 36, No. 4, pp. 1263-1266, 2000

[5] Chua L., Stromsoe K., Mathematical model for dynamic hysteresis loops, Int. J. Eng. Sci., vol. 9, pp. 435-450, 1971

[6] Ducharne B., Tsafack P., Tene Deffo Y. A., Zhang B., Sebald G., Fractional operators for the magnetic dynamic behavior of ferromagnetic specimens: An overview, AIP Advances, vol. 11, 035309, 2021

Acknowledgements

The paper has been supported by the program RID (Regionalna Inicjatywa Doskonałości w dyscyplinach Informatyki, Elektrotechniki, Elektroniki, Automatyki i Robotyki na Politechnice Częstochowskiej), decyzja nr 020/RID/2018/19.

WYNIK EKSPOZYCJI NASION PIEPRZYCY SIEWNEJ (*Lepidium sativum* L.) NA PROMIENIOWANIE NEUTRONOWE

Marek CIECHANOWSKI[1], Andrzej BOLEWSKI[1], Joanna DUDAŁA[1], Tomasz JAKUBOWSKI[2]

[1] AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

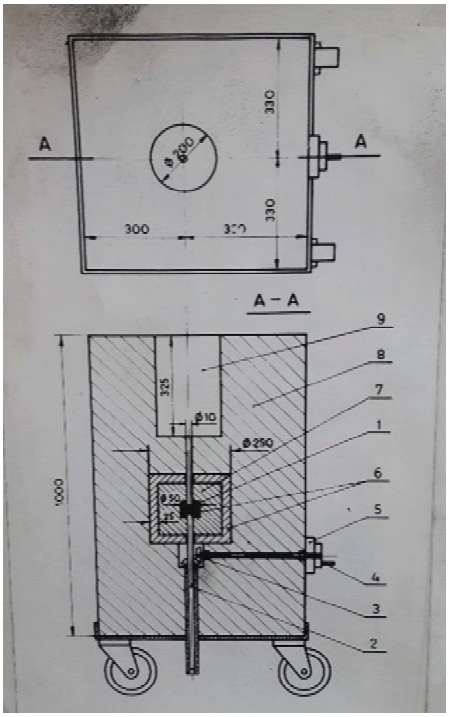
[2] Uniwersytet Rolniczy, Kraków

Wstęp

Metody fizyczne stymulacji wzrostu i rozwoju roślin, obok powszechnie stosowanych metod chemicznych i biologicznych, stanowią jeden z agrotechnicznych sposobów wpływania na przebieg jej wegetacji oraz pośrednio na strukturę uzyskiwanego z tej rośliny plonu [1-4].

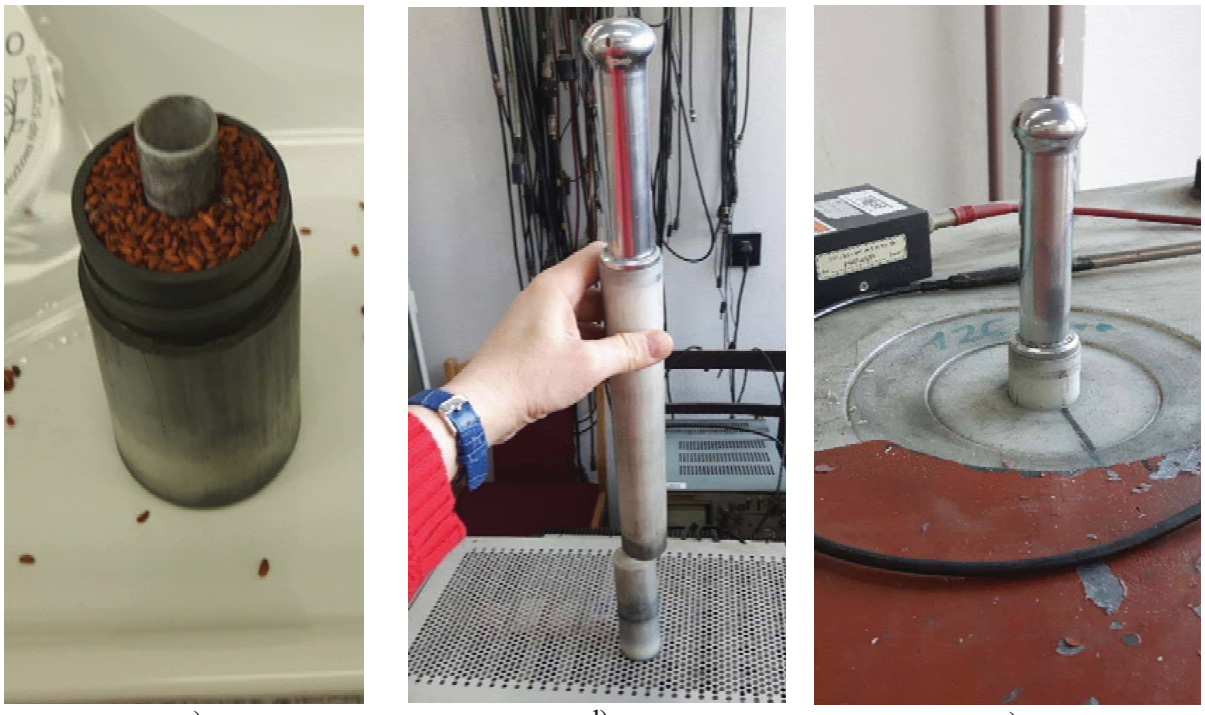
Cel pracy, metoda badań i wyniki

W pracy zaprezentowano wynik doświadczenia, w którym nasiona pieprzycy siewnej (*Lepidium sativum* L.) eksponowano na promieniowanie neutronowe. W eksperymencie wykorzystano urządzenie wyposażone w komercyjne źródło Cf-252 (aktywność źródła w dniu wykonywania eksperymentu A = 0,011 GBq, wydatek neutronów W = 1,34E+6 n/s) [5-7]. Urządzenie do napromieniania strumieniem neutronów (schemat i widok ogólny) przedstawiono na rysunku 1 a-b. Natomiast pojemnik z przygotowaną naważką nasion, uchwyt na pojemnik oraz sposób jego montażu w kanale urządzenia pokazano na rysunku 1 c-e.



a)

b)



c) d) e)

Rys. 1. Widok ogólny stanowiska do napromieniania materiału biologicznego strumieniem neutronów

Napromieniowane nasiona sytuowano na szalce Petriego (na zwilżonej bibule) pełniącej rolę kiełkownika. Nasiona podkiełkowywano w kontrolowanych warunkach przez okres 6 dób, przeprowadzano obserwację aktywności kiełkowania nasion oraz określano przyrost biomasy siewek.

Uzyskane dane poddano analizie statystycznej na założonym poziomie istotności $\alpha = 0{,}05$. Aktywność kiełkowania obrazowano poprzez krzywą logistyczną. Analiza wyników badań wykazała istotnie negatywny wpływ promieniowania neutronowego na wzrost i rozwój siewek pieprzycy (efekt spodziewany). Zaobserwowano również, że siewki wyrosłe z nasion poddanych krótkim czasom napromieniania cechowały się wyższą aktywnością kiełkowania i przyrostem biomasy w odniesieniu do próby kontrolnej.

Literatura

[1] Jakubowski, T., Syrotyuk, S., Lopushniak, V., and Atilgan, A. 2022. Wpływ stymulacji zmiennym polem magnetycznym nasion pszenicy o różnym przeznaczeniu technologicznym. Przegląd Elektrotechniczny 98, 5, 38–42.

[2] Jakubowski, T., Syrotyuk, S., and Yankovska, K. 2021. The use of microwave radiation with a frequency of 2.45 GHz as a factor reducing the storage losses of potato tubers. Journal of Physics - Conference Series 1782, 1–6.

[3] Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia (http://www.pfb.info.pl/files/ustawy/4.Dz.U.2001_nr_63_poz_634.pdf, data dostępu: 12.05.2015).

[4] Jakubowski, T.; Królczyk, J.B. Method for the Reduction of Natural Losses of Potato Tubers During their Long-Term Storage. *Sustainability* 2020, *12*, 1048. https://doi.org/10.3390/su12031048.

[5] Ciechanowski M., Bolewski A.: Absolute determination of the neutron source yield using melaminę as a neutron detector. 2015. Journal of Instrumentation 10, P01001.

[6] Attix F.H.: Introduction to Radiological Physics and Radiaton Dosimetry. 2004 WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, Weinheim.

[7] Broszkiewicz R.: Chemiczne metody dozymetrii promieniowania jonizującego. Wydawnictwa Naukowo--Techniczne; Warszawa 1971.

WPŁYW POLA ELEKTRYCZNEGO O PARAMETRACH GENEROWANYCH PRZEZ LINIE PRZESYŁOWE WYSOKIEGO NAPIĘCIA PRĄDU STAŁEGO NA SUBMIKROSKOPOWY OBRAZ WYSP LANGERHANSA TRZUSTKI SZCZURÓW

Grzegorz CIEŚLAR[1], Krzysztof JASIK[1], Paweł SOWA[2]

[1] Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice

[2] Politechnika Śląska, Gliwice

Cel badania

Celem pracy była ocena wpływu długotrwałej ekspozycji szczurów w stałym polu elektrycznym o parametrach fizycznych generowanych przez linie wysokiego napięcia prądu stałego na obraz submikroskopowy komórek alfa i beta wysp Langerhansa trzustki syntetyzujących podstawowe hormony regulujące metabolizm glukozy: insulinę i glukagon.

Zwierzęta doświadczalne i metodyka badań

Materiał badawczy stanowiło 128 samców szczurów rasy Wistar w wieku 6 tygodni, o masie ok. 150 g, podzielonych na 4 równoliczne grupy nie różniące się znamiennie pod względem wyjściowej masy ciała. W trakcie doświadczeń szczury przebywały w specjalnie zaadaptowanym pomieszczeniu o stałej temperaturze (22°C) i wilgotności powietrza, w którym oświetlenie zmieniało się w cyklu 12-godzinnym. Zwierzęta umieszczone były w typowych plastikowych klatkach o wymiarach 60x40x20 cm, po 8 sztuk w klatce, co pozwalało im na swobodne poruszanie się, karmione były standardową paszą granulowaną dla szczurów typu Labofed B i miały nieograniczony dostęp do wody pitnej.

Szczury z 3 grup eksperymentalnych zostały poddane cyklowi codziennych ekspozycji na działanie stałego pola elektrycznego o natężeniu odpowiednio: 16, 25 i 35 kV/m, natomiast szczury z grupy kontrolnej poddawane były ekspozycji pozorowanej, w trakcie której pomiędzy elektrodami układu ekspozycyjnego nie było generowane pole elektryczne. Czas trwania pojedynczej ekspozycji wynosił 8 godzin. We wszystkich grupach wydzielono 4 podgrupy (po 8 szczurów każda), różniące się czasem ekspozycji w polu elektrycznym lub ekspozycji pozorowanej. Szczury z poszczególnych podgrup poddawane były cyklowi odpowiednio 14, 28 i 56 codziennych ekspozycji, a w ostatniej podgrupie zwierzęta po zakończeniu cyklu 56 codziennych ekspozycji przebywały dalej przez okres 28 dni w tych samych warunkach środowiskowych z wyłączeniem oddziaływania pola elektrycznego.

Stałe pole elektryczne wykorzystywane w doświadczeniu generowane było za pomocą układu ekspozycyjnego składającego się z: autotransformatora, transformatora wysokiego napięcia 220 V/60 000 V, prostownika kaskadowego, opornika wodnego, 2 okrągłych elektrod, pomiędzy którymi umieszczano klatkę ze zwierzętami oraz kilowoltomierza magnetostatycznego typu C 196.

Po zakończeniu cyklu badawczego, każdorazowo 8 szczurów z poszczególnych grup było głodzonych przez 24 h, a następnie sekcjonowanych w narkozie Morbitalowej w godzinach porannych. Pobrane w trakcie sekcji fragmenty trzonu trzustki krojono na bloczki o boku 1 mm i utrwalano w 3% roztworze glutaraldehydu zbuforowanym buforem kakodylowym do pH 7,2 przez 2 h. Po przepłukaniu w buforze kakodylowym bloczki wtórnie utrwalano w 1% roztworze czterotlenku osmu OsO_4, odwadniano w szeregu alkoholowym o wzrastającym stężeniu i tlenku propylenu, a następnie zatapiano je w mieszaninie żywic epoksydowych Epon 812 i polimeryzowano w temperaturach 45, 60 i 80ºC przez 36 h. Bloczki eponowe krojono mikrotomem na skrawki ultracienkie o grubości ok. 50-70 nm, które następnie kontrastowano roztworami octanu uranylu

i cytrynianu ołowiu, a uzyskane preparaty oceniano w mikroskopie elektronowym JAM 100 Cx (Jeol, Japonia) przy napięciu 80 kV i powiększeniach 2300x, 5000x, 6600x, 8300x, 10 000z oraz 13 000x. Elektronogramy w postaci fotografii wykorzystywano do analizy zmian ultrastrukturalnych wewnątrzwydzielniczej części trzustki.

Omówienie wyników i wnioski

Elektronogramy wysp Langerhansa szczurów z grup poddanych ekspozycji w stałym polu elektrycznym o różnych wartościach natężenia pola wykazywały w poszczególnych dniach cyklu ekspozycji oraz po jego zakończeniu zmiany ultrastruktury komórek wewnątrzwydzielniczych, różniące się zarówno charakterem, jak i stopniem nasilenia.

W 14 dobie cyklu ekspozycji w grupie 16 kV/m obserwowano jedynie nieznaczne zmiany, które w obrębie komórek beta związane były z poszerzeniem i nieregularnością kształtu „halo” wokół ziarnistości, a w komórkach alfa polegały na zdeponowaniu dużych ilości ziaren wydzieliny. W grupie 25 kV/m występowało zwiększone „halo” wokół ziarnistości w komórkach beta o nieregularnym kształcie, pojawiały się także drobne wakuole w cytoplazmie. W grupie 35 kV/m w niektórych komórkach wyspowych zgromadzone były liczne drobne wakuole, a w niektórych komórkach wyspowych oraz pankreatocytach obserwowano poszerzoną szorstką siateczkę endoplazmatyczną.

W 28 dobie cyklu ekspozycji w grupie 16kV/m stwierdzono jedynie dyskretne, niejednorodne zmiany w postaci rozprzestrzenienia cytoplazmy niektórych komórek. W grupie 25 kV/m efekt rozprzestrzenienia cytoplazmy był widoczny w większej liczbie komórek, zwłaszcza w populacji komórek beta. W niektórych komórkach była ponadto zauważalna wakuolizacja cytoplazmy. W grupie 35 kV/m wakuolizacja była widoczna w większości komórek wewnątrzwydzielniczych, a ponadto występowało wyraźne poszerzenie szorstkiej siateczki endoplazmatycznej.

W 56 dobie cyklu ekspozycji w grupie 16 kV/m obserwowano stosunkowo niewielkie zmiany ultrastruktury. W większości komórek cytoplazma była spójna, a szorstka siateczka endoplazmatyczna była uformowana w wąskie równolegle ustawione kanaliki. W niektórych komórkach występowało rozluźnienie struktury cytoplazmy oraz częściowe rozdęcie mitochondriów. W grupie 25 kV/m komórki były niejednorodnie zmienione. Wśród komórek o budowie prawidłowej występowały również komórki z cytoplazmą rozprzestrzenioną, zawierającą wakuole osiągające znaczne rozmiary oraz organelle z cechami destrukcji. W grupie 35 kV/m w cytoplazmie komórek wyspowych obserwowano liczne wakuole, a mitochondria wykazywały cechy rozdęcia z towarzyszącym wygładzeniem ich wewnętrznej błony.

W 28 dobie po zakończeniu cyklu ekspozycji w grupie 16 kV/m komórki wewnątrzwydzielniczej części trzustki nie ulegały istotnym zmianom utrastrukturalnym. W komórkach alfa skumulowana była duża ilość wydzieliny. W niektórych komórkach alfa i beta kanaliki szorstkiej siateczki endoplazmatycznej były poszerzone, tworząc niewielkie wakuole. W grupie 25 kV/m występowało wyraźne rozdęcie kanalików szorstkiej siateczki endoplazmatycznej oraz cystern diktiosomów, prowadzące do powstania wielu wakuoli o różnej wielkości. Ponadto w komórkach beta stwierdzono poszerzenie „halo” wokół ziaren wydzieliny. Powyższe zmiany w obrębie komórek miały różny stopień nasilenia. W grupie 35 kV/m komórki ulegały podobnym zmianom jak w grupie poprzedniej, jednak ich nasilenie było wyraźnie większe. Zauważalna była znaczna wakuolizacja cytoplazmy oraz rozdęcie mitochondriów z towarzyszącym wygładzeniem ich wewnętrznej błony. W komórkach wyspowych obserwowano silne rozdęcie kanalików szorstkiej siateczki endoplazmatycznej, obserwowane również w pankreatocytach. Nasilenie przestawionych powyżej zmian było jednak w poszczególnych komórkach bardzo niejednorodne.

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań wykazano, że długotrwała ekspozycja na oddziaływanie stałego pola elektrycznego o parametrach fizycznych generowanych przez linie przesyłowe wysokiego napięcia prądu stałego powoduje zmiany w wyspach Langerhansa przemawiające w początkowej fazie cyklu ekspozycji za nasileniem syntezy, a następnie pobudzeniem procesu sekrecji hormonów trzustkowych, oraz za wystąpieniem dyskretnych zmian destrukcyjnych tych komórek w końcowej fazie cyklu ekspozycji w wyniku wzmożonej aktywności metabolicznej związanej z nasiloną sekrecją hormonów, a po zakończeniu ekspozycji w polu elektrycznym za normalizacją czynności syntetycznej komórek wysp Langerhansa [1,2].

Literatura

[1] Adeghate E., Ponery A.S., Wahab A.: Effect of electrical field stimulation on insulin and glucagon secretion from the pancreas of normal and diabetic rats. Horm. Metab. Res., vol. 33, pp. 281-289, 2001.

[2] Cieślar G., Sieroń A., Zajęcki W., Żwirska-Korczala K.: Wpływ zmiennego pola magnetycznego na morfologię wysp Langerhansa i poziom glikemii u zwierząt doświadczalnych. Balneol. Pol., vol. 37, no. 1, pp. 5-9, 1995.

BADANIA ODBIORCZE I EKSPLOATACYJNE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH

Paweł CZAJA

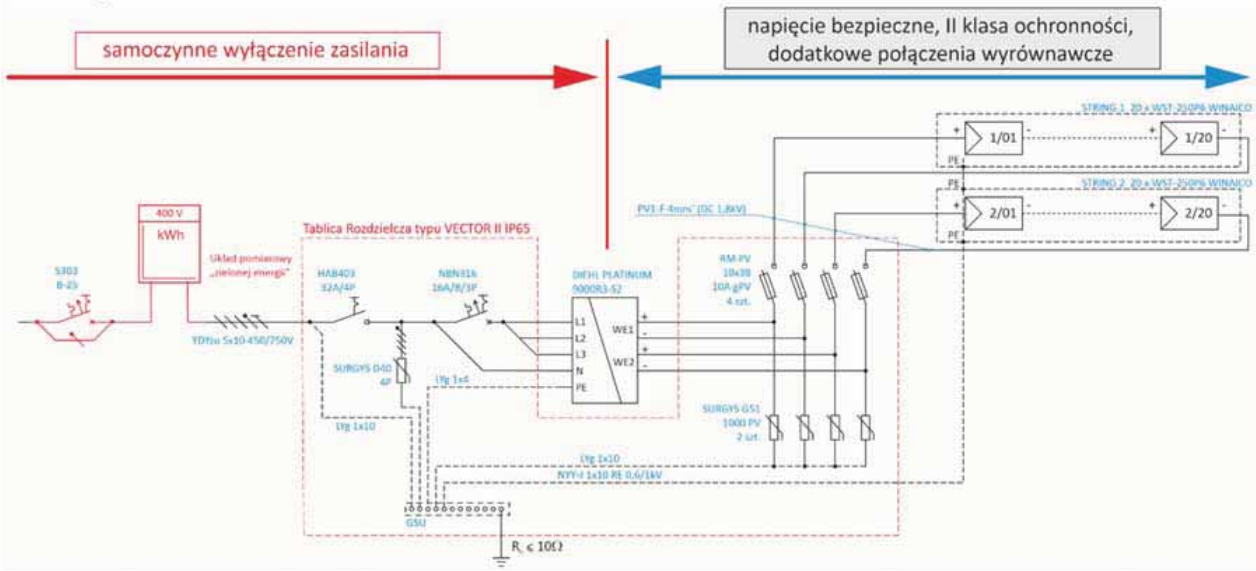
Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Wstęp

Instalacje fotowoltaiczne (PV) stały się bardzo powszechnym źródłem pozyskiwania energii elektrycznej. Jako część składowa instalacji elektrycznych, wymagają przeprowadzenia określonych badań odbiorczych przed oddaniem do eksploatacji oraz okresowych badań w trakcie użytkowania. Specyfika obwodów stałoprądowych oraz rodzaj zastosowanych środków ochrony przeciwporażeniowej wymuszają przeprowadzenie określonych pomiarów. Wdrożone programy wsparcia finansowego oraz obowiązujące uwarunkowania prawne wpłynęły na dynamiczny rozwój sektora instalacji PV. Niestety wpływa to negatywnie na jakość usług montażu takich instalacji oraz jakość używanych komponentów. Instalacje PV, bardzo często montowane są oraz konserwowane przez osoby nie mające odpowiedniej wiedzy i doświadczenia w tym zakresie [1]. W artykule przedstawiono specyfikę wykonywania badań, zgodnie z normą PN-EN 62446-1:2016-08 [2] dla funkcjonującej instalacji PV.

Środki ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach PV

W przypadku instalacji PV, dobierając środki ochrony podstawowej należy uwzględnić szczególnie negatywne wpływy środowiskowe, wynikające z lokalizacji modułów PV na zewnątrz obiektów budowlanych oraz wartości napięć występujących w obwodach DC. Zgodnie z wymogami normy [3], 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 PV, standardowo produkowane są w II klasie ochronności i przystosowane są do pracy w zakresie temperatur -40° ÷ +90°C, zapewniając szczelność na poziomie IP67. Maksymalne napięcie w obwodzie DC, łączącym pojedyncze moduły w łańcuchy nie powinno przekroczyć 1000 V DC [3].



Rys. 1. Zakres stosowania środków ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu w obwodach PV

Na oprzewodowanie obwodów DC, łączących moduły PV powinno stosować się kable jednożyłowe na napięcie min. 0,6/1 kV. Kable powinny być podwójnie izolowane, odporne na promieniowanie UN i ozon. Muszą ponadto wykazywać się odpowiednią odpornością mechaniczną oraz wysokim poziomem odporności na skrajne zmiany temperatury pracy [4, 5]. Najczęstszymi uszkodzeniami występującymi w obwodach DC

instalacji PV są przebicia elektryczne izolacji wynikające z wysokich wartości napięć roboczych), negatywnych wpływów atmosferycznych (wilgoć, temperatura, promieniowanie UV) oraz naprężeń mechanicznych. Dodatkowymi czynnikami negatywnie wpływającymi na bezpieczeństwo instalacji PV jest wykorzystywanie do jej budowy niekompatybilnych względem siebie elementów łączących (np. złączki MC4) oraz jakość montażu [6].
Dwoma podstawowymi problemami z zapewnieniem skutecznej ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach PV jest brak możliwości wyłączenia obwodów DC dopóki moduły PV są wystawione na działanie promieniowania słonecznego oraz mała wartość generowanego prądu zwarcia.

Zakres wymaganych badań instalacji fotowoltaicznych

Wymieniona norma [2] wprowadza podział badań na testy kategorii 1, kategorii 2 oraz testy dodatkowe. W przypadku instalacji PV z zabudowanymi elementami elektronicznymi w obwodach DC (np. optymalizatory, mikroinwertery), należy przeprowadzić dodatkowo specjalistyczne testy. Przed przystąpieniem do badań obwodów DC należy przeprowadzić badania części AC instalacji PV zgodnie z wymaganiami określonymi w normie PN-HD 60364-6:2016-07 [7].

Testy kategorii 1 wykonuje się dla wszystkich instalacji PV. Po stronie DC należy wykonać następujące badania: ciągłość połączeń wyrównawczych (uziemiających), pomiar polaryzacji, test połączenia instalacji, pomiar napięcia otwartego obwodu V_{OC} dla każdego łańcucha modułów PV, pomiar prądu zwarcia I_{SC} lub prądu pracy poszczególnych łańcuchów, pomiar rezystancji izolacji obwodów DC, sprawdzenia funkcjonalne. Alternatywnie do pomiarów napięcia V_{OC} oraz prądów można przeprowadzić wyznaczenie charakterystyki napięciowo-prądowej, które przypisane jest to testów kategorii 2. Testy kategorii pierwszej mają na celu zbadanie bezpieczeństwa przeciwporażeniowego instalacji PV oraz poprawności montażu poszczególnych elementów.

Testy kategorii 2 wykonuje się dla dużych instalacji oraz farm PV. Testy te dotyczą badania instalacji PV w zakresie efektywności konwersji pozyskanej energii do parametrów systemu elektroenergetycznego. Na podstawie tych pomiarów można zweryfikować sprawność inwertera oraz porównać ją ze sprawnością deklarowaną przez producenta. Badania w kategorii 2 obejmują badania charakterystyki prądowo-napięciowej (I-V) danego łańcucha modułów PV oraz badania kamerą termowizyjną. Przywołana norma [2] nie podaje precyzyjnie dla jak dużych instalacji PV należy przeprowadzać testy kategorii 2.

Testy dodatkowe wyszczególnione w nomie [2] dotyczą lokalizacji powstałych usterek w obwodach DC. Obejmują one badanie napięcia względem ziemi, test diody zaporowej, badanie impedancji izolacji na mokro oraz kontrolę stanu zacienienia.

Ze względu, że obwody DC instalacji PV najczęściej są izolowane od ziemi, wystąpienie pierwszego uszkodzenia izolacji i przepływ prądu doziemnego nie będzie skutkować wyłączeniem. Tolerowanie tego stanu zbyt długo może skutkować powstanie drugiego uszkodzenia izolacji w innym miejscu obwodu. Wystąpienie podwójnego uszkodzenia może skutkować przepływem prądu doziemnego oraz powstaniem łuków elektrycznych DC, których samoczynne zgaszenie jest mało prawdopodobne. Uszkodzenia tego typu są niebezpieczne ze względu na bardzo duże ryzyko powstania pożaru.

Literatura

[1] Czaja P., Bezpieczeństwo pożarowe instalacji fotowoltaicznych, Przegląd Elektrotechniczny, R.97, nr 12, 2021, str. 105-108.
[2] Norma PN-EN 62446-1:2016-08 systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania – Część 1: Systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór.
[3] Norma PN-HD 60364-7-712:2016-05 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
[4] Szczerbowski R., Instalacje fotowoltaiczne – aspekty techniczno-ekonomiczne, Przegląd Elektrotechniczny, R.90, nr 10, 2014, str. 31-36.
[5] Petrone G., Spagnuolo G., Teodorescu R., Veerachary M., Vitelli M.: Reliability issues in photovoltaic power processing systems, Industrial Electronics IEEE Transactions on, Volume 55 (2008), Issue 7, 2569-2580.
[6] Eltawil M. A., Zhao Z.: Grid-connected photovoltaic power systems: Technical and potential problems, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 14, Issue 1, (2010), 112-129.
[7] Norma PN-HD 60364-6:2016-07 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie.

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 WŁAŚCIWOŚCI MAGNETYCZNYCH RDZENI TRANSFORMATORÓW SUMUJĄCYCH NA SKUTECZNOŚĆ ZADZIAŁANIA URZĄDZEŃ ZABEZPIECZAJĄCYCH RÓŻNICOWOPRĄDOWY

Paweł CZAJA, Wojciech PLUTA

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Wstęp

Głównym elementem, decydującym o właściwościach oraz zakresie skutecznego działania wyłączników różnicowoprądowych (RCD) jest sumujący przekładnik prądowy. Przekładnik ten, oprócz detekcji prądu różnicowego musi również dostarczyć odpowiednią wartość energii do wyzwalacza elektromagnetycznego, aby nastąpiło rozłączenie styków. O wartości sygnału w obwodzie wtórnym przekładnika sumującego decyduje indukcja magnetyczna w jego rdzeniu, jaką wywołuje pierwotny prąd różnicowy. W artykule przedstawiono wyniki badań, wpływu konstrukcji oraz właściwości magnetycznych rdzenia przekładnika sumującego, na zakres skutecznego wyzwalania wybranych wyłączników RCD.

Budowa i właściwości przekładnika sumującego

Przekładnik prądowy sumujący jest jednym głównym elementem budowy wewnętrznej wyłącznika RCD. Decyduje o właściwościach ochronnych oraz o zakresie skutecznego wyzwalania w zależności od odkształceń i częstotliwości prądów różnicowych. Jego zadaniem, w wyłącznikach RCD o działaniu niezależnym od napięcia sieci jest wygenerowanie w obwodzie wtórnym wystarczająco dużo energii, która niezbędna jest do zadziałania wyzwalacza elektromagnetycznego, rozłączającego styki główne wyłącznika [1].

O wartości sygnału uzyskiwanego w obwodzie wtórnym przekładnika sumującego decyduje rozpiętość zmian indukcji magnetycznej w jego rdzeniu, jaką wywołuje prąd różnicowy płynący w uzwojeniu pierwotnym o określonym kształcie i częstotliwości. Istotnym parametrem technicznym rdzeni przekładników sumujących jest kształt pętli histerezy. Kształt uzależniony jest od składu chemicznego oraz technologii wytwarzania danego rdzenia ferromagnetycznego. Umownie wyróżnia się trzy charakterystyczne kształty w zależności od stosunku indukcji magnetycznej szczątkowej B_r do indukcji magnetycznej nasycenia B_s:

- pętla histerezy prostokątna: $B_r/B_s \approx 0{,}9$;
- pętla histerezy zaokrąglona: $B_r/B_s \approx 0{,}6 \div 0{,}7$;
- pętla histerezy płaska: $B_r/B_s < 0{,}5$ [2].

Wyłącznik RCD, aby zapewniał odpowiedni poziom ochrony przeciwporażeniowej wymagany przez normy [3], jego przekładnik sumujący wraz z obwodem wtórnym muszą spełniać dwa zasadnicze warunki:

- elektromagnetyczny wyzwalacz powinien rozłączyć styki główne przy przepływie pierwotnego prądu różnicowego $(0{,}5 \div 1) \cdot I_{\Delta n}$ wyłącznika [4], oraz
- napięcie uchybowe, pojawiające się przy przepływie maksymalnego dopuszczalnego długotrwale prądu obciążenia wyłącznika, nie powodowało zbędnych wyłączeń.

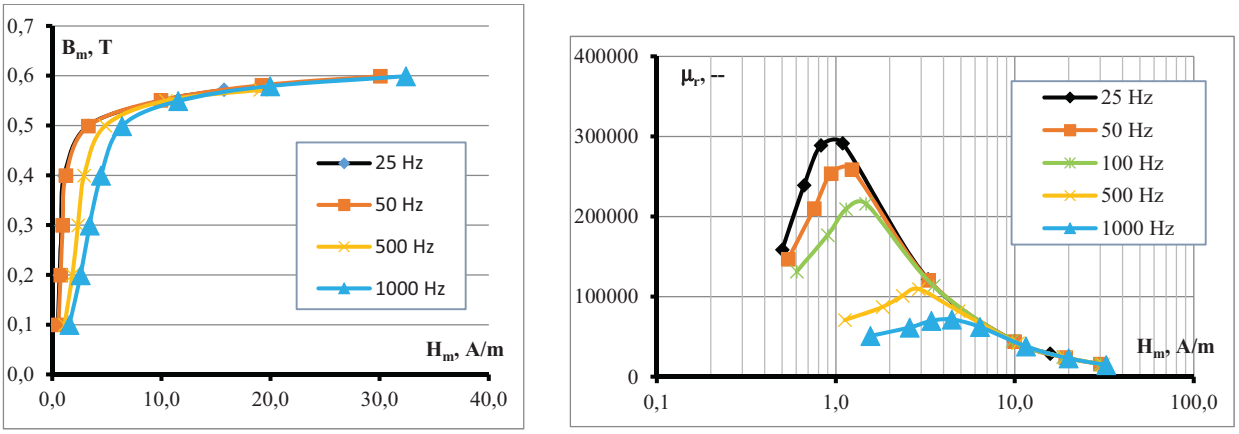
W przypadku wyłączników RCD, wykorzystywanych w instalacjach niskiego napięcia jako środek ochrony uzupełniającej [3], zakres poprawnego wyzwalania wynosi od 15 do 30 mA pierwotnego prądu różnicowego. Dobierając przekładnik sumujący oraz konstrukcję obwodu wtórnego w tego typu wyłącznikach RCD uwzględnia 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 [5] albo
- dopasowanie impedancyjne obciążenia wtórnego przekładnika sumującego do impedancji gałęzi magnesowania przekładnika powinno zapewnić wydzielenie maksymalnej mocy na obciążeniu.

W produkowanych obecnie wyłącznikach RCD dla zagwarantowania prawidłowego progu wyzwalania, coraz częściej stosowane jest dopasowanie impedancyjne obciążenia do impedancji gałęzi poprzecznej, uzyskując wydzielenie maksymalnej mocy na wyzwalaczu elektromagnetycznym [6].

Pomiar właściwości rdzeni przekładników sumujących

Pomiary właściwości rdzeni przekładników sumujących wykonano dla rdzeni wyjętych z wyłączników RCD ogólnie dostępnych na rynku. Przed demontażem przeprowadzono badania wyłączników RCD, wyznaczając zakres częstotliwościowy ich poprawnego wyzwalania oraz mierząc czas zadziałania. Cewki magnesujące oraz 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 [7, 8]. 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. a) Dynamiczne charakterystyki magnesowania przykładowego rdzenia dla częstotliwości prądu magnesującego 25, 50, 500 ,1000 Hz (dla B_m = 0,4 T oraz nominalnego prądu różnicowego), b) Zależność przenikalności magnetycznej względnej rdzenia dla częstotliwości prądu magnesującego 25, 50, 100, 500, 1000 Hz (dla B_m = 0,4 T oraz nominalnego prądu różnicowego)

Do badań właściwości magnetycznych wybrano rdzenie z wyłączników RCD typu AC i A o znamionowym prądzie różnicowym 30 mA oraz o dopuszczalnym długotrwałym prądzie obciążenia 25 A, standardowo montowanych w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia.

Literatura

[1] Czapp S., Horiszny J., Badania symulacyjne układu wyzwalania wyłącznika różnicowoprądowego w warunkach zwiększonej częstotliwości prądu różnicowego, Przegląd Elektrotechniczny, 88 (2012), n.2, 242-247.

[2] Czapp S.: Wyłączniki różnicowoprądowe w ochronie przeciwporażeniowej przy odkształconym prądzie różnicowym, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2009.

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

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

[5] 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.

[6] Czaja P., Pluta W.: Właściwości magnetyczne rdzeni przekładników sumujących wyłączników różnicowoprądowych, Przegląd Elektrotechniczny, 95 (2019), n.12, str. 109-112.

[7] 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.

[8] 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.

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.

DEEP NEURAL NETWORKS FOR SOLVING FORWARD AND INVERSE PROBLEMS IN ELECTROMAGNETISM

Paolo DI BARBA, Maria Evelina MOGNASCHI

Dept. of Electrical, Computer and Biomedical Engineering, University of Pavia, Italy

Introduction

Surrogate models based on deep neural networks are becoming popular in computational electromagnetics: for instance, deep learning techniques have been used for field analysis in single-physics [1] and multi-physics [2] domains, for both electric and magnetic field models [3,4].

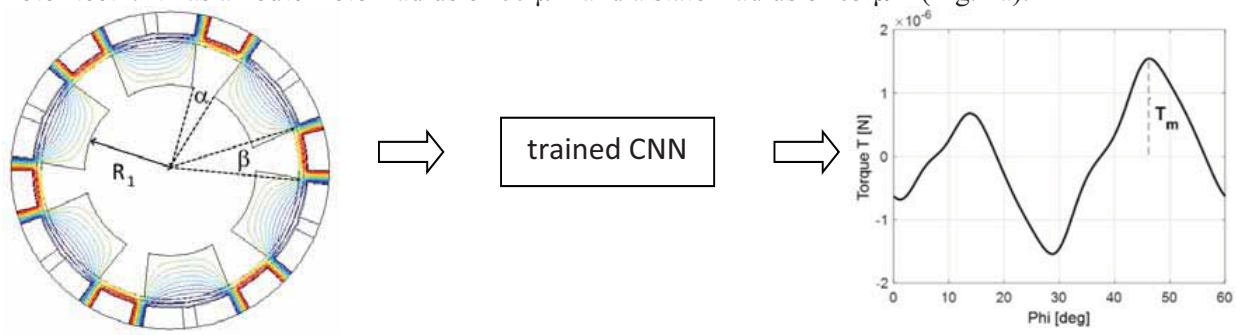
The most promising neural networks are the Convolutional Neural Networks (CNNs), which allow to evaluate a field quantity (either a value or a vector of values like e.g. a field distribution), starting from an image [5]. In electromagnetics, the training of the CNNs is usually done with numerical models and in particular the Finite Element Method (FEM) is used.

Deep neural networks can be used also for solving an inverse problem: once a neural network is trained for solving the field problem, it can be used as a surrogate model and inserted in an optimization loop. This way, the computational burden is limited to the net training, while the evaluation of the field quantities during the optimization loop is rather inexpensive. Another fascinating and innovative way to use CNNs for solving optimization problems is to directly solve the inverse problem with the net: given a field quantity, geometry is drawn by the net [6,7]. To this end, more complicated architectures of CNNs are used e.g. composed of transposed 2D convolution layers. Finally, the use of deep learning can be used as tools for helping the regularization of ill-posed inverse problems [8].

In this paper some examples of CNNs used for solving forward and inverse problems in electromagnetics are shown.

CNN for solving forward problems

Let us consider an electrostatic micromotor as the case study [9], which exhibits 18 stator electrodes and 6 rotor teeth. It has an outer rotor radius of 60 μm and a stator radius of 63 μm (Fig. 1a).



(a) (b)

Fig. 1. Motor geometry (a), from rotor image it is possible to recover e.g. the maximum value of the torque thanks to the trained CNN (b).

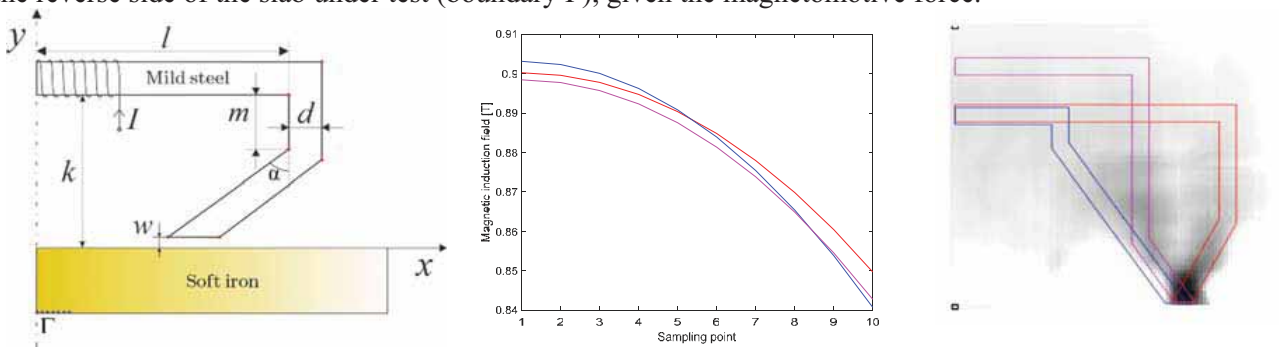
The CNN, composed of 18 layers, is trained with a Finite Element (FE) model (n_t=700 samples for the training set and n_v=85 samples for the validation set). The error is calculated on N=n_v points of the validation set, namely

$$e = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(Y_i - Y_{i_pred}\right)^2} \quad (1)$$

where Y is the torque calculated with FEM, and Y_{pred} is the torque predicted by the CNN, and its value for the trained net is equal to e=0.161.

CNN for solving inverse problems

Let us consider an iron-cored electromagnet which is widely used in magnetic non-destructive testing of ferromagnetic materials. The device is shown in Fig. 2a. The problem is to find the optimal core shape, based on four design variables x = [k, l, m, α] , which gives the maximum average value of magnetic flux density on the reverse side of the slab under test (boundary Γ), given the magnetomotive force.



(a) (b) (c)

Fig. 2. Geometry of the device (a), magnetic field profiles (b), recovered geometries (c).

To this end, a convolutional neural network, composed of 25 layers, three of which are transposed 2D convolutional layers, is trained with n=70,000 samples. The samples are generated with a Finite Element (FE) model and are composed of the field profile (CNN input) and the core geometry image (CNN output).
The result of the geometry reconstruction performed by the CNN, given the field profile in Fig. 2b, are shown in Fig. 2c.

The following remark can be put forward: the grey cloud could be interpreted as a kind of probability density function helping to identify the topology of the core, where the grey scale is an indicator of probability. Unfortunately, the CNN is not able to find a unique geometry, given a field profile. This issue is due to the ill-posedness of the problem: because different geometries can give rise to very similar profile, it is not always possible to find a unique geometry, given a field profile.

References

[1] H. Sasaki and H. Igarashi, "Topology Optimization Accelerated by Deep Learning," in *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 55, no. 6, pp. 1-5, 2019.
[2] R. Gong and Z. Tang, "Training Sample Selection Strategy Applied to CNN in Magneto-Thermal Coupled Analysis" in *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 57, no. 6, pp. 1-4, June 2021.
[3] P. Di Barba, M.E. Mognaschi, S. Wiak, "CNN-based surrogate model of the electrostatic field for MEMS: a multi-fidelity approach", Proc. of the 20th International Symposium on Electromagnetic Fields in Mechatronics, Electrical and Electronic Engineering (ISEF) conference, 20-23 Sept. 2021, Krakow (Poland).
[4] S. Barmada, N. Fontana, L. Sani, D. Thomopulos and M. Tucci, "Deep Learning and Reduced Models for Fast Optimization in Electromagnetics" in *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 56, no. 3, pp. 1-4, March 2020.
[5] I. Goodfellow, Y. Bengio and A. Courville. Deep Learning. The MIT Press, 2016.
[6] P. Di Barba, M.E. Mognaschi, E. Sieni, M. Ziolkowski, " Convolutional Neural Networks for the shape design of a magnetic core for material testing: forward and inverse approaches", in press on IJAEM 2022.
[7] P. Di Barba, Paolo, M.E. Mognaschi, S. Wiak, "‘Neural Metamodelling of Fields: Towards a New Deal in Computational Electromagnetics", 2022, pp.127-137.
[8] M. Tucci, S. Barmada, A. Formisano, D. Thomopulos, "A regularized procedure to generate a deep learning model for topology optimization of electromagnetic devices", Electronics, vol. 10, no. 18, 2021.
[9] P. Di Barba, F. Dughiero, M.E. Mognaschi, A. Savini, S. Wiak, “Biogeography-Inspired Multiobjective Optimization and MEMS Design”, IEEE Transactions on Magnetics, vol. 52(3), 2016.

INTELIGENTNY NADMIAROWY TOR POMIAROWY Z WYKRYWANIEM BŁĘDÓW TORU PODSTAWOWEGO

Bartosz DOMINIKOWSKI

Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki
i Automatyki Politechniki Łódzkiej

Wstęp

Wykorzystanie układów nadmiarowych w torach pomiarowych jest istotne ze względu na zwiększenie jakości oraz niezawodności pomiarowej systemu akwizycji danych. Utrata informacji mierzonej w systemach kontrolno-pomiarowych może stać się decydującym czynnikiem prowadzącym do pojawienia się błędu pomiarowego lub awarii systemu sterującym procesem. Systemy analogowe mają dużą przewagę nad cyfrowymi przetwornikami wielkości mierzonej ze względu na możliwość doboru takich parametrów jak zakres i szybkość przetwarzanego sygnału. W pomiarowej technice analogowej do przetwarzania sygnału z przetwornika wielkości mierzonej często wykorzystuje się specjalne różnicowe wzmacniacze operacyjne, które wzmacniają sygnał i zapewniają wysoka impedancję dla źródła sygnału. Często pomiary sygnału mierzonego wykonywane są w warunkach niebezpiecznych: łatwopalne gazy (iskrobezpieczeństwo), pyły, wibroakustyka (uszkodzenia połączeń elektrycznych), wysoka lub niska temperatura oraz wysoka wilgotność. Czynniki zewnętrzne mogą uszkodzić tor pomiarowy przez zwarcie lub przerwę w gałęzi obwodu wywołane czynnikiem zewnętrznym. Powodem tego są między innymi przeciążenia elektryczne ujęte w specyfikacji IEC 61000. Mimo istniejących wejściowych zabezpieczeń diodowych czynniki te mogą doprowadzić do awarii systemu pomiarowego. W takich sytuacjach należy wykorzystać nadmiarowy tor, który jest identyczny obwodowo i parametrami z podstawowym kanałem pomiarowym.

Metody

Procedury detekcji uszkodzeń urządzeń cyfrowych są znane, natomiast dla układów analogowych nie ma określonego standardu testowania. W [1] zostały przedstawione główne narzędzia służące do testowania układów pomiarowych. Problem walidacji urządzeń analogowych został przedstawiony w [2, 3]. Istnieje wiele metod diagnostyki błędów układów analogowych przy wykorzystaniu techniki: logiki rozmytej [4], metod statystycznych [5].

Do modelowania diagnostyki analogowego układu w czasie jego eksploatacji według autora najlepiej nadają się algorytmy inteligentne z wspomaganiem decyzji. Autor pracy na podstawie przeprowadzonej analizy symulacji komputerowej zaprojektował zoptymalizowany układ działający w czasie rzeczywistym. Wybór algorytmu inteligentnego związany jest z trudnością klasycznego modelowania matematycznego wymagającego odpowiednio opisania zakresu działania systemu pomiarowego uzależnionego od tolerancji poszczególnych elementów pracujących w nim. W systemie pomiarowym mogą pojawić się także uszkodzenia wielokrotne o dużym skomplikowaniu matematycznym.

Do detekcji zwarcia lub przerwy wykorzystano identyczne boczniki rezystancyjne pracujące w podstawowym obwodzie pomiarowym w taki sposób by nie wpływały one na stała przetwarzania. Napięcia na poszczególnych elementach mierzone są za pomocą scalonych monitorów napięcia o wejściu różnicowym. Dane zmierzone z przetworników prądu i napięcia przekazywane są do systemu mikroprocesorowego diagnozującego błędy za pomocą inteligentnego algorytmu. W sytuacji wystąpienia awarii inteligentny system przełącza pomiar na redundantny kanał.

Rezultaty

Proponowany układ zweryfikowano testami laboratoryjnymi. Algorytm działa poprawnie w czasie rzeczywistym przy testowym wymuszeniu stanu awarii (zwarcie lub rozwarcie gałęzi obwodu). Czas działania został zoptymalizowany w celu zapewnienia ciągłości jego działania. Obwód, w którym doszło do awarii zostaje wykryty przez system monitorowania. Dane na temat błędu systemu pomiarowego (lokalizacja i typ awarii) zostają zapisane w pamięci.

Dyskusja:

Ze względu na ważne pomiary, w których nie może pojawić się błąd, układy nadmiarowe są bardzo istotne. Pomimo możliwości sprzętowych brakuje odpowiednich algorytmów diagnostycznych działających w czasie rzęsistym. Proponowany układ przedstawia jedno z możliwych rozwiązań tego problemu i umożliwia podtrzymanie pomiaru mimo wystąpienia awarii.

Literatura

[1] Grzechca D., Rutkowski J.: Fault diagnosis in analog electronic circuits - the SVM approach, Metrology and Measurement Systems, Vol. 16, nr. 4, pp. 583-597, 2009
[2] P. Kabisatpathy, A. Barua, and S. Sinha, Fault Diagnosis of Analog Integrated Circuits. Dordrecht, The Netherlands: Springer-Verlag, 2005.
[3] D. Gizopoulos, Ed., Advances in Electronic Testing: Challenges and Methodologies. Dordrecht, The Netherlands: Springer-Verlag, 2006
[4] Catelani, M., Fort, A. (2002). Soft fault detection and isolation in analog circuits: some results and a comparison between a fuzzy approach and radial basis function networks. IEEE Trans. Instrum. Meas., 51, 196–202.
[5] Papakostas D.K., Hatzopoulos A.A. (2010). Improved analogue fault coverage estimation using probability analysis. Int. J. Circ. Theory Appl., 38, 503–514.

WPŁYW STOPNIA GĘSTOŚCI MATERIAŁU ROŚLINNEGO NA WIELKOŚĆ EMISJI FOTONOWEJ

Tomasz DRÓŻDŻ, Paweł KIEŁBASA, Katarzyna GOŁĘBIOWSKA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Zjawisko emitowania przez nieprzetworzone produkty roślinne ultrasłabego promieniowania elektromagnetycznego nazywane jest emisją fotonową. Pomiar pojedynczych fotonów emitowanych przez produkt może być wykorzystywany jako alternatywna do tradycyjnych metod analizy jakości żywności. Liczne badania [1,2,3,4,5,6] potwierdziły zależność potencjalnej jakości produktów biologicznych od ich emisyjności. W pracy przedstawiono wyniki badań analizy wpływu stopnia zanieczyszczenia i zagęszczenie badanego materiału na emisję fotonów.

Cel, zakres i metodyka badań

Celem badań było określenie możliwości ocena stopnia zagęszczenia materiału biologicznego przy wykorzystaniu emisji fotonowej oraz parametryzacja możliwości identyfikacji zanieczyszczeń w strukturze w/w materiału.

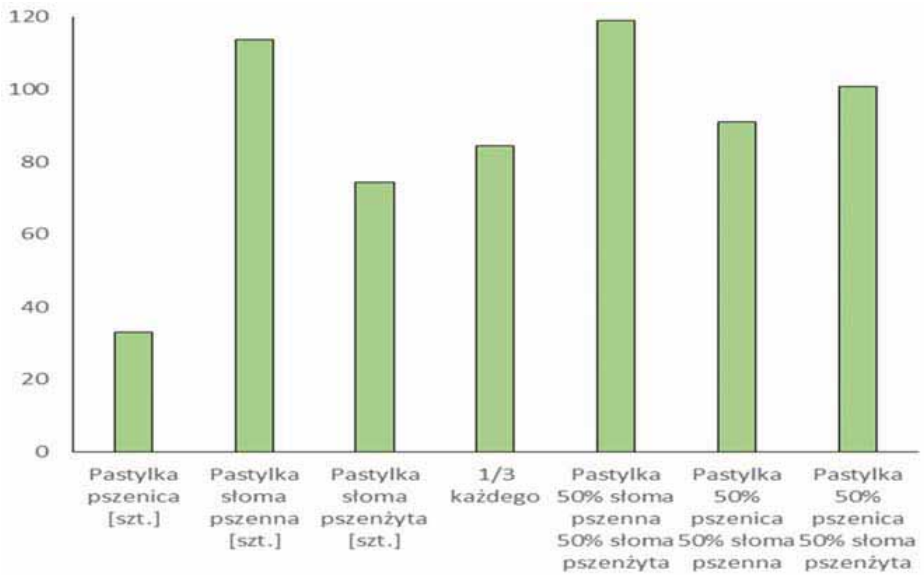
Badania przeprowadzono przy użyciu autorskiego układu pomiarowego, który umożliwia rejestrację pojedynczych fotonów emitowanych z surowców i produktów biologicznych różnego rodzaju. Układ ten składa się z komory pomiarowej z wbudowanym fotopowielaczem oraz komputera z zainstalowanym oprogramowaniem BioLumi. Oprogramowanie umożliwia obserwację ilości fotonów emitowanych w funkcji czasu. Fotony z próbki umieszczonej tuż pod przesłoną fotopowielacza są rejestrowane i zamieniane przez fotopowielacz na impulsy elektryczne (częstotliwość detekcji wynosiła 0,8 Hz). Badania przeprowadzano w pomieszczeniu stabilizowanym termicznie – kontrolowano temperaturę, która mieściła się między 18 - 21° C oraz wilgotność powietrza około 40%, bez występowania promieniowania słonecznego. Próbki były przygotowywane bezpośrednio przed pomiarem, a ich masa naważona na szalki Petriego wynosiła 6 g (z dokładnością do 0.1g). Materiał do badań stanowiły zboża – pszenica, kukurydza oraz słoma pszeniczna, słoma pszenżyto, które różniły się od siebie stopniem zagęszczenia i obecnością bądź brakiem obecności zanieczyszczeń. Formy zanieczyszczone obejmowały zboża w postaci słomy, badano także czyste zboża. Materiał po zmieleniu i ujednoliceniu po przesianiu na sicie 0,1 mm zagęszczano przy pomocy prasy hydraulicznej i odpowiednio przygotowanych form (rys. 1a). Twardość próbek sprawdzano z wykorzystaniem GY-3 analogowy penetrometr GY-3 (rys. 1b).

a b

Rys. 1. Prasa hydrauliczna z odpowiednimi formami (a), GY-3 analogowy penetrometr owocowy sklerometr twardościomierz do pomiaru twardości (b)

Wyniki badań i podsumowanie

Na rysunku 2 przedstawiono zmierzoną ilość fotonów emitowanych w 10-minutowym interwale czasu przez próbki przygotowanych zbóż zanieczyszczonych oraz zagęszczonych na prasie hydraulicznej.



Rys. 2. Ilość fotonów emitowana przez próbki zanieczyszczone oraz zagęszczone

Przeprowadzone badania emisji fotonów na stanowisku ultrasłabej emisji fotonowej pozwalają zidentyfikować w jakościowy sposób stopień zanieczyszczenia materiału. Należy zaznaczyć, że ilościowe określenie stopnia zanieczyszenia wymaga dodatkowych badań. Stwierdzono, że poziom emisji fotonowej jest zależny od zagęszczenia próbki, ilość emisji fotonów zwiększa się o 41% dla próbek wykonanych z pszenicy oraz o 25% dla próbek zagęszczonych wykonanych z kukurydzy w stosunku do próbek niezagęszczanych.

Literatura

[1] Borc R., Jaśkowska A., Dudziak A. 2015. Ultrasłaba emisja fotonowa z układów żywych. Politechnika Lubelska, Lublin. ISBN: 978-83-7947-164-5

[2] Kiełbasa P., Dróżdż T., Nawara P., Dróżdż M. 2017. Wykorzystanie emisji biofotonów do parametryzacji jakościowej produktów spożywczych. Przegląd Elektrotechniczny, nr 1, s. 153-156.

[3] Lambing K. 1992. Biophoton measurements as a suplement to the conventional consideration of food quality. [In:] Popp F.A., Li K.H., Gu Q. (ed.). Recent advances in biophoton research and its applications. World Scientific Publications, p. 393-413.

[4] Oziembłowski M., Dróżdż M., Juliszewski T., Trzyniec K. 2018. Wpływ naświetlania światłem białym lub niebieskim na wielkość emisji fotonów w wybranych produktach spożywczych. Przegląd Elektrotechniczny, nr 2, s. 104-107.

[5] Oziembłowski M., Dróżdż M., Kiełbasa P., Dróżdż T., Gąsiorski A., Nawara P., Tabor S. 2017. Ultra słaba luminescencja (USL) jako potencjalna metoda oceny jakości żywności tradycyjnej. Przegląd Elektrotechniczny, nr 12, s. 131-134.

WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII PULSACYJNEGO POLA ELEKTRYCZNEGO W PROCESIE KOAGULACJI LATEKSU SYNTETYCZNEGO

Tomasz DRÓŻDŻ[1], Adam TARNIOWY[2], Anna MIERNIK[1], Anna ZIELONKA[1]

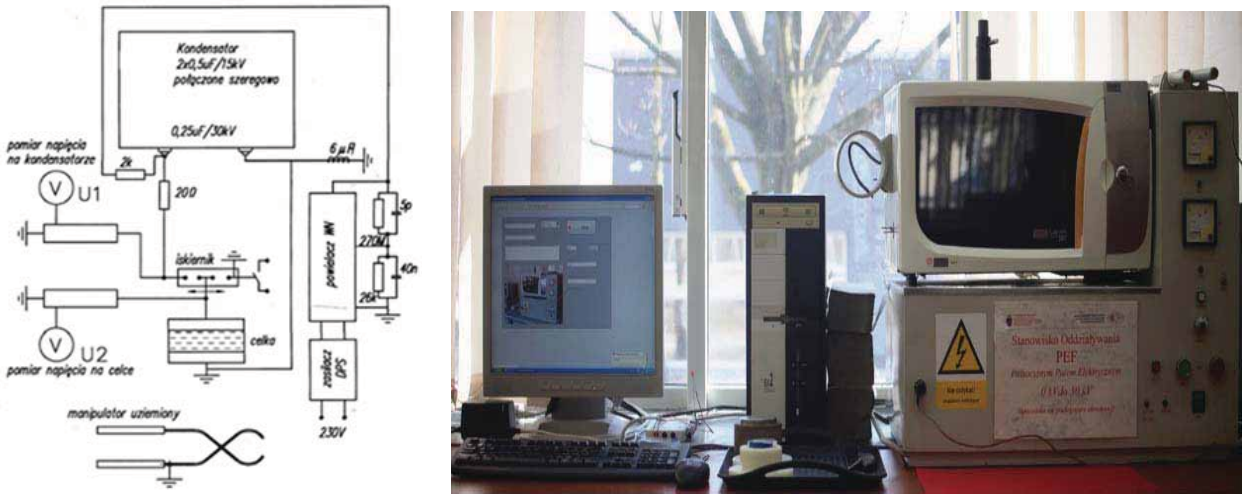
[1]Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki
[2]Małopolska Uczelnia Państwowa im. rtm. Witolda Pileckiego w Oświęcimiu,
Zakład Inżynierii Procesów i Jakości

Wstęp

Lateks syntetyczny jest produktem chemicznej syntezy mającej na celu pozyskanie kauczuków syntetycznych. W procesie produkcyjnym w efekcie zatężenia koloidu uzyskuje się masę płynny produktu o zawartości 30-60 % suchej masy (kauczuku). W zakładach wykorzystujących do produkcji kauczuk następuje jego uzyskanie w procesie zakwaszenia lub poprzez dodanie soli do płynnego lateksu syntetycznego. Uzyskiwanie w ten sposób kauczuku stałego jest kosztowne i związane z wytwarzaniem dużej ilości odpadów. Prace nad opracowaniem procesów produkcyjnych w obiegu zamkniętym związane są z opracowaniem nowych metod uzyskiwania kauczuku z lateksu syntetycznego. Jednym z proponowanych rozwiązań jest zastosowanie oddziaływania PEF (Pulsed Electric Field). W artykule przestawiono wyniki wstępnych badań zastosowania do koagulacji Latexu PEF.

Stanowisko do oddziaływania PEF

Badania przeprowadzono na stanowisku do wytwarzania Pulsacyjnego Pola Elektrycznego (rys. 1). Podstawową zasadą oddziaływania PEF (Pulsed Electric Field) jest stosowanie krótkich impulsów pól elektrycznych o wysokim potencjale rzędu 10-80 kV/cm (na omawianym stanowisku do 30 kV) z czasem trwania od mikrosekund do milisekund. Proces jest oparty na oddziaływaniu elektrycznych impulsowych prądów dostarczanych do produktu wprowadzanego między zestaw elektrod; gdzie odległość między elektrodami jest określana jako obszar roboczy komory PEF. Stosowane napięcia powoduje powstanie wysokiego pola elektrycznego. Kształt impulsu podczas oddziaływań PEF może być np. prostokątny, zanikający wykładniczo, etc.



Rys. 1. Schemat stanowiska do oddziaływania PEF, widok stanowiska

Metodyka badań

Celem badań przeprowadzanych w Laboratorium Eksperymentalnych Technik Badawczych Produktów i Surowców Biologicznych na lateksie syntetycznym było sprawdzenie czy zastosowanie metody polegającej na oddziaływaniu pulsacyjnego pola elektrycznego ma wpływ na koagulację lateksu syntetycznego. Wykonane zostało 12 prób przy zmiennej ilości impulsów [szt] i wartości ustawionego napięcia [kV] oraz stałym odstępie między impulsami [s]. Badania zostały przeprowadzone na 12 próbach o wadze 20 g każda. Widok uzyskanych próbek po odziaływaniu PEF przedstawiono na rys.2. Czas odziaływania na próbkę wynosił od 34 minut do 134 minut. Po oddziaływaniu próbka była przemywana wodą destylowaną i ważona.

Rys. 2. Wynik koagulacji lateksu syntetycznego (próba nr 1 i 11)

W celce umieszczano około 20 g płynnego lateksu syntetycznego. Następnie materiał poddawany jest pulsacyjnemu polu elektrycznemu, przy wcześniej ustalonych parametrach (ilości impulsów, odstępy między impulsami oraz wartość napięcia). Następnie próbki był oczyszczane przy zastosowaniu wody destylowanej.

Wyniki badań i podsumowanie

Analiza wyników badań była przeprowadzana na podstawie udziału procentowego wagi uzyskanej po procesie koagulacji, przy użyciu oddziaływań pulsacyjnego pola elektrycznego. Każda próba miała 20 sekundowe odstępy między impulsami. Uzyskana waga była zależna od zadanych wartości: ilości impulsów oraz wartości ustawionego napięcia. Przeprowadzone badania potwierdzają że oddziaływanie pulsacyjnego pola elektrycznego powoduje proces koagulacji lateksu syntetycznego. Analiza wyników pozwala na wyciągnięcie wniosku, że zarówno ilość impulsów jak i wartość ustawionego napięcia ma wpływ na ilość koagulatu. Najlepsze efekty procesu koagulacji lateksu syntetycznego, uzyskano po zastosowaniu 400 impulsów oddziaływań PEF oraz 30 kV ustawionego napięcia. Metoda PEF okazała się dobrym zastępstwem tradycyjnej metody koagulacji. Zastosowana metoda koagulacji lateksu przy zastosowaniu oddziaływań Pulsacyjnego Pola Elektrycznego, jest metodą ekologiczną (praktycznie bezodpadową).

ANALIZA OPŁACALNOŚCI INWESTYCJI FOTOWOLTAICZNEJ INWESTORÓW PRYWATNYCH W ZALEŻNOŚCI OD POZIOMU AUTOKONSUMPCJI WYPRODUKOWANEJ ENERGII W ŚWIETLE ZMIENIONEJ USTAWY OZE W POLSCE

Agnieszka Joanna DRZYMAŁA [1], Ewa KORZENIEWSKA [2]

[1] Instytut Ekonomii, Uniwersytet Łódzki

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

Streszczenie
Artykuł przedstawia analizę opłacalności inwestycji fotowoltaicznej dla inwertorów prywatnych. Analiza ta dokonywana będzie w zależności od stopnia autokonsumpcji wyprodukowanej energii elektrycznej. Punktem odniesienia jest nowa, zmieniona w 2021r ustawa o OZE. W szacowaniu opłacalności inwestycji wykorzystano metodę DCF (*discounted cash flow*). W analizie zastosowano metodę IRR (internal rate of return), aby dokonać porównania efektywności ekonomicznej inwestycji w stosunku do lokaty kapitału w obligacje skarbowe. W artykule przeprowadzono symulację zasadności inwestycji w instalację OZE z ekonomicznego punktu widzenia przy szacowaniu wielu zmiennych parametrów wejściowych. Opracowany model, uwzględnia różne parametry brzegowe w tym m. innymi szacowanie zmian: przyszłych średnich cen energii elektrycznej na TGE (Towarowej Giełdzie Energii) w danych okresach czasowych, zapotrzebowanie na energię w danych interwałach, wskaźnika zmian cen towarów i usług (inflację), poziomy oprocentowania alternatywnych inwestycji np. w obligacje skarbowe typu EDO.
Założono, że zapotrzebowanie na energię w danych interwałach jest inwestorowi we własnym gospodarstwie domowym już na samym początku inwestycji bardzo dobrze znane. Zapotrzebowanie to wyznacza poziomy własnej autokonsumpcji w danych interwałach czasowych (okresach letnich i zimowych), która silnie wpływa na rentowności i zasadność inwestycji.

Wprowadzenie
Energia odnawialna wg. [5] na świecie (w tym biopaliwa, ale z wyłączeniem hydro) w przeciwieństwie do energii pozyskanej z surowców kopalnych jest od 10 lat w ustawicznym trendzie wzrostowym i przykładowo wzrosła w roku pandemii Covid19 2020 o 9,7%. Wzrost ten był wolniejszy niż średnia z 10 lat (13,4% rocznie), ale przyrost pod względem energetycznym (2,9 EJ) był zbliżony do wzrostów odnotowanych w latach 2017 do 2019. Energia słoneczna wzrosła o rekordowe 1,3 EJ (20%), i razem z energią pochodzącą z wiatru (1,5 EJ) zapewniła największy wkład we wzrost OZE. Moc solarna wzrosła o 127 GW, podczas gdy moc wiatrowa wzrosła o 111 GW i niemalże podwoiła swój poprzedni najwyższy roczny wzrost. Prym w tym wzroście odnotowały Chiny (1,0 EJ), a następnie w USA (0,4 EJ). Europa jako region wniosła 0,7 EJ.
Wzrost produkcji energii fotowoltaicznej w Polsce w następstwie proponowanych do końca 1 kwartału 2022 r. był również imponujący i wynikał zasadniczo z następujących przyczyn:

- bardzo korzystnego dla prosumentów systemu opustów oraz
- dynamicznego wzrostu skumulowanych cen energii dla gospodarstw domowych i firm.

Nie bez znaczenia był też fakt wprowadzania zmian w regulacjach, które obowiązują od 1 kwietnia 2022 r. i które mają doprowadzić do zwiększenia autokonsumppcji energii Na rys. 1 zaprezentowano wzrost produkcji mocy w Polsce.

W artykule zaprezentowano szacowanie opłacalności wejścia w inwestycję instalacji fotowoltaicznej dla potrzeb inwestorów prywatnych i firm w ramach nowo obowiązujących od 1 kwietnia 2022 r. warunków Net-bilingu. Przedstawiono symulację wpływu autokonsumpcji energii do własnych potrzeb na okres zwrotu tej inwestycji i jej opłacalność. W symulacji uwzględniono parametry brzegowe, które znacząco wpływają na czas zwrotu. Do parametrów tych zaliczyć można: zmiany cen towarów i usług.

W dniu 14 grudnia 2021 r. prezydent RP A. Duda podpisał Ustawę z dnia 29 października 2021 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw. [1]. Następnie dokonano aktualizacji tej ustawy: Ustawa z dn. 27 stycznia 2022 r. - Dz.U. 2022 poz. 467 [2]. Ustawodawca zmienił zasady systemu rozliczeń. Jednak dotyczą one tylko nowych prosumentów, którzy zarejestrowali swoje farmy fotowoltaiczne począwszy od dnia 1 kwietnia 2022 r. dla tych prosumentów nie obowiązuje system opustów lecz system net-billingu. Polega on na wartościowym rozliczeniu energii wyprodukowanej przez właściciela mikroinstalacji fotowoltaicznej w oparciu o wartość energii ustaloną docelowo według ceny z Rynku Dnia Następnego (RDN).

Rys. 1. Wartość produkcji energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznych w Polsce na przestrzeni lat 2015-2021. Linią przerywaną zaznaczono porognozę za 2021 r. wg. [5]

Jednocześnie inwestorowi indywidualnemu zostały zaproponowane nowe zasady mechanizmów wsparcia „Mój Prąd 4.0” wg. [3], które kładą duży nacisk na wzrost autokonsumpcji energii wytworzonej z własnych paneli PV poprzez jej magazynowanie oraz precyzyjne sterowanie produkcją i zużyciem.

Szanowanie opłacalności wejścia w inwestycję instalacji fotowoltaicznej nie jest proste i obarczone jest dużym ryzykiem dla inwestora. Szacowanie to przeprowadzić można przez ocenę kluczowych wskaźników dla inwestycji metodą DCF, która musi uwzględniać takie parametry jak: zdyskontowany okres zwrotu nakładów inwestycyjnych (DPP), wartość zaktualizowaną netto (NPV), wewnętrzną stopę zwrotu (IRR), próg rentowności, który jest akceptowalny dla inwestora.

Literatura

[1] Nowelizacja ustawy o odnawialnych źródłach energii podpisana, https://www.prezydent.pl/aktualnosci/wydarzenia/nowelizacja-ustawy-o-odnawialnych-zrodlach-energii-podpisana,46811
[2] Ustawa z dnia 27 stycznia 2022 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz ustawy o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw, https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20220000467
[3] Ruszył czwarty na bór w popularnym programie ”Mój Prąd”. Można otrzymać z NFOŚiGW ponad 20 tys. Dotacji na fotowoltaikę; Ministerstwo Klimatu i Środowiska, https://www.gov.pl/web/klimat/ruszyl-czwarty-nabor-w-popularnym-programie-moj-prad-mozna-otrzymac-z-nfosigw-ponad-20-tys-dotacji-na-fotowoltaike
[4] E. Biernaciak, Fotowoltaika dofinansowanie 2022 – Lista aktualnych dotacji, 12 czerwca 2022, https://enerad.pl/aktualnosci/fotowoltaika-dofinansowanie-2022-lista-aktualnych-dotacji/
[5] https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html

ANALIZA PORÓWNAWCZA OPŁACALNOŚCI W INWESTYCJĘ FOTOWOLTAICZNĄ INWESTORÓW PRYWATNYCH I PRZEDSIĘBIORSTW W ŚWIETLE ZMIENIONEJ USTAWY OZE W POLSCE

Agnieszka Joanna DRZYMAŁA [1], Ewa KORZENIEWSKA [2]

[1] Instytut Ekonomii, Uniwersytet Łódzki

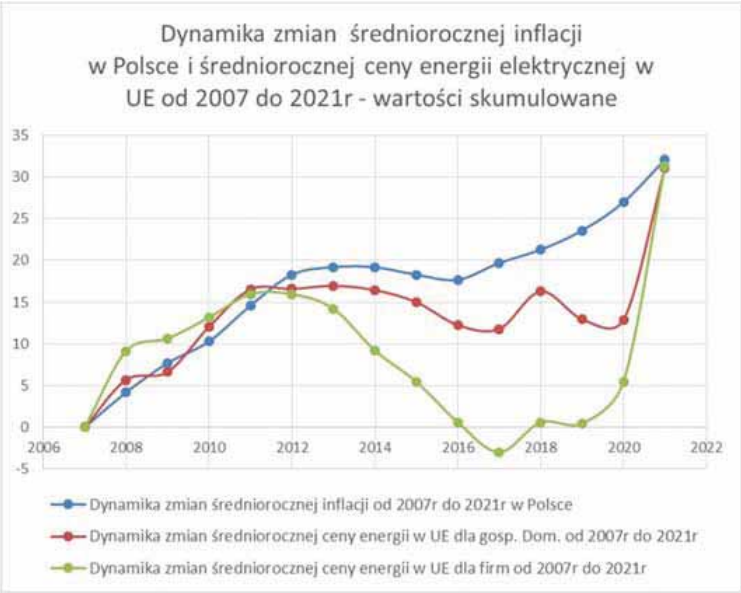
[2] Instytut Systemów Inżynierii Elektrycznej,
Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechnika Łódzka

Artykuł przedstawia porównanie opłacalności wejścia w inwestycję fotowoltaiczną dla potrzeb inwertora prywatnego i przedsiębiorcy. Analiza została zaprezentowana w świetle nowelizacji ustawy o OZE, której zmiany zostały dokonane w 2021r i która obowiązuje od 1 kwietnia 2022r w Polsce. Podano czynniki, które znacząco wpływają na ocenę rentowności inwestycji. W artykule autorzy przedstawili zasadność wejścia w taką inwestycję w zależności od poziomu autokonsumpcjii energii elektrycznej, mechanizmów wsparcia zagwarantowanych przez ustawodawcę oraz poziomu zapotrzebowania na energię w gospodarstwie domowym lub w firmie. Porównanie opłacalności zostało przeprowadzone z wykorzystaniem metody DCF (discounted cash flow), która pozwala na rynkowe wyliczenie wartości inwestycji przy założonych kryteriach brzegowych. Przedstawiono również z wykorzystaniem metody IRR (internal rate of return) porównanie efektywności ekonomicznej inwestycji w stosunku do alternatywnego zagospodarowania kapitału w obligacje skarbowe.

Dynamiczny rozwój OZE w ostatnich latach w Polsce, na skutek wprowadzenia bardzo korzystnego systemu opustów dla prosumentów, doprowadził do sytuacji w której polskie sieci energetyczne niskiego i średniego napięcia nie są gotowe na przesył nadwyżek mocy instalacji fotowoltaicznych w okresach ich szczytowej produkcji. Na przestrzeni 2019 do 2022r nastąpił wzrost udziału produkcji energii słonecznej o ponad 5,2 – 5,7 GW z czyli z 0,5 proc. do prawie 3 proc. ogólnej produkcji energii w Polsce. Przykładowo w 2018 r. było 28 tyś. instalacji fotowoltaicznych natomiast na początku 2022r. około 1 milion takich instalacji o łącznej mocy 7,2 GW [1]. Związane jest to z systematycznym spadkiem cen instalacji fotowoltaicznych, które na przestrzeni lat 2010 do 2022 znacząco obniżyły się po uwzględnieniu inflacji. Ocenia się, że Polska znalazła się na drugim miejscu za Niemcami pod względem przyrostu mocy zainstalowanej mocy solarnych w Unii Europejski. Fotowoltaika w Polsce, w przeciwieństwie do wielu krajów w Europie, ma obecnie charakter prosumencki. W 2021 roku stanowiły niespełna 80% mocy zainstalowanej w fotowoltaice.

Wymogi unijnej dyrektywy RED II [2] nakładają na państwa członkowskie z dniem 1 stycznia 2024 r. obowiązek wprowadzenia systemu umożliwiającego osobne rozliczanie energii elektrycznej wprowadzanej do sieci oraz energii pobieranej z sieci. Mając na uwadze wyżej wymienione przyczyny ustawodawca zdecydował się na zmianę dotychczas obowiązujących prosumentów zasad opustów, pozwalających na produkcję energii elektrycznej, oddawanie nadwyżek do systemu energetycznego i z określonym współczynnikiem jej odbioru w okresach większego zapotrzebowania.

W dniu 29 października 2021 r. w Polsce została dokonana nowelizacja ustawy o odnawialnych źródłach energii [3] która wraz z jej aktualizacją z dn. 27 stycznia 2022 r. – Dz.U. 2022 poz. 467 [4] znacząco zmienia zasady systemu rozliczeń nowych prosumentów, którzy dołączyli do systemu po 1 kwietnia 2022r . W myśl nowelizacji ustawy system opustów zastępowany jest przez system Net-billingu.



Na rysunku zaprezentowano skumulowaną roczną dynamikę zmian cen towarów i usług oraz skumulowaną roczna dynamikę zmian cen energii elektrycznej dla gospodarstw domowych i firm wg. [OECD] [Eurostat]

W artykule zaprezentowano porównanie zwrotu zainwestowanego w OZE kapitału z alternatywną formą lokowania środków w obligacje skarbowe w zależności od przyjętego stopnia autokonsumpcji dla inswetora prywatnego i małych przedsiębiorstw w świetle zmian ustawy OZE. W symulacjach założono, że nadwyżki energii pochodzące z okresów letniej nadprodukcji sprzedawane będą na Towarowej Giełdzie Energii TGE, która podaje średniomiesięczne wartości 1MWh energii wyprodukowanej w instalacjach OZE. Rysunki przedstawiają wartości zwrotu kapitału w danych kolejnych rocznych interwałach czasowych.

Literatura

[1] E. Biernaciak, Fotowoltaika dofinansowanie 2022 – Lista aktualnych dotacji, 12 czerwca 2022, https://enerad.pl/aktualnosci/fotowoltaika-dofinansowanie-2022-lista-aktualnych-dotacji/
[2] Nowelizacja Ustawy o OZE od 1.04.2022, https://automatykab2b.pl/fotowoltaika/55620-nowelizacja-ustawy-o-oze-od-1-04-2022
[3] Nowelizacja ustawy o odnawialnych źródłach energii podpisana, https://www.prezydent.pl/aktualnosci/wydarzenia/nowelizacja-ustawy-o-odnawialnych-zrodlach-energii-podpisana,46811
[4] Ustawa z dnia 27 stycznia 2022 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz ustawy o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw, https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20220000467

OPRACOWANIE MODELU PREDYKCYJNEGO DLA POTRZEB SZACOWANIA OPŁACALNOŚCI INWESTYCJI FOTOWOLTAICZNEJ MAŁEGO PRZEDSIĘBIORCY Z WYKORZYSTANIEM ŚRODOWISKA OBLICZENIOWEGO APACHE SPARK DLA PLATFORMY HADOOP I PRZETWARZANIA ROZPROSZONEGO BIG DATA

Agnieszka Joanna DRZYMAŁA [1], Ewa KORZENIEWSKA [2], Paweł DRZYMAŁA [3], Henryk WELFLE [4]

[1] Instytut Ekonomii Uniwersytet Łódzki

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

[3] Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych, Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechnika Łódzka

[4] Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych, Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechnika Łódzka

Artykuł przedstawia nowe i nie prezentowane w literaturze podejście do zagadnienia szacowania opłacalności wejścia w inwestycję fotowoltaiczną dla potrzeb inwertora zaliczonego do małego i średniego przedsiębiorstwa w ramach zmian ustawy o OZE obowiązujących od 1 kwietnia 2022 r.

W celu budowy modelu predykcyjnego wykorzystano zunifikowany silnik do analizy danych i uczenia maszynowego na dużą skalę Apache Spark.

W procesie budowy modelu wzięto pod uwagę wiele cech pozwalających na szacowanie okresu zwrotu, które są też podstawą do szacowania opłacalności inwestycji inwestora.

Budując tego rodzaju model należało zapewnić dostęp do odpowiednio dużej ilości danych wejściowych o odpowiedniej jakości w postaci wektora cech (bodźców) wejściowych, będących podstawowymi atrybutami liczbowymi, stanowiącymi ilościowe miary w rozkładach funkcji. Wektor miar w trakcie budowy modelu poddawany jest normalizacji (przeskalowane) w celu dopasowania do określonego zakresu wartości.

Wektor cech wejściowych (miary wejściowe) uwzględniają między innymi następujące atrybuty: współczynnik autokonsumpcji energii elektrycznej w relacji do zapotrzebowania na energię w firmie, szacowaną przyszłą cenę energii elektrycznej na podstawie notowań Rynku Dnia następnego z TGE (Towarowej Giełdzie Energii) w danych godzinowych interwałach czasowych, która wnioskowana (estymowana) została na podstawie danych historycznych w arbitralnie przyjętym ostatnim 6 letnim okresie notowań, szacowaną przyszłą zmianę wskaźnik zmian cen towarów i usług (inflację), estymowaną na podstawie danych historycznych, poziomy oprocentowania alternatywnych inwestycji w obligacje skarbowe typu EDO.

Apache Spark – jest jednym bardziej powszechnie używanym silnikiem obliczeniowym, nakierowanym dla potrzeb przetwarzania dużych ilości danych przez zapewnienie skalowalnych obliczeń równoległych. Stosowany jest on przez wiele firm, w tym 80% największych firm z listy Fortune 500.
Aache Sark zapewnia interfejsy API dla języków wysokiego takich jak: Scala, Java, Python, R. Można go uruchomić zarówno na maszynach jednowęzłowych jak również na klastrach obliczeniowych składających się z kilku tysięcy maszyn w tym Apache Hadoop.
Apache Spark napisany jest w języku Scala i obsługuje bogaty zestaw narzędzi wyższego poziomu, w tym:

- Spark SQL – biblioteka zapewniająca interfejs SQL dla Sparka. Pozwala przekształcić zestaw danych za pomocą zapytań ANSI SQL.
- MLlib - (Machine Learning Library): to biblioteka algorytmów uczenia maszynowego analizy predykcyjnej, drążenia danych (Data Mining) i systemów rekomendacyjnych.
- GraphX - Data science at scale (GraphX): do analizy teorii grafów i ich właściwości (połączenia, najkrótsza trasa itd.); analiza grafowa – na zasadzie wierzchołków i krawędzi oraz relacji zachodzących między nimi (pozwala odwzorować relacje np. w mediach społecznościowych idp). Wykonywanie analizy danych eksploracyjnych (EDA) na danych w skali petabajtowej bez konieczności uciekania się do próbkowania w dół.
- Spark Streaming - pozwala wprowadzać dane w czasie rzeczywistym (w trakcie ich tworzenia) zamiast przetwarzania wsadowego używając języka: Python, SQL, Scala, Java lub R.

W procesie analizy danych i budowy modelu wykorzystane zostały biblioteki: Spark SQL oraz MLlib, które pozwoliły na wykonanie operacji praktycznego uczenia maszynowego skalowalnym środowisku obliczeniowym.
W procesie budowy modelu wykorzystano algorytmy klasyfikacji i regresji, co pozwoliło na przewidywanie nieznanych wartości wielkości na podstawie znanych wartości miar wejściowych. Na potrzeby szacowania liczby lat zwrotu inwestycji zastosowano dwa algorytmy klasyfikacyjne.
Oszacowanie zysku z inwestycji w instalację fotowoltaiczną jest obarczone dużym ryzykiem niepewności, wynikającym z szeregu czynników, które na etapie planowania inwestycji nie zawsze są znane. Do czynników tych zaliczyć można:

- nieprzewidywalność szybko zmieniającego się prawa zarówno krajowego, jak również na poziomie Unii Europejskiej,
- prowadzoną politykę wsparcia w zakresie dofinansowania inwestycji,
- brakiem możliwości dokładnego przewidywania notowań rynkowych cen energii elektrycznej, od której w znacznej mierze zależy okres zwrotu,
- zmian poziomu stóp procentowych, warunkujących opłacalność inwestycji alternatywnych. Ryzyko to może być przez inwestora podjęte jedynie przy oczekiwanej wysokiej stopie zwrotu kapitału i krótkim czasie zwrotu.

Literatura

[1] https://spark.apache.org/
[2] E. KORZENIEWSKA, A. DRZYMAŁA, A.SZCZĘSNY, R.ZAWIŚLAK, S. SEME. Photovoltaic power plants - legal, economic and ecological aspects. Aspekty prawno-ekonomiczne i ekologiczne dla elektrowni fotowoltaicznych, Przegląd Elektrotechniczny, Vol 2018, Nr 12, Wydawnictwo Czasopism i Książek Technicznych Sigma -Not, Warszawa 2018, s.134 – 137.
[3] P. Drzymała, H. Welfle, A.DRZYMAŁA Efektywne przetwarzanie i integracja dużych zbiorów danych w środowisku Hadoop**,** Przegląd Elektrotechniczny, Wydawnictwo Czasopism i Książek Technicznych Sigma -Not, Warszawa 2019.
[4] A. DRZYMAŁA, E. KORZENIEWSKA, Economic Efficiency of a Photovoltaic Power Plants 2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems.
[5] A. DRZYMAŁA, E. KORZENIEWSKA, Opłacalność inwestycji fotowoltaicznej przedsiębiorstw w świetle nowej ustawy OZE w Polsce, Przegląd Elektrotechniczny, Wydawnictwo Czasopism i Książek Technicznych Sigma -Not, Warszawa., 2020.
[6] A. DRZYMAŁA, E. KORZENIEWSKA, Economic and Technical Aspects of a Hybrid Single - Family House Heating Based on Photovoltaic and Heat Pump Instalation 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive Theory and Pracice PAEP.
[7] A. DRZYMAŁA, E. KORZENIEWSKA, Profitability of a hybrid heating system for a single-family house in Poland based on a heat pump and photovoltaics, 2021, Journal of Phisics Conference Series, Volume 1782 2020 Applications of Elektromagnetics in Modern Engineering and Medicine.

MECHANIZMY WSPARCIA STANDARDU JSON W CELU WYDAJNEGO PRZECHOWYWANIA I PRZETWARZANIA DANYCH W ŚRODOWISKU IBM DB2

Paweł DRZYMAŁA, Henryk WELFLE

Politechnika Łódzka

Wprowadzenie

W środowisku IBM DB2 do przechowywania danych w formacie JSON wykorzystuje się dostępne standardowe typy CHAR, VARCHAR, CLOB, BINARY, VARBINARY lub BLOB, stosowane np. przy określaniu typu kolumn w definicjach tabel,

```
CREATE TABLE emp_json
( empno     INTEGER NOT NULL PRIMARY KEY,
  flex_json  VARCHAR(4000));
```

Aby być pewnym, że struktura przechowywanego dokumentu jest zgodna ze standardem JSON, można zdefiniować własną funkcję użytkownika np. o nazwie CHECK_JSON następującej postaci:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION CHECK_JSON(JSON VARCHAR(4000))
RETURNS INTEGER
CONTAINS SQL LANGUAGE SQL DETERMINISTIC NO EXTERNAL ACTION
BEGIN
  DECLARE RC BOOLEAN;
  DECLARE EXIT HANDLER FOR SQLEXCEPTION RETURN(FALSE);
  SET RC = JSON_EXISTS(JSON,'$' ERROR ON ERROR);
  RETURN(TRUE);
END@
```

Następnie wykorzystać funkcję CHECK_JSON do zdefiniowania ograniczenia CHECK na konkretnej kolumnie z danymi JSON:

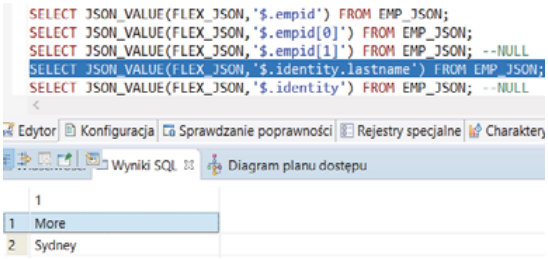
```
ALTER TABLE emp_json
   ADD CONSTRAINT JSON_OK
   CHECK (CHECK_JSON(FLEX_JSON);
```

Struktura przykładowej tabeli z polem typu JSON jest odpowiednikiem zbiorów, które można znaleźć w klasycznych bazach typu klucz-dokument. Taka struktura jest dobrym wyborem dla klasycznych scenariuszy NoSQL, w których użytkownik zamierza przetwarzać dane JSON.

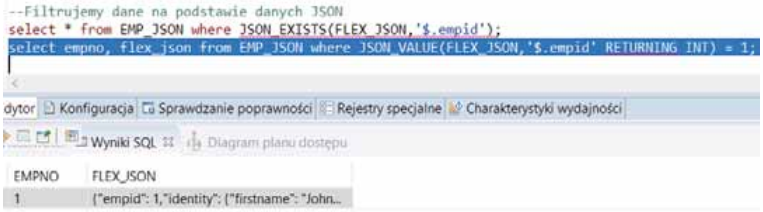
```
INSERT INTO DB2ADMIN.EMP_JSON(empno, flex_json) VALUES
(
1,
'{
    "empid": 1,
    "identity": {
        "firstname": "John",
        "lastname": "More",
        "birthdate": "1998-04-15"
    }
}'
);
```

Rys. 1. Przykład wstawienia danych JSON do tabeli z danymi JSON

Wyszukiwanie i filtrowanie danych przechowywanych w bazie danych w formacie JSON jest dostępne z wykorzystaniem funkcji JSON_VALUE.



Rys. 2. Wykorzystanie funkcji JSON_VALUE operującej na danych JSON



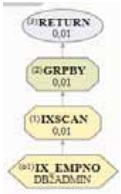
Rys. 3. Wykorzystanie funkcji JSON_VALUE do filtrowania danych JSON

Indeksowanie danych JSON

Aby dostroić wydajność zapytań, można indeksować pola JSON. Zastosowanie indeksów pozwala na wydajne sortowanie i filtrowanie danych, które przechowywane są we właściwościach dokumentów w formacie JSON. Bez implementacji indeksów założonych na danych w formacie JSON, środowisko IBM DB2 wykonuje pełne skanowanie tabeli za każdym razem, gdy dane są pobierane. Nie należy bezpośrednio indeksować kolumn z danymi formacie JSON, gdyż taki indeks nie jest użyteczny. Natomiast często interesują nas elementy występujące w formacie JSON.

```
-- Tworzymy indeks
CREATE INDEX IX_EMPNO ON EMP_JSON
(JSON_VALUE(FLEX_JSON,'$.empno' RETURNING INT));

-- Wykonujemy zapytanie korzystające z indeksu
-- (Visual Explain wykorzystujemy do obserwacji wykonania zapytania)
SELECT COUNT(*) FROM EMP_JSON
WHERE JSON_VALUE(FLEX_JSON, '$.empno' RETURNING INT) = 1;
```



Rys. 4. Definiowanie indeksu na danych JSON i plan wykonania zapytania

Podsumowanie

W artykule zaprezentowany został proces składowania i przetwarzania danych typu JSON w strukturach baz relacyjnych. Przedstawiono również mechanizmy indeksowania takich danych oraz wpływ tego indeksowania na podniesienie wydajności przetwarzania informacji.

Literatura

[1] Dokumentacja IBM DB2 11.5: https://www.ibm.com/docs/en/db2/11.5?topic=functions-json-value
[2] Specification Version 1.1: http://bsonspec.org/spec.html
[3] Introducing JSON - www.json.org/
[4] JSON Schema - json-schema.org

WYKRYWANIE ANOMALII W RUCHU SIECIOWYM

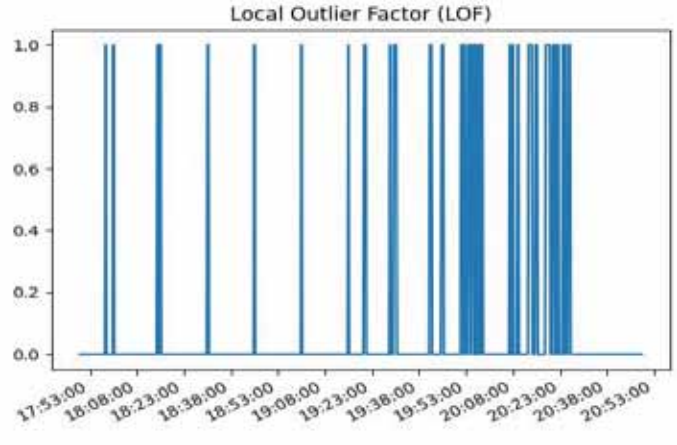
Agnieszka DURAJ, Paweł BUCKI, Aleksander DRAJLING,
Robert MAKROCKI, Mateusz SIPIŃSKI

Institute of Information Technology,
Lodz University of Technology

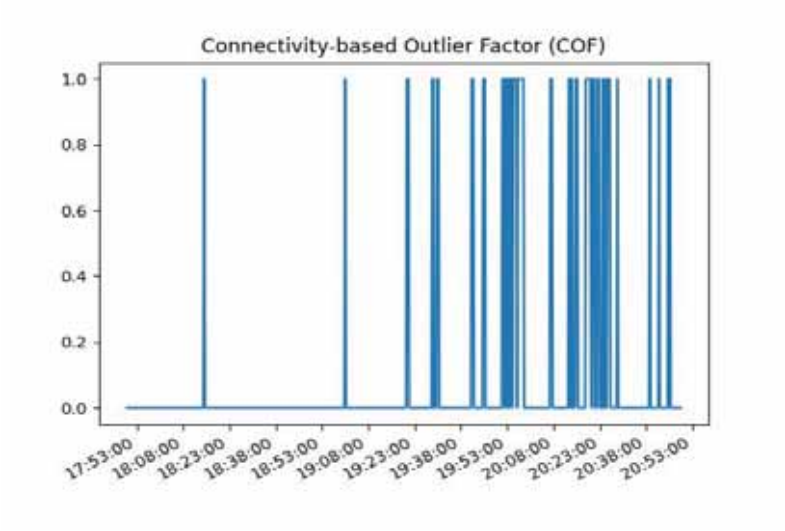
Obecnie integralność danych oraz ich bezpieczeństwo to wymagany a nawet obowiązkowy standard jakości, którego należy przestrzegać. Bezpieczeństwo w ruchu sieciowym stanowi jeden z podstawowych problemów przed jakim stoi infrastruktura sieciowa, która ma być wystawiona na ruch publiczny. Dodatkowo infrastruktura podatna jest na ataki różnego rodzaju i nie tylko stanowi źródło wycieku danych, ale również generuje koszty, związane z obsługą ruchu generowanego przez atakującego.

Niniejszy artykuł przedstawia sposób zbierania metryk opisujących ruch sieciowy klastra, zużycie zasobów oraz charakterystykę korzystania z jednostek przetwarzających. Źródłem metryk jest klaster, którego głównym zadaniem było tworzenie oraz weryfikacja elektronicznych podpisów dla dokumentów PDF. W celu zróżnicowania metryk rejestrowane było obciążenie odpowiednich węzłów zarówno wewnętrznie jak i zewnętrznie. Tak zebrane dane zostały pogrupowane przy pomocy popularnych metod grupowania. W wyniku grupowania uzyskano wstępne wyniki dotyczące zgromadzonych próbek danych. Przede wszystkim uzyskano informacje, czy dana próbka została wygenerowana w wyniku ataku sieciowego. Pozytywny wynik eksperymentów stanowił dla autorów niniejszej pracy podstawę do automatyzacji całego procesu oraz utworzenia kompletnego algorytmu pozwalającego na wykrywanie anomalii w ruchu sieciowym. Wstępne wyniki analizy zebranych danych pozwalają bowiem na wykrycie pojawiających się anomalii w ruchu sieciowym. W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczące wykrywania anomalii w ruchu sieciowym uzyskane przy użyciu algorytmów DBSCAN, LOF, COF. Algorytmy te umożliwiły wskazanie i określenie, które próbki danych z 15 sekundowych interwałów stanowiły odstępstwo od normalnego ruchu sieciowego. Przykładowe wykresy zastosowania metody LOF, COF, DBSCAN podano na rys. 1-3. Wartość 1 wskazuje na anomalie.

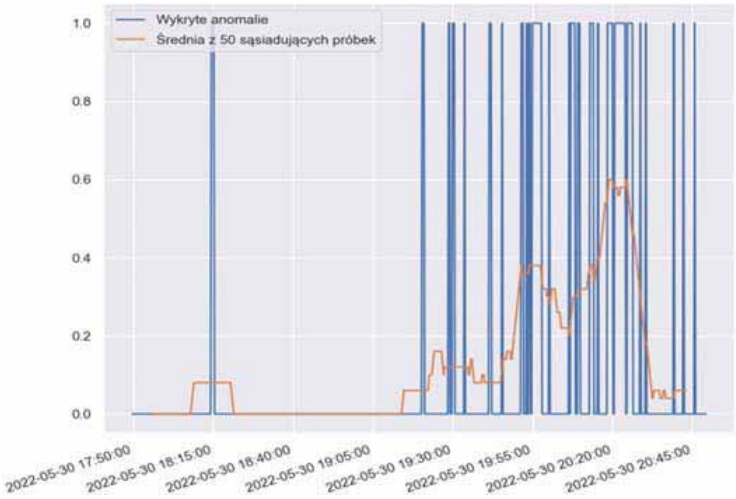
Wyniki badań wskazują, iż algorytm DBSCAN, podobnie jak COF, wykrywają anomalie, które pokrywają się z rzeczywistymi okresami czasu, poddanymi atakom sieciowym. Dla algorytmu LOF uzyskano najgorsze wyniki wykrywania anomalii.



Rys. 1. Wynik wstępnej analizy algorytmem LOF



Rys. 2. Analiza algorytmem COF



Rys. 3. Analiza algorytmem DBSCAN

Literatura

[1] Markus M Breunig, Hans-Peter Kriegel, Raymond T Ng, and Jörg Sander. Lof: identifying density-based local outliers. In ACM sigmod record, volume 29, pages 93–104. ACM, 2000.

[2] Martin Ester, Hans-Peter Kriegel, Jörg Sander, and Xiaowei Xu, A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. In Kdd, volume 96, pages 226–231, 1996.

[3] Jian Tang, Zhixiang Chen, Ada Wai-Chee Fu, and David W Cheung. Enhancing effectiveness of outlier detections for low density patterns. In Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, pages 535–548. Springer, 2002.

DETEKCJA WYJĄTKÓW W SYGNAŁACH EEG

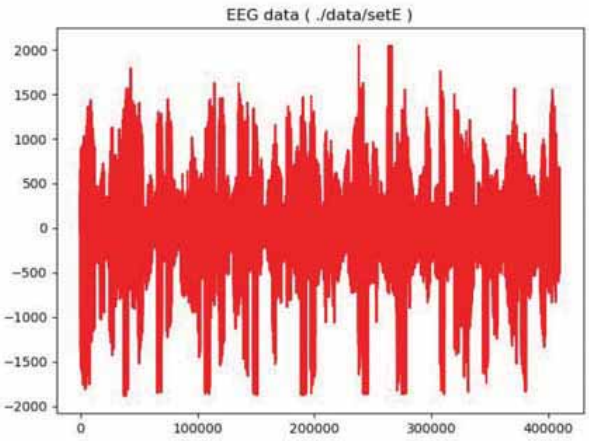
Agnieszka DURAJ, Łukasz CHOMĄTEK

Institute of Information Technology,
Lodz University of Technology

Jednym z podstawowych badań oceniających czynności mózgu jest elektroencefalografia. Sygnał EEG, generowany przez impulsy przekazywane pomiędzy neuronami, jest analizowany między innymi w diagnostyce epilepsji.

Celem niniejszego artkułu jest dokonanie detekcji wyjątków w sygnale EEG i wykrycie symptomów epilepsji. Dane wybrane do analizy to medyczne dane sygnałowe EEG, zebrane pod kątem rozpoznawania symptomów napadu padaczki. Zostały pobrane ze źródeł Oddziału Epileptologii Szpitala Uniwersyteckiego w Bonn. Jest to ogólnodostępny zbiór anonimowych danych, podzielonych na katalogi zawierające dane EEG w trakcie napadu padaczki oraz podczas normalnej pracy mózgu (z czego 200 próbek to sygnały wolne od napadów, a pozostałe 100 to sygnały odpowiadające aktywności mózgu podczas napadu padaczki). Wizualizacje przykładowych danych przedstawiono na Rys. 1.

W celu przygotowania danych do dalszej analizy, zdefiniowano klaster obliczeniowy. Utworzono podzbiory danych zawierające pliki sygnału. Każdy z takich odczytanych plików zawierał 4096 wartości liczbowych, określających wartości zebranego sygnału i w każdym z podzbiorów znajdowało się po 100 takich plików. Po przetworzeniu ich do obiektów DataFrames, każdemu z odczytów została nadana flaga określająca, czy jest to sygnał charakterystyczny dla napadu padaczkowego.



Rys. 4. Fragment sygnału elektroencefalograficznego

W celu klasyfikacji wyjątków zastosowano następujące algortmy: las losowy (Random Forest Classifier), maszynę wektorów nośnych (Support Vector Machine), gradient stochastyczny (Stochastic Gradient Descent), oraz metodę k-najbliższych sąsiadów (k- Nearest Neighbours). Zastosowano metody selekcji cech takie jak: energia współczynnika falkowego (wavelet_coef_energy), średnia (mean), wariancja (variance), kurtoza (kurtosis), skośność (skewness).

Praca zawiera analizę porównawczą skuteczności wykrywania wyjątków w sygnałach EEG dla wybranych klasyfikatorów. Rozważane bowiem jest potencjalne zastosowanie danego najlepszego klasyfikatora i propozycja nowego klasyfikatora złożonego przy projektowaniu urządzenia wspomagającego funkcjonowanie pacjentów chorych na epilepsje.

METODA STREFOWEGO ROZŁADOWYWANIA OGNIW LITOWYCH W WARUNKACH ZAGROŻENIA W BATERII

Andrzej ERD

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

Wstęp

W ciągu ostatniego wieku wielokrotnie wzrosło zapotrzebowanie na przenośne źródła energii elektrycznej czy to w postaci baterii czy też akumulatorów. Źródła te są stosowane zarówno w urządzeniach mobilnych, jak i w pojazdach. Wraz z rozwojem konstrukcji wzrosło zarówno zapotrzebowanie ilościowe jak i liczba różnych zastosowań w tym także w magazynach energii. Mimo zaangażowania wielu ośrodków naukowych oraz firm produkujących ogniwa, w dalszym ciągu nie można stwierdzić, że są one doskonałe. Wręcz wskazuje się na wiele wad, które, trudno jest wyeliminować, mimo ogromnych wysiłków i nakładów na badania. Jest to przede wszystkim niewystarczająca w wielu zastosowaniach gęstość energii, powodująca znaczący wzrost ciężaru całkowitego urządzenia wraz ze źródłem. Innym istotnym i medialnie dostrzeganym faktem jest wzrost zagrożenia pożarowego wynikający z dużej koncentracji zgromadzonej energii wewnątrz akumulatora i niebezpieczeństwo jej niekontrolowanego wyzwolenia. W przypadku ogniw litowych, które w ostatnich latach dominują na rynku jest to szczególnie wyraziste.

Zagrożenie ze strony źródeł litowych wynika z możliwości powstania (thermal runway) lawinowego pożaru w wyniku przekroczenia pewnej temperatury krytycznej i następującej reakcji egzotermicznej. Zjawisko to jest szeroko badane, jego opis jest podany np. w [1]. Sytuację komplikuje fakt opracowywania i istnienia wielu różnych tzw. chemii, czyli zestawów związków chemicznych wchodzących w skład ogniwa i powodujących różnicowanie własności. Oczywiście jednocześnie występuje intensywny wzrost liczby zarówno zabezpieczeń wewnętrznych jak i układów współpracujących z ogniwami tak by nie dopuścić do przekroczenia parametrów granicznych dla ogniw takich jak np. maksymalny prąd czy maksymalne napięcie ładowania, lub przynajmniej zmniejszyć skutki takich zdarzeń. Jednocześnie też opracowywane są specjalne algorytmy ładowania i rozładowywania przedłużające żywotność ogniw. Samo użytkowanie ogniw odbywa się przy udziale chłodzenia z jednej strony [2] i stosowaniu izolacji cieplnej między ogniwami. Są także opracowane testy, którym powinny sprostać wyprodukowane ogniwa, tak by były one bezpieczne w użyciu. Ponadto w trakcie transportu ogniwa są oznaczane, jako materiały niebezpieczne i poddawane dodatkowym restrykcjom w szczególności w trakcie przewozu drogą powietrzną. Mimo tych wszystkich środków zapłony ogniw są przyczyną różnorakich wypadków prowadzących nie tylko do strat materialnych, ale i ofiar w ludziach [3].

Koncepcja i cel badań

W trakcie badań [4] zauważono szczególną właściwość pożarów ogniw mianowicie intensywność palenia się ogniwa jest zależna od stopnia jego naładowania. Wg autorów sumarycznie w trakcie procesu spalenia jednego ogniwa wydziela się mniej więcej tyle samo energii niezależnie od tego czy ogniwo jest naładowane czy nie. Intensywność palenia się ogniwa naładowanego jest zbliżona do benzyny natomiast ogniwo rozładowane pali się w tempie porównywalnym do polietylenu. Dla ogniwa naładowanego proces palenia trwa znacznie krócej i w związku z tym przebiega ze znacznie większą intensywnością. Ponadto ogniwo nienaładowane zapala się znacznie wolniej.

W niniejszej pracy postanowiono zbadać czy istnieje możliwość opóźnienia czasu zapłonu kolejnych ogniw w grupie za pomocą sektorowego ich rozładowywania tzn. doprowadzenia do stanu takiego, by ogniwo zagrożone pożarem było otoczone ogniwami rozładowanymi. Wydaje się, że mogłoby to skutkować znacznie mniej intensywnym pożarem w szczególności w fazie początkowej, co dawałoby czas na uruchomienie instalacji chłodzących i gaśniczych, a w związku z tym istniałaby szansa na wygaszenie pożaru nim obejmie on całą baterię lub magazyn.

W celu przeprowadzenia badań wykonano i zgromadzono zestaw unikalnej aparatury pomiarowej

1. Zestaw LabView skonfigurowany do 4 kanałowego równoległego pomiaru prądu i napięcia z wykonanym przyrządem wirtualnym mierzącym moc chwilową. Dzięki jednoczesnej precyzyjnej rejestracji czasu możliwe jest eksperymentalne wyznaczenie przekazanej energii w tym także w funkcji czasu. Za pomocą tego urządzenia odbywa się ładowanie i rozładowywanie ogniw w celu uzyskania powtarzalnej ilości energii zawartej w ogniwie używanym do eksperymentów w trakcie badań.
2. Grzejnik ceramiczny oporowy wykonany w formie ogniwa z współczynnikiem emisyjnym powierzchni identycznym jak ogniwa. W połączeniu ze stabilizowanym zasilaczem pozwala on na emisję kontrolowanej ilości ciepła i w efekcie poznanie sposobu jego rozprzestrzeniania się wewnątrz przestrzeni badawczej. W szczególności poznanie temperatury a w konsekwencji również ilości ciepła pochłanianego przez ogniwa towarzyszące ogniwu uszkodzonemu.
3. Wirtualny 4-ro kanałowy przyrząd zbudowany na bazie LabView mierzący punktowo temperaturę w wyznaczonych miejscach z jednoczesną rejestracją czasu. Pozwala to na ocenę dynamiki zmian cieplnych wewnątrz przestrzeni badawczej.
4. Zestaw kalorymetrów

– Duży, zamykający przestrzeń eksperymentu i blokujący wymianę ciepła z otoczeniem pozwalający na umieszczenie zestawu kilkunastu ogniw we wnętrzu. Zaopatrzony w przeźroczyste okno szklane w pokrywie. Taka konstrukcja pozwala na rejestrację rozkładu temperatury we wnętrzu kalorymetru za pomocą kamery termowizyjnej. Jednoczesny pomiar bezpośredni temperatury za pomocą czujników umieszczonych we wnętrzu pozwala na korekcję wartości wskazywanych przez kamerę (zmienionych ze względu na obecność szkła w torze termowizyjnym), ale z zachowaniem proporcji uzyskanych w obrazie termicznym.

– Mały, przeznaczony do wyznaczania ciepła właściwego elementów wchodzących w skład eksperymentu wg metody opisanej w [5].

5. Dane uzyskane za pomocą aparatury jak w punktach 1-4 są wykorzystywane do określenia warunków brzegowych dla symulacji prowadzonych za pomocą programu ANSYS.

Efekt końcowy

Przeprowadzone eksperymenty wskazują na przydatność metody strefowego rozładowywania ogniw w warunkach zagrożenia powodując opóźnienie zapłonu ogniw wskutek ogrzewania przez ogniwo uszkodzone.

Literatura

[1] Liu, X.; Ren, D.; Hsu, H.; Feng, X.; Xu, G.-L.; Zhuang, M.; Gao, H.; Lu, L.; Han, X.; Chu, Z.; et al. Thermal Runaway of Lithium-Ion Batteries without Internal Short Circuit, Joule, ***2018***, *2*, 2047–2064.

[2] Buidin T. I.,Mariasiu F. Battery Thermal Management Systems: Current Status and Design Approach of Cooling Technologies Energies 2021,14, 4879. https://doi.org/103390/en14164879

[3] Stephens, D.; Shawcross, P.; Stout, G.; Sullivan, E.; Saunders, J.; Risser, S.; and Sayre, J. Lithium-Ion battery safety issues for electric and plug-in hybrid vehicles; Publisher: Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, 261 pages, 2017

[4] Ribière, P.; Grugeon, S.; Morcrette, M.; Boyanov, S.; Laruelle, S.; Marlair, G. Investigation on the fire-induced hazards of Li-ion battery cells by fire calorimetry, Energy & Environmental Science, ***2012***, *5*, 5271–5280.

[5] Erd A., Stoklosa J. Energy dependencies in Li-Ion cells and their influence on the sa-fety of electric motor vehicles and other large battery packs. Energies 2020, *13*(24), 6738; https://doi.org/10.3390/en13246738

USING AGRODOC TO OPTIMIZE FERTILIZATION ENVIRONMENTAL MONITORING OF CROP SOILS

Pavol FINDURA[1,3], Oľga URBANOVIČOVÁ[1] ,
Pawel KIELBASA[2], Miroslav PRÍSTAVKA[1], Zuzana BAJUSOVÁ[4]

[1]Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering, Slovakia

[2]University of Agriculture in Krakow, Faculty of Production and Power Engineering

[3]Faculty of Agriculture and Technology, University of South Bohemia in České Budějovice

[4]Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Economics and Management, Slovakia

Introduction

Council Directive 91/676/EEC on the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources (the Nitrates Directive) is one of the EU directives focused on the protection of water and the management of water resources. The Nitrates Directive aims to reduce water pollution caused by nitrates from agricultural sources and to prevent further such pollution. This is necessary not only to ensure the availability of good quality drinking water, but also to limit eutrophication of surface waters and the sea. The problem of non-compliance with these standards is that the standard speaks of net nutrient content, which does not always correspond with the fertilizer doses applied by farmers. The AgroDoc software is intended to help farmers to self-monitor and at the same time data can be exported from it to the inspection authorities.

Purpose and scope of work

Based on the requirements of the practice, a monitoring module of the web application was designed through IS AgroCont, aimed at recording the consumption of fertilizers, chemical preparations, seeds and other obligations listed in good farming practice. For the creation of this module, we primarily drew input from the AgroDoc module, which deals with agronomic record keeping. The structure of this module is intended to match the creation of the records found in this module, as we want to maintain clarity and simplicity throughout the creation of electronic records. The creation of the agronomic records is subject to the principles and sequence that is necessary in order to fill in all the necessary and compulsory information for the correct creation of the required documentation. That is why we have designed a system that would meet these requirements and at the same time be accessible to Slovak farmers via a web application. The proposed structure and sequence of the individual steps in the creation of agronomic documentation and the parts that the web application must contain: Date - it is a basic data when creating documentation, which determines the beginning of the performed work operation and it is necessary to fill it in when creating each record. It is on the basis of the date that many regulations and actions of control bodies across the EU are checked. There are different periods during the marketing year when, for example, it is forbidden to carry out chemical crop protection or fertilization; Parcel name - should serve as a list of all the plots of the crop rotation, from which it would be possible to select the parcel to which all the necessary information for the creation of the agronomic record will be assigned; Type of work - each agronomic record is created based on the type of work that was performed on the selected parcel. Each type of work is specific in its own way and some of them are subject to special cards that need to be filled in to make the record correct for the inspection bodies. These cards must be completed for the following types of work; Fertiliser application - the proposed net nutrient content card should contain all the necessary data to check the nitrate guidelines, which include converting percentages of net nutrients such as N, P, K, per kg ha^{-1} or checking that the maximum permissible one-impact rate per ha is exceeded (fig. 1); Chemical spraying - the chemical card is used to record additional information that needs to be entered when creating a record to meet all the necessary regulation for the control authorities. These details include, for example, the choice of crop growing stage, the pest, the type of spray and the amount of water

used (rys.2); Material - this panel will be used to select the material used, according to the type of work and date on the selected plot. It must contain the selected information needed to create the record.

In the next part of this module we have designed a simple and clear table where we can see all the created agronomic records. The created records are stored in the designed Agronomic record database structure. It will be important for the users of the web application to see only the data that will be needed to verify the correctness of the created record, therefore only the necessary data will be displayed.

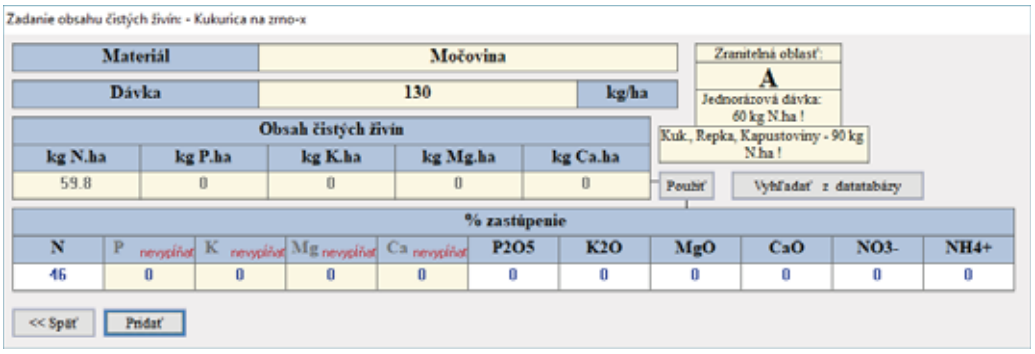


Fig. 1. Sample card net nutrient content

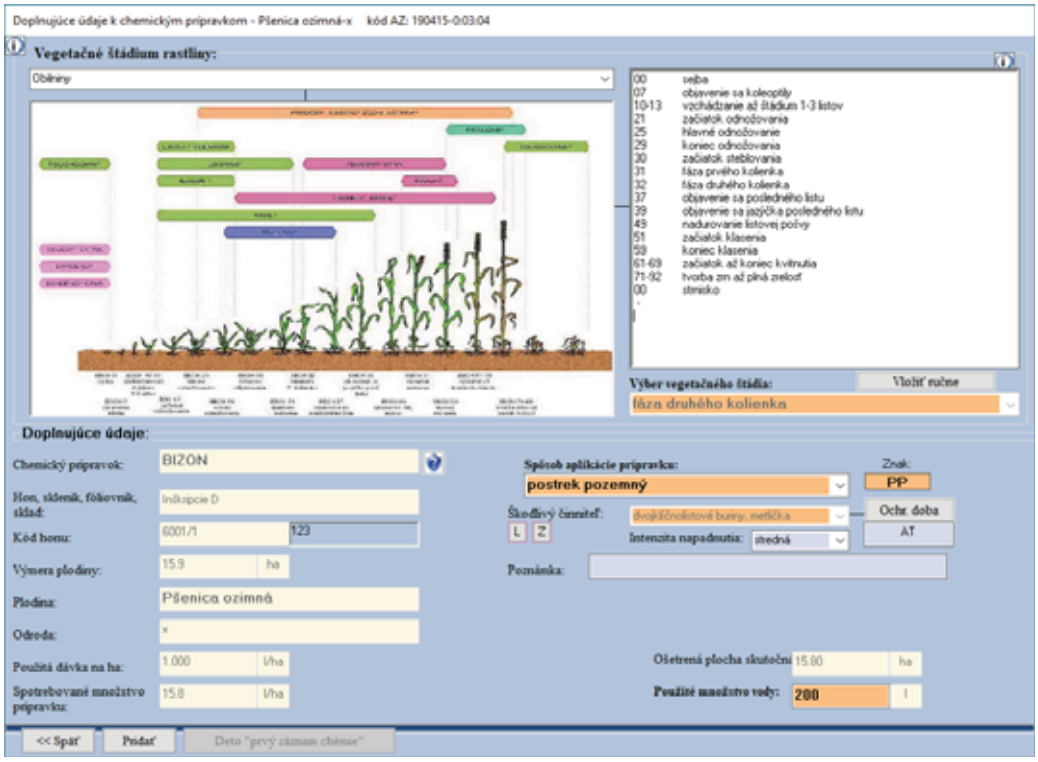


Fig. 2. Sample chemical card

Conclusions

The whole module is connected with IS AgroCont, based on the database created on the SQL server, thanks to which we will be able to transfer all records to the AgroDoc module. It is this link that will allow us to download these records, edit them or close them based on good farming practice in IS AgroCont so that they are ready to produce outputs for control bodies or to hand over documentation.

MODYFIKACJA BARWY TRUKSAWEK DESEROWYCH PODDANYCH DZIAŁANIU IMPULSOWEGO POLA ELEKTRYCZNEGO

Ilona GAŁĄZKA-CZARNECKA[1], Ewa KORZENIEWSKA[2], Andrzej CZARNECKI[3]

[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

[3]Katedra Cukrownictwa i Zarządzania Bezpieczeństwem Żywności, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka

Truskawka (łac. *Fragaria x ananasa*) pojawiła się w Europie jako mieszaniec dwóch importowanych gatunków amerykańskich. Jedną z najstarszych odmian truskawek uprawianych na całym świecie do dziś jest Little Scarlet. Obecnie istnieją setki odmian truskawek, a ich uprawy znajdują się na wszystkich kontynentach. Począwszy od regionów subarktycznych (Finlandia) po tropiki (Ekwador). Szczególnie korzystne do uprawy nadają się rejony o klimacie umiarkowanym (Polska) i śródziemnomorskim (Hiszpania, Włochy czy Kalifornia) [1]. Owoce truskawek spożywa się zazwyczaj na surowo, choć techniki ich utrwalania chłodzenie, zamrażanie, przetwarzanie na dżemy, soki, kompoty, lody i in. są powszechnie stosowane i stale unowocześniane. Truskawki należą do tzw. super owoców, żywności zwanej smartfood, superfood, ze względu na zawartość związków bioaktywnych, a w tym dużych ilości witaminy C (60mg/100g), oraz innych antyoksydantów. Witamina C stymuluje układ odpornościowy, ułatwia przyswajanie żelaza, bierze udział w syntezie niektórych hormonów i neuroprzekaźników. Do najważniejszych związków o szerokim spektrum korzystnego działania należą flawonoidy (antocyjany i fizetyna). W świecie roślin pełnią funkcje osłony przed promieniowaniem ultrafioletowym, a w ludzkim ciele pełnią istotne funkcje obronne. Antocyjany nadają czerwoną barwę truskawkom, wpływając na ich cechy organoleptyczne. Tym związkom przypisuje się także zdolności przeciwutleniające, przeciwzapalne, zapobieganie chorobom przewlekłym, a w tym cukrzycy, otyłości, nowotworom i chorobom układu krążenia. Truskawki obfitują w znaczące ilości fizetyny, która aktywuje geny długowieczności, a w tym Sirt1. Ponadto w metaanalizie z 2013 roku zauważono, że fizetyna wykazuje właściwości antynowotworowe (hamuje namnażanie i wywołuje apoptozę komórek nowotworach). Ciekawym kierunkiem prowadzonych badań jest ochronny wpływ fizetyny na neurony, tym samym fizetyna chronić może przed demencją, utratą pamięci i niedokrwieniem [2].

Truskawki mimo tak wielu zalet i cech prozdrowotnych mają wady, a w tym najistotniejszą jest ich nietrwałość, podatność na rozwój pleśni, a w trakcie uprawy na choroby wirusowe. Podczas przetwarzania i przechowywania truskawek może dochodzić do zróżnicowanych przemian prowadzących do reakcji wywołujących zmiany barwy. Wśród tych przemian mogą być zjawiska korzystne i niekorzystne.

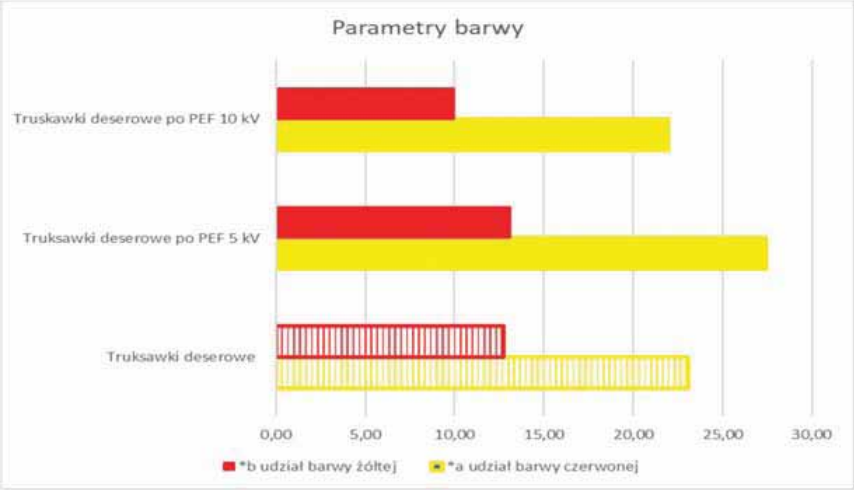
Barwa produktów roślinnych jest czynnikiem kształtującym jego jakość. Barwa owoców, warzyw jest także odzwierciedleniem rodzaju i ilości związków barwnych, a w tym także o znaczeniu bioaktywnym. W przypadku truskawek ich barwa świadczy o atrakcyjności, świeżości, a konsumenci niejednokrotnie poszukują produktów o barwie czerwonej, ale i intensywnej.

Zawartość antocyjanów, a w tym także niektórych związków barwnych w zależności od rodzaju produktu i stosowanej obróbki może się zmienić korzystnie. Obecnie w produkcji żywności funkcjonalnej możliwa jest modyfikacja koncentracji naturalnych związków, barwników, aby zwiększyć ich udział i wzmocnić ich dobroczynne działanie [3 – 5].

Celem niniejszej pracy jest ocena możliwości modyfikacji barwy truskawek deserowych z wykorzystaniem techniki PEF.

Materiałem badanym były polskie truskawki deserowe. Owoce charakteryzowały się wysoką jakością, były jędrne, bez oznak zepsucia, równomiernie wybarwione, w kolorze intensywnie czerwonym. Truskawki podzielono na trzy grupy. Pierwszą cześć truskawek 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 10 kV/cm. 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 na owoce truskawek PEF skutkuje modyfikacją barwy (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 owocach truskawek poddanych działaniu PEF 5 kV/cm odpowiednio o 19 % i 3% w stosunku do truskawek deserowych nie poddanych obróbce. Po zastosowaniu PEF 10kV/cm udziału barwy czerwonej i żółtej był mniejszy i wynosił odpowiednio 4,9% i 21,9%. W oparciu o uzyskane wyniki stwierdzono, że zastosowanie PEF na truskawki deserowe korzystnie wpływa na modyfikację barwy, intensyfikując ją. Jednak zasadnicze znaczenie ma optymalizacja zastosowanych parametrów PEF.



Rys. 1. Udział barwy żółtej i czerwonej świeżych truskawek deserowych i poddanych działaniu PEF

Literatura

1. Vaughan J.G., Geissler C.A., The New Oxford Book of Food Plants, Oxford University Press, 2009.
2. Liotta E., Pelicci P.G., Titta L., La Dieta Smartfood, 2016.
3. Różańska D., Regulska – lLow B., lLow R. Wpływ wybranych procesów kulinarnych na potencjał antyoksydacyjny i zawartość polifenoli w żywności. Problemy Higieny i Epidemiologii 2014, 95(2), 215-222.
4. 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.
5. 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.

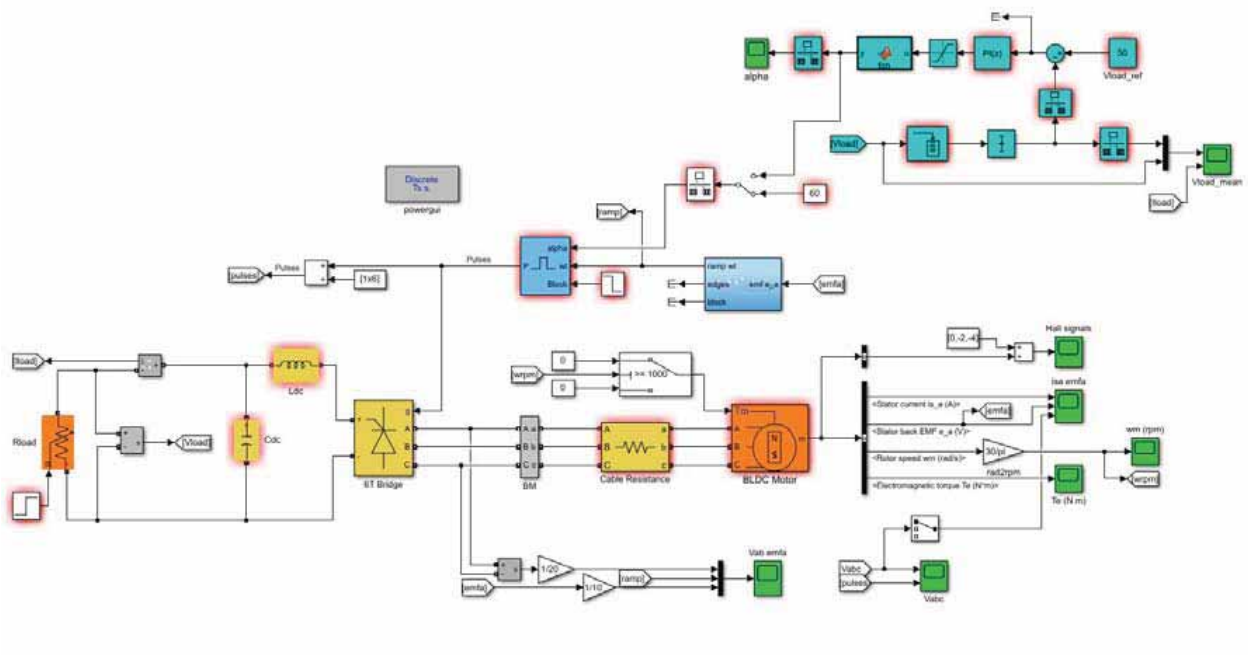
BADANIA SYMULACYJNE SILNIKA/GENERATOR (MOGEN) PM BLDC W MAGAZYNIE ENERGII KINETYCZNEJ

Patryk GAŁUSZKIEWICZ, Zbigniew GAŁUSZKIEWICZ, Janusz BARAN

Politechnika Częstochowska;
MEGATECH Technology

Prostowniki wykorzystywane do regulacji wyjściowego napięcia stałego, najczęściej zasilane są ze źródeł napięcia przemiennego o wartości skutecznej zmieniającej się w zakresie +/-10% wartości nominalnej, oraz stałej częstotliwości, najczęściej 50 Hz lub 60 Hz, zgodnie z normami stosowanymi w energetyce. W pracy przedstawiono badania prowadzone w kierunku innowacyjnego systemu zwiększenia ilości odzyskiwanej energii z kinetycznego magazynu energii zbudowanego na bazie bezszczotkowego silnika/prądnicy (mogen) PM BLDC, powyżej ilości uzyskiwanych w ramach dotychczas opisywanych rozwiązań [1]. W systemie zaproponowanym w niniejszej pracy występuje stałe napięcie wyjściowe o wartościach w granicach +/- 10% napięcia nominalnego, natomiast napięcie zasilające jest napięciem przemiennym trójfazowym |o częstotliwości zmieniającej się w zadanym zakresie. Opisywany prostownik jest więc przystosowany do regulacji zmiennofazowej dla napięć wejściowych o zmiennej amplitudzie i częstotliwości [2].

W artykule zaprezentowano wyniki badań symulacyjnych modelu silnika/generatora (MOGEN) PM BLDC zastosowanego w magazynie energii kinetycznej. Badania przeprowadzono za pomocą oprogramowania Matlab/Simulink [3], z wykorzystaniem schematu symulacyjnego przedstawionego na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat symulacyjny modelu sterowania mostkiem
w torze odzyskiwania kinetycznego magazynu energii

W pracy przeprowadzono analizę sygnałów występujących w układzie sterowania mostkiem 6T, przy różnych częstotliwościach napięcia wejściowego, pracującym w kinetycznym magazynie energii. Do sterowania kątem zapłonu tyrystorów zastosowano algorytm PID (proporcjonalno-całkująco-różniczkującym). Przeprowadzono symulacje dla różnych nastaw parametrów regulatora przy różnych częstotliwościach wejściowych mostka.

Celem sterowania było utrzymywanie stałej wartości średniej wyprostowanej napięcia wyjściowego mostka 6T, dla zmiennych wartości napięcia i częstotliwości na wejściu mostka. Dodatkowo, przeanalizowano wpływ dynamiki bezwładnika zastosowanego w magazynie energii kinetycznej na jakość regulacji. W trakcie badań przeprowadzono ocenę jakości regulacji dla różnych wariantów z wykorzystaniem powszechnie stosowanych kryteriów jakości [4]. Ostatecznie sformułowano wnioski pozwalające na opracowanie nowych metod sterowania, maksymalizujących ilość energii odzyskiwanej z kinetycznego magazynu energii.

1. Barlik R., Nowak M.: Energoelektronika – Elementy, podzespoły, układy. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014.
2. Gałuszkiewicz Z., Sutkowski M.: System przetwarzania, magazynowania i zwrotu energii elektrycznej KAPS, patent nr P 225294, zarejestrowany w Urzędzie Patentowym RP, 2020.
3. Mrozek B., Mrozek Z.: MATLAB i Simulink – Poradnik użytkownika. Wydawnictwo Helion, wydanie II, Gliwice 2004.
4. Ogata K., Modern Control Engineering. Wydawnictwo PRENTICE HALL; Edycja 005 (1 sierpnia 2009).\\

WPŁYW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA WYSTĘPOWANIE SMOGU ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Maciej GLINIAK

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Znaczny wzrost używanych w ostatnim czasie urządzeń elektrycznych i elektronicznych, nie tylko sprawił, że człowiek jest nimi z każdej strony otoczony, ale także przyczynił się do zmniejszenia dystansu pomiędzy wytwarzającymi pole elektromagnetyczne obiektami. Działanie to, doprowadziło do powstawania wielu zakłóceń elektromagnetycznych, które w negatywny sposób oddziałują na pracę urządzeń. By zapobiec owym zakłóceniom, już w 1928 roku wprowadzono pierwsze prawne regulacje odnoszące się do sposobów przeciwdziałania zaburzeniom odbioru radiowego, a w 1996 roku weszła w życie pierwsza dyrektywa (89/336/EEC) mówiąca o kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń. Biorąc pod uwagę fakt, że EMC jest bardzo złożonym problemem technicznym, a jej zignorowanie może wywołać poważne konsekwencje opracowano normy kompatybilności. Normy te, zostały przygotowane zarówno przez organizacje europejskie, jak i międzynarodowe, a najbardziej powszechnymi z nich są normy IEC sporządzone przez Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną. Zawierają one reguły postępowania przy tworzeniu wyrobów, pozwalające na zachowanie jednolitości podejścia oraz uniknięcie zakłóceń elektromagnetycznych między urządzeniami na etapie ich eksploatacji.

Do obiektów, przy których projektowaniu wspomniane normy powinny zostać zastosowane należą m.in. regulatory ładowania, falowniki, optymalizatory, czy przekształtniki DC/DC, będące elementami składowymi instalacji fotowoltaicznej. Wspomniane komponenty zaliczają się do grupy urządzeń wrażliwych na zakłócenia elektromagnetyczne. Oznacza to, że niespełnienie przez nich, bądź przez urządzenia znajdujące się w ich otoczeniu warunków co do kompatybilności elektromagnetycznej może skutkować awarią lub wyłączeniem całego systemu, a także wprowadzaniem zaburzeń pola elektromagnetycznego do środowiska. Co więcej, błędnie wykonane w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej komponenty instalacji fotowoltaicznej, nie pozostają bez wpływu na zdrowie człowieka.

Przedmiotem badań była farma fotowoltaiczna zlokalizowana na wydziale Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Łączna moc zainstalowana farmy wynosi 14,37 kWp. W jej skład wchodzi system stacjonarny wraz z modułami cienkowarstwowymi CIGS, mono- oraz polikrystalicznymi, a także system nadążny z modułami polikrystalicznymi. Urządzeniem konwertującym prąd stały produkowany przez instalację na prąd zmienny jest trójfazowy, beztransformatorowy falownik Fronius Symo 4.5-3-S.

Badaniom poddane zostało natężenie pola elektrycznego wyrażone w $mV \cdot m^{-1}$ oraz indukcja pola elektromagnetycznego [mT]. Wspomniane wielkości mierzone były przy pomocy mierników TENMARS TM 196 (natężenie pola elektrycznego) oraz EXTECH SDL 900 (indukcja magnetyczna). Pomiary zostały przeprowadzone w zmiennych warunkach pogodowych, a także na dwóch różnych wysokościach tj. 0,5 m oraz 1,5 m. Odległość pomiędzy pojedynczym pomiarem wynosiła 1 m. Podczas przeprowadzania badań, osoby je wykonujące nie posiadały przy sobie urządzeń mogących generować dodatkowe promieniowanie elektromagnetyczne.

Pomiary przeprowadzane były w płaszczyźnie XYZ, a rejestracja każdego z nich trwała dwie minuty w przypadku natężenia pola elektrycznego oraz minutę w przypadku indukcji magnetycznej. Podczas badania natężenia pola elektrycznego pod uwagę zostały wzięte dwa parametry tj. wartość maksymalna chwilowa i wartość średnia. Łącznie wykonanych zostało 10 pełnych pomiarów pola elektromagnetycznego generowanego przez instalację fotowoltaiczną.

Rozkład natężenia pola elektrycznego o częstotliwości 50 Hz emitowanego przez farmę fotowoltaiczną przyjmuje największe wartości w odległości jednego do czterech metrów od farmy i wynoszą one ok. 150 $mV \cdot m^{-1}$. Wraz z oddalaniem się od instalacji natężenie pola elektrycznego słabnie, a na dwunastym metrze wynosi ok. 30 $mV \cdot m^{-1}$ dla wysokości nie większej niż 1 m nad gruntem oraz oscyluje koło 0 $mV \cdot m^{-1}$ dla wysokości 1,5 m nad gruntem. Dla porównania pralka automatyczna oraz żelazko generują natężenie pola elektrycznego na poziomie 120 – 130 $mV \cdot m^{-1}$ - czyli 1000-krotnie wyższe.

W przypadku indukcji magnetycznej otrzymane wyniki nie są jednoznaczne. Poziom indukcji magnetycznej w pobliżu badanej farmy, to kształtuje się na poziomie 0,02-0,11 mT dla minimalnych wartości, 0,09-0,12 mT dla przeciętnych wartości oraz 0,25-0,39 mT dla wartości maksymalnych. Dopuszczalne poziomy składowej magnetycznej o częstotliwości 50 Hz wg Rozporządzenia Ministra Zdrowia wynoszą 0,75 T (60 $A \cdot m^{-1}$) zarówno dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową, jak i dla miejsc dostępnych dla ludności. Oznacza to, że poziom indukcji magnetycznej generowany przez farmę mieści się w normie i nie stwarza zagrożenia dla zdrowia człowieka.

Zmierzony poziom indukcji magnetycznej emitowany przez farmę fotowoltaiczną jest wyższy od poziomu indukcji magnetycznej występującej w pobliżu linii średniego napięcia, dla której parametr ten przyjmuje wartość 0,7 μT. Z przeprowadzonej analizy dostępnej literatury jasno wynika, że sztuczne pole elektromagnetyczne ma niekorzystny wpływ na zdrowie człowieka. Aby zminimalizować ilość PEM wprowadzanego do środowiska, a tym samym zapobiec powstawaniu smogu elektromagnetycznego urządzenia muszą spełniać szereg norm co do kompatybilności elektromagnetycznej. Jednakże, całkowite wyeliminowanie fal elektromagnetycznych generowanych przez otaczające nas przedmioty nie jest możliwe. Świadczy o tym m.in. analiza wpływu farmy fotowoltaicznej na powstawanie smogu elektromagnetycznego, przeprowadzona w niniejszej pracy.

Literatura

[1] Goldsworthy A.: The dangers of electromagnetic smog, 2007.
[2] Gryz K., Karpowicz J.: Narażenie na pola elektromagnetyczne przy instalacjach energetycznych odnawialnych źródeł energii (OZE). Bezpieczeństwo pracy, Środowisko, Zarządzanie, tom III, Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach, 2015, Katowice, ISBN: 978-83-61378-58-7.
[3] Moroń W.: Kompatybilność elektromagnetyczna - istota problemu i normalizacja, Urząd Regulacji Telekomunikacji i Poczty, Przegląd Elektrotechniczny, 6, 2004.
[4] Rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 15 grudnia 2020 r. (Dz. U. z 2020 r., poz. 2311).
[5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 12 listopada 2007 r. (Dz. U. Nr 221 poz. 1645).
[6] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. (Dz. U. z 2019 r., poz. 2448).
[7] Schüz J., Jacobsen R., Olsen JH.: Cellular telephone use and cancer risk: update of a nationwide Danish cohort, J Natl Cancer Inst. 98(23), 2006, pp.1707-1713.
[8] Welker E.: Sposoby pozyskiwania informacji o elementach pola magnetycznego ziemi i ich wykorzystanie w geodezji i nawigacji. Instytut Geodezji i Kartografii, Seria monograficzna nr 17, 2013, IGiK, Warszawa, ISBN 978-83-60024-17-1.

PRECISE INDOOR LOCATION SYSTEM USING ULTRA-WIDEBAND TECHNOLOGY

Dominik GNAŚ[1], Przemysław ADAMKIEWICZ[2,3]

[1]Netrix S.A. Research & Development Center, Lublin

[2]Information Technology Research & Development Center (CBRTI sp. z o.o.), Rzeszów

[3]University of Economics and Innovation, Faculty of Transport and Information Technology, Lublin

Introduction

Precise determination of the location of objects and people in confined spaces with high accuracy is in demand in the consumer and industrial markets. GPS technology, which correctly locates in open spaces, does not meet its objectives in enclosed objects. For simple indoor location, Bluetooth transmitters that calculate distance based on RSSI can be used, resulting in a measurement accuracy of one to two metres. Therefore, in indoor locations with a large number of objects to locate, where high accuracy of location measurement is required, technology that allows localization to a few centimetres should be used. The best solution to the problem of indoor location is to use UWB technology, which is additionally resistant to electromagnetic interference. Two localisation methods are distinguished in the UWB technology, namely RSSI and ToF. The RTLS (Real-Time Location System) is mainly based on UWB (Ultra-Wide Band) technology, which operates in high frequency radio technology with a wide signal band.

RSSI versus TOF

Two distance measurement methods can be distinguished in UWB technology, such as RSSI (Received Signal Strength Indication) and ToF (Time of Flight) measurement. The first method discussed is object localisation using RSSI. It allows to determine the signal strength between the sensor and the transmitter (anchor), this method is shown in Figure 1. The method of measuring the signal strength can be divided into two ways. The first way to measure RSSI is to query the received signal strength of the transmitter. The second way of measuring the signal power is to calculate the RSSI directly by the receiver. The accuracy of object location is in the range of 0.5 m - 1 m. Equation 1 shows how the RSSI is calculated:

$$RSSI = 10log_{10}\left(\frac{C2^{17}}{n^2}\right) - A[dBm] \quad (1)$$

where:
C – channel impulse response power,
N – number of preamble accumulation,
A – constant name of the transmission frequency.

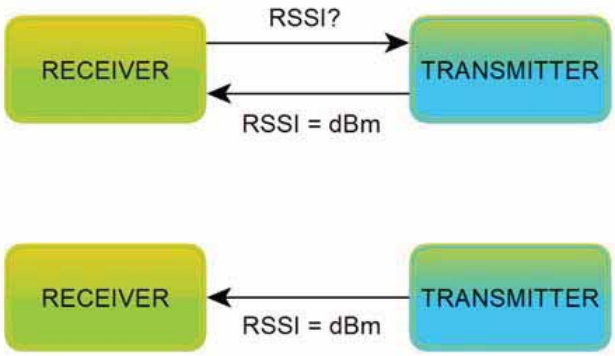


Fig. 1. Methods of measuring signal strength by query and direct measurement

The second method of distance measurement is the ToF (Time of Flight) method. The general principle of distance measurement in this method is shown in Figure 2. The distance measurement consists in determining the time of flight of the frame between the transmitting and the receiving device. Knowing the time of flight and the speed at which radio waves travel (speed of light), the distance can be determined with high accuracy. This method is more accurate in comparison to the previously discussed method, but at the same time the process of distance measurement takes longer due to the necessity of initialisation of the process and calculation of all required times.

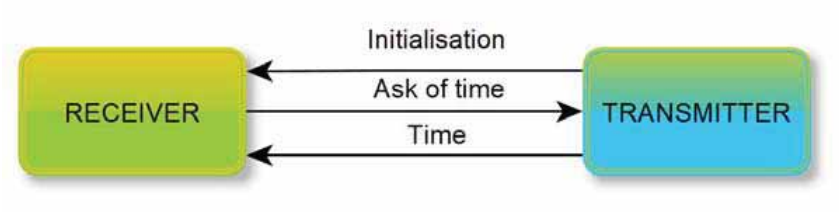


Fig. 2. Method of measuring distance by measuring the response time

Knowing the basic technical parameters of the distance measurement methods discussed, it is possible to select the appropriate localization method depending on the expected results. In the case of locating single objects in a small space, RSSI-based localization will be suitable due to its low energy consumption. However, in the case of locating multiple objects in a large space, the ToF-based localization method will be the most optimal, especially when the localized objects are close to each other. Table 1 shows the differences between object localization based on distance measurement methods through signal strength (RSSI) and the ToF frame transit time calculation method.

Tab. 1. Differences between RSSI and ToF measurement method

Method of measuring	RSSI	Response time
Accuracy of measurement	1-2 m	10-40cm
Minimal number of receivers (anchors)	1	3
Data acquisition time	Fast	Slow
The complexity of the measurement system	Easy	Complicated

References

[1] Fischer G. , Klymenko O., Martynenko D., and Luediger H., “An impulse radio UWB transceiver with high-precision TOA measurement unit,” in International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN '10)

[2] Garbaruk M., Time and frequency analysis of signals used in pulsed antenna ultra-wideband radiocommunication systems (2007), 6th International Conference on Antenna Theory and Techniques, 276-277, doi: 10.1109/ICATT.2007.4425183.

[3] Kang M., Kang J., Lee S. W., Park Y., Kim K., NLOS mitigation for low-cost IR-UWB RTLS (2011) IEEE International Conference on Ultra-Wideband (ICUWB), 96-100, doi: 10.1109/ICUWB.2011.6058931.

[4] Kolakowski J., “Application of ultra-fast comparator for UWB pulse time of arrival measurement,” in IEEE International Conference on Ultra-Wideband (ICUWB '11)

DRUKARKI 3D – CZY SĄ KOMPATYBILNE ELEKTROMAGNETYCZNIE ?

Ryszard GOLEMAN[1], Paweł A. MAZUREK[1], Mariusz HOLUK[2]

[1] Politechnika Lubelska, Lublin

[2] Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie, Chełm

Wstęp

Druk 3D umożliwia generowanie fizycznych przedmiotów z trójwymiarowych modeli komputerowych. Przedmioty takie najczęściej wykorzystuje się do prototypowania, jak również do wytwarzania różnych figurek czy małych modeli. Technologia drukowania przestrzennego staje się coraz bardziej zaawansowana, co pozwala na zastosowanie trwalszych i bardziej zaawansowanych materiałów. Dzięki temu możliwe jest drukowanie bardzo skomplikowanych i funkcjonalnych przedmiotów.

Drukarka 3D, jak każde urządzenie elektryczne, przetwarza energię elektryczną na docelowe funkcjonowanie. Jednocześnie pracując w określonym środowisku elektromagnetycznym emituje zaburzenia elektromagnetyczne, które w zależności od drogi sprzężenia mogą propagować przewodowo lub promieniowo. Najczęściej te zjawiska są niepożądane, a oddziaływanie zaburzeń elektromagnetycznych może być różne i może prowadzić do poważnych zagrożeń.

Ze względu na powszechność i ciągle rosnącą rolę sprzętu informatycznego (do którego zaliczamy drukarki 3D) oraz ze względu na wymagania prawne, istnieje potrzeba badania emisyjności w sensie elektromagnetycznym, a w ich następstwie wyznaczania specjalnych poziomów kompatybilności badanego sprzętu.

W artykule zostaną przybliżone wyniki badania emisji elektromagnetycznej wybranych modeli drukarek 3D, które odniesione zostaną do Dyrektywy EMC i dopuszczalnych limitów w normach zharmonizowanych (PN-EN IEC 55014-1).

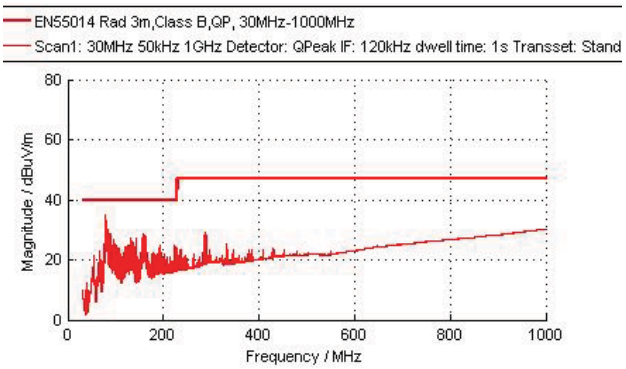
Rys. 1. Komora GTEM 1000 wraz z generatorem wysokich częstotliwości

Pomiar emisyjności drukarek 3D w komorze GTEM

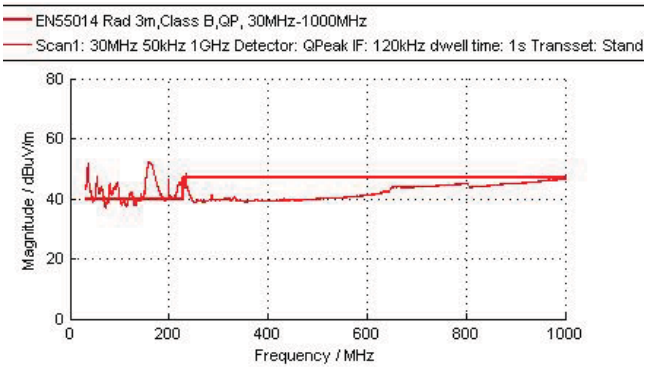
Stanowisko pomiarowe składa się z komory GTEM 1000 firmy TESEQ, analizatora widma TDEMI 1G firmy Gauss Instruments oraz oprogramowania umożliwiającego automatyczne sterowanie analizatorem i gromadzenie danych z poszczególnych serii pomiarów (rys. 1). Pomiary prowadzono z analizatorem podłączonym bezpośrednio ze złączem wejściowym komory GTEM, bez przedwzmacniacza. Testom poddano dwie drukarki 3D, które mają europejskie oznaczenie dopuszczenia do obrotu na rynek – CE. Pierwsza to model Sapphire Pro firmy Shenzhen Twotress, wyprodukowana w Chinach, druga i3 MK3S+ firmy Prusa

Research produkcji czeskiej. Obie zasilane są napięciem z sieci i posiadają wbudowane zasilacze 24V. Ponadto drukarka nr 1 ma metalowe osłony boczne o grubości ok. 1mm. Za napęd, w trzech osiach, w obu drukarkach służą trzy silniki krokowe. Testy drukarek 3D zostały wykonane zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie PN-EN55014, w pełnym zakresie częstotliwości od 30 MHz do 1 GHz, przy użyciu detektora quasi-peak i szerokością pasma 120 kHz. Obie drukarki zostały przetestowane w komorze GTEM 1000, zgodnie z ich przeznaczeniem do pracy w środowisku domowym – klasa B. W pierwszej fazie testów wykonano pomiar tła, w celu porównania uzyskanych zakłóceń podczas testów w fazie pracy drukarki. W kolejnym etapie został wykonany pomiar zakłóceń drukarek w fazie oczekiwania oraz w czasie pracy rzeczywistej dla odległościach 3 m oraz 10 m.

Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono wynik testów dla drukarki nr 1 (Sapphire Pro) w fazie oczekiwania i podczas druku w odległości 3 m.



Rys. 2. Wynik pomiaru emisji promieniowanej podczas oczekiwania w odległości 3 m dla drukarki nr 1



Rys. 3. Wynik pomiaru emisji promieniowanej podczas druku w odległości 3 m dla drukarki nr 1

Podsumowanie

Przeprowadzone pomiary wykazały, że obie testowane drukarki 3D nie spełniają wymagań związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną w zakresie emisji promieniowanej. Maksymalna zmierzona wartość quasi-szczytowa wynosi 52 dBµV/m, a poziom przekroczenia wartości granicznych wynosi 13 dBµV/m i został zarejestrowany dla drukarki numer 1 w odległości 3m. Można przepuszczać, że testowane drukarki w momencie wejścia na rynek spełniały akceptowalne wymagania. Badane obiekty przetestowano po pewnym okresie eksploatacji, wraz ze zużyciem możliwa jest zmiana poziomu emisji zakłóceń promieniowanych.

Literatura

[1] Mazurek P., Selected aspects of electrical equipment operation with respect to power quality and EMC, Przegląd Elektrotechniczny, R. 93, nr 1, s. 21-24, 2017

[2] Michałowska J.,Tofil A., Józwik J., Analysis of the radiated interferences emission of small household appliances, Proceedings of the International Conference “Applications of Electromagnetics in Modern Engineering and Medicine”, June 9-12,2019, Janów Podlaski, Poland, pp.116-119

[3] Michałowska J., Mazurek P., A study on radiated interference emitted by power tool appliances within 30 MHz to 1 GHz, Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 96 NR 1/2020

[4] Pałczyńska B., Zastosowanie komory GTEM do pomiaru emisji promieniowanej przenośnych baterii akumulatorowych, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, Nr 57, pp. 85-88, 2017

COMBINATORIAL ALGORITHM OF ENUMERATION THE FAILURE STATES OF COMPLEX SYSTEMS

Andrey GRISHKEVICH

Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu
Wydział Zamiejscowy w Chorzowie

Introduction

While considering different states of the system's elements it is also necessary to consider different states for the whole system, particularly, the failure states. It is natural to suppose that each failure state contributes to the resulting indices of the system reliability. This originates typical combinatorial problems [1] of the classification of failure states into classes on the basis of their contribution to the resulting indices of the system reliability and the problems of enumeration of all representatives of these classes.

The formulation of the problem

Let $L=\{E^l : l = 1, 2, \ldots, n\}$ be a set of system elements. Each element of the system E can be in one of three states E_α, $\alpha \in \{n, r, s\}$, where En is an operating state (state of normal work), Es is a state between the fault and switching (before switching), Er is a repair state (after switching). Transitions between states for one element are described by $En \to Es \to Er \to En \to \ldots$.

State of the system ω is determined by state of each element and can be described as a set $\omega=\omega(L)=\{\omega(E^l) : E^l\in L, l = 1, 2, \ldots, n\} =\{E^l{}_{\alpha_l} : E^l\in L, \alpha_l \in \{n, r, s\}, l = 1, 2, \ldots, n\}$. Let us denote $\Omega=\{\omega\}$ the set of all system`s states; $Z_{En}=\varnothing$, $Z_{Er}=\{E\}$, $Z_{Es}\subseteq L(E\in Z_{Es})$ are zones of influence of elements E in different states (finding of the element E in state s is equal to finding of the set of elements Z_{Es} in state r; finding of the element E in the state Er corresponds to the removal of this element from the system, i.e. consideration of the system $L\backslash r$ elements); $T_\omega=(\cup_{Er\in\omega}E) \cup (\cup_{Es\in\omega}Z_{Es})\subseteq L$ the set of failing elements in state ω; $R=\{r : r\subseteq L, |r|\leq 3\}$ is a set of assemblages of elements which synchronous finding in state r leads to system failure. The state ω is a system failure state, if exist $r\in R$, such as $r\subseteq T\omega$, or a operating state (state of successful work) otherwise. Thus $\Omega=\Omega_F\cup\Omega_W$ ($\Omega_F\cap\Omega_W = \varnothing$), where Ω_F is a set of failure states, Ω_W – set of operating states (states of successful work). A failure state is a minimal-cut failure state (MC-state) [2], if for all $E_\alpha\in\omega$ the translation of element E from state Er into state En, or from state Es into state Er, returns the system into operating state (state of successful work). It is required to enumerate all the minimal-cut failure states (MC-state).

The classification of cross-section on the basis of minimal-cut failure states (MC-states)

Consideration of set $\Omega(J)=\{\omega : J\subseteq L, \forall E\in L\backslash J\Rightarrow En\in\omega\}$ of states of elements $J\subseteq L$ lets each set of system elements be characterised by the set of states $\mathbf{\Omega}(J)=\Omega(J)\backslash\cup_{I\subset J(I\neq J)}\Omega(I)$ and for any $I\neq J$ $\mathbf{\Omega}(I)\cap\mathbf{\Omega}(J)=\varnothing$ is true. The set $J\subseteq L$ is a cross-section, if $\mathrm{MC}(\mathbf{\Omega}(J))\neq\varnothing$. The set of all cross-sections will be denoted by $\Re$.
Let function $\psi : L\to L$ be a bijection. Determine $\psi(\omega)=\psi(\omega(L))=\psi(\{E^1{}_{\alpha_1}, E^2{}_{\alpha_2},\ldots E^n{}_{\alpha_n}\})=\{\psi(E^1{}_{\alpha_1}), \psi(E^2{}_{\alpha_2}),\ldots \psi(E^n{}_{\alpha_n})\}=\{\psi(E^1)_{\alpha_1}, \psi(E^2)_{\alpha_2},\ldots \psi(E^n)_{\alpha_n}\}=\omega(\psi(L))=\eta$ the transformation of state ω into state η. The cross-section $I,J\in\Re$ we will consider to be θ-equivalently ($I\equiv J(\theta)$), if there is a bijection ψ_{IJ} so as $\psi_{IJ}(\mathrm{MC}(\mathbf{\Omega}(I)))=\mathrm{MC}(\mathbf{\Omega}(\psi_{IJ}(I)))=\mathrm{MC}(\mathbf{\Omega}(J))$.
Consideration of the factorset of cross-section set according to equivalently $\Re/\theta=\{[J]\theta\}=\{[J_i]\theta : i=1, 2, \ldots,$

15}, where $J_1=J_2=(I)$ are one-element cross-sections, $J_3=\ldots=J_6=(I, K)$ – two-element cross-sections, $J_7=\ldots=J_{15}=(I, K, O)$ – three-element cross-sections, gives us the classification of cross-sections on the basis of MC-states:
MC($\mathbf{\Omega}(J_1)$) = $\{I_R\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_2)$) = $\{I_S\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_3)$) = $\{I_RK_R\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_4)$) = $\{I_SK_R\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_5)$) = $\{I_SK_S\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_6)$) = $\{I_SK_R, I_RK_S\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_7)$) = $\{I_RK_RO_R\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_8)$) = $\{I_SK_RO_R\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_9)$) = $\{I_RK_SO_S\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_{10})$) = $\{I_SK_SO_S\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_{11})$) = $\{I_SK_RO_R, I_RK_SO_R\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_{12})$) = $\{I_RK_SO_S, I_SK_RO_S\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_{13})$) = $\{I_SK_RO_R, I_RK_SO_S\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_{14})$) = $\{I_SK_RO_R, I_RK_SO_R, I_RK_RO_S\}$, MC($\mathbf{\Omega}(J_{15})$) = $\{I_RK_SO_S, I_SK_RO_S, I_SK_SO_R\}$.

Thus, instead of enumeration of all MC-states we can enumerate the assemblages of system elements, belonging to the different classes of the equivalently. The advantages of such a method are usage of subset of a system element and decreasing of dimensions of the considered set, because one subset of system elements can be characterised by more than one MC-states. Proposed algorithm of forming the classes of cross-sections.

Example

1. Initial given (sets R, Z_{Es}): $R=\{1\}$; $Z_{2s}=\{1\}$ (simplified for the sake of brevity, actually $Z_{2s}=\{1,2\}$).
$L=\{1,2\}$, $\Omega=\{1n2n, 1r2n, 1s2n, 1n2r, 1r2r, 1s2r, 1n2s, 1r2s, 1s2s\}$; $\mathbf{\Omega}(1)=\{1n2n, 1r2n, 1s2n\}$, $T_{1r2n}=T_{1s2n}=\{1\}$, $1r2n\in\Omega_F$, $T_{1n2n}=\varnothing$, $1n2n\in\Omega_W$, MC($\mathbf{\Omega}(1)$)=$\{1r\}$; $\mathbf{\Omega}(2)=\{1n2n, 1n2r, 1n2s\}$, $T_{1n2s}=\{1,2\}$, $1n2s\in\Omega_F$, $T_{1n2r}=\{2\}$, $1n2r\in\Omega_W$, MC($\mathbf{\Omega}(2)$)=$\{2s\}$. The classes of cross-sections (sets Ji): $J_1=(1)$, $J_2=(2)$; $[J_1]\theta=\{J_1\}=\{1\}$, $[J_2]\theta=\{J_2\}=\{2\}$.
2. $R=\{\{1, 2\}\}$; $Z_{3s}=\{1,2\}$. $J_3=(1,2)$, $J_2=(3)$.
3. $R=\{\{1, 2\}\}$; $Z_{3s}=\{1\}$. $J_3=(1,2)$, $J_4=(3, 2)$.
4. $R=\{\{1, 2\}\}$; $Z_{3s}=\{1\}$, $Z_{4s}=\{2\}$. $J_3=(1,2)$, $[J_4]\theta=\{(3, 2), (4, 1)\}$, $J_5=(3, 4)$.
5. $R=\{\{1, 2\}, \{1, 4\}, \{2, 3\}\}$; $Z_{3s}=\{1\}$, $Z_{4s}=\{2\}$. $[J_3]\theta=\{(1, 2), (1, 4), (2, 3)\}$, $J_6=(3, 4)$.
6. $R=\{\{11, 12, 13\}\}$; $Z_{1s}=\{11,12,13\}$. $J_2=(1)$, $J_7=(11, 12, 13)$.
7. $R=\{\{1, 11, 12\}\}$; $Z_{2s}=\{11, 12\}$. $J_4=(2, 1)$, $J_7=(1, 11, 12)$.
8. $R=\{\{11, 12, 13\}\}$; $Z_{1s}=\{11\}$, $Z_{2s}=\{12, 13\}$. $J_4=(2, 11)$, $J_5=(2, 1)$, $J_7=(11, 12, 13)$, $J_8=(1, 12, 13)$.
9. $R=\{\{1, 12, 13\}, \{1, 2, 14\}\}$; $Z_{2s}=\{12,13\}$, $Z_{1s}=\{14\}$. $J_6=(2, 1)$, $[J_7]\theta=\{(1, 12, 13), (1, 2, 14)\}$.
10. $R=\{\{1, 2, 3\}\}$; $Z_{4s}=\{1\}$, $Z_{5s}=\{2\}$, $Z_{6s}=\{3\}$. $J_7=(1, 2, 3)$, $[J_8]\theta=\{(6, 1, 2), (5, 1, 3), (4, 2, 3)\}$, $[J_9]\theta=\{(3, 4, 5), (2, 4, 6), (1, 5, 6)\}$, $J_{10}=(4, 5, 6)$.
11. $R=\{\{1, 12, 13\}, \{11, 2, 13\}\}$; $Z_{1s}=\{11\}$, $Z_{2s}=\{12\}$, $Z_{3s}=\{13\}$. $[J_7]\theta=\{(1, 12, 13), (11, 2, 13)\}$, $[J_8]\theta=\{(3, 1, 12), (3, 11, 2)\}$, $J_{11}=(2, 1, 13)$, $J_{12}=(1, 2, 3)$.
12. $R=\{\{11, 2, 3\}, \{1, 12, 13\}\}$; $Z_{1s}=\{11\}$, $Z_{2s}=\{12\}$, $Z_{3s}=\{13\}$. $[J_7]\theta=\{(11, 2, 3), (1, 12, 13)\}$, $[J_8]\theta=\{(3, 1, 12), (2, 1, 13)\}$, $J_{13}=(1, 2, 3)$.
13. $R=\{\{11, 2, 3\}, \{1, 12, 13\}, \{1, 2, 13\}\}$; $Z_{1s}=\{11\}$, $Z_{2s}=\{12\}$, $Z_{3s}=\{13\}$. $[J_7]\theta=\{(11, 2, 3), (1, 12, 3), (1, 2, 13)\}$, $J_{14}=(1, 2, 3)$.
14. $R=\{\{1, 12, 13\}, \{11, 12, 3\}, \{11, 2, 13\}\}$; $Z_{1s}=\{11\}$, $Z_{2s}=\{12\}$, $Z_{3s}=\{13\}$. $[J_7]\theta=\{(1, 12, 13), (11, 12, 3), (11, 2, 13)\}$, $[J_{11}]\theta=\{(3, 1, 12), (2, 1, 13), (2, 3, 11)\}$, $J_{15}=(2, 1, 3)$.

Conclusions

The concept of a cross-section of a complex system is introduced and a classification of sections is obtained based on the contribution to the resulting reliability indicators.
Fifteen different classes of sections are identified in the set of one-, two- and three-element sections, and a combinatorial algorithm for the formation of these classes is developed.
The presented model can be used to form failure states of real electric power systems.

Literatura

[1] Grishkevich A.A., Hudym V.I., Kruczinin A.M., Sawicki A.: Zagadnienia energetyczne wybranych współczesnych urządzeń i systemów elektrostalowniczych, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, 2010.
[2] Endrenyi J.: Reliability Modeling in Electric Power Systems, John Wiley: New York, 1978.

WPŁYW PARAMETRÓW NAPIĘCIOWYCH I PRĄDOWYCH NA PRACĘ UKŁADU WTRYSKU WIELOKROTNEGO ZBUDOWANEGO NA BAZIE STEROWNIKA COMPACT RIO

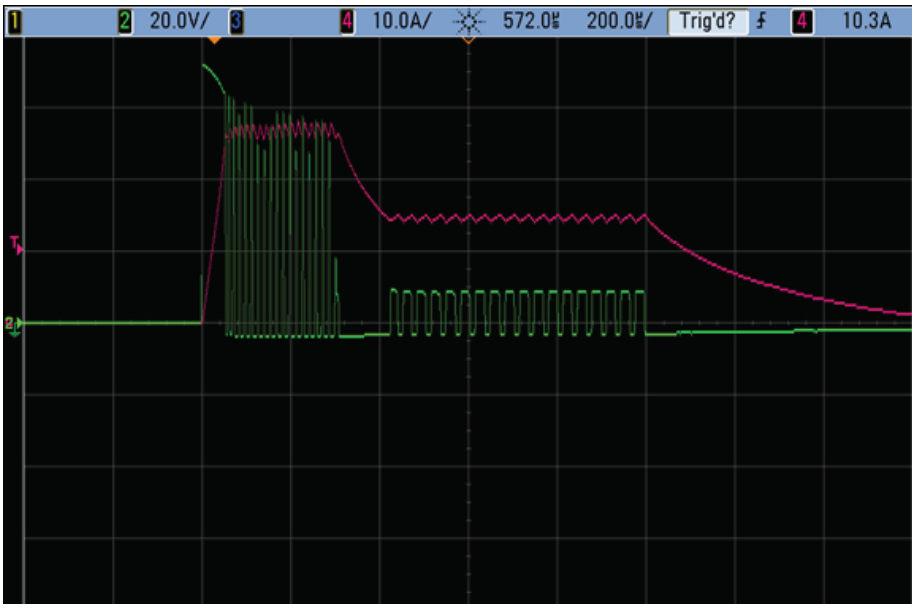
Michał GRUCA[1], Michał PYRC[2], Borys BOROWIK[3]

[1,2] Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki
[3] Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Wstęp

Strategia wielokrotnego wtrysku paliwa w silniku o zapłonie samoczynnym pozwala na poprawę efektywności pracy silnika przy jednoczesnym obniżeniu emisji szkodliwych produktów spalania. Wyzwaniem dla konstruktorów układów wtryskowych staje się nie tylko sama konstrukcja wtryskiwacza, ale także algorytm sterowania i moduł sterowania.

W przypadku wykorzystania elektromagnetycznych wtryskiwaczy paliwa bardzo ważne jest wstępne forsowanie napięciem cewki wtryskiwacza, aby pokonać bezwładność rdzenia a następnie obniżyć napięcie zasilania do wartości nominalnych w celu podtrzymywania otwarcia iglicy wtryskiwacza. Cały cykl otwierania wtryskiwacza przedstawiono na poniższym rysunku.



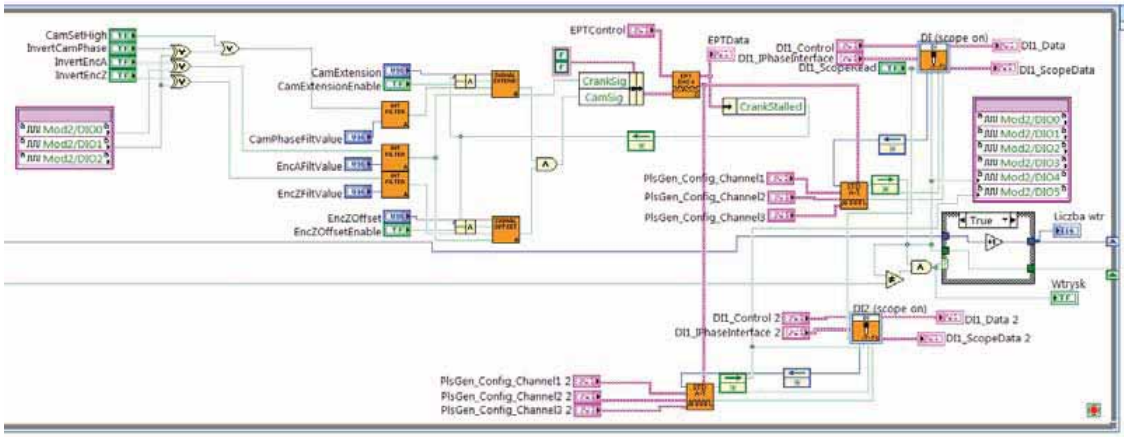
Rys. 1. Typowe przebiegi zmian napięcia i prądu w układzie sterowania wtryskiwaczem

Dostępne moduły sterowania wtryskiem w postaci gotowych układów zasilania silników nie nadają się do zaimplementowania w badawczych stanowiskach silnikowych. Moduł elektroniczny (CPU) jak i algorytm sterowania nie jest dostępny do modyfikacji i nie pozwala na dowolne zmiany jego parametrów. Celem prezentowanej pracy było zbudowanie systemu do realizacji wtrysku wielokrotnego w silniku o zapłonie samoczynnym na bazie programowalnego sterownika CompactRIO obsługiwanego przez oprogramowanie LabVIEW. Tego typu system ma bardzo dużą elastyczność programowania parametrów napięciowych oraz prądowych układu wtryskowego w poszczególnych jego fazach. Dlatego pozwala na realizację różnorodnych prac badawczych mających na celu optymalizacje strategii wtrysku paliwa.

Struktura systemu do realizacji wtrysku wielokrotnego na bazie programowalnego sterownika CompactRIO

Sterownik CompactRIO jest produktem firmy NI (National Instruments). Jego programowanie jest wspomagane przez środowisko LabVIEW i NI Linux Real-Time. W skład badanego systemu wtrysku wielokrotnego wchodzą**:**

- Sterownik NI cRIO-9024 z procesorem 800 MHz, pamięcią 4 GB + 512 MB pamięci podręcznej DDR2, 2xEthernet, USB, RS232, serwer WWW,
- Szyna NI cRIO-9114, zawierająca osiem slotów na moduły oraz układ Virtex-5 FPGA
- 2 moduły NI 9751 sterowania wtryskiem bezpośrednim do 3 wtryskiwaczy elektromagnetycznych lub 2 piezoelektrycznych, z możliwością programowania 8 faz wtrysku, max. napięcie 190 V, max. prąd 40A,
- Moduł 9401, 8 DIO
- Oprogramowanie sterownika w środowisku LabVIEW:
  - program dla układu FPGA,
  - program dla cRIO w systemie operacyjnym czasu rzeczywistego,
  - nadrzędny programu obsługi w systemie Microsoft Windows.



Rys. 2. Schemat blokowy programu sterownia modułów wtrysku paliwa

Wnioski

Przeprowadzone próby modyfikacji parametrów przebiegów napięciowych i prądowych w układzie sterowania wtryskiwaczem potwierdziły przydatność systemu do realizacji różnorodnych strategii wtrysku wielokrotnego w pracach badawczych mających na celu optymalizacje zasilania silnika o zapłonie samoczynnym.

Literatura

[1] Kasinath Panda, A. Ramesh: Diesel injection strategies for reducing emissions and enhancing the performance of a methanol based dual fuel stationary engine, Fuel 289 (2021) 119809.
[2] S. Ouchikh, M.S. Lounici, K. Loubar, L. Tarabet, M Tazerout: Effect of diesel injection strategy on performance and emissions of CH4/diesel dual-fuel engine. Fuel 308 (2022) 121911.
[3] Jensen S.J., Ramesh A.: A physics-based model for real-time prediction of ignition delays of multipulse fuel injections in direct-injection diesel engines, International Journal of Engine Research · June 2018, Vol. 21(3) 540–558.
[4] Technical Communications, NI 9751 USER MANUAL, NI Powertrain Controls Direct Injector Driver Module, © 2013 National Instruments.
[5] Łukaszewski R. Panter P., Biblioteka SubVI do programowania platformy CompactRIO z wbudowaną aplikacją FPGA, Measurement Automation Monitoring, 2013, p.372-375.
[6] Szaj W.: Podstawy programowania w LabView, ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA 5/2013.

ANALIZA ZMIAN ROZKŁADU POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO GENEROWANEGO PRZEZ NAPOWIETRZNE LINIE ELEKTROENERGETYCZNE SPOWODOWANYCH ODDZIAŁYWANIEM WIATRU

Jacek GUMIELA[1], Dariusz SZTAFROWSKI[1]

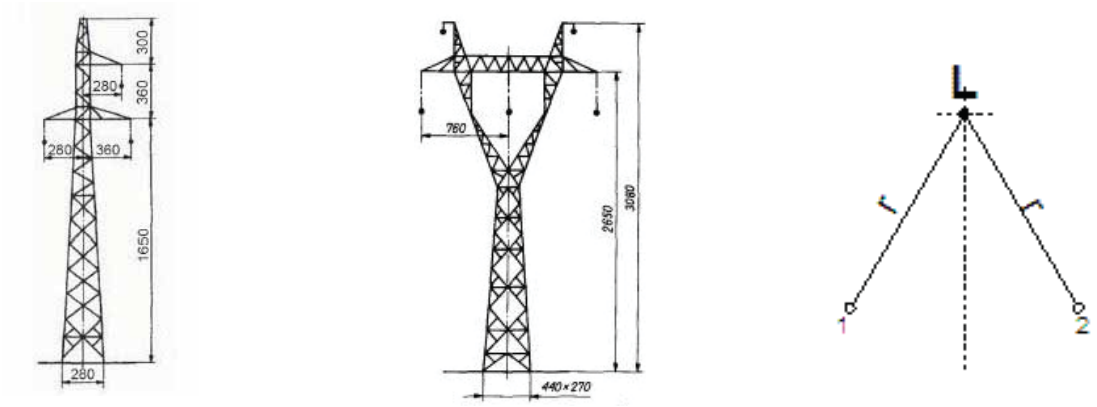
Politechnika Wrocławska

Wstęp

Podczas projektowania przesyłowych linii elektroenergetycznych wykonuje się wiele szczegółowych analiz oddziaływania tych obiektów na środowisko. Do typowych zadań należy obliczeniowa identyfikacja rozkładu generowanego pola elektromagnetycznego w zakresie jego składowej elektrycznej oraz magnetycznej dla różnych warunków środowiskowych związanych z temperaturą powietrza oraz wpływem sadzi, która może wystąpić na przewodach linii elektroenergetycznej. Wraz ze wzrostem mocy obliczeniowej współczesnych komputerów ułatwione jest przeprowadzanie analiz dla wszelkich możliwych stanów pracy linii. W niniejszym artykule autorzy podjęli się oszacowania wpływu oddziaływania wiatru i związanego z nim tzw. wywiewania przewodów na zmiany rozkładu generowanych pól elektromagnetycznych oraz określenie miejsc występowania lokalnych maksimów i minimów natężenia pola dla kilku wybranych sytuacji.

Przesyłowe linie napowietrzne

Ubocznym efektem pracy obiektów elektroenergetycznych (m.in. przesyłowych linii napowietrznych) jest powstające wokół nich pole elektromagnetyczne. Natężenie tego pola maleje wraz z oddalaniem się od źródła, czyli od osi napowietrznej linii WN. Ze względu na wymogi środowiskowe, należy dążyć do ograniczenia emisji pól elektromagnetycznych [1]. Podczas projektowania linii napowietrznych należy poddać wnikliwej analizie wszelkie możliwe skrajne stany jej pracy, przez co możliwe jest określenie maksymalnych natężeń generowanych pól elektromagnetycznych, co pozwala na ocenę wpływu badanej linii elektroenergetycznej na środowisko [2]. O ile kryteria analizy związane z temperaturą są w przytoczonej normie [2] dość dobrze określone, to w przypadku oddziaływania wiatru może dochodzić do tzw. „wywiewania przewodów” (Rys. 1c) przez co same przewody, stanowiące przecież źródło pola elektromagnetycznego, mogą w zależności od siły i kierunku wiatru przyjmować nieco inną konfigurację niż wynikałoby to bezpośrednio z ich rozmieszczenia biorąc pod uwagę sylwetkę słupa (Rys. 1 a, Rys. 1 b) [3]. Jak wiadomo, każdy z przewodów wchodzących w skład linii elektroenergetycznej wytwarza indywidualne pole elektromagnetyczne, które z kolei w zależności od wzajemnej konfiguracji geometrycznej całego układu, według zasady superpozycji, wytwarza wypadkowe pole elektromagnetyczne, w którego skład wchodzi składowa elektryczna oraz składowa magnetyczna. Składowa elektryczna uzależniona jest głównie od poziomu napięcia linii, natomiast magnetyczna od wartości prądów płynących w przewodach roboczych [4].



a) b) c)

Rys. 1. Sylwetki słupów napowietrznych linii WN a) 110 kV, typ B2; b) 220 kV, typ H52; c) odchylenie przewodów roboczych linii pod wpływem wiatru

Do wyznaczenia natężenia pola elektrycznego w przekroju poprzecznym linii elektroenergetycznej poddanym analizie zastosowano metodę odbić zwierciadlanych oraz metodę superpozycji [5] dzięki której uzyskano dane pozwalające na dokonanie oceny narażenia środowiska na działanie pola elektromagnetycznego o niskiej częstotliwości zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia [1].

Tablica 1. Maksymalne i minimalne natężenia pola elektrycznego wyznaczone na wysokości h = 2 m w przekroju poprzecznym pod linią 110 kV (B2) oraz miejsca ich występowania w zależności od kąta odchylenia przewodów

Odchylenie w lewo		Kąt odchylenia przewodów linii WN w związku z oddziaływaniem wiatru			
110 kV / B2		0^0	30^0	45^0	60^0
E_{max1}	[kV/m]	0,671	0,643	0,612	0,575
X_{Emax1}	[m]	-5,60	-6,85	-7,30	-7,80
E_{min}	[kV/m]	0,435	0,416	0,396	0,372
X_{Emin}	[m]	1,05	0,15	-0,20	-0,50
E_{max2}	[kV/m]	0,575	0,550	0,522	0,489
X_{Emax2}	[m]	6,85	6,00	5,75	5,65

Tablica 2. Maksymalne i minimalne natężenia pola elektrycznego wyznaczone na wysokości h = 2 m w przekroju poprzecznym pod linią 110 kV (B2) oraz miejsca ich występowania w zależności od kąta odchylenia przewodów

Odchylenie w prawo		Kąt odchylenia przewodów linii WN w związku z oddziaływaniem wiatru			
110 kV / B2		0^0	30^0	45^0	60^0
E_{max1}	[kV/m]	0,671	0,643	0,612	0,575
X_{Emax1}	[m]	-5,60	-4,75	-4,50	-4,30
E_{min}	[kV/m]	0,435	0,416	0,396	0,372
X_{Emin}	[m]	1,05	2,10	2,60	2,95
E_{max2}	[kV/m]	0,575	0,550	0,522	0,489
X_{Emax2}	[m]	6,85	8,00	8,55	9,10

Tablica 3. Maksymalne i minimalne natężenia pola elektrycznego wyznaczone na wysokości h = 2 m w przekroju poprzecznym pod linią 220 kV (H52) oraz miejsca ich występowania w zależności od kąta odchylenia przewodów

		Kąt odchylenia przewodów linii WN w związku z oddziaływaniem wiatru			
220 kV / H52		0^0	30^0	45^0	60^0
E_{max1}	[kV/m]	1,107	1,045	0,978	0,899
X_{Emax1}	[m]	-12,45	-10,45	-9,90	-9,65
E_{min}	[kV/m]	0,489	0,450	0,408	0,361
X_{Emin}	[m]	0,00	2,25	3,15	3,90
E_{max2}	[kV/m]	1,107	1,045	0,978	0,899
X_{Emax2}	[m]	12,45	14,95	16,25	17,45

Wyniki przeprowadzonych cyfrowych symulacji natężenia składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego dla linii 110 kV zestawiono w tabelach (Tablica 1 – Tablica 2), natomiast wyniki identyfikacji rozkładu natężenia pola elektrycznego dla linii 220 kV znajdują się w Tablicy 3.

Podsumowanie

Na terenach o wysokim poziomie urbanizacji i znacznym zagęszczeniem budynków dąży się do tego aby obszar przeznaczony na lokalizację napowietrznej linii elektroenergetycznej pozostawał pod jak najmniejszym wpływem oddziaływań elektromagnetycznych związanych z przesyłem energii elektrycznej. Jak można się spodziewać linie elektroenergetyczne zbudowane w oparciu o słupy o symetrycznej sylwetce (jak np. H52 dla linii 220 kV), pod wpływem wiatru generują pola o minimach odsuniętych od osi linii, bez większego odkształcenia w stosunku do pól rejestrowanych przy bezwietrznej pogodzie. Linie elektroenergetyczne wykonane na słupach o niesymetrycznej sylwetce (jak np. B2 dla linii 110 kV) generują pola o zmieniającym się kształcie oraz rozsuniętych względem siebie lokalnych maksimach. Warto zatem przy okazji przeprowadzania obliczeniowej identyfikacji wypadkowego rozkładu natężenia pola elektrycznego oraz magnetycznego dla różnych wartości temperatur przeanalizować również rozkład pola spowodowany oddziaływaniem wiatru o różnej sile jak również kierunku jego oddziaływania.

Literatura

[1] Rozporzadzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2019 poz. 2448)
[2] PN-EN 50341-1:2013-03: Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV, Część 1: Wymagania ogólne, Specyfikacje wspólne, 2013
[3] https://www.elektro.info.pl
[4] Szuba M. i inni: Linie i stacje elektroenergetyczne w środowisku człowieka, Informator, Wydanie 4, Biuro Konsultingowo-Inżynierskie “EKO MARK”, Wrocław, 2008
[5] Sadiku M. N.O.: Numerical Techniques in Electromagnetics, Second Edition, CRC Press, 2001

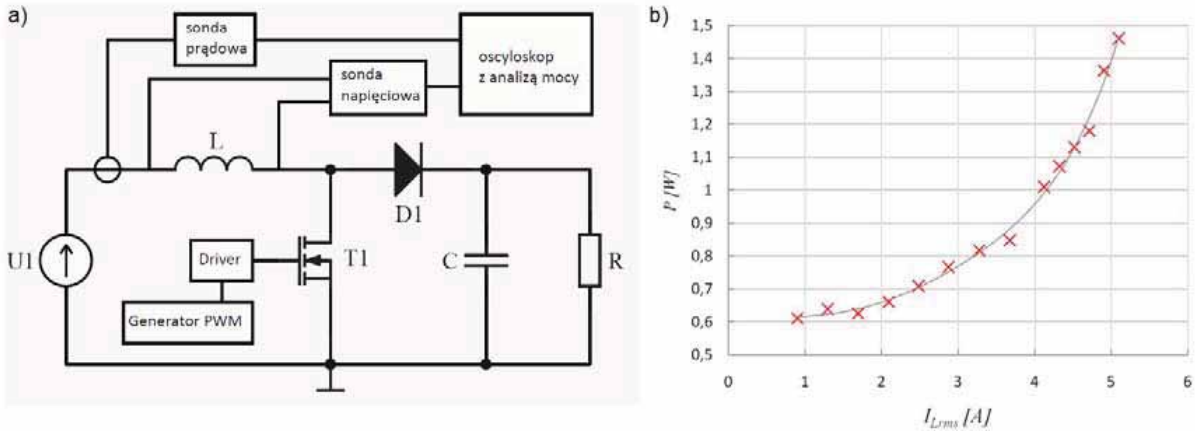
ANALIZA CAŁKOWITYCH STRAT MOCY W DŁAWIKACH ZASILACZY IMPULSOWYCH

Damian GZIEŁ, Andrzej JĄDERKO, Mariusz NAJGEBAUER

Politechnika Częstochowska

Wprowadzenie

Ze względu na potrzebę osiągania coraz to lepszych sprawności przetwornic impulsowych, dokładna predykcja strat elementów magnetycznych powinna być uwzględniana przez inżynierów już na etapie projektowym. Na straty w dławiku z rdzeniem ferromagnetycznym składają się straty w samym rdzeniu oraz straty w uzwojeniu. Straty całkowite zostały zmierzone z wykorzystaniem oscyloskopu wyposażonego w opcję analizy mocy. Przykładowy schemat pomiarowy wykorzystywany podczas badań skonstruowanej na te potrzeby przetwornicy, pozwalającej na podłączenie przygotowanych dławików, przedstawiono na rys.1a, natomiast wyniki pomiarów przedstawiono na rys.1b:



Rys. 1. Analiza całkowitych strat mocy dla przetwornicy podwyższającej: a) schemat układu pomiarowego, b) wyniki pomiaru strat całkowitych dławika z rdzeniem T106-26 przy częstotliwości przełączania $f_s = 50\ kHz$

Stratność rdzenia

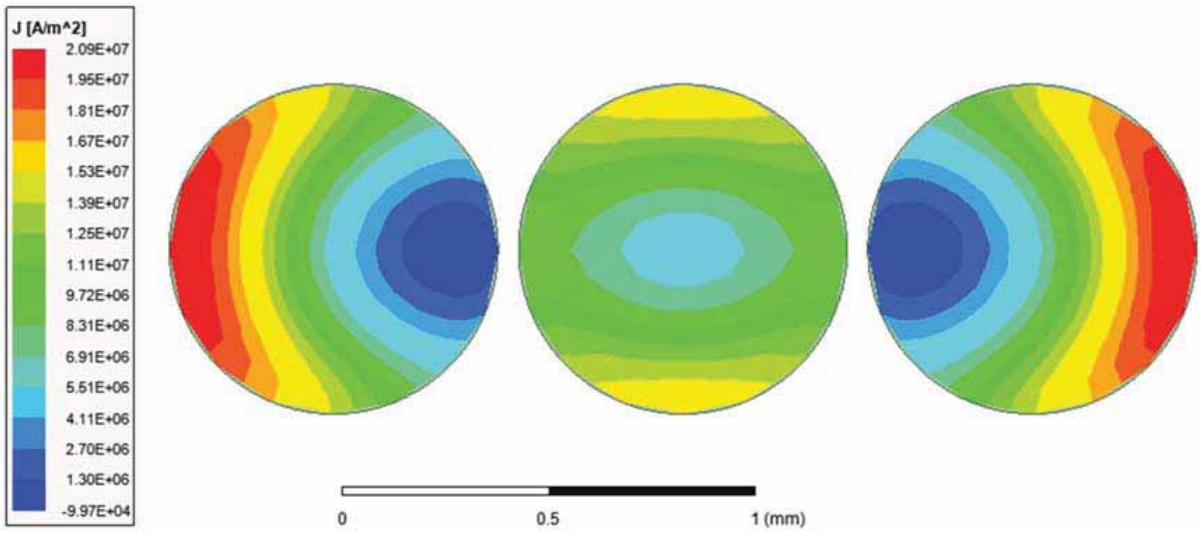
Analityczna predykcja strat mocy w rdzeniach ferromagnetycznych z uwagi na nieliniowość zjawisk w nich zachodzących, właściwości materiału, częstotliwości pracy, temperaturę a także kształtu przebiegu indukcji magnetycznej, skutkuje wysokim stopniem komplikacji. Dane podawane przez producentów rdzeni nie zawsze dostarczają pełnych informacji w tym zakresie. Powszechnie wykorzystywany wzór Steinmetza (SE) [1] może mieć zastosowanie tylko dla sinusoidalnych wymuszeń, stąd dla rdzeni pracujących w warunkach przetwornic impulsowych stosuje się bardziej złożone rozwinięcia tego wzoru, jak chociażby iGSE [2]:

$$P_{c(V)} = \frac{1}{T}\int_0^T k_\mathrm{i}\left|\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}\right|^\alpha (\Delta B)^{\beta-\alpha}\mathrm{d}t \quad \text{, gdzie} \quad k_\mathrm{i} = \frac{k}{(2\pi)^{\alpha-1}\int_0^{2\pi}|cos\theta|^\alpha 2^{\beta-\alpha}\mathrm{d}\theta} \tag{1}$$

gdzie: ΔB – wartość międzyszczytowa indukcji, T – okres zmian indukcji, k, α, β – współczynniki Steinmetza, θ – pulsacja przebiegu indukcji ($\theta = 2\pi f t$). Przytoczony wzór (1) na straty odniesione do objętości rdzenia, podobnie jak inne modyfikacje SE [1] nie uwzględniają jednak wpływu składowej stałej indukcji, która występuje w rozważanych aplikacjach. Problem ten zostanie przedyskutowany w niniejszym opracowaniu, a same obliczenia strat rdzenia uwzględnią podmagnesowanie składową stałą. Wymagane przebiegi zmienności parametrów Steinmetza uzyskano na drodze pomiarowej stosując metodykę przedstawioną w [3] oraz dedykowaną aparaturę pomiarową.

Stratność uzwojenia

Z uwagi na występowanie zjawisk naskórkowości oraz zbliżenia, szacowanie strat w uzwojeniu wymaga żmudnych obliczeń bądź stosowania symulacji, zwłaszcza w przypadku złożonej konfiguracji skutkującej mnogością wzajemnych oddziaływań między poszczególnymi zwojami czy warstwami [4]. Zwiększanie częstotliwości zmniejsza możliwość wykorzystania przekroju przewodu. Elementarny przypadek ilustrujący ten problem przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Rozkład gęstości prądu w trzech zbliżonych do siebie przewodach zasilanych sinusoidalnym prądem $I_m = 5\ A$ o tej samej fazie i częstotliwości 100 kHz – wyniki uzyskane w programie ANSYS Maxwell

W artykule wykorzystano analityczną metodę pozwalającą na wyznaczenie strat w uzwojeniu elementu magnetycznego zasilanego prądem o niesinusoidalnym kształcie. Zastosowana metoda zakłada, że moc całkowita jest sumą strat wynikających z przepływu składowej stałej (P_{wDC}) oraz zmiennej (P_{wAC}) prądu zasilającego, a rezystancję uzwojenia rozpatruje się w odniesieniu do poszczególnych harmonicznych [5]:

$$P_w = P_{wDC} + P_{wAC} = R_{wDC} I_L^2 + \frac{1}{2}\sum_{n=1}^{\infty} R_{w(n)} I_{m(n)}^2 \tag{2}$$

gdzie: R_{wDC} – rezystancja uzwojenia dla prądu stałego, I_L – wartość skuteczna prądu dławika, $I_{m(n)}$ – amplituda n-tej harmonicznej prądu dławika, $R_{w(n)}$ – rezystancja uzwojenia dla n-tej harmonicznej składowej przemiennej prądu zasilającego dławik.

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] Gzieł D., Najgebauer M., Przegląd modeli strat mocy w rdzeniach magnetycznych pracujących w układach energoelektronicznych, Przegląd Elektrotechniczny, Vol. 96, No 12, pp. 238-242, 2020.
[2] Venkatachalam K., Sullivan C., Abdallah T., Tacca H., Accurate prediction of ferrite cores loss with nonsinusoidal waveforms using only Steinmetz parameters, in Proc. IEEE Workshop Computers in Power Electronics, pp. 36–41, 2002.
[3] Muhlethaler J., Biela J., Kolar J., Ecklebe A., Core losses under the DC bias condition based on Steinmetz parameters, IEEE Trans. PowerElectron., Vol. 27, No. 2, pp. 953–963, 2012.
[4] Rumatowski K., Straty mocy w uzwojeniach transformatorów zasilaczy impulsowych, Wydawnitwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2002.
[5] Kondrath N., Kazimierczuk M.,: Inductor winding loss owing to skin and proximity effects including harmonics in non-isolated pulse-width modulated dc-dc converters operating in continuous conduction mode, IET Power Electronics, Vol. 3, No. 6, pp. 989-1000, 2010.

WERYFIKACJA EKSPERYMENTALNA WYBRANYCH MODELI STRAT MOCY W RDZENIACH MAGNETYCZNYCH PRACUJĄCYCH W UKŁADACH ENERGOELEKTRONICZNYCH ZE SKŁADOWĄ STAŁĄ POLA MAGNETYCZNEGO

Damian GZIEŁ, Mariusz NAJGEBAUER

Politechnika Częstochowska

Wprowadzenie

Nieliniowość zjawisk zachodzących w rdzeniach ferromagnetycznych, a także niesinusoidalne wymuszenia napięciowe czy prądowe, jakim są one poddawane w układach energoelektronicznych powodują, że dokładna predykcja stratności takich rdzeni wciąż stanowi wyzwanie dla projektantów obwodów magnetycznych. Jedną z najbardziej rozpowszechnionych metod predykcji strat mocy z uwagi na stosunkowo niewielki poziom skomplikowania w porównaniu do innych metod (obok wzorów empirycznych podawanych niekiedy przez samych producentów materiałów) są modele oparte o tzw. wzory Steinmetza, które doczekały się swoich rozwinięć pozwalających na predykcję strat, także w przypadku wymuszeń niesinusoidalnych.

Tabela 1. Przykładowe modyfikacje pierwotnego wzoru Steinmetza (SE) [1]

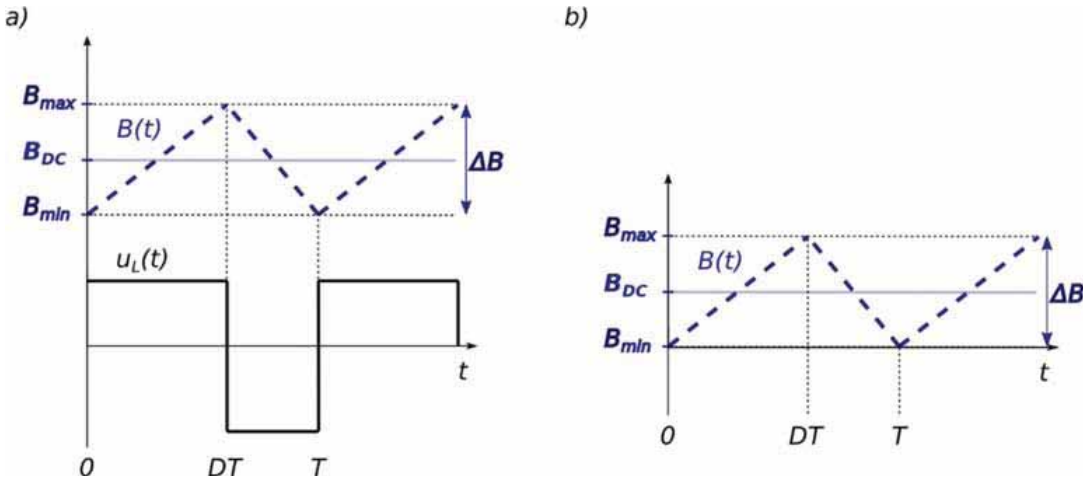
Model	Zależność	Dodatkowy parametr	
MSE	$k f_{eq}^{\alpha-1} B_{\mathrm{m}}^{\beta} f$	$f_{\mathrm{eq}} = \frac{2}{\Delta B^2 \pi^2} \int_0^T \left(\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}\right)^2 \mathrm{d}t$	(1)
GSE	$\frac{1}{T}\int_0^T k_1 \left\lvert\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}\right\rvert^{\alpha} \lvert B(t)\rvert^{\beta-\alpha} \mathrm{d}t$	$k_1 = \frac{k}{(2\pi)^{\alpha-1}\int_0^{2\pi} \lvert cos\theta\rvert^{\alpha} \lvert sin\theta\rvert^{\beta-\alpha} \mathrm{d}\theta}$	(2)
iGSE	$\frac{1}{T}\int_0^T k_{\mathrm{i}} \left\lvert\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t}\right\rvert^{\alpha} (\Delta B)^{\beta-\alpha} \mathrm{d}t$	$k_{\mathrm{i}} = \frac{k}{(2\pi)^{\alpha-1}\int_0^{2\pi} \lvert cos\theta\rvert^{\alpha} 2^{\beta-\alpha} \mathrm{d}\theta}$	(3)

Stratność rdzeni magnetycznych

Zmodyfikowane wersje wzoru Steinmetza (SE), przedstawione przeglądowo w pracy [1] nie uwzględniają wpływu podmagnesowania składową stałą pola magnetycznego na straty mocy w rdzeniu. Rdzenie te w praktycznych zastosowaniach w układach energoelektronicznych są zazwyczaj poddawane także oddziaływaniu składowej stałej pola magnetycznego [2], co zwiększa poziom komplikacji zagadnienia. Ma to miejsce szczególnie w przypadku dławików zasilaczy impulsowych prądu stałego czy dławików obwodu pośredniczącego falowników prądu. W pracy główną uwagę poświęcono przede wszystkim modelom predykcji strat opartych o kolejne modyfikacje wzoru Steinmetza przedstawionych w [1,3,4]. Jednym z istotnych modeli w przeprowadzonej analizie jest RGSE [4], który pozwala wyznaczyć chwilowe straty odniesione do objętości rdzenia. Wyrażony jest on następującą zależnością:

$$P_{\mathrm{c(V)}}(t) = k_1 \left\lvert\frac{\mathrm{d}B(t)}{\mathrm{d}t}\right\rvert^{\alpha} \lvert B(t) - B_{\mathrm{DC}}\rvert^{\beta-\alpha} \tag{4}$$

gdzie: α, β – współczynniki Steinmetza (dla wymuszeń sinusoidalnych), k_I – współczynnik obliczany na podstawie współczynnika k (współczynnik Steinmetza dla wymuszenia sinusoidalnego) jak przedstawiono w tabeli 1, B_{DC} – składowa stała tj. wartość średnia za okres z chwilowej gęstości strumienia magnetycznego $B(t)$. W celu zredukowania sygnalizowanych niedoskonałości kolejnych modyfikacji wzorów Steinmetza skorzystano z metody używającej tak zwanego SPG (*Steinmetz Premagnetization Graph*) opisanej w pracy [5], która to metoda pozwala na scharakteryzowanie zmienności parametrów Steinmetza (α, β, k) w zależności od składowej stałej natężenia pola magnetycznego H_{DC}. Analizę wykonano także dla przekształtnika podwyższającego, jak również dla innych materiałów magnetycznych niż analizowanych w pracy [5]. Całość rozważań dotyczyła warunków pracy dławików (Rys.1) stosowanych w przetwornicach impulsowych działających dla przypadku ciągłego przewodzenia prądu dławika (CCM – *Continuous Conduction Mode*).



Rys. 3. Analiza pracy rdzenia dławika w nieizolowanej przetwornicy impulsowej: a) typowe przebiegi wartości chwilowych napięcia na dławiku $u_L(t)$ oraz indukcji magnetycznej $B(t)$, b) przebieg indukcji $B(t)$ w rdzeniu dławika pracującego na granicy ciągłości przewodzenia prądu przez dławik

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki pomiarów stratności wybranych rdzeni magnetycznych i porównano je z wynikami stratności otrzymanymi na podstawie obliczeń analitycznych wybranych zmodyfikowanych wzorów Steinmetza dla wymuszeń niesinusoidalnych (rozpatrując przypadek rdzeni pracujących bez podmagnesowania). W celu uwypuklenia wpływu oddziaływania składowej stałej pola magnetycznego wyniki te zestawiono również z wynikami pomiarów i obliczeń stratności rdzeni podmagnesowanych.

Literatura

[1] Gzieł D., Najgebauer M., Przegląd modeli strat mocy w rdzeniach magnetycznych pracujących w układach energoelektronicznych, Przegląd Elektrotechniczny, Vol. 96, No 12, pp. 238-242, 2020.
[2] Hurley W., Wölfle W., Transformers and Inductors for Power Electronics: Theory, Design and Applications, John Wiley & Sons, New York, 2013.
[3] Venkatachalam K., Sullivan C., Abdallah T., Tacca H., Accurate prediction of ferrite cores loss with nonsinusoidal waveforms using only Steinmetz parameters, in Proc. IEEE Workshop Computers in Power Electronics, pp. 36–41, 2002.
[4] Abramovitz A., Ben-Yaakov S., RGSE-Based SPICE Model of Ferrite Core Losses, in IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 33, No. 4, pp. 2825-2831, 2017.
[5] Muhlethaler J., Biela J., Kolar J., Ecklebe A., Core losses under the DC bias condition based on Steinmetz parameters, IEEE Trans. Power Electron., Vol. 27, No. 2, pp. 953–963, 2012.

METHOD OF CLARIFICATION THE CALIBRATION FUNCTION OF THE PYROMETER FOR TEMPERATURE MEASUREMENTS IN INDUSTRY

Nataliya HOTS[1], Krzysztof PRZYSTUPA[2], Maryna MIKHALEWA[3]

[1] Lviv Polytechnic National University

[2]Lublin University of Technology

[3] Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lwow

Introduction

The term Calibration is defined in International Vocabulary of Metrology (VIM) as an “operation that, under specified conditions, in a first step, establishes a relation between the quantity values with measurement uncertainties provided by measurement standards and corresponding indications with associated measurement uncertainties and, in a second step, uses this information to establish a relation for obtaining a measurement result from an indication” [1]. The calibration of pyrometers may be expressed by calibration function or calibration table.

Calibration of pyrometers in calibration laboratories is carried out at the following values of environmental parameters:

- the ambient temperature (20 ± 5) ° C;
- the relative humidity (65 ± 15)%;
- the atmospheric pressure (101,325 ± 3,000) kPa;
- the mains voltage (220 ± 4.4) V;
- the voltage frequency (50 ± 0.5) Hz.

Additional requirements for calibration of pyrometers are:

- the absence of strong background radiation;
- the emissivity of the reference emitter of an absolutely black body is close to 1;
- the absence of radiation absorption by the intermediate medium [2].

But in the industry it is very difficult to achieve this. In real conditions of measurement in the industry values of influential parameters differ from their values in normal conditions. Also, the radiative properties of the surface of a real object differ from the radiative properties of a completely black body [3]. Therefore, the pyrometer calibrated under normal conditions gives an inaccurate result when measured in industry. Therefore, pyrometer temperature measurements are attempted in the absence of powerful sources of radiation and precipitation, as well as with the correction of the value of the radiation coefficient. The radiation received by the pyrometer radiation receiver is described by the expression:

$$\Phi(\lambda,T)=\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}(\tau_n(\lambda,T_{amb.})\cdot\varepsilon_{bb}(\lambda,T)\cdot C_1\lambda^{-5}(e^{\frac{C_2}{\lambda T_{bb}}}-1)^{-1})d\lambda+ \\ +\left(\tau_n(\lambda,T_{amb.})\cdot(1-\varepsilon_{bb}(\lambda,T)\cdot\Phi_n(\lambda,T_f)\right) \quad (1)$$

where $\tau_n(\lambda,T_{amb.})$ = 1 – the transmittance of the intermediate medium under normal conditions;

$\varepsilon_{bb}(\lambda,T)$ – the emissivity of an absolutely black body used in the calibration of the pyrometer in the calibration laboratory;

$\Phi_n(\lambda,T_f)$ – background radiation (20 ± 5) ° C.

Main part

Ensuring normal conditions for measuring [4] temperature in industry is impossible. The values of emission, background and transmittance of the medium can differ significantly from their values in normal conditions

of temperature measurement by a pyrometer. This leads to the fact that determining the actual value of the temperature by the pyrometer calibration function installed in the calibration laboratory under normal conditions will be impossible due to the impact on the informative signal of a number of influential parameters that are specific to specific conditions Therefore, the results of measuring the temperature of the pyrometer calibrated under normal conditions when using it in industry will differ. This determines the error of temperature measurement by radiation in industry [5].
Thus, to increase the accuracy and reliability of measurements, there is a need to calibrate pyrometers directly in industrial conditions before use on a particular site, because the measurement error under the influence of operating factors can be tens or even hundreds of degrees [6].

Methodology
Additional calibration in industrial conditions can be realized by measuring three temperature values with a pyrometer and calculating the new values of the coefficients A, B, C of the conversion function. The new values of the coefficients A, B, C will take into account the influence of influencing factors on the calibration function of the pyrometer. This approach involves determining new parameters of the pyrometer calibration function in real industrial conditions on the example of the Sakuma-Hattori-Vina II formula and includes the following steps:
1. Ensure that the reference black body is heated to three different temperatures within the operating temperature range of the pyrometer, which is as close as possible to the temperature of the object under study.
2. Measure the temperature of an absolutely black body for each temperature value T_{gb_1}, T_{gb_2}, T_{gb_3}. Measurement conditions remain unchanged.
3. Compose a system of equations for the output signals of the pyrometer for three temperature values (1).

$$\begin{cases} S_1(\lambda, T_{gb_1}) = C \cdot e^{\frac{-C_2}{AT_{gb_1}+B}} \\ S_2(\lambda, T_{gb_2}) = C \cdot e^{\frac{-C_2}{AT_{gb_2}+B}} \\ S_3(\lambda, T_{gb_3}) = C \cdot e^{\frac{-C_2}{AT_{gb_3}+B}} \end{cases} \quad (2)$$

4. Solve the system of equations and obtain the corresponding values of the coefficients A, B, C. It is assumed that these coefficients reflect the effect of influencing factors on the measurement result.
5. Use the new pyrometer calibration function to perform measurements.

Conclusion
Clarification of the calibration function of the pyrometer depending on the measurement conditions will increase the accuracy of determining the temperature and temperature gradient of the surface of the object of study.

Literatura
[1] International Vocabulary of Metrology Fourth edition – Committee Draft (VIM4 CD, JCGM-WG2-CD-01.) 11 January 2021, p. 155.
[2] Dulski, R., Piątkowski, T., Polakowski, H. Sectoral thermal emitter for testing of modern IR systems. Infrared Physics and Technology, 2014, 67, pp. 14–20.
[3] Hots, N., Przystupa, K., Mikhalieva, M., Ruslan, B. Simulation of the influence of multiple reflections of background radiation on the thermography results. doi:10.15199/48.2022.03.27.
[4] 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, 2018, 38(3), pp. 602–610.
[5] Brandon Lane, Eric Whitenton. Calibration and Measurement Procedures for a High Magnification Thermal Camera. http://dx.doi.org/10.6028/NIST.IR.8098
[6] Ранцевич В.Б. Расчет влияния излучения посторонних источников на результаты измерений температуры пирометрами различных типов // Физические свойства металлов и проблемы неразрушающего контроля. - Мн.: Наука и техника. - 1978. – С. 131-145.

EXPERIMENT IMAGE REGISTRATION FOR TOMOGRAPHY USING ARUCO FIDUCIAL MARKERS

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

Problem description

EIT modelling and validation is a time consuming task, specially when we compare simulation results with empirical data [1, 2]. Image reconstruction in tomography is generally contaminated with artifacts and forward/inverse problem calculation with measured data could not match the simulation outputs. Accurate positioning and digital registration of the experiment can largely improve the process, as presented below.

Hardware measurement setup

Our proposed mixed-signals system is based on the Zynq-7000 SoC, from Xilinx. The system is aimed to provide fast frequency with low power consumption and mobility. The experimental registration diagram and experimental setup presented in Figure1. EIT measurements of two inclusion compared with background are presented in Figure 2. In the right: the time series potential plot, in the left: the plot of average measurements per configuration.

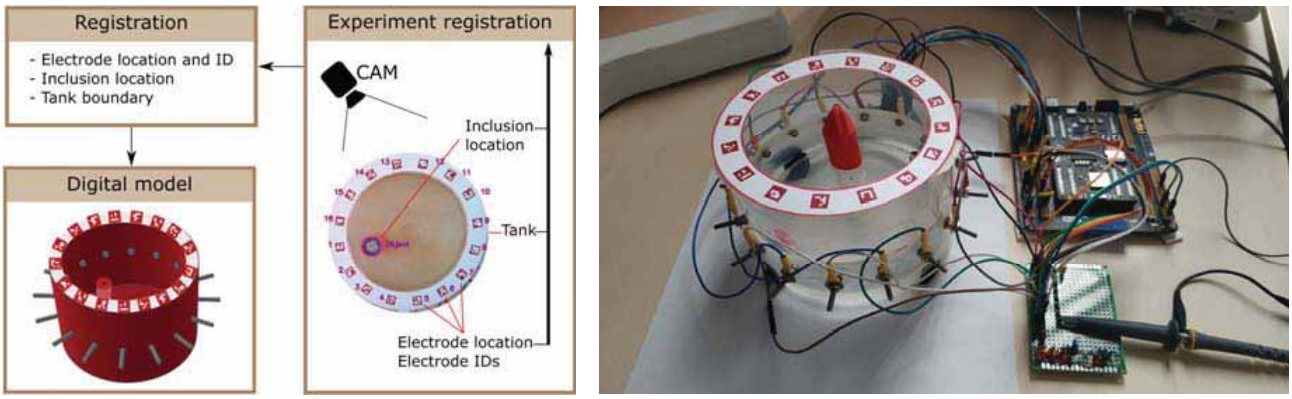


Figure 1: Experimental diagram (left). Experimental setup (right)

Visual detection

Determination of the position of electrodes and inclusion(s) in a measurement EIT tank. The visual detection and tracking is divided in to two groups: single object tracking (SOT), and multiple object tracking (MOT). The algorithm of object tracking performs detection of an object for every frame and provide its ID number. In our studies, we use OpenCV with the TM_CCOEFF_NORMED method that calculate the template matching coefficient R:

$$R(x,y) = \frac{\sum_{(u,v)\in w\times h} T'(u,v)\, I'(x+u,y+v)}{\sqrt{\sum_{(u,v)\in w\times h} T'(u,v)^2 \sum_{(u,v)\in w\times h} I'(x+u,y+v)^2}} \tag{1}$$

T is the template image with $w\times h$ pixels, I is the image with $W\times H$ pixels, The best match is the global maximum for R.

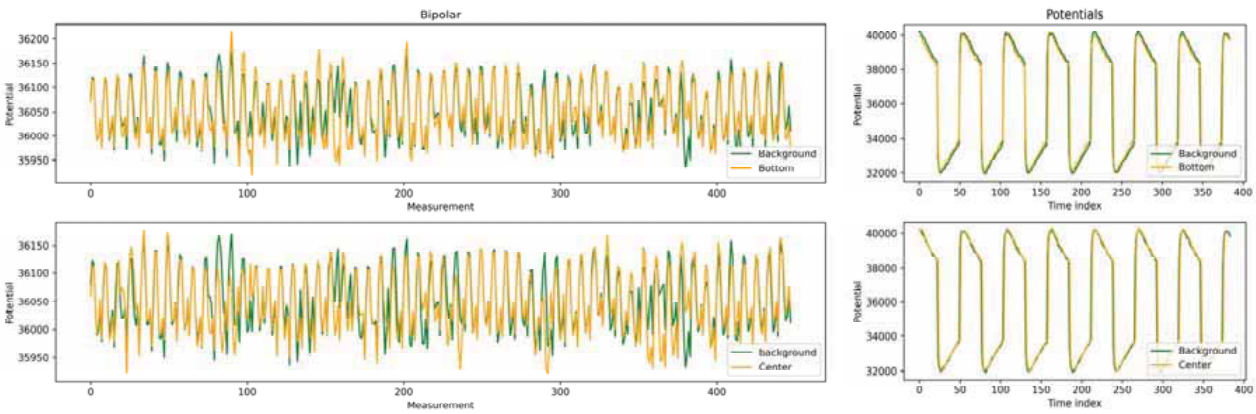


Figure 2: Average potential of all measurements (left). Time serial measurements of background and inclusion (right)

For detection at variable brightness and camera angle, the ArUco markers were used and fitted in the ring tank borders. To increase detection accuracy, the ArUco tags can be manually configured before generation, increase the number of board pixels to two and generate maximum different ArUco tags with pixel sizes of 4 and more.

Experiment registration

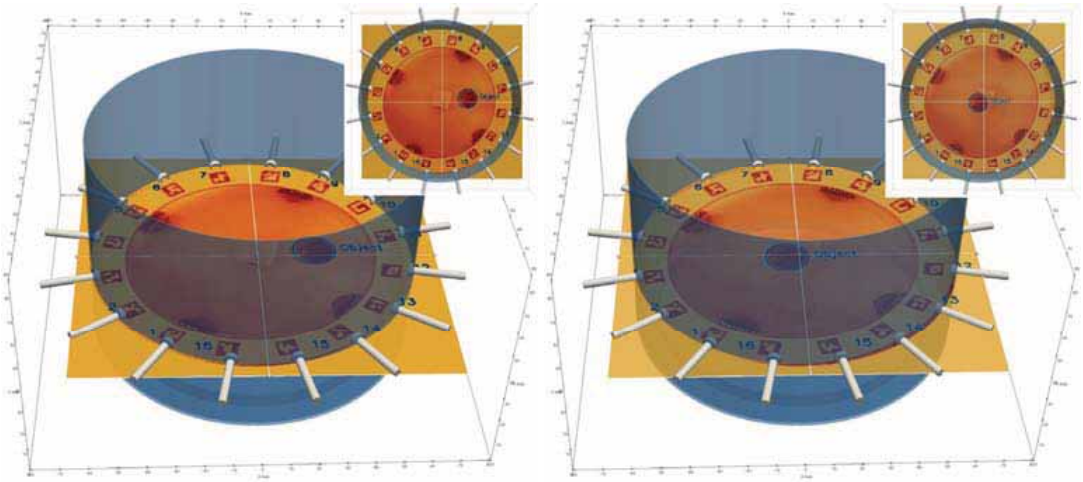


Figure 3: Including of detected electrode’s and inclusion position to the 3d model of tank

A 3D model of tank and 2D image is fitted with corrected position refer to the electrode in Figure 3. The image level is set at the level of electrodes.

References

[1] T. Rymarczyk, A. Vejar, P. Nita, and P. Tchórzewski, “Advanced tomographic platform for real-time image reconstruction and biomedical signal analysis,” in *2018 International Interdisciplinary PhD Workshop (IIPhDW)*, 2018, pp. 186–190.

[2] Adler and A. Boyle, “Electrical impedance tomography: Tissue properties to image measures,” *IEEE transactions on bio-medical engineering*, vol. 64, no. 11, p. 2494—2504, November 2017. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/TBME.2017.2728323

METODA OCENY SAMONAPRAWY W OBUWIU POLIMEROWYM OCHRONNYM Z WYKORZYSTANIEM OPTYCZNEJ TOMOGRAFII KOHERENTNEJ (OCT) – BADANIA WSTĘPNE

Emilia IRZMAŃSKA[1], Agnieszka ADAMUS-WŁODARCZYK[1], Ewa KORZENIEWSKA[2], Jarosław GOCŁAWSKI[3], Joanna SEKULSKA-NALEWAJKO[3]

[1] Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

[2] Instytut Systemów Inżynierii Elektrycznej, Politechnika Łódzka

[3] Instytut Informatyki Stosowanej, Politechnika Łódzka

Nowe osiągnięcia w dziedzinie inżynierii materiałowej pozwalają obecnie na wytwarzanie innowacyjnych materiałów polimerowych posiadających zdolność do samonaprawy (mechanizmy autonomiczne i nieautonomiczne) oraz aplikację tych rozwiązań do środków ochrony indywidualnej stosowanych w środowisku pracy np. elementów polimerowych stosowanych na podeszwy obuwia ochronnego [1]. Podczas użytkowania środków ochrony indywidualnej dochodzi do powstawania uszkodzeń mechanicznych w strukturze. Występowanie różnego rodzaju uszkodzeń powoduje osłabienie materiału polimerowego, a z upływem czasu trwałe uszkodzenie i skrócenie bezpiecznego czasu użytkowania ochron.

W Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym prowadzone były badania dotyczące zastosowania polimerów o właściwościach samonaprawiających bazujących na nieautonomicznym mechanizmie samonaprawy zachodzącym na skutek działania zewnętrznego bodźca tj. temperatury. Mechanizmy te mogą być np. stosowane w materiałach elastycznych, w których zmiana gęstości polimeru nie ma wpływu na ich właściwości mechaniczne. Mogą być to cienkie folie polimerowe stosowane w rękawicach chroniących przed zagrożeniami chemicznymi [1,2].

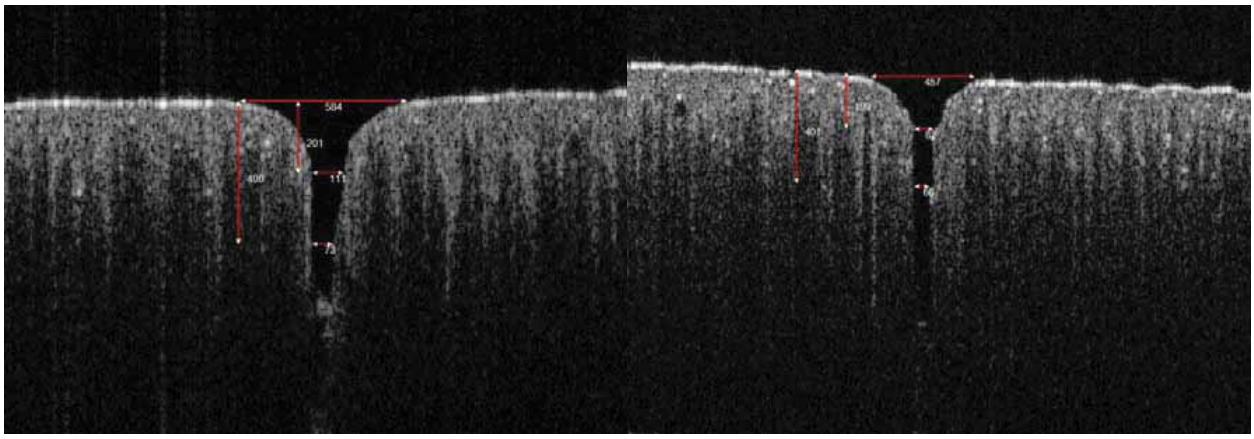
Aktualnie, prowadzone są rozpoznawcze badania nad zastosowaniem autonomicznych mechanizmów, podczas eksploatacji materiałów polimerowych, jakimi są podeszwy obuwia ochronnego. W wyniku uszkodzeń mechanicznych, powstają mikropęknięcia matrycy polimerowej, które propagują, i w następstwie nieodwracalnie uszkadzają strukturę tworzywa. Często uniemożliwia to jego dalsze użytkowanie, lub w znacznym stopniu skraca czas bezpiecznego użytkowania. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego w sprawie środków ochrony indywidualnej [3] o minimalnych wymaganiach bezpieczeństwa i ochrony zdrowia dotyczących stosowania przez pracowników środków ochrony indywidualnej w miejscu pracy narzuca na pracodawcę obowiązek dostarczenia użytkownikom tych środków, informacji na temat warunków ich stosowania, a w szczególności czasu bezpiecznego użytkowania [4]. Wiedza na temat bezpiecznego czasu użytkowania obuwia ochronnego jest niewielka [5]. Wpływ tych czynników nie jest przedmiotem analizy prowadzonej zgodnie ze zharmonizowanymi normami europejskimi, podającymi metody badań i oceny tych środków.

Celem niniejszej pracy jest zaprezentowane wyników badań dotyczących oceny skuteczności stosowania mikrokapsułek polimerowych odpowiedzialnych za autonomiczny proces samonaprawy obuwia ochronnego.

Do badań wykorzystano obuwie ochronne wykonane z litego poliuretanu, wytwarzane na linii technologicznej u producenta obuwia całogumowego w firmie LMG Sp. z o.o. sp. k.

Na linii produkcyjnej do mieszanki, z której wytwarzano obuwie dodano mikrokapsułki polimerowe w zawartości procentowej do około 10%, które odpowiadają za proces autonomicznej samonaprawy. Proces regeneracji zachodzi w czasie do 15 minut bezpośrednio po uszkodzeniu. Ze względu na nowatorskie, nie do końca rozpoznane rozwiązanie, istotnym jest znalezienie sposobu oceny skuteczności zastosowania dodatku polimerowego przeznaczonego do zmniejszania uszkodzenia podeszwy obuwia ochronnego.

W tym celu porównano dwie podeszwy, będące częścią składową obuwia, w którym wykorzystano napełniacz w postaci mikrokapsułek polimerowych oraz obuwia tradycyjnego bez badanych wypełniaczy. Badanie zostało przeprowadzone po 20 minutach od nakłucia. Monitorowane były wymiary geometryczne uszkodzenia wykonanego w podeszwie obuwia ochronnego z wykorzystaniem ostrego elementu metalowego. Do analizy wykorzystywano nieniszczącą i bezkontaktową metodę obrazowania optycznego – optyczną tomografię koherentną (OCT) [6]. Po otrzymaniu obrazów, pomierzone zostały wymiary geometryczne wykonanego uszkodzenia.



a) b)

Rysunek 1 Przykładowe obrazy podeszw obuwia ochronnego pozyskane z wykorzystaniem optycznej tomografii koherentnej a) podeszwy bez dodatkowych wypełniaczy b) podeszwy z dodatkiem mikrokapsułek

Z analizy obrazów przedstawionych na rysunku 1 oraz zaznaczonych na nim wymiarów geometrycznych wynika, że miejsce mechanicznego uszkodzenia podeszwy obuwia ochronnego wyprodukowanego z mieszanki masy polimerowej z dodatkiem mikrokapsułek po 20 minutach od momentu naruszenia ciągłej struktury powierzchni ma mniejsze rozmiary. Zmierzono defekt na dwóch różnych głębokościach. W przypadku podeszwy obuwia z zaaplikowanymi mikrokapsułkami wyprodukowanego ze wzbogaconej mieszanki zaobserwowano 25% zmniejszenie szerokości otworu po nakłuciu na obu głębokościach pomiarowych. Przeprowadzone obserwacje potwierdzają zasadność zastosowania optycznego tomografu komputerowego do oceny skuteczności stosowania wypełniaczy w postaci mikrokapsułek polimerowych w procesie samonaprawy podeszew obuwia ochronnego.

Publikacja opracowana na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2020-2022 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (projekt nr III.PB.11 pt. Zastosowanie autonomicznych mechanizmów o właściwościach samonaprawiających uszkodzenia mechaniczne materiałów przeznaczonych na spody obuwia ochronnego).
Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Literatura

[1] Adamus-Włodarczyk A., Irzmańska E., Brycki A., Aktualny stan wiedzy o polimerach self-healing w aspekcie aplikacji do całogumowych rękawic ochronnych, 2018, Polimery, 63, nr 7-8, str. 17-23;
[2] Adamus-Włodarczyk A., Irzmańska E., Ocena odporności chemicznej polimeru o właściwościach samonaprawiających do zastosowania w rękawicach ochronnych - studium przypadku, 2020, Polimery, 65, nr 6, str. 44-53
[3] Regulation (EU) 2016/425 Of The European Parliament And of The Council of 9 March 2016 On Personal Protective Equipment And Repealing Council Directive 89/686/EEC
[4] Koradecka, D. 2010. Handbook of Occupational Safety and Health. CRP Press Taylor & Francis Group: USA; Koradecka, D. 2012. Use of Personal Protective Equipment in the Workplace. Chap in: Handbook of Human Factors and Ergonomics. John Wiley &Sons Press: USA
[5] Irzmańska E., Stefko A., Simulation method for assessing the end of service life of gloves used by workers exposed to mineral oils and mechanical factors, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 47, pp. 61 - 71, 2015
[6] Gocławski, J.; Korzeniewska, E.; Sekulska-Nalewajko, J.; Kiełbasa, P.; Dróżdż, T. Method of Biomass Discrimination for Fast Assessment of Calorific Value. *Energies* **2022**, *15*, 2514. https://doi.org/10.3390/en15072514

WPŁYW AKTYWNEJ WIĄZKI LASEROWEJ NA KĄT ZWILŻANIA POLIMEROWYCH MATERIAŁÓW OCHRONNYCH

Emilia IRZMAŃSKA[1], Agnieszka ADAMUS-WŁODARCZYK[1], Ewa KORZENIEWSKA[2], Mariusz TOMCZYK[2], Aleksandra SMEJDA-KRZEWICKA[3]

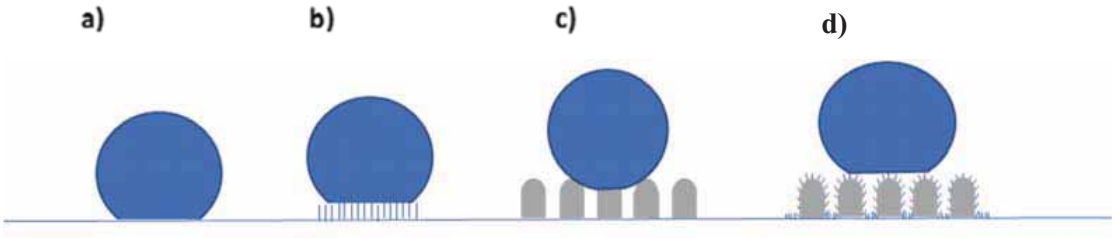
[1] Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

[2] Politechnika Łódzka

[3] Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Politechnika Łódzka

Wstęp

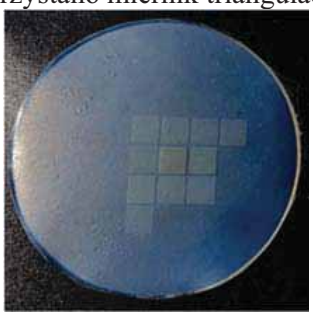
Ważnym obszarem zastosowań materiałów polimerowych jest wykorzystanie w aplikacjach ochronnych (Personal Protective Equipment PPE), w tym do wytwarzania całogumowych rękawic ochronnych. Przedmiotem zainteresowania badaczy są, między innymi modyfikacje przeprowadzane w celu uzyskania wyższej hydrofobowości powierzchni materiałów polimerowych [1, 2]. Otrzymanie materiału o zwiększonej hydrofobowości i zastosowanie w rękawicach ochronnych, może wpłynąć na poprawę bezpieczeństwa użytkowników ochronnych rękawic. Hydrofobowa struktura powierzchni polimerowych rękawic ochronnych, ułatwia odprowadzanie zanieczyszczeń przemysłowych na ich powierzchni oraz drenaż poza obszar rękawicy. Modyfikacje powierzchni rękawic pod kątem zwiększenia ich hydrofobowości i uzyskania samoczyszczących właściwości są interesującym i obiecującym kierunkiem badań. Materiały tego typu wytworzone w standardowych procesach technologicznych zazwyczaj wykazują kąty zwilżania mniejsze niż 120º. W celu wytworzenia powierzchni hydrofobowych o wyższych wartościach kąta zwilżania konieczne jest przeprowadzenie geometryzacji powierzchni materiału i uzyskanie chropowatej struktury zewnętrznej [3]. W celu uzyskania zgeometryzowanych, superhydrofobowych powierzchni obecnie wykorzystywane są modyfikacje chemiczne (chemiczne trawienie, metody osadzania chemicznego z fazy gazowej CVD, procesy zol-żel) oraz modyfikacje fizyczne (modyfikacja plazmą, teksturowanie laserowe) [4]. Metoda teksturowania laserowego umożliwia wytwarzanie w sposób powtarzalny i precyzyjny [5] mikro- i nanometrycznych, regularnych struktur. Idea modyfikacji opiera się na wykorzystaniu wiązki lasera, która podczas skanowania powierzchni próbki może wprowadzać zmiany w strukturze materiału lub doprowadzać do jego ablacji. Wytworzenie geometryzowanej powierzchni może w pozytywny sposób wpływać na rozwinięcie powierzchni i tym samym zwiększenie wartości kąta zwilżania powierzchni. W ramach procesu teksturyzacji laserowej na powierzchni próbki powstają dodatkowe wypustki nanometryczne, które wraz z wcześniejszymi nierównościami mikrometrycznymi tworzą typową topologię dla struktur hierarchicznych. Schematycznie zostało to przedstawione na rysunku poniższym.



Rysunek 1. Schematyczny układ kropli wody na powierzchni a) gładkiej niemodyfikowanej, b) gładkiej modyfikowanej laserowo, c) geometryzowanej w procesie produkcji, d) struktura hierarchiczna wytworzona w procesie modyfikacji laserowej

Modyfikacja laserowa

Proces teksturowania laserowego przeprowadzono wykorzystując laser światłowodowy Nd:YAG red Energy G3 SM (SPI) generujący promieniowanie o długości fali 1062 nm. Wiązkę laserową zogniskowaną za pomocą obiektywu F-theta (GEOMATEC, focal length 160 mm) przemieszczano według zadanej trajektorii po powierzchni próbki za pomocą skanera Xtreme (Nutfield Techn. Inc.). Do ustalania położenia próbki względem płaszczyzny ogniskowej wykorzystano miernik triangulacyjny (STICK, model OD2-P85W20A2.



Rysunek 2. Przykładowe zdjęcie próbki po procesie teksturowania laserowego [6]

Dyskusja

Zaobserwowano wzrost kąta zwilżania o ponad 30º w przypadku modyfikacji laserowej próbek wstępnie geometryzowanych w procesie ich wytwarzania. Jest to wynik powstania struktury hierachicznej: mikrochropowatości w procesie wytwarzania próbek, a następnie nanonierówności poprzez ablację laserową i lokalne przetopienia na powierzchni wcześniej utworzonych mikronierówności. Zmniejszenie czasu trwania impulsu laserowego przy jednoczesnym zwiększeniu prędkości skanowania wiązki laserowej oraz częstotliwości powtarzania impulsów powoduje wzrost kąta zwilżania. Taki efekt obserwuje się do pewnych optymalnych wartości wiązki laserowej (t = 120 ns, f = 55 kHz, v = 470 mm/s). Dalsze zmniejszanie czasu trwania impulsu i jednoczesne zwiększanie prędkości skanowania oraz częstotliwości powtarzania impulsów powodują zmiany w wartościach kątów zwilżania. jednakże nie są to wartości optymalne. Opisane powyżej zależności dotyczą modyfikacji laserowej przy wykorzystaniu wiązki o mocy 20W. Zastosowanie wymienionych parametrów obróbki laserowej sprzyja pojawieniu się dodatkowych nierówności w skali nanometrycznej na powierzchni próbki, której morfologia była odwzorowaniem matrycy. Hierarchiczna struktura chropowatości sprzyja zwiększeniu hydrofobowości powierzchni. W przypadku wiązki o mniejszej wartości mocy średniej obserwuje się zmniejszanie kąta zwilżania. W przypadku próbek wstępnie geometryzowanych, dodatkowo modyfikowanych chemicznie, modyfikacja laserowa z wykorzystaniem wiązki o mocy 20 W powoduje wzrost kąta zwilżania o około 20% w stosunku do wyjściowej wartości kąta zwilżania 110º niezależnie od innych parametrów procesu.

Publikacja opracowana na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2020-2022 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (projekt nr III.PB.12 pt. Zastosowanie mechanizmów biomimetycznych w celu poprawy właściwości adhezyjnych i hydrofobowych materiałów polimerowych stosowanych w rękawicach ochronnych).
Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Literatura

[1] S. H. Gao, L. H. Gao, and K. S. Zhou, “Super-hydrophobicity and oleophobicity of silicone rubber modified by CF4 radio frequency plasma,” Applied Surface Science, vol. 257, no. 11, pp. 4945, 2011, doi: 10.1016/J.APSUSC.2011.01.001.
[2] M. T. Khorasani, S. MoemenBellah, H. Mirzadeh, and B. Sadatnia, “Effect of surface charge and hydrophobicity of polyurethanes and silicone rubbers on L929 cells response,” Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, vol. 51, no. 2, pp. 112, 2006, doi: 10.1016/J.COLSURFB.2006.06.002.
[3] A. Solga, Z. Cerman, B. F. Striffler, M. Spaeth, and W. Barthlott, “The dream of staying clean: Lotus and biomimetic surfaces,” in Bioinspiration and Biomimetics, vol. 2, no. 4, 2007, doi: 10.1088/1748-3182/2/4/S02.
[4] Y. Si, Z. Dong, and L. Jiang, “Bioinspired Designs of Superhydrophobic and Superhydrophilic Materials,” ACS Central Science, vol. 4, no. 9, pp. 1102, 2018, doi: 10.1021/ACSCENTSCI.8B00504.
[5] N. Wang, D. Xiong, Y. Deng, Y. Shi, and K. Wang, “Mechanically Robust Superhydrophobic Steel Surface with Anti-Icing, UV-Durability, and Corrosion Resistance Properties,” ACS Applied Materials and Interfaces, vol. 7, no. 11, pp. 6260, 2015, doi: 10.1021/ACSAMI.5B00558.
[6] E. Irzmańska, E. Korzeniewska, R. Pawlak, M. Tomczyk, A. Smejda-Krzewicka, A. Adamus-Włodarczyk, „Enhanced Hydrofobicity of Polymers for Personal Protective Equipment Achieved by Chemical and Physical Modification”, Materials vol. 24; no.15(1), pp. 106, 2021, doi: 10.3390/ma15010106.

PROBLEMATYKA WYŁĄCZEŃ MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH

Adam JAKUBAS[1], Marko HERNAIZ[2]

[1] Technical University of Czestochowa

[2] Ligththief Sp. z o.o.

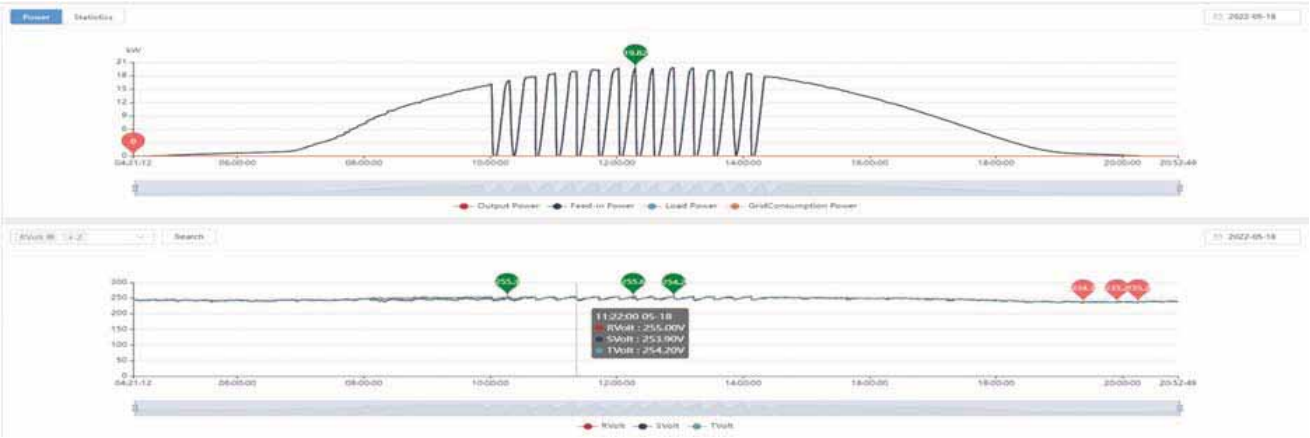
Problematyka

Dzięki energii światła słonecznego można byłoby całkowicie zrezygnować z paliw kopalnych i innych niekorzystnych dla środowiska naturalnego źródeł energii, której ziemska cywilizacja potrzebuje coraz więcej. W dobie transformacji energetycznej w większości krajów świata, coraz większą część mixu energetycznego stanowi prąd generowany w instalacjach fotowoltaicznych. Na przykładzie Polski, gdzie w ostatnich latach miał miejsce gwałtowny przyrost mocy z instalacji generujących energię elektryczną dzięki modułom fotowoltaicznym. Wedle danych Instytutu Energii Odnawialnej i Rządu RP, w maju 2022 roku, po kilku latach szybkiego przyrostu mocy pochodzącej z instalacji fotowoltaicznych, łączna moc zainstalowanych instalacji PV wynosi już blisko 10 GW [1]. Oznacza to siódme miejsce w Europie pod względem nominalnej mocy instalacji, a drugie jeśli chodzi o roczny przyrost nowych mocy. Fotowoltaika oraz inne odnawialne źródła energii są odpowiedzią na globalny deficyt energetyczny. Jednak, jak pokazują doświadczenia, każda instalacji winna być odpowiednio utrzymywana, monitorowana i optymalizowana.

Optymalizacja instalacji fotowoltaicznych jest dość słabo rozwiniętą gałęzią usług w branży PV. Obecnie, w Polsce brak jest szeroko prowadzonych badań w temacie nieodpowiedniego utrzymanie instalacji PV i wynikających z tego strat generowanej energii. Wielu użytkowników i właścicieli instalacji generujących energię z paneli fotowoltaicznych nie zdaje sobie z tego sprawy i ponosi straty utraconych możliwości wynikające m.in. z:

- zanieczyszczonej powierzchni paneli,
- niekontrolowanych wyłączeń instalacji spowodowanych zbyt dużym napięciem,
- słabej kondycji sieci przesyłowych i ich niedoinwestowania, co wskazuje na potrzebę zwiększenia autokonsumcji energii oraz ilości magazynów energii.

W publikacji skupiono się na problemie związanym z wyłączeniami instalacji PV spowodowanymi przekroczeniem granicznej wartości napięcia sieci – 253 V. Obszar analizy przypadków wyłączenia instalacji PV obejmował całą Polskę oraz okres 30 dni. Z pośród 446 instalacji w 53 występowały problemy z wyłączeniami, co stanowiło prawie 12%. Przykład przedstawiono na rys. 1. Monitorowane instalacje to mikroinstalacje prosumentów indywidualnych lub mikroprzedsiębiorstw, o mocy zainstalowanej od 2,4 do 19.75 kWp. Analiza przypadków wykazała, że problem wyłączeń instalacji może ograniczać produkcję energii nawet o 50% dziennie.



Rys. 1. Przykład występowania wyłączeń instalacji

Literatura

[1] Odnawialnej, Instytut Energetyki. "Rynek fotowoltaiki w Polsce 2022" Instytutu Energetyki Odnawialnej, Warszawa, Poland (2022).

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

REGULARISATION OF THE SOLUTION FOR NOISY DATA USING THE FOCUSS METHOD IN TRANSMISSION ULTRASOUND TOMOGRAPHY

Konrad KANIA[1], Mariusz MAZUREK[3], Tomasz RYMARCZYK[2,3], Jan SIKORA[2,3]

[1] Lublin University of Technology

[2] University of Economics and Innovation in Lublin

[3] Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

Introduction

In this paper, the FOCUSS (FOCal Underdetermined System Solver) method was applied to the noisy data and the effect of the regularization factor on the image retrievability was analyzed. The FOCUSS method [1,2] is used to solve systems of underdetermined linear equations. To introduce the idea of FOCUSS, the optimization problem of a system of equations $\mathrm{W}x = \mathrm{b}$ minimizing it with an additional 'penalty' term is considered. In its basic form that penalty term is considered as:

$$\boldsymbol{J}_p(\boldsymbol{x}) = \sum_{j=1}^{n} p\left|x_j\right| \tag{1}$$

where: $\boldsymbol{J}_p(\boldsymbol{x})$ is often referred to as multilateral measurement, p is the parameter and x_j are the non-zero values of the matrix $\boldsymbol{x}$. However, relation (1) can take other forms, e.g.:

$$\boldsymbol{J}_p(\boldsymbol{x}) = \mathrm{sign}(p)\sum_{j=1}^{n}\left|x_j\right|^p \tag{2}$$

where $p \leq 1$ is the chosen parameter. If we want the penalty term to be a measure of Gaussian entropy, then the following applies:

$$\boldsymbol{J}_G(\boldsymbol{x}) = \boldsymbol{H}_G(\boldsymbol{x}) = \sum_{j=1}^{n}\log\left|x_j\right|^2 \tag{3}$$

Note that for p=1 we obtain a form of linear problem in which at least $n - m$ components are zero. By choosing the factor $\boldsymbol{J}_p$,, we obtain a sparser solution than for the case of a minimum 1-norm solution (corresponding to p=1), e.g. for more than $n - m$ zero components in the solution vector. Moreover, the solution may be more accurate in the case of a noisy system. To minimize the solution with member $\boldsymbol{J}_p(\boldsymbol{x})$ we define $L(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{\lambda})$ as:

$$L(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{\lambda}) = \boldsymbol{J}_p(\boldsymbol{x}) + \boldsymbol{\lambda}(\mathbf{b} - \mathbf{W}\boldsymbol{x}) \tag{4}$$

where: $\boldsymbol{\lambda} \in \boldsymbol{R}^n$ is the vector of the Lagrange equation. Solving the above equations, we obtain, it is recommended that the iterative algorithm for obtaining the optimal vector $\boldsymbol{x}_*$be given by the formula:

$$\boldsymbol{x}(k+1) = \mathbf{D}_{|\boldsymbol{x}|}(k)\mathbf{W}^T\left(\mathbf{W}\mathbf{D}_{|\boldsymbol{x}|}(k)\mathbf{W}^T\right)^{-1}\mathbf{b} \tag{5}$$

where: $\mathbf{D}_{|\boldsymbol{x}|}(k) = \mathrm{diag}\left\{x_1^{2-p}(k), x_2^{2-p}(k), \ldots, x_n^{2-p}(k)\right\}$. This algorithm is called FOCUSS.

Method

For noisy data we use the FOCUSS algorithm with a regularization term of the form:

$$\mathbf{x}(\mathrm{k}+1) = \mathbf{D}_{|\mathbf{x}|}(\mathrm{k})\mathbf{W}^{\mathrm{T}}\left(\mathbf{W}\mathbf{D}_{|\mathbf{x}|}(\mathrm{k})\mathbf{W}^{\mathrm{T}} + \alpha(\mathrm{k})\mathbf{I}\right)^{-1}\mathbf{b} \tag{6}$$

where $\alpha(k) \geq 0$ is a regularisation parameter [3-5] dependent on the degree of noise. For systems where there is a multiplication of the tracks of individual sensor systems, the FOCUSS algorithm can be represented as:

$$\mathbf{x}(\mathrm{k}+1) = \mathbf{D}_{\|\mathbf{x}\|}(\mathrm{k})\mathbf{W}^{\mathrm{T}}\left(\mathbf{W}\mathbf{D}_{\|\mathbf{x}\|}(\mathrm{k})\mathbf{W}^{\mathrm{T}}\right)^{-1}\mathbf{b} \qquad (7)$$

where: $\mathbf{D}_{\|\boldsymbol{x}\|}(k) = \mathrm{diag}\{d_1(k)\,, d_2(k), \ldots, d_n(k)\}$ and $d_j(k) = \left\|s_j\right\|^{2-p}(k)$.

The algorithm can be considered as a standard FOCUSS algorithm described by equation (5) and initialised by using minimum Frobenius solutions. Alternatively, for noisy data we use the regularisation technique according to Tikhonov, or the SVD method with selection of singular values according to the L-curve principle [3,4].

Results:

The figures show images of objects determined with the FOCUSS method: a) reference images, b) c) d) are results for different values of the regularisation parameter. Figures (d) are the results most similar to the reference images.

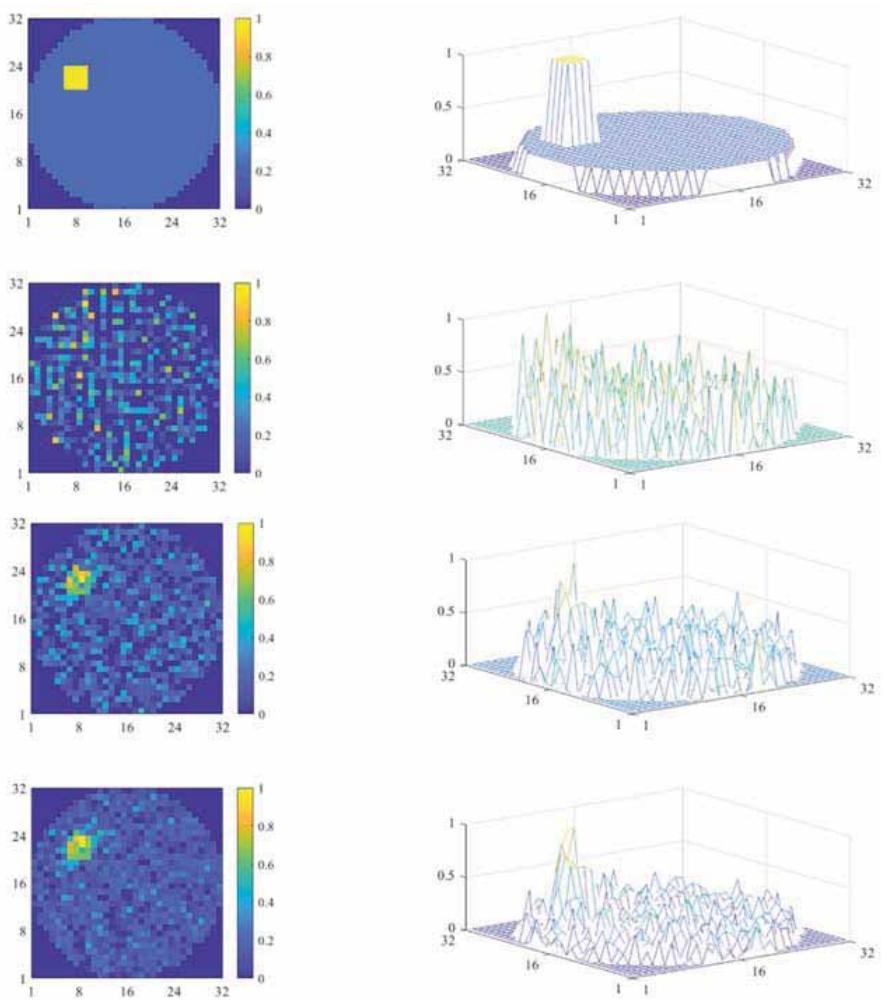


Fig. 1. Images of a square object at 32 by 32 resolution with 20% noise, obtained using the FOCUSS method, depending on the value of the regularisation parameter (a) reference image, (b) value 0.0, (c) value 0.02, (d) value 0.2

References:

[1] Gorodnitsky I. F., George J. S., Rao B. D., Neuromagnetic source imaging with FOCUSS: a recursive weighted minimum norm algorithm. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 1995, 95: 231–251.

[2] Gorodnitsky I. F., Rao B. D., Sparse signal reconstruction from limited data using FOCUSS: a re-weighted minimum norm algorithm. IEEE Trans Signal Process, 1997, 45: 600–616.

[3] Kak C. Avinash, Slaney Malcolm: “Principles of Computerized Tomographic Imaging”, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. New York, 1988.

[4] Lawson Ch.L., Hanson R.J., Solving Least Squares Problems, „Classics in Applied Mathematics” (1995), 15, SIAM

[5] Rymarczyk T., “Tomographic Imaging in Environmental, Industrial and Medical Applications”, Innovatio Press Publishing Hause, (2019).

ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII JAKO GŁÓWNE ŹRÓDŁO MIKSU ENERGETYCZNEGO. WARUNKI POWODZENIA TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ

Robert KAZNOWSKI, Dariusz SZTAFROWSKI

Politechnika Wrocławska, Katedra Energoelektryki

Wstęp

Polska, jako kraj należący do Unii Europejskiej, musi realizować cele klimatyczne przyjęte przez państwa członkowskie tej organizacji. Jednym z celów przyjętym w Krajowym Planie na rzecz Energii i Klimatu na lata 2021-2030 [1] jest zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w finalnym zużyciu energii w gospodarce do 21-23% uwzględniając wzrost udziału OZE do 32% w elektroenergetyce. Celem podstawowym jest spadek emisyjności CO2 w produkcji energii elektrycznej, który w okresie ostatnich lat (2010-2020) wyniósł 16%. 14 lipca 2021 Komisja Europejska opublikowała pakiet potoczne zwany Fit for 55 [2], który oznacza znaczne zwiększenie redukcji emisji w stosunku do wcześniej obowiązujących ustaleń. Jest to wielkie wyzwanie dla krajów Unii, w tym szczególnie dla Polski, której energetyka opiera się głównie o emisyjne elektrownie spalające węgiel kamienny, brunatny i gaz ziemny. Technologie oparte na spalaniu muszą zostać zastąpione innymi rozwiązaniami. Kraje europejskie dynamicznie rozwijają technologie odnawialnych źródeł energii, czego dowodem jest fakt, że 37% energii elektrycznej zużywanej w Unii Europejskiej w 2020 roku pochodziło ze źródeł odnawialnych [3]. Wzrost udziału OZE w produkcji energii elektrycznej oznacza wzrost udziału niestabilnych źródeł w systemie elektro energetycznym SEE, co wymusza zmienność obciążenia jednostek pracujących w podstawie miksu , tj. elektrowni spalających paliwa kopalne.

Model funkcjonowania SEE działający w oparciu o energię z OZE i magazyny energii

Podstawowym sposobem ograniczenia emisji CO2 jest zwiększenie produkcji energii ze źródeł odnawialnych lub budowa elektrowni jądrowych. Elektrownie jądrowe zapewniają stabilną produkcję energii elektrycznej, lecz ich budowa jest kosztowna, a eksploatacja wywołuje spory i dyskusje związane z zagrożeniem, które mogą one powodować. Nierozwiązany jest również problem składowania odpadów radioaktywnych. Z tego powodu promowanym źródłem energii są obecnie technologie oparte na źródłach odnawialnych, wykorzystujących siłę wiatru i promieniowanie słoneczne oraz energię zgromadzoną w odpadach. Problemem jest brak wystarczająco rozwiniętych systemów magazynowania energii dla zbilansowania zapotrzebowania z jej produkcją. Obecnie w Polsce jest zainstalowanych łącznie ok. 1 450 MW w magazynach energii, w tym 1 370 MW w elektrowniach szczytowo-pompowych i 20 MW w magazynach energii w technologii elektrochemicznej, gdy zakłada się, że minimalny poziom to 2% mocy, czyli ok 5 000 MW [4].

Rynek magazynów energii będzie prawdopodobnie najdynamiczniej rozwijającą się branżą z dziedziny odnawialnych źródeł energii. Potencjał energii odnawialnej na świecie wyniósł w 2021 r. 3 064 GW, a pojemność rynku magazynowania energii szacowano na 29,6 GWh [5]. Prognozę dynamicznego rozwoju rynku magazynowania energii do roku 2025 przedstawiła tajwańska firma TrendForce. Według tej firmy pojemność magazynów energii wzrośnie do 362 GWh w 2025 r.

Powstają ekonomicznie efektywne technologie magazynowania energii elektrycznej, które mogłyby znacząco poprawić bilans produkcji z OZE, jak baterie litowo-żelazowo-fosforanowe lub baterie przepływowe[5]. Obecnie obowiązujący kanon funkcjonowania systemu energetycznego zakłada, że w podstawie miksu energetycznego zapewniającego ciągłość dostaw energii elektrycznej muszą być elektrownie konwencjonalne lub jądrowe. Wdrażany jest również program rozbudowy systemu w oparciu o paliwa gazowe. Oba programy,

to jest budowa energetyki jądrowej oraz rozbudowa energetyki konwencjonalnej poprzez budowę bloków gazowych są kosztowne i nie ułatwiają transformacji energetycznej [6].
Jednym z narzędzi, który zmieni ten stan, jest rozwój elektromobilności oraz stacjonarnych magazynów energii. Elektromobilność ograniczy bezpośrednio emisyjność transportu, a pośrednio może przyczynić się do poprawy elastyczności funkcjonowania systemu energetycznego. W artykule zostaną pokazane obliczenia możliwego potencjału.

Podsumowanie

Jesteśmy świadkami ogromnych przemian cywilizacyjnych, być może na miarę wieku pary. Obecnie obserwowane odejście od wykorzystywania paliw kopalnych i zastąpienie ich niewyczerpanym bogactwem energii słonecznej jest fascynujące.

Przyszły system produkcji energii elektrycznej będzie w dużej mierze opierał się na energii ze źródeł odnawialnych. W tym systemie energetyka wiatrowa i fotowoltaika będą prawdopodobnie kluczowe, a to implikuje silnie zmienną produkcję energii elektrycznej, która musi zostać zbilansowana poprzez magazyny energii lub inne technologie, które zapewnią zrównoważenie produkcji z jej zapotrzebowaniem oraz elastyczność funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Niezbędne jest tu również kierowanie się rachunkiem efektywności ekonomicznej oraz ograniczenie niekorzystnego wpływu rozwoju technologii odnawialnych na środowisko.

Opracowanie jest próbą kompleksowego zestawienia problemów związanych z wymuszoną transformacją energetyczną jak również propozycją przedstawienia rozwiązań z zastosowaniem rachunków efektywności energetycznej, powstających przy dużej skali rozwoju elektromobilności. Próba zastąpienia obecnego systemu transportu opartego na paliwach płynnych systemem pojazdów elektrycznych generuje potrzeby dostosowania infrastruktury elektroenergetycznej. W artykule zostaną pokazane obliczenia możliwego potencjału tkwiącego w rynku pojazdów elektrycznych jako narzędzia wspomagającego elastyczność SEE.

Literatura

[1] Ministerstwo Energii; Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030 - projekt; założenia i cele oraz polityki i działania; 2019
[2] Komisja Europejska: Europejski Zielony Ład, COM (2019) 640
[3] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics/renewable
[4] https://energetyka24.com/elektroenergetyka/polska-potrzebuje-szybszego-rozwoju-magazynow-energii
[5] https://www.pv-magazine.com/2022/06/17/global-energy-storage-market-set-for-rapid-expansion-by-2025/
[6] ELEKTROPROSUMERYZM vs ENERGETYKA WEK-OZE w świetle wydajności elektroekologicznej (oraz termoekologicznej) i społecznej (oraz gospodarczej) na przykładzie regionu górniczego Jan Popczyk, Krzysztof Bodzek, Gliwice 2021

IDENTYFIKACJA ZRÓŻNICOWANIA OBCIĄŻENIA PSYCHICZNEGO OPERATORA CIĄGNIKA ROLNICZEGO W PRZESTRZENI POLA PODCZAS PRECYZYJNEGO ROZSIEWANIA NAWOZÓW

Pawel KIELBASA[1], Pavol FINDURA[2,3], Mirosław ZAGÓRDA[1]

[1]University of Agriculture in Krakow, Faculty of Production and Power Engineering

[2]Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering, Slovakia

[3]Faculty of Agriculture and Technology, University of South Bohemia in České Budějovice

Wstęp

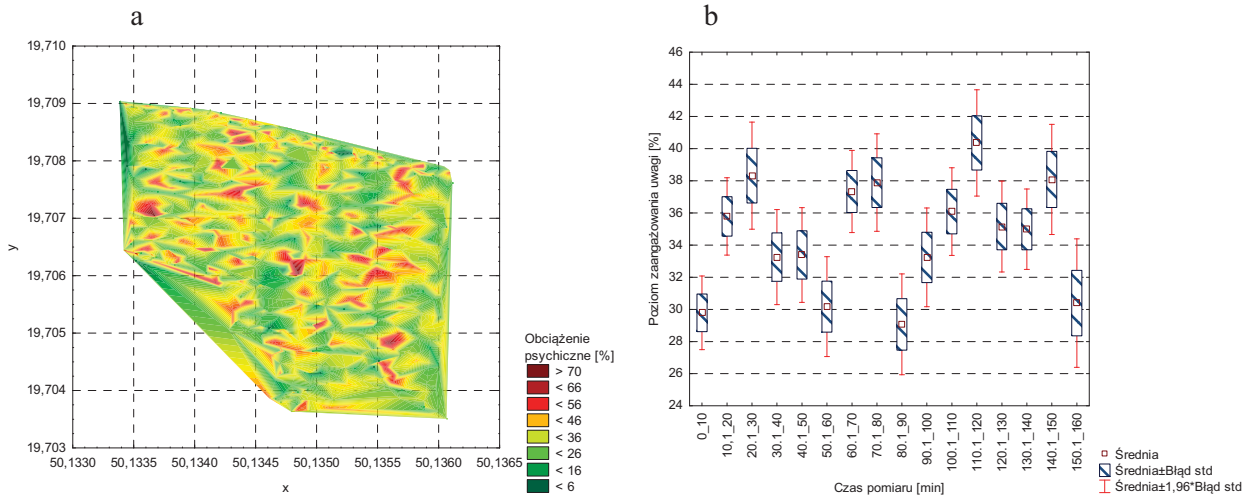
Praca operatora współczesnego ciągnika rolniczego skoncentrowana jest wokół obsługi różnorakich interfejsów komputerowych a czynności manipulacyjne ograniczają się do podstawowych funkcji jazdy. Główna trudność pracy operatora wynika z konieczności programowania wielu sekwencji pracy maszyny głównej i maszyn towarzyszących realizujących różnorakie czynności technologiczne. Charakter realizowanej pracy generuje zatem duże obciążenie psychiczne i stres operatora przed popełnieniem błędu. Juliszewski [1] przebadał szereg komputerowych interfejsów pokładowych maszyn i ciągników rolniczych oraz procedur uruchamiania wybranych funkcji obserwując niejednokrotnie brak logicznych związków między nimi w ciągnikach i maszynach różnych producentów. Wg Złowodzkiego [2] obciążenie informacją wynika nie tylko z jej ilości, ale również z konieczności znajomości wielu sekwencji i odpowiedniego dekodowania informacji. Informacje z urządzeń sygnalizacyjnych przekazywane są w umownym kodzie sygnalizacyjnym (np. cyfrowym, dźwiękowym, barwnym). Obecnie w przypadku ciągników i maszyn rolniczych obowiązująca norma ISO 11783 określa w szóstej części ogólną strukturę interfejsu komputera pokładowego.

Cel, zakres i metodyka badań

Celem badań była przestrzenna identyfikacja stopnia znużenia psychicznego operatora ciągnika rolniczego w obrębie poligonu doświadczalnego podczas precyzyjnego rozsiewu nawozów mineralnych. Ponadto określenie ewentualnych relacji między warunkami pracy w przestrzeni pola a obciążeniem psychicznym operatora. Badania zostały przeprowadzone na ciągniku John Deere 6210R zagregatowanym z rozsiewaczem nawozów firmy Bogballe. Operator obsługiwał komputer pokładowy ciągnika, komputer sterujący rozsiewaczem nawozów oraz system nawigacji satelitarnej Trimble CFX-750, a także realizował wszystkie czynności sterownicze konieczne do poprawnej realizacji czynności technologicznej. Należy zaznaczyć, że naprowadzanie i utrzymywanie pojazdu w reżimie ścieżek technologicznych realizowane było za pomocą systemu wspomagania jazdy Trimble EZ-Pilot. Obciążenie psychiczne operatora ciągnika monitorowano za pomącą opaski Muse 2. Opaska pozwala monitorować aktywność fal mózgowych, pozycję oraz przyspieszenie ruchów głowy operatora a także tętno. Uproszona wersja miernika EEG była koniecznością z uwagi na specyficzny charakter pracy operatora oraz długi czas wykonywania pomiarów, a także sposób archiwizacji danych pomiarowych. Pomiar realizowano przez cały cykl pracy, tj. od rozpoczęcia operacji rozsiewu do jej zakończenia, dotyczył również nawrotów oraz przejazdów technologicznych. Sygnałom dotyczącym parametrów pracy silnika, prędkości jazdy oraz jednostkowego zużycia paliwa również przypisano współrzędne geograficzne. Następnie zintegrowano wykorzystywane systemy pomiarowe w funkcji częstotliwości zapisu zmierzonych wielkości, co pozwoliło konkretnym współrzędnym geograficznym przypisać atrybuty będące wynikami pomiarów zastosowanych systemów. Do interpolacji mierzonych wielkości traktowanych, jako zmienne deterministyczne wykorzystano metodę odwrotnych odległości IDW.

Wyniki badań

Pomimo znacznego poziomu zautomatyzowania czynności technologicznej odnotowano powierzchnie pola, gdzie poziom zaangażowania mentalnego przekraczał 70% maksymalnych możliwości operatora (rys. 1a). Należy zaznaczyć, że były to obszary o sumarycznie niewielkiej powierzchni (kolor czerwony) a ich struktura rozkładu była zbieżna ze strukturą zmian parametrów eksploatacyjnych ciągnika. Nie stwierdzono wzmożonej aktywności mózgu w przypadku wykonywania nawrotów, co może świadczyć o stopniu automatyzacji tego manewru oraz mniejszej prędkości jazdy agregatu. Analizując stopień zaangażowania mentalnego w funkcji czasu pracy operatora odnotowano, że wzrost obciążenia jest niewielki, ale istnieje (rys.1b).



Rys. 1. Przestrzenny rozkład aktywności mózgu w obrębie pola podczas realizacji procesu technologicznego (a) oraz zmienność aktywności mózgu wraz z czasem trwania w/w

Podsumowanie

Stwierdzono, ze stopień koncentracji operatora ciągnika w czasie nawożenia jest średni a czasami przekracza poziom 70% aktualnych możliwości operatora, co powoduje narastanie zmęczenia psychicznego w czasie pracy. Zastosowana metodyka badań pozwoliła wygenerować mapy przestrzenne poziomu zaangażowania umysłowego operatora a tym samym umiejscowić wartość zaangażowania umysłowego w konkretnym miejscu pola. Na podstawie map przestrzennego zróżnicowania poziomu zaangażowania uwagi przez operatora można generować informacje, które części pola w gospodarstwie będą wymagały szczególnej uwagi. Odnotowano jakościowy związek przestrzennego zróżnicowania poziomu zmęczenia psychicznego operatora z przestrzennym rozkładem prędkości jazdy ciągnika. Należy zaznaczyć, ze tego typu przedstawienie zagadnienia zmęczenia psychicznego daje możliwość generowania innowacyjnych ergonomicznie rozwiązań.

Literatura

[1] Juliszewski T Kiełbasa P 2010 Urządzenia sygnalizacyjne ciągników i maszyn rolniczych. PWRiL, Poznań ISBN 978-83-09-99034-5.

[2] Złowodzki M., Juliszewski T. 2011. Ergonomia wobec obciążeń praca umysłową. Ociężenie psychiczne pracą- nowe wyzwania dla ergonomii. Komitet Ergonomii. PAN. Kraków, s. 7-20.

SYSTEM AUTOMATYCZNEGO STEROWANIA TEMPERATURĄ W CZASIE STYMULACJI ELEKTROMAGENTYCZNEJ MATERII ORGANICZNEJ

Paweł KIEŁBASA[1], Ernest POPARDOWSKI[1], Michał RAD[2]

[1] Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Kraków

[2] AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Wstęp

Określenie rozkładu energii cieplnej w odniesieniu do substancji organicznych celowo poddawanych działaniu pola elektromagnetycznego wydaje się szczególnie istotnym zagadnieniem. W takich układach, zgodnie z prawem Joule'a–Lenza [1], generowana jest znaczna ilość ciepła, które w wielu przypadkach stanowi czynnik determinujący efekt wywołany stymulacją, a tym samym ograniczający wpływ samej energii elektrycznej na badany obiekt. Analiza struktury generowanej energii cieplnej pozwala na identyfikację, a następnie eliminację niepożądanych skutków spowodowanych przekroczeniem temperatury granicznej prowadzącej do zniszczenia struktur biologicznych [2-7]. Możliwość sterowania temperaturą w trakcie procesu celowej stymulacji materiału polem elektromagnetycznym może z jednej strony przyczynić się do kontroli temperatury osiąganej przez materiał w celu eliminacji warunków mogących powodować zmiany z strukturze biologicznej przedmiotowej materii, z drugiej strony wprowadzić dodatkowy czynnik do opisywanego procesu. Celem pracy było wykonanie, a następnie walidacja systemu pozwalającego na automatyczną regulację temperatury wewnątrz cewki w trakcie procesu stymulacji, jak również periodyczne zmiany temperatury medium chłodniczego, zgodnie z zadanym algorytmem.

Budowa systemu

Bazą do konstruowanego systemu było stanowisko, 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. 1). 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 elektroma-gnetycznej wewnątrz uzwojenie cewki.

Rys. 1. Stanowisko do stymulacji materii organicznej polem elektromagnetycznym

System automatycznego sterowania temperaturą jest oparty o sterownik PLC oraz mikrokomputer marki Raspberry Pi. Urządzenia pomiarowe stanowią cyfrowe termometry na podczerwień, co eliminuje konieczność pomiaru stykowego, który w przypadku stalowych elementów mógłby doprowadzić do miejscowej zmiany rozkładu linii pola elektromagnetycznego. Z kolei jako elementy wykonawcze zastosowano kulowy elektrozawór, który w przeciwieństwie do standardowych konstrukcji tego typu, poza binarną opcją, czyli otworzenia i zamknięcia, pozwala również na płynną regulację przepływu czynnika roboczego.

Należy również podkreślić, że poza opcją automatycznego dostosowywania przepływu medium chłodzącego do zadanej temperatury wewnątrz cewki, skonstruowany system pozwala także na periodyczne zmiany temperatury (na przykład oscylacyjne zmiany w czasie, zgodnie z określoną przez użytkownika amplitudą). Takie rozwiązanie poszerza możliwości badawcze stanowiska, wprowadzając dodatkową zmienną do prowadzonych badań.

Wnioski

Sterowanie ilością energii cieplnej doprowadzanej do materii organicznej podczas jej stymulacji polem elektromagnetycznym okazuje się niezwykle przydatne do eliminacji niepożądanych skutków spowodowanych przekroczeniem temperatury granicznej, a tym samym zniszczeniem struktur biologicznych. Kontrola bilansu wytwarzanej energii, na skutek zastosowania odpowiednich odpowiedniego systemu kontroli wydatku 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] 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.

[2] Popardowski, E., Kiełbasa, P., Dróżdż, T., & Rad, M. (2021, February). Structure analysis of the thermal energy spectrum generated during stimulation of organic matter by an electromagnetic field. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1782, No. 1, p. 012028). IOP Publishing.

[3] 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.

[4] 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.

[5] 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.

[6] 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.

[7] 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.

WYKORZYSTANIE AMPLITUDY SYGNAŁU GEOADAROWEGO DO PRECYZYJNEGO PROWADZENIA MASZYN UPRAWOWYCH

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, Kraków

[2] Nigerian Geological Survey Agency, Abuja, Nigeria

[3] AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Wstęp

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. Współczesne technologie produkcyjne w rolnictwie zorientowane są na rozwiązania autonomiczne, które realizują zabiegi uprawowe i inne przy minimalnym udziale człowieka. W przypadku tego typu rozwiązań niezwykle istotny jest sygnał sterujący maszyną, którego pozyskanie stanowi duże wyzwanie szczególnie w przypadku uprawy gleby. Wśród istniejących metod, kluczowymi stają się te, których realizacja przebiega w sposób nieinwazyjny dla środowiska glebowego i może być zautomatyzowana a jednocześnie niesie wielowymiarową informację. Wykorzystywane komercyjnie systemy służą głównie do sterowania głębokością pracy elementów roboczych i są oparte o przewodność elektryczną gleby, co było przedmiotem badań autorów [1]. Wykorzystanie pomiarów georadarowych i ich interpretacją ukierunkowaną na identyfikację stopnia zagęszczenia gleby w jej profilu glebowym również było przedmiotem wielu opracowań autorów [2,3,4, 5]. Zatem kolejnym etapem prac sporządzenie map aplikacyjnych na podstawie pomiarów georadarowych dla systemów jazdy automatycznej maszyn realizujących proces w przestrzeni pola.

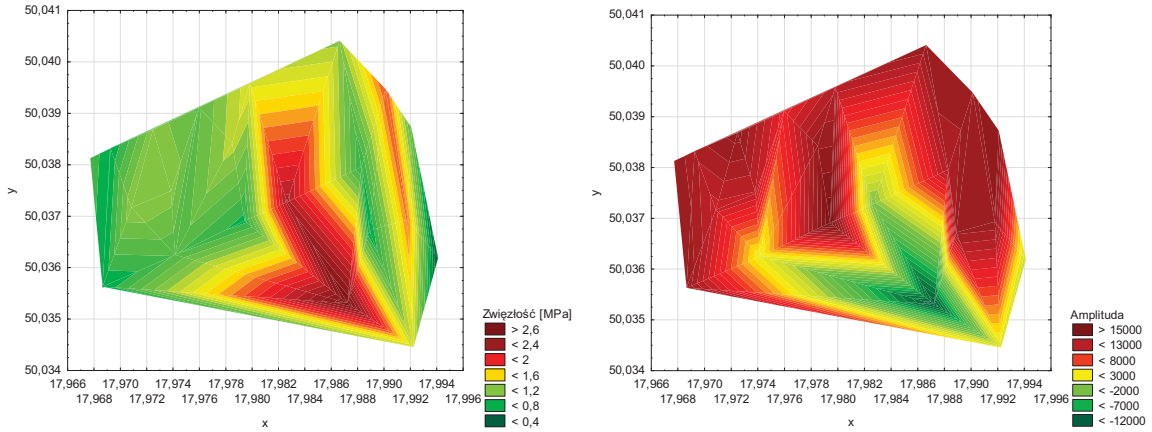
Cel zakres i metodyka badań

Celem pracy jest przestrzenne określenie mozaikowatości zwięzłościwej gleby na podstawie amplitudy sygnału elektromagnetycznego tworzącego echogram georadarowy. Zakres badań obejmował pomiar zwięzłości gleby w siatce punktów a także wykonanie skanowania georadarowego wykorzystujące metodę profilowania refleksyjnego, którego głębokość pomiaru odpowiadała głębokości pracy elementów roboczych maszyny. Do interpolacji mierzonych wielkości traktowanych, jako zmienne deterministyczne wykorzystano metodę odwrotnych odległości IDW (Inverse Distance Weighted) a do generowania map wektorowych i rastrowych, wykonania stosownych operacji na mapach w postaci logicznych zapytań i wynikającej z nich przestrzennej selekcji danych jak również nakładania wzajemnie zależnych danych poszczególnych map zrealizowano z wykorzystaniem oprogramowania ERSI ArcView GIS 3.3.

Wyniki badań i podsumowanie

Na rysunku 1 przedstawiono przykładowe charakterystyki przestrzenne zróżnicowania stopnia zagęszczenia gleby na głębokości 0,15 m zidentyfikowane metodą tradycyjną (ogólnie uznaną) oraz metoda georadarową. Badania przeprowadzono przy użyciu anteny ekranowanej o częstotliwości 800 MHz pozwalającej na uzyskanie fali o długości 0,12 m i rozdzielczości 0,03 m [3]. Porównanie otrzymanych map dało zadowalające wyniki, które pozwalają wygenerować aplikacyjną mapę binarną toru jazdy maszyny. Należy zaznaczyć, że w związku z tym, że prędkość fali elektromagnetycznej (v) i stała dielektryczna (k) są silnie zależne od zawartości wody w glebie (θ), z powodu wysokiej stałej dielektrycznej wody w porównaniu z innymi materiałami (K dla wody = 80, K dla różnych materiałów geologicznych = 5-15 a K dla powietrza =1), konieczne są również pomiary wilgotności profilu gleby. Zidentyfikowane obszary, których wartość

przekracza 2 MPa wg wskazań penetrometru powinny zostać uprawione, natomiast obszary, gdzie wartość ta nie została przekroczona mogą pozostać bez zmian, czy zabieg agrotechniczny nie będzie konieczny. Odnotowano, że obszary zidentyfikowane metoda penetrometryczną i georadarową praktycznie się pokrywają, co pozwala na podstawie amplitudy sygnału wygenerować mapę binarną pozwalającą sterować precyzyjną pracą maszyny.



Rys. 1. Zwięzłość gleby na głębokości 0,15 m określana penetrometrem (a) oraz na podstawie amplitudy sygnału georadarowego (b)

Odnotowano, że obszary zidentyfikowane metoda penetrometryczną i georadarową praktycznie się pokrywają, co pozwala na podstawie amplitudy sygnału wygenerować mapę binarną pozwalającą sterować precyzyjną pracą maszyny. Wykorzystanie takiego systemu identyfikacji pozwala na bezinwazyjne prowadzenie uprawy z wykluczeniem obszarów gdzie nie jest ona konieczna. W przedstawionym rozwiązaniu identyfikacja miejsc nadmienię ugniecionych realizowana jest asynchronicznie w stosunku czynności technologicznej i pozwala całkowicie wykluczyć z maszyny z jazdy po obszarach nie wytypowanych do uprawy. Takie rozwiązanie jest korzystne ekonomicznie i środowiskowo w stosunku do tradycyjnego systemu.

Literatura

[1] Paweł Kiełbasa, Mirosław Zagórda, Paweł Jabłoński, Jerzy Koronczok. 2020. Porównanie zróżnicowania przewodności elektrycznej gleby wykonanej urządzeniem Topsoil Mapper i jej charakterystyk penetrometrycznych. Przegląd elektrotechniczny. ISSN 0033-2097, R. 96 NR 1/2020. S. 146-150.

[2] 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.

[3] 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.

[4] Akinniyi Akinsunmade, Sylwia Tomecka-Suchon, Paweł Pysz, Jerzy Karczewski, Tadeusz Juliszewski, Mirosław Zagórda, 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.

[5] P. Kiełbasa, M. Zagórda, T. Juliszewski, A. Akinsunmade, S. Tomecka, J. Karczewski, P. Pysz. 2021. Assessment of the possibility of using GPR to determine the working resistance force of tools for subsoil reclamation. Journal of Physics: Conference Series 1782 012013. PTZE2020. doi:10.1088/1742-6596/1782/1/012013.

MODELOWANIE OGNIW SŁONECZNYCH W OPARCIU O CIGS Z DEFEKTAMI W GŁÓWNYCH WARSTWACH

Zenovij KOHUT[1,2], Dariusz CAŁUS[1], Piotr CHABECKI[1]

[1] Faculty of Electrical Engineering, Czestochowa University of Technology

[2] Institute of Applied Mathematics and Fundamental Sciences,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Według NREL (Nacjonalny Laboratorium Energii Odnawialnej) sprawność ogniw słonecznych II generacji – urządzeń wykorzystujących technologię cienkowarstwową – przybliżają się do maksymalne osiągalnych wartości. Możemy zwiększyć [1] wydajność ogniwa słonecznego, stosując drogie technologie, takie jak koncentratory, teksturowanie powierzchni, tworzenie struktur kaskadowych lub wybrać prostsze podejście – wprowadzić defekty do struktury ogniwa fotowoltaicznego.

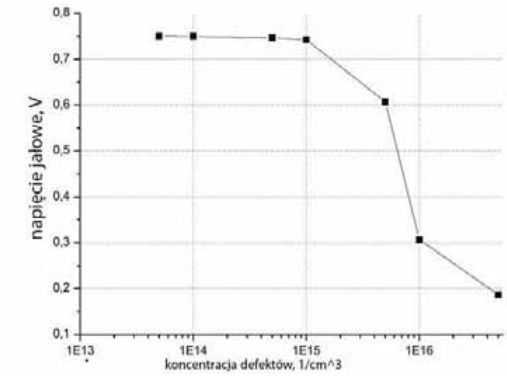
Obecnie istnieje wiele rodzajów paneli słonecznych. Na przykład, krzemowe mono- i polikrystaliczne, CdTe, $CuIn_xGa_{1-x}Se_2$ (CIGS), na podstawie perowskitu itp. Ogniwa słoneczne (CE) II generacji są bardziej atrakcyjne [2] do wprowadzania defektów i zwiększania wydajności – technologie, w których grubość warstw wynosi 1-3 mikrony.

Ogniwa słoneczne oparte na CIGS są interesujące, ponieważ materiał ten ma szereg zalet. Wśród nich: niższe koszty produkcji paneli słonecznych, CIGS ma wyższy współczynnik absorpcji w porównywaniu z innymi półprzewodnikami. A to prowadzi do znacznego zmniejszenia grubości folii, przy zapewnieniu tego samego poziomu absorpcji, większą odporność na promieniowanie w porównaniu z innymi ogniwami fotowoltaicznymi. [3]

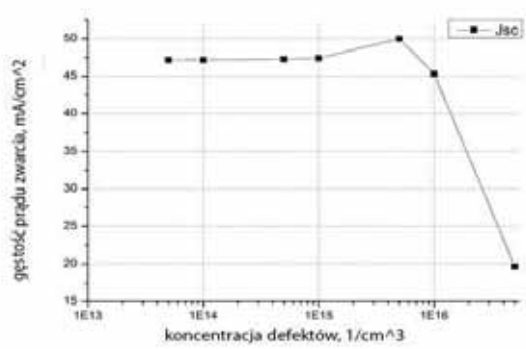
CE oparte na CIGS zostało zamodelowane w programie SCAPS-1D. W strukturę warstwy fotowoltaicznej wprowadzono różnego rodzaju defekty. Uzyskano wysokie wartości sprawności wytwarzania energii elektrycznej współmierne lub przewyższające wyniki symulacji z innymi typami defektów.

Do obliczeń wybrano typowe ogniwo słoneczne oparte na CIGS. Taka fotokomórka zawiera warstwę absorpcyjną $CuIn_xGa_{1-x}Se_2$, warstwę buforową CdS i warstwę przezroczyste ZnO. W kolejnych obliczeniach do struktury warstw głównych zostaną wprowadzone defekty różnego rodzaju. [4] [5]

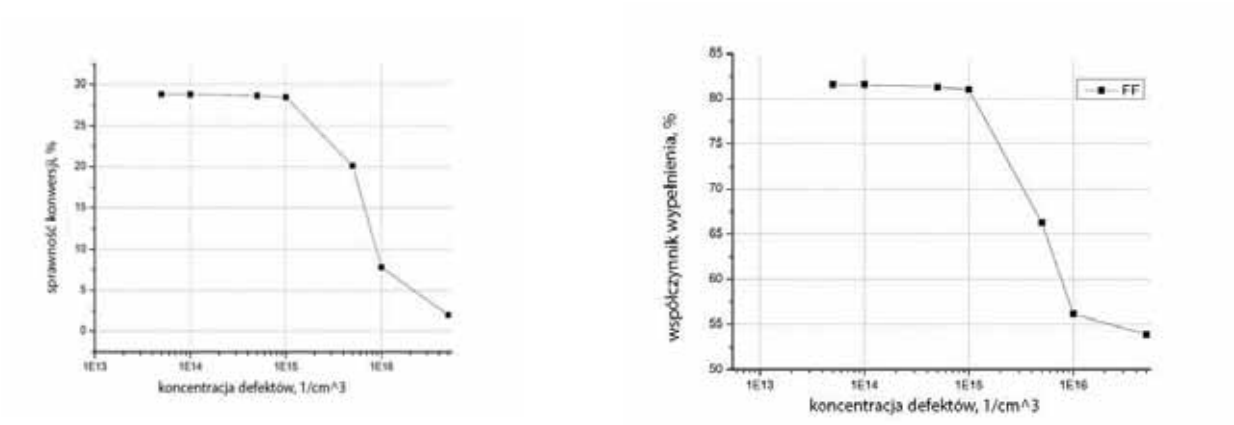
W pierwszym etapie modelowania w strukturę warstwy chłonnej wprowadzono defekt typu „donor”. Wartość koncentracji defektów wahała się od $5\cdot10^{13}$ do $5\cdot10^{16}$ cm^{-3}. Powierzchnia wychwytywania elektronów i dziur wynosiła odpowiednio 10^{-15} i 10^{-13} cm^2. Wyniki symulacji przedstawiono na poniższych wykresach rys. 1.



a)



b)

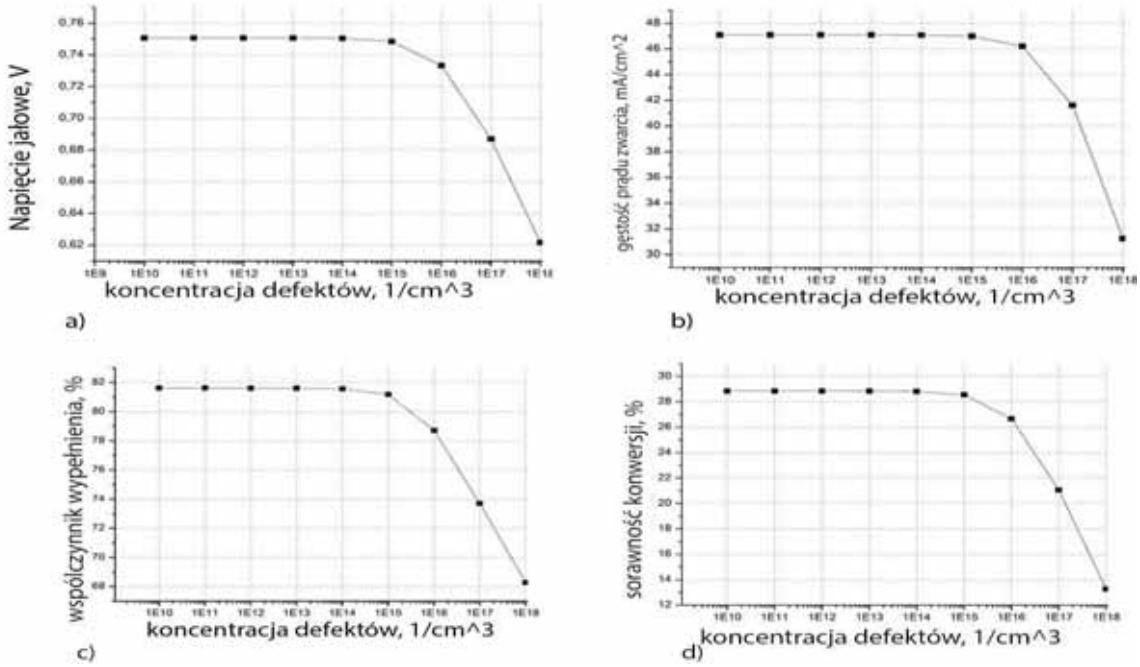


c) d)

Rys. 1. Zależność napięcia jałowego (a), gęstości prądu zwarcia (b), współczynnika wypełnienia (d) i sprawności (c) od koncentracji defektów dawcy w warstwie absorbującej

Wprowadzenie defektu typu donorowego do warstwy absorbującej prowadzi do wzrostu prądu zwarciowego przy wartości stężenia $5 \cdot 10^{15}$ cm^{-3}, ale inne charakterystyki maleją.

Wprowadzenie defektu typu akceptorowego do struktury warstwy absorbującej zmieniało się w zakresie od $5 \cdot 10^{13}$ do $5 \cdot 10^{16}$ cm^{-3}. Powierzchnia wychwytywania elektronów i dziur wynosiła 10^{-15} i 10^{-13} cm^2. Wyniki symulacji przedstawiono na rys. 2.



.

Rys. 2. Zależność napięcia jałowego (a), gęstości prądu zwarciowego (b), współczynnika wypełnienia (c) i sprawności (d) od koncentracji defektu akceptora w warstwie absorbującej.

Badania wykazały, że obecność defektu typu akceptorowego powoduje zmniejszenie głównych cech ogniwa słonecznego opartego na CIGS. Według modelowania, obecność defektu „donorowego” powierzchni prowadzi do zwiększenia współczynnika efektywności ogniw słonecznych. Napięcie pracy stanu jałowego spada, ale prąd zwarcia wzrasta. Współczynnik wypełnienia i wydajność osiągają maksymalną wartość przy koncentracji defektów 10^{14} cm^{-3}.

Wprowadzenie defektów do głównych warstw ogniwa słonecznego opartego na CIGS prowadzi do pogorszenia właściwości urządzenia, ponieważ wzrasta rekombinacja nośników ładunku nie będących ładunkami gównymi. Jednak wprowadzenie defektów do warstwy OVC przyczynia się do przesunięcia granicy rekombinacji na głębokość warstwy buforowej. Przyczynia się to do wzrostu wydajności do około 29,52%.

[1] A. Kylnera. Effect of impurities in the CdS buffer layer on the performance of the Cu,,In,GaSe2 thin film solar cell. Department of Materials Science, Angstrom Laboratory, Uppsala University, J. Appl. Phys. 85, 6858 (1999); doi: 10.1063/1.370204

[2] A. Hultqvist, C. Platzer-Bjorkman, E. Coronel, M. Edoff. Experimental investigation of $Cu(In_{1-x},Ga_x)Se_2/Zn(O_{1-z},S_z)$ solar cell performance. Solar Energy Materials and Solar Cells. Volume 95, Issue 2, February 2011, Pages 497-503.

[3] Jixiang Zhou, Changyu Li. Research on Copper Indium Gallium Selenide (CIGS) Thin-Film Solar Cells. E3S Web of Conferences 267, 02031 (2021) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126702031

[4] Y. Xiao, Z. Xiong, M. Zhou, Device structure analysis of CIGS thin film solar cell. Electronic Components and Materials 11, 18-23 (2014)

[5] Jingjing Qu, Linrui Zhang, Hao Wang, Xuemei Song, Yongzhe Zhang, Hui Yan. Simulation of double bufer layer on CIGS solar cell with SCAPS software. Optical and Quantum Electronics (2019). Vol. 51. Issue 12. 383

WPŁYW MOCY BIERNEJ POJEMNOŚCIOWEJ NA OPŁATY ZA ENERGIE ELEKTRYCZNĄ – STUDIUM PRZYPADKU

Mirosław KORNATKA

Politechnika Częstochowska

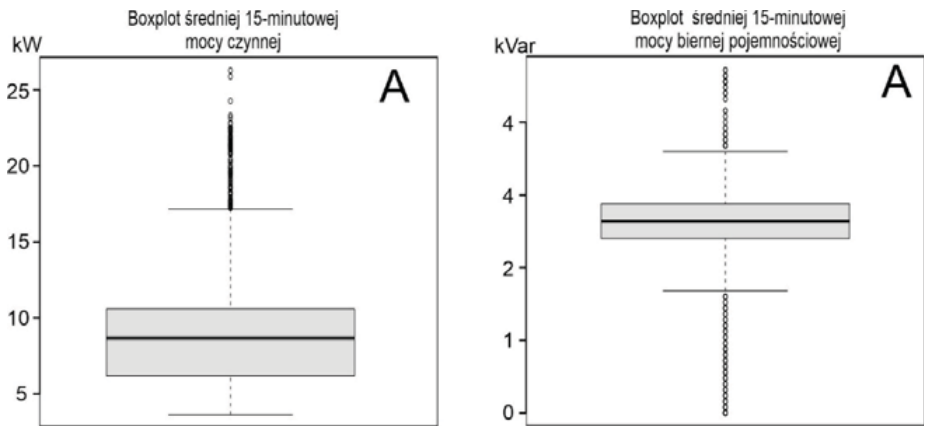
Wstęp

Zgodnie z taryfami zatwierdzanymi przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki Operatorzy Dystrybucyjni nalicza dodatkowe opłaty za ponadumowny pobór energii biernej [1]. Przez ponadumowny pobór energii biernej przez odbiorcę rozumie się ilość energii elektrycznej biernej odpowiadającą: pojemnościowemu współczynnikowi mocy zarówno przy poborze energii elektrycznej czynnej, jak i przy braku takiego poboru lub współczynnikowi mocy tg φ wyższemu od umownego współczynnika tg φ_0 i stanowiącą nadwyżkę energii biernej indukcyjnej ponad ilość odpowiadającą wartości współczynnika tg φ_0 lub indukcyjnemu współczynnikowi mocy przy braku poboru energii elektrycznej czynnej [1]. Dla wielu firm posiadających biurowce czy obiekty przemysłowe takie opłaty mogą się pojawić, gdyż energia bierna pojemnościowa generowana jest np. przez występuje oświetlenie typu LED, serwery, laptopy, windy, klimatyzacje itd. Celowym jest więc pogłębiona analiza danych pozyskiwanych z liczników elektronicznych (smart meter) [2].

Analiza wpływ mocy biernej pojemnościowej na opłaty za energie elektryczną – studium przypadku

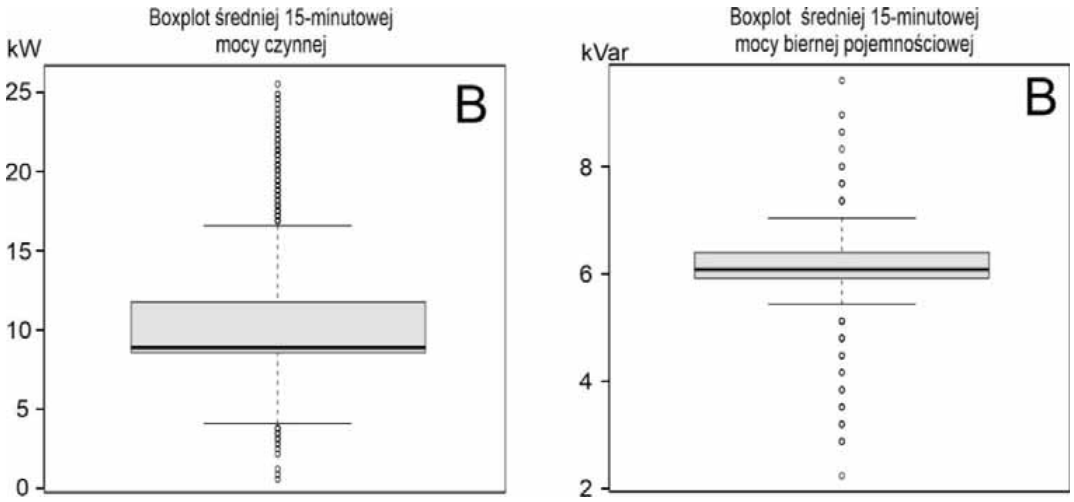
Analizie poddane zostały dane uzyskane z dwóch liczników rozliczeniowych energii elektrycznej zdalnego odczytu zainstalowane w dwóch obiektach użyteczności publicznej oznaczone odpowiednio dalej jako obiekt A i B. Dane dotyczą okresu roku 2021. W tym okresie każdy licznik zanotował po 35 060 rejestracji dla każdej z analizowanych średnich 15-minutowych mocy.

Dla obiektu A rozkład statystyczny średnich 15-minutowych mocy czynnej i biernej pojemnościowej zilustrowano na rysunku 1. Można zaobserwować, że większość uśrednionych 15 minutowych wyników dla mocy biernej pojemnościowej znajduje się w przedziale około 3 kVar (około 50% wszystkich odczytów). Jednakże w analizowanym rozkładzie występuje dużo odczytów odstających – odczyty znajdujące się poza wąsami wykresy boxplot.



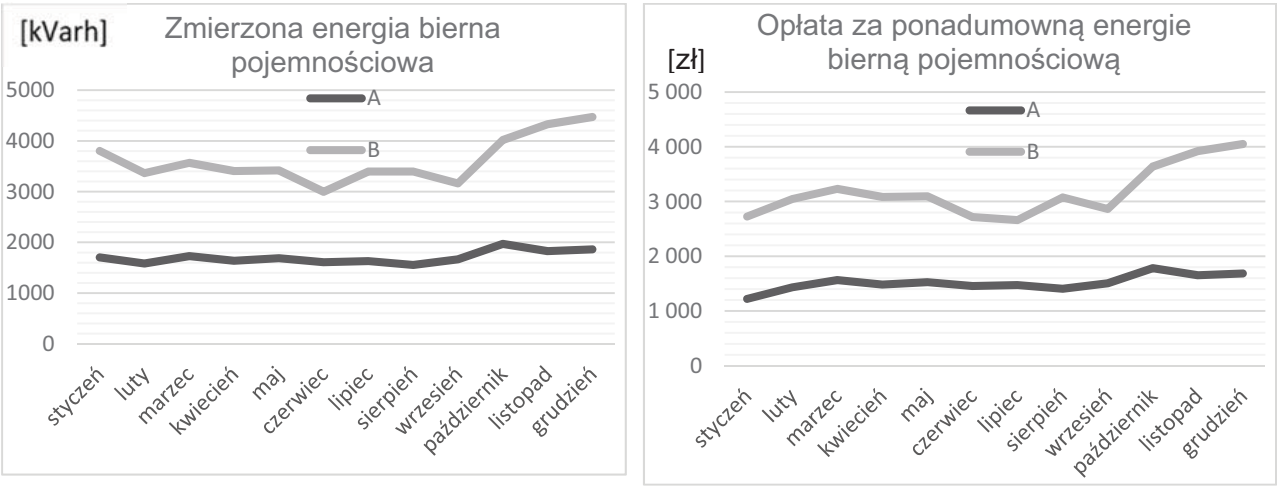
Rys. 1. Rozkład średnich 15-minutowych mocy czynnej i biernej pojemnościowej dla budynku A obiektu użyteczności publicznej (analiza przeprowadzona w środowisku R)

Dla obiektu B rozkład statystyczny średnich 15-minutowych mocy czynnej i biernej pojemnościowej zilustrowano na rysunku 2. Można zaobserwować, że większość uśrednionych 15 minutowych wyników dla mocy biernej pojemnościowej znajduje się w przedziale około 6 kVar i charakteryzuje się niewielka liczbą pomiarów odstających.



Rys. 2. Rozkład średnich 15-minutowych mocy czynnej i biernej pojemnościowej dla budynku B obiektu użyteczności publicznej (analiza przeprowadzona w środowisku R)

Dla analizowanych obiektów A i B dokonano analizy faktur za powyższy okres. Na rysunku 3 przedstawiono wykres zmierzonych przez liczniki energii biernej pojemnościowej oraz wynikającej z niej opłat za ponadumowny pobór energii biernej pojemnościowej.



Rys. 3. Zmierzona energia bierna pojemnościowa oraz opłaty z ponadumowny pobór energii biernej pojemnościowej dla dwóch obiektów użyteczności publicznej A i B w okresie jednego roku

Podsumowanie

Dynamicznie rosnąca liczba instalowanych w obiektach urządzeń elektronicznych, powoduje iż coraz częściej w sieciach elektroenergetycznych niskich napięć występuję energia bierna pojemnościowa. Rozwiązaniem umożliwiającym redukcję opłat za energię bierną są tradycyjne układy kompensacji mocy biernej takie jak baterie dławików.

Literatura

[1] Taryfa dla energii elektrycznej w zakresie dystrybucji energii elektrycznej TAURON Dystrybucja S.A. na rok 2022, TAURON Dystrybucja S.A., Kraków, 2022
[2] Bartczak Krzysztof. Analiza korzyści i zagrożeń związanych ze stosowaniem w Polsce inteligentnych liczników energii elektrycznej. Przegląd elektrotechniczny, Warszawa 2016. ISSN 0033-2097, R. 92 nr 1/2016
[3] R evelopment Core Team © “R: A language and environment for statistical computing”. Available: https://cran.r-project.org/

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.

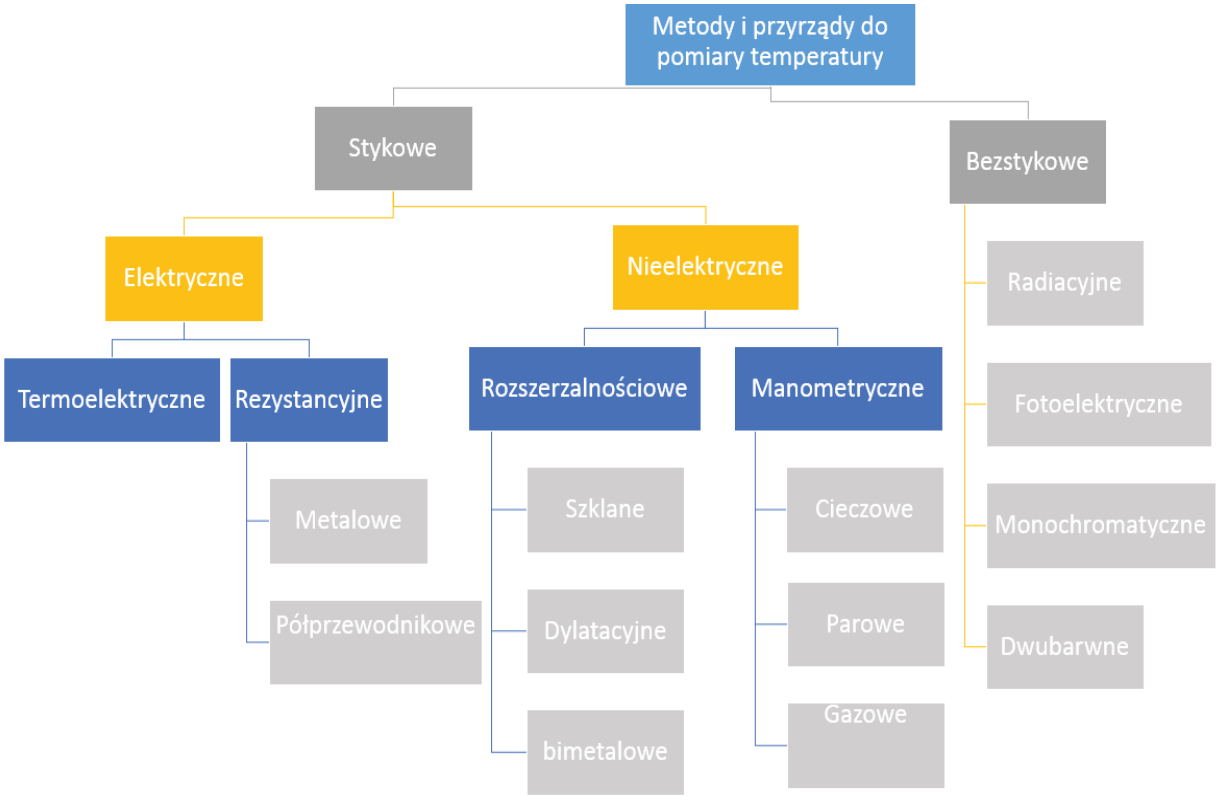
WPŁYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA WŁAŚCIWE WSKAZANIE POMIARU TEMPERATURY CIAŁA LUDZKIEGO TERMOMETREM BEZDOTYKOWYM

Joanna KOZIEŁ, Michał MAJKA

Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki,
Katedra Elektrotechniki i Elektrotechnologii

Metody i przyrządy do pomiaru temperatury

Pomiary temperatury można dokonać poprzez pomiar dotykowy (czujnik styka się z obiektem, którego temperaturę mierzymy) lub bezdotykowy (poprzez pomiar parametrów promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez rozgrzane ciało (promieniowanie cieplne) np. długości fali, ilości emitowanej energii przez obiekt).



Rys. 1. Klasyfikacja metod i przyrządów do pomiary temperatury [1]

Czynniki wpływające na pomiar temperatury ciała człowieka

Pierwszym ze wskaźników świadczących o tym, że dochodzi do jakiejś infekcji czy choroby będzie podniesienie się temperatury naszego ciała. Dokonując pomiarów temperatury ciała pacjenta można dokonać wstępnej analizy, czy w organizmie nie zachodzą niepokojące zmiany chorobowe. Aby prawidłowo postawić diagnozę, należy wykonać pomiar odpowiednim jakościowo sprzętem, wykluczając działanie czynników zewnętrznych.

W marcu 2020 roku stwierdzono pierwszy przypadek COVID-19 w Polsce. Zaistniała konieczność wykonywania pomiarów temperaturę ludzkiego ciała w miejscach publicznych. Termometry zainstalowano przed wjazdami do szpitali, na bramkach w miejscach pracy, przy wejściu na uczelnie wyższe, w urzędach państwowych. Bezdotykowy pomiar temperatury jest szybki i bardzo higieniczny, ale niezbyt dokładny, jeżeli wykonany jest nieumiejętnie. Wykonanie prawidłowego pomiaru pod względem technicznym, lepszym jakościowo urządzeniem pozwala na wiarygodny wynik. Bardzo ważnym aspektem, który wpływa na pomiar temperatury i powoduje bardzo duże odchylenia jest odległość urządzenia od badanego ciała. Znajomość zastosowanej optyki pozwala na zniwelowanie błędu pomiarowego do minimum. Bardzo ważne jest w którym miejscu ciała ludzkiego wykonany jest pomiar temperatury. Każda część ciała ludzkiego może posiadać inną temperaturę, dlatego ważne jest, aby wykonywać pomiary w wymienionych częściach ciała, która jest opisana w instrukcji danego urządzenia. Urządzenie pomiarowe posiada pewną poprawkę pomiarową w oprogramowaniu i wyświetlana temperatura jest korygowana.

Z drugiej strony, przedstawione i porównane pomiary z nadgarstka pokazują, że zmierzona temperatura jest nieco niższa, natomiast wartość temperatury odczytanej z szyi człowieka nie nadaje się do wiarygodnej interpretacji. Z uwagi na duże rozbieżności błąd pomiaru jest bardzo duży, niezależnie od wykorzystanego termometru. Bardzo często człowiek wchodząc do jakiegoś pomieszczenia (urząd czy szkoła) albo w miejscu pracy, gdzie temperatura mierzona jest na dworze przez ochroniarza, pomiar temperatury jest analogiczny jak przy serii pomiarów wykonanych przy otwartym oknie i wentylatorze. Ruch powietrza powoduje schłodzenie powierzchni skóry co zakłamuje wynik pomiaru, w takich warunkach pyłki w powietrzu czy zwiększona wilgotność spowoduje spotęgowanie się błędu pomiarowego. Pomiar temperatury po wysiłku może spowodować pewien niepokój z uwagi na to, że wartość temperatury ciała może być podwyższona. Należy podkreślić, że pomiar temperatury ciała jest często wykonany np. przy wejściu do urzędu czy pracy, po wcześniejszym energicznym marszu. Wzrost temperatury ciała jest chwilowy i nic niepokojącego w naszym organizmie się nie dzieje. Pomiary wykonywane przed wjazdem na parkingi szpitalne, szczególnie w okresie zimowym były wykonywane na zewnątrz, a człowiek przebywał wcześniej w nagrzanym samochodzie.

Aby wykonać dokładny pomiar, należy pamiętać o kilku czynnikach:

- Musi być zachowana odpowiednia odległość (ciało – urządzenie);
- Ciało musi być osuszone z potu, bez makijażu;
- Pacjent przez ostatni czas (pół godziny) nie powinien wykonywać zwiększonej aktywności fizycznej, spożywać posiłku, ani pić gorących napojów;
- Ciało pacjenta musi być w bezruchu na czas pomiaru;
- Pacjent nie może być narażony na przeciąg;
- Pacjent jak i urządzenie powinno przebywać ok. 15 – 20 min w tym samym pomieszczeniu.

Nie wszystkie pomiary temperatury, które zostały wykonywane przy wejściu do budynków można uważać za wiarygodne, ze względu na zbyt dużą ilość czynników powodujących niedokładny pomiar. Powinny być stosowane inne metody wspomagające diagnozowanie stanu i oceny zdrowia pacjenta.

Literatura

[1] Strzelczyk F.: „*Metody i przyrządy w pomiarach cieplno-energetycznych”*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Skrypt dla Szkół Wyższych, Łódź 1993
[2] Michalski L., Eckersdorf K., Kucharski J. *„Termometria – Przyrządy i metody”*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1998
[3] Michalski L., *„Pomiary temperatury”*, WNT, Warszawa 1971
[4] Rzęsa M., Kiczma B., *„Elektryczne i elektroniczne czujniki temperatury”*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności Warszawa, Warszawa 2005

WSPÓŁCZESNE, WYBRANE ZASTOSOWANIA MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ NADPRZEWODNIKOWYCH

Joanna KOZIEŁ, Michał MAJKA

Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki,
Katedra Elektrotechniki i Elektrotechnologii

Ponad 100 lat temu odkryto nadprzewodnictwo [1]. W ostatnich latach pojawiło się wiele badań i osiągnięć naukowych z zakresu nadprzewodnictwa [2]-[5]. W związku z tym, że wiedza jaką mają naukowcy na ten temat nie jest jeszcze do końca wyczerpana w praktyce, temat wciąż budzi zainteresowanie wielu z nich. Dotyczy to również postępów w wytwarzaniu taśm nadprzewodnikowych [6], ma to związek z budową nadprzewodnikowych ograniczników prądu zwarciowego [7]-[9]. Mianowicie taśmy 2G HTS na bazie itru posiadają odpowiednie parametry do budowy prototypów ograniczników na wysokie napięcia i duże prądy. W takich nadprzewodnikach wykorzystuje się zjawisko wyjścia materiału ze stanu nadprzewodzącego w stan rezystywny gdy zostanie przekroczona wartość prądu krytycznego. Idealny ogranicznik prądu zwarciowego powinien posiadać prawie zerową impedancję przy prądach roboczych, a także dużą wartość impedancji w czasie zwarcia, gdy ogranicza wartość prądu zwarciowego [10].

Układ przesyłania energii elektrycznej i wykorzystanie nadprzewodnictwa w infrastrukturze sieci wielkomiejskich

Sieć dystrybucji energii elektrycznej jest krytycznym ogniwem systemu sieciowego. Jest najważniejszym elementem zapewniającym efektywne wdrażanie i wykorzystywanie energii, stanowi ważną infrastrukturę potrzebną społeczeństwu. W ostatnich latach kładzie się coraz większy nacisk na przeniesienie linii elektroenergetycznych do ziemi. Należy sprostać zapotrzebowaniu na moc poprzez wysoką niezawodność zasilania, wysoką jakość energii oraz dużą gęstość obciążenia w miastach. Niestety, koszty realizacji projektów modernizacyjnych stają się coraz bardziej kosztowne, a nawet niemożliwe do realizacji. Dlatego właśnie, niezbędne jest wykorzystanie badań naukowych i wdrożenie postępów technologicznych w celu rozważenia możliwości zastosowania nowych metod przesyłu mocy o zwiększonej wydajności.

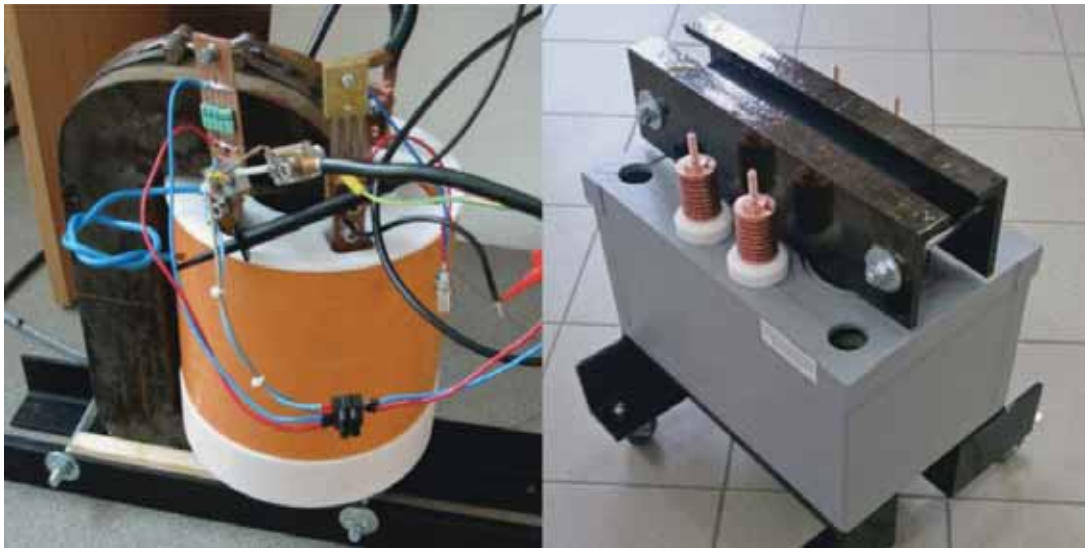
Nadprzewodnikowe ograniczniki prądy zwarcia

W 2017 roku w ramach projektu NCBiR Gekon polskie konsorcjum w składzie Instytut Elektrotechniki, Przedsiębiorstwo Badawczo-Wdrożeniowe Frako-Term sp. z o.o. i Uniwersytet Zielonogórski wykonało projekt rezystancyjnego ogranicznika prądu zwarciowego dla sieci o napięciu 6 kV i prąd znamionowy 140 A z możliwością przeciążenia do 420 A. Prototyp został przetestowany w Laboratorium Badawczym Aparatury Rozdzielczej Instytutu Elektrotechniki oraz próbnie zainstalowany w rozdzielni GS2 110 kV / 6 kV na terenie Instytutu Elektrotechniki w Warszawie. Ogranicznik rezystancyjny jest chłodzony kontaktowo za pomocą jednostopniowej kriochłodziarki. Ogranicznik skutecznie ograniczył szczytową wartość prądu zwarciowego z 81 kA do 2 kA (rys. 1).

Rys. 1. Prototyp ogranicznika rezystancyjnego chłodzonego kontaktowo (konsorcjum: Instytut Elektrotechniki, Uniwersytet Zielonogórski, Frako-Term sp. z o.o.) [11]

Nadprzewodnikowe transformatory

W Lublinie w Politechnice Lubelskiej wykonano transformator z taśmą nadprzewodzącą firmy SuperPower Inc o uzwojeniu pierwotnym typu SCS4050-AP o krytycznym prądzie 87 A przy temperaturze krytycznej 77K, a uzwojenie wtórne wykonano taśmą typu SCS12050-AP o prądzie krytycznym 333 A.



Rys. 2. Nadprzewodnikowy transformator 14kVA [12]

Literatura

[1] Cieśla A.: Nadprzewodnictwo w stulecie odkrycia: wybrane przykłady zastosowań, Przegląd Elektrotechniczny, strony 1–6, 2011.

[2] Czerwiński D.: Modelling the critical parameters of high temperature superconductor devices in transient states. Politechnika Lubelska, Lublin, 2013

[3] Komarzyniec G. et al.: The calculation of the inrush current peak value of superconducting transformers, 2015 Selected Problems of Electrical Engineering and Electronics, WZEE 201527 January 2016 Article number 7394042Selected Problems of Electrical Engineering and Electronics, WZEE 2015, Kielce, 17 September 2015 - 19 September 2015

[4] Cieśla A, Skowron M: Pole magnetyczne jako źródło energii w nadprzewodnikowych zasobnikach energii, Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 94 NR 1/2018, s.13-16, DOI: 10.15199/48.2018.01.04

[5] Komarzyniec G.: Calculating the Inrush Current of Superconducting Transformers, Energies, 2021, vol. 14.nr 20. S.1-19. https://doi.org/10.3390/en14206714

[6] Komarzyniec G. :Prąd włączania transformatorów nadprzewodnikowych, Politechnika Lubelska, 2017, 183.s., ISBN 978-83-7947-296-3.

[7] Kozak S. et al.: Analysis of Superconducting fault current Limiter 6 kV/0,14 kA, Acta Physica Polonica, 2020, vol. 138, nr 5, s.725-755, DOI: 10.12693/APhysPolA.138.752

[8] Surdacki P., Woźniak Ł. :Influence of the HTS Winding tape on Limiting the Transient Currents in Superconducting Transformers, Energies, 2022, vol. 15, nr 5, s.1-16, https://doi.org/10.3390/en15051688

[9] Kozak S.: Superconducting Surge Current Limiter, Energies, 2021, vol. 14, nr 21, s.1-17, DOI: 10.3390/en14216944

[10] Kozak J. et al.: Design Considerations on a Resistive Superconducting Fault Current Limiter, Acta Physica Polonica A, 2020, vol. 138, nr 5 s. 710-714,DOI: 10.12693/APhysPolA.138.710

[11] Majka M.: Bezrdzeniowe nadprzewodnikowe ograniczniki prądu zwarciowego typu indukcyjnego, Prace Instytutu Elektrotechniki ISSN-0032-6216, LXV, zeszyt 279, 2018, DOI: 10.5604/01.3001.0012.7702

[12] Komarzyniec G. :The Risk of Thermal Damage to the HTS Transformer’s Coils During the Inrush Current, 2018 Conference on Electrotechnology: Processes, Models, Control and Computer Science (EPMCCS), 12-14 Nov. 2018, DOI: 10.1109/EPMCCS.2018.8596610

POLE ELEKTROMAGNETYCZNE, A REAKTYWNOŚĆ TARCZYCY NA HORMON TYREOTROPOWY (TSH)

Anna KOZIOROWSKA[1,3], Maria ROMEROWICZ-MISIELAK[2,3], Katarzyna KOZIOŁ[2,3], Wiktor CZAJKA[2,3], Marek KOZIOROWSKI[2,3]

[1]Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych,
Instytut Inżynierii Materiałowej

[2]Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych
Instytut Biologii i Biotechnologii, Katedra Biotechnologii

[3]Uniwersytet Rzeszowski,
Interdyscyplinarne Centrum Badań Przedklinicznych i Klinicznych

Wstęp

Organizmy żywe od zawsze były narażone na działanie naturalnego pola elektromagnetycznego. Od połowy XX wieku narażenie to nieustannie wzrasta, wraz z rozwojem technologii oraz coraz większą ilością sztucznych źródeł pola elektromagnetycznego o częstotliwościach niespotykanych wcześniej w środowisku. Pole elektromagnetyczne o ekstremalnie niskich częstotliwościach charakteryzuje się częstotliwościami do 300 Hz i wpływa na układy posiadające cząsteczki naładowane, a takim jest między innymi ludzkie ciało. W organizmie ludzkim występują prądy bioelektryczne, które wywołane są reakcjami chemicznymi. Na przykład nerwy przekazują sygnały poprzez impulsy elektryczne – falę depolaryzacji [D’Angelo i in. 2015]. W zależności od parametrów fizycznych pola, takich jak częstotliwość, natężenie, czy czas ekspozycji, pole elektromagnetyczne może wywołać różniące się efekty biologiczne w organizmie. Mechanizm oddziaływania pola na procesy biologiczne nie jest dokładnie udowodniony i ustalony. Niektóre badania sugerują, że efekty te mogą być wywołane generowaniem ciepła, czy powstawaniem wolnych rodników, co może powodować indukcję uszkodzeń DNA [Simko 2007].

Tarczyca jest narządem wchodzącym w skład układu hormonalnego czyli gruczołów endokrynnych. Hormony są to cząsteczki sygnałowe, których zadaniem jest regulacja czynności komórek. Tyreotropina to hormon wydzielany przez przysadkę, który reguluje syntezę i wydzielanie hormonów tarczycy. Na podstawie obecności receptorów TSHR w komórkach tarczycy, można wnioskować w jakim stopniu organizm jest przystosowany do odpowiedzi na hormon TSH produkowany przez przysadkę. W celu określenia reaktywności tarczycy na TSH w prezentowanych wynikach badań wykorzystano technikę immunohistochemii.

Cel badań

Ilość receptorów na komórkach tarczycy ma znaczenie w regulacji jej aktywności. Zmiana ilości receptorów daje możliwość zmiany aktywności tego narządu po oddziaływaniu czynników zewnętrznych. Jednym z takich czynników może być pole elektromagnetyczne. Celem prezentowanych badań było zbadanie wpływu pola elektromagnetycznego o ekstremalnie niskich częstotliwościach 50 Hz i 120 Hz na syntezę receptora TSHR w komórkach tarczycy niedojrzałych płciowo jagniąt.

Materiały i metody

Materiał potrzebny do badań (tarczyca niedojrzałych płciowo jagniąt) został pobrany w trakcie uboju zwierząt. Po pobraniu tarczyc umieszczono je w buforze fosforanowym (PBS) o temperaturze 4°C i przewieziono do laboratorium w celu przeprowadzenia hodowli tkankowych. Przygotowano próbki o wadze 100 mg, połowę

z nich poddano działaniu pola elektromagnetycznego, a połowę wykorzystano jako próbę kontrolną. Fragmenty tkanek zostały umieszczone na 24-dołkowej płytce hodowlanej z 1 ml medium hodowlanego w każdym dołku. Po 2 godzinnej preinkubacji próbki poddano oddziaływaniu pola generowanego przez urządzenie Magneris (Astar, Polska). Część tkanek była poddana oddziaływaniu pola o częstotliwości 50 Hz, a druga część 120 Hz. Próbki znajdowały się pod wpływem pola przez 2 lub 4 godziny przy każdej z częstotliwości. Próbki kontrolne hodowane były w tym samym czasie i w takich samych warunkach środowiskowych, bez oddziaływania pola.

Po przeprowadzeniu hodowli in vitro tkanki zostały zatopione w paraplaście i przygotowane do badań immunohistochemicznych. Po nałożeniu przeciwciał I i II rzędowych przeprowadzono analizę reakcji immunohistochemicznej. Zdjęcia preparatów wykonano mikroskopem świetlnym i analizowano w programie ImageJ. Obszar komórek tarczycy, w których pojawił się sygnał immunopozytywny (obecność receptorów) zaznaczono oraz zmierzono poziom szarości dla każdego z obszarów. Następnie policzono względną gęstość optyczną ROD.

Wyniki badań

Zastosowanie metody immunohistochemicznej pozwoliło na półilościową ocenę receptorów TSH występujących w skrawkach tarczycy jagniąt. Wykazano obecność receptorów zarówno w tkankach poddanych oddziaływaniu pola elektromagnetycznego, jak i w próbach kontrolnych. Ilość receptorów TSH na powierzchni komórek tarczycy zmieniała się w zależności od czasu oddziaływania i częstotliwości pola elektromagnetycznego. Występowały statystycznie istotne różnice pomiędzy tkanką poddaną oddziaływaniu pola o częstotliwości 120 Hz przez 2 i 4 godziny w porównaniu z tkankami grupy kontrolnej. Znaczące różnice statystyczne pojawiły się również pomiędzy tkankami poddanymi oddziaływaniu przez 4 godziny polem o częstotliwości 50 Hz, a 120 Hz. Pomimo, że nie wykazano różnic istotnych statystycznej pomiędzy 50 Hz, a próbą kontrolną to zaobserwowany trend pozwala na wnioskowanie o stymulującym efekcie częstotliwości 50 Hz na syntezę receptorów TSHR.

Wnioski

Hormony tarczycy T_3 i T_4 są regulowane przez hormon wydzielany przez przysadkę – TSH. Gdy TSH zwiąże się z receptorem TSHR, komórka jest stymulowana do wytwarzania hormonów tarczycowych. Wytwarzanie hormonów jest więc zależne nie tylko od obecności TSH w tarczycy, ale również od obecności receptorów TSHR na powierzchni komórek pęcherzykowych w tarczycy. Mechanizm oraz efekty oddziaływania pola elektromagnetycznego na tarczyce nie są dobrze poznane. W prezentowanych badaniach podjęto próbę wykazania wpływu pola elektromagnetycznego ekstremalnie niskiej częstotliwości na tkanki tarczycy niedojrzałych płciowo jagniąt. Uzyskane wyniki badań wskazują na stymulujące działanie pola o częstotliwościach 50 Hz i 120 Hz na syntezę receptorów TSH w komórkach pęcherzykowych tarczycy. Zwiększenie liczby receptorów TSHR w tarczycy, wpływa na zwiększoną reaktywność tkanki. Uzyskane wyniki sugerują, że nie należy oddziaływać polem elektromagnetycznym w zabiegach fizjoterapeutycznych u osób z nadczynnością tarczycy. Natomiast u osób z niedoczynnością tarczycy można rozważyć wykorzystanie pola elektromagnetycznego do stymulacji tarczycy.

W hodowlach owiec znajdujących się w obszarach endemicznegeo braku jodu można zastosować stymulacje tarczycy z użyciem pola elektromagnetycznego wraz z suplementacją jodu w diecie. Może to pozwolić wpływać na aktywność metaboliczną hodowanych zwierząt.

W celu dokładniejszego poznania efektów wywoływanych polem elektromagnetycznym oddziałującym na tkanki tarczycy potrzebne jest przeprowadzenie większej ilości badań.

1. D’Angelo, C., Costantini, E., Kamal, M. A., & Reale, M. (2015). Experimental model for ELF-EMF exposure: Concern for human health. Saudi Journal of Biological Sciences, 22(1), 75–84
2. Simko, M. (2007). Cell Type Specific Redox Status is Responsible for Diverse Electromagnetic Field Effects. Current Medicinal Chemistry, 14(10), 1141–1152

POLE ELEKTROMAGNETYCZNE JAKO CZYNNIK ODDZIAŁUJĄCY NA AKTYWNOŚĆ SYNTEZY ENZYMU DEHYDROGENAZY BETA-3-HYDROKSYSTEROIDOWEJ (HSD) W KOMÓRKACH KORY NADNERCZY JAGNIĄT

Marek KOZIOROWSKI[1,3], Katarzyna KOZIOŁ[1,3], Maria ROMEROWICZ-MISIELAK[1,3], Jakub SIUTA[1,3], ANNA KOZIOROWSKA[2,3]

[1]Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych,
Instytut Biologii i Biotechnologii, Katedra Biotechnologii

[2]Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych,
Instytut Inżynierii Materiałowej

[3]Uniwersytet Rzeszowski,
Interdyscyplinarne Centrum Badań Przedklinicznych i Klinicznych

Wstęp

Pole elektromagnetyczne działa jako regulator wielu funkcji biologicznych. Ze względu na swoje właściwości terapeutyczne, pola o częstotliwościach z zakresu ekstremalnie niskich wykorzystywane są podczas procesu fizjoterapii. Efekt terapeutyczny takich pól związany jest między innymi z poprawą neuroprzekaźnictwa. Zwiększając przepływ krwi przyczynia się do zwiększenia metabolizmu tkanki nerwowej i korzystnie wpływa na jej regenerację (Cichoń i in., 2018). Urządzenia wykorzystujące pola z zakresu 1-120 Hz stosowane są w leczeniu chronicznego i ostrego bólu oraz stymulują mięśnie.

Nadnercza stanowią parę gruczołów dokrewnych zlokalizowanych nad górnymi biegunami nerkowymi. Składają się z dwóch głównych warstw: rdzeniowej i korowej. Ta ostatnia dzieli się na trzy warstwy, układające się po kolei w kierunku rdzenia: kłębuszkowatej, pasmowatej i siateczkowatej (Słapa i in., 2015). U ssaków nadnercza płodu odgrywają kluczową rolę w późnym okresie ciąży, ponieważ hormony steroidowe biorą udział w dojrzewaniu płodu i adaptacji noworodka do życia pozamacicznego (Naaman Répérant & Durand, 1997). Nadnercza są źródłem wielu substancji bioaktywnych, w tym hormonów steroidowych, katecholamin, cytokin, neuroprzekaźników i neuropeptydów. Zaburzenie pracy nadnerczy może skutkować niedoborem nadnerczowych enzymów steroidogennych, chorobą Addisona, czy pseudohipoaldosteronizmem. Efektem tego mogą być zaburzenia układu sercowo-naczyniowego, deregulacja gospodarki wodno-mineralnej i metabolizmu glukozy, upośledzenie odpowiedzi organizmu na stres.

Ludzie i zwierzęta poddani są oddziaływaniu pola elektromagnetycznego w coraz większym stopniu. W związku z tym stale istnieje obawa czy jego oddziaływanie nie wpłynie negatywnie na organizmy. Celem niniejszych badań była analiza skutków oddziaływania pola ekstremalnie niskiej częstotliwości na syntezę dehydrogenazy 3-beta-hydroksysteroidowej (HSD) w komórkach kory nadnerczy niedojrzałych płciowo jagniąt. Przeprowadzono reakcję immunohistochemiczną w celu oceny zmian w ilości HSD w komórkach badanych i kontrolnych.

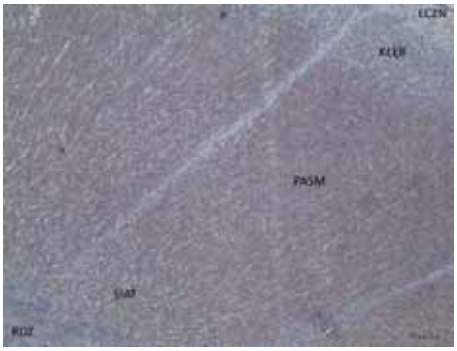
Materiały i metody

Modelem badawczym były tkanki nadnerczy niedojrzałych płciowo jagniąt pobrane w czasie uboju i przewiezione w temp. 4°C do laboratorium w celu przeprowadzenia hodowli *in vitro*.

Z nadnerczy uzyskano skrawki o masie 100±5 mg. Tkanki umieszczono w płytkach 24-dołkowych, w 1 ml pożywki DMEM z dodatkiem płodowej surowicy bydlęcej FBS i antybiotyków. Płytki umieszczano w łaźni wodnej z wytrząsaniem w temperaturze 37°C i atmosferze 5% CO_2 i 95% O_2. Próbki badane poddano działaniu pola elektromagnetycznego wytworzonego przez generator (Astar, Polska) o częstotliwości 50 lub 120 Hz przez czas 2 lub 4 godzin. Tkanki grupy kontrolnej hodowane były w tym samym czasie i warunkach bez oddziaływania pola elektromagnetycznego. Odwodnione tkanki zatopiono w paraplaście, przygotowano bloczki histologiczne i przeprowadzono reakcję immunihistochemiczną.

W celu oceny wpływu pola elektromagnetycznego ekstremalnie niskich częstotliwości na tkanki nadnerczy wykonano zdjęcia badanych fragmentów narządu przy pomocy mikroskopu sprzężonego z kamerą i komputerem wyposażonym w system analizy obrazu. Analiza polegała na zbadaniu poziomu szarości brązowego strątu w warstwach nadnerczy, świadczącego o obecności enzymu dehydrogenazy 3-beta-hydroksysteroidowej, przy użyciu programu ImageJ. Otrzymane wyniki posłużyły do obliczenia wartości względnej gęstości optycznej.

Wyniki badań



Rys. 1. Obraz przebiegu reakcji immunohistochemicznej tkanki nadnercza jagniąt

Na rys. 1 przedstawiono przykładowy obraz przebiegu reakcji immunohistochemicznej pochodzący z jednego z badanych skrawków nadnerczy jagnięcia (dla inkubacji 2-godzinnej przy częstotliwości 120 Hz). Na rysunku przyjęto następujące oznaczenia: **RDZ** – warstwa rdzeniowa, **SIAT** – warstwa siateczkowata, **PASM** – warstwa pasmowata, **KŁĘB** – warstwa kłębuszkowata, **ŁCZN** – warstwa tkanki łącznej wraz z fragmentem penetrującym do wnętrza nadnerczy. Zdjęcie wykonane przy powiększeniu 40-krotnym.

Na podstawie otrzymanych wyników nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w ilości dehydrogenazy 3-beta-hydroksysteroidowej obecnej w komórkach kory nadnerczy poddanych działaniu pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz i 120 Hz przez 2 lub 4 godziny w porównaniu do komórek z grupy kontrolnej. Ilość HSD w komórkach nadnerczy nie uległa zmianie pod wpływem pola można wnioskować, iż pole elektromagnetyczne ekstremalnie niskich częstotliwości nie ma bezpośredniego wpływu na szlak syntezy hormonów steroidowych.

Wnioski

Przeprowadzone hodowle *in vitro* tkanek nadnerczy jagniąt nie wykazały istotnie statystycznych różnic pomiędzy tkankami badanymi, a tkankami kontrolnymi. Sugeruje to brak wpływu pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 i 120 Hz na funkcjonowanie owczego nadnercza. Na podstawie przedstawionych wyników badań można zaakceptować wniosek, że przebywanie jagniąt w pobliżu obiektów generujących pola elektromagnetyczne ekstremalnie niskiej częstotliwości nie powinno wywoływać zmian w procesie steroidogenezy u zwierząt. Jednakże, potrzebne są dalsze badania na modelach owczych, aby potwierdzić czy częstotliwości 50 Hz i 120 Hz mogą mieć wpływ na inne elementy wchodzące w proces steroidogenezy jagniąt.

1. Cichoń, N., Rzeznicka, P., Bijak, M., Miller, E., Miller, S., & Saluk, J. (2018). Extremely low frequency electromagnetic fieldreduces oxidative stress during the rehabilitationof post-acute stroke patients. Advances in Clinical and Experimental Medicine, 27(9), 1285–1293.
2. Naaman Répérant, E., & Durand, P. (1997). The development of the ovine fetal adrenal gland and its regulation. Reproduction Nutrition Development, 37(1), 81–95.
3. Słapa, R. Z., Jakubowski, W. S., Dobruch-Sobczak, K., & Kasperlik-Załuska, A. A. (2015). Standards of ultrasound imaging of the adrenal glands. Journal of Ultrasonography, 15(63), 377–387.

IDENTIFICATION OF INCLUSIONS WITH LDA IN THE EIT

Edward KOZŁOWSKI[1], Krzysztof KRÓL[2,3], Tomasz RYMARCZYK[2,3]

[1]Lublin University of Technology, Faculty of Management, Lublin

[2] Research and Development Center, Netrix S.A, Lublin

[3]University of Economics and Innovation, Lublin

Problem description

This paper presents Identification of inclusions using Linear Discriminant Analysis in Electrical Impedance Tomography. The main objective of discriminant analysis (pattern classification) is to find a classification rule [1], [5]. Mainly the task is to determine the membership of a certain class based on the observations of the independent variable. The decision of class membership is made based on the knowledge of the distribution of the independent variable and the distribution of class apiori.

In EIT during image reconstruction, the ability to find inclusions in the visual area must also be described. To determine the ability of a classifier based on the use of logistic regression (e.g. [7], [8]) we determine a curve describing the Receiver Operating Characteristic (ROC curve). This curve shows the relationship between sensitivity and specificity during reconstruction. The diagonal in the ROC figure describes a strategy based on guessing inclusions during reconstruction. When the ROC is above the diagonal it means that the recognition technique is significantly better than guessing. The area under the ROC curve is called AUC (Area under ROC curve) in the literature and indicates a measure of predictability. This quantity is also included in the tables describing the reconstructions.

Figure 1. Reconstruction area

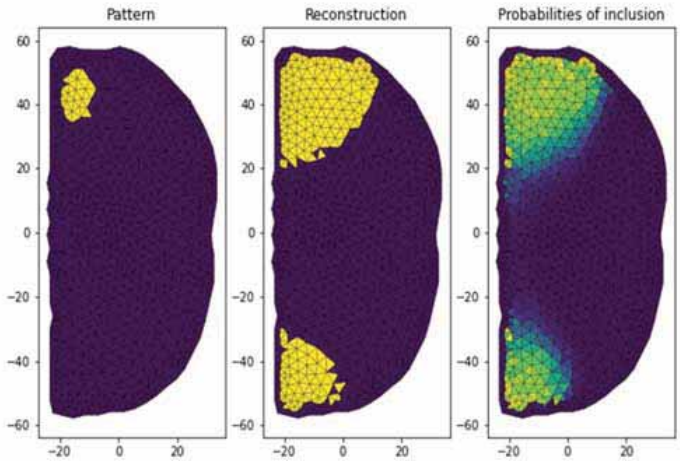


Figure 2. Pattern, reconstruction and probabilities of inclusions

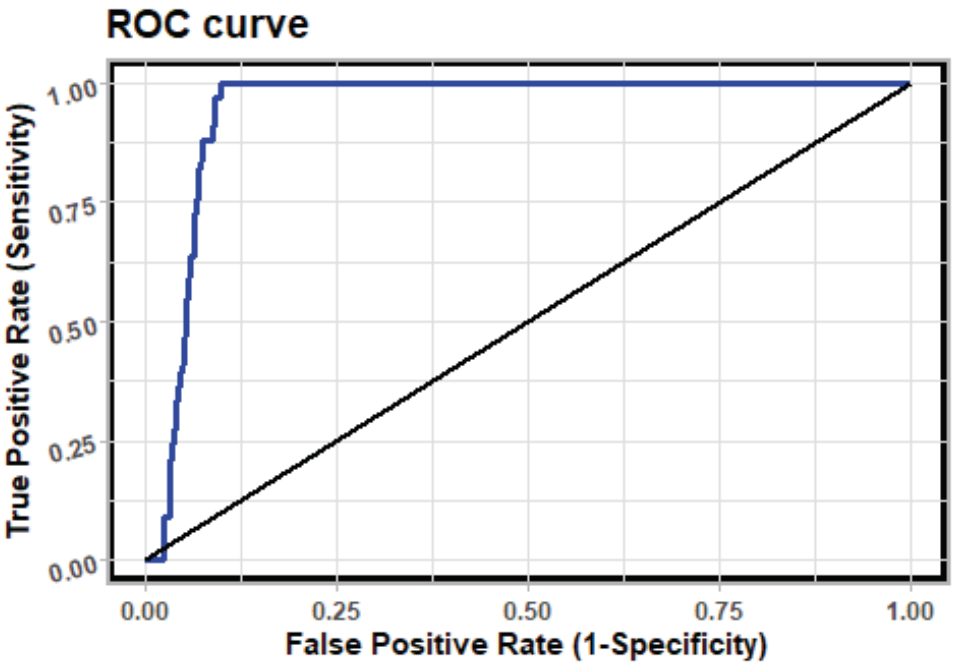


Figure 3. ROC analysis for an example

Literatura

[1] R. Wehrens, Chemometrics with r, Springer-Verlag GmbH, 2011.
[2] H. Zou, T. Hastie, Regularization and variable selection via the elastic net, Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology). 67 (2005) 301–320.
[3] J. Friedman, T. Hastie, R. Tibshirani, Regularization paths for generalized linear models via coordinate descent, Journal of Statistical Software. 33 (2010).
[4] X.G.S. Xin Yan, Linear regression analysis, World Scientific Publishing Company, 2009.
[5] T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, The elements of statistical learning, Springer-Verlag New York Inc., 2009.
[6] G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani, An introduction to statistical learning, Springer-Verlag GmbH, 2013.
[7] T. Fawcett, An introduction to ROC analysis, Pattern Recognition Letters. 27 (2006) 861–874. https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.10.010.
[8] D.J. Hand, R.J. Till, A simple generalisation of the area under the ROC curve for multiple class classification problems, Machine Learning. 45 (2001) 171–186. https://doi.org/10.1023/a:1010920819831.
[9] Y. Pan, Q. Mai, X. Zhang, TULIP: A toolbox for linear discriminant analysis with penalties, The R Journal. 12 (2020).
[10] Y. Guo, T. Hastie, R. Tibshirani, Regularized linear discriminant analysis and its application in microarrays, Biostatistics. 8 (2006) 86–100. https://doi.org/10.1093/biostatistics/kxj035.

ŚWIATOWE BADANIA W DZIEDZINIE BIOELEKTROMAGNETYZMU – WYBRANE KIERUNKI BADAWCZE NA KONFERENCJI BIOEM 2022

Andrzej KRAWCZYK

Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu

Sprawozdanie z przebiegu konferencji BioEM, przeprowadzonej w Nagoi (Japonia) w dniach 19-24 czerwca 2022

1. Dane ogólne

Konferencja odbywa się od ponad czterdziestu lat i organizowana przez the Bioelectromagnetic Society a od ponad dwudziestu lat również przez the European Bioelectromagnetics Association (EBEA). Omawiana konferencja odbyła się po połączeniu obu towarzystw, a zatem jej organizatorem było jedno już towarzystwo: the Bioelectromagnetic Society. Ostatnia konferencja odbyła się, po różnych perturbacjach, związanych z pandemią, jesienią 2021 roku w Gandawie, Belgia, a następna planowana jest w Oxfordzie, UK, w czerwcu 2023 roku. Tegoroczna konferencja została przeprowadzona w trybie hybrydowym ze względów pandemicznych – restrykcje, jakie były związane z wjazdem do Japonii były na tyle poważne, że uczestnikami konferencji w trybie stacjonarnym byli w przeważającej większości uczestnicy z Japonii, a sala obrad, co było widoczne podczas transmisji, były dosyć pustawe.

Konferencja odbywa się według schematu wypracowanego w ciągu wielu lat jej organizacji i jest znakomitym forum dla badaczy, ekspertów, a także dla studentów do spotkania i wymiany doświadczeń uzyskanych w wyniku realizowanych badań, wymiany myśli, idei, nowych rozwiązań organizacyjnych w dziedzinie szeroko rozumianego bioelektromagnetyzmu. Konferencji współprzewodniczyli Jianqing Wang (Nagoya Institute of Technology, Japan) oraz Soichi Watanabe (National Institute of Information and Communications Technology, Japan). W organizacji brał udział kilkunastosobowy zespół pracowników japońskich instytucji badawczych i uniwersytetów.

Obrady konferencji zostały podzielone na 4 sesje plenarne:

1. EM exposure risks for persons with implants: A neglected population?
   Ryzyko ekspozycji na pole elektromagnetyczne osób z wszczepionymi implantami. Pominięta społeczność?
2. What about 5G? – Biological effects of millimetre waves – research base, safety standards, and knowledge gaps *Co z 5G? Biologiczne efekty fal elektromagnetycznych mikrofalowych – badania podstawowe, bezpieczeństwo, standardy, luki w wiedzy.*
3. Transient changes in membrane hydration of liposome exposed to nanosecond electric pulses detected by wide-field Coherent anti-Stokes Raman microspectroscopy *Zmiany przejściowe w wilgotności błon liposomowych wystawionych na działanie nanosekundowych pulsów elektrycznych identyfikowanych w systemach mikrospektroskopowych*
4. The MOBI-Kids study
   Program badawczy MOBI-Kids, poświęcony badaniu dzieci.

Odbyło się też szereg warsztatów roboczych i kursów:

Worshop 1: Utilities Threshold Initiative Consortium(UTIC) *Inicjatywa wspólnych badań w dziedzinie ustalania fizjologicznych wartości progowych*

Workshop 2: A workshop in celebration of a half century of bioelectromagnetism research: What have we learned? *Spotkanie robocze celebrujące pół wieku badań bioelektromagnetycznych – czego się nauczyliśmy?*

Workshop 3: Monitoring of EMF exposures in real daily lives *Monitorowanie PEM w codziennym życiu*

Workshop 4: EMF risk communication – Lessons learned and future cooperation *Komunikacja ryzyka PEM – zdobyta wiedza i przyszłą współpraca*

Tutorial 1: Bioelectromagnetics research and its theoretical bases: How to reduce confusion and improve scientific progress *Badania bioelektromagnetyczne i ich podstawy teoretyczne: metody eliminacji problemów kłopotliwych i poprawa postępu naukowego*

Tutorial 2: Oxidative stress in research and the problem of biomarkers in EMF research *Badania stresu oksydacyjnego w badaniu biomarkerów w analizie PEM*

Workshop 5: 2B or not 2B – revisited from the perspectives of animal study *2B lub nie 2B – powtorne badania na zwierzętach*

Workshop 6: Experience from the use of new cellular and tissue models in the lab *Doświadczenie z użytkowania nowych modeli komórek i tkanek w badaniach laboratoryjnych*.

Odbyło się tez 14 sesji tematycznych, poświęconych następującym zagadnieniom: dozymetria pomiarowa, elektroporacja, dozymetria komputerowa, badania in vivo, badaniom na ludziach, zdrowie publiczne, teorii mechanizmów oddziaływań bioelektromagnetycznych, badania kliniczne, epidemiologia, standaryzacja.

Jak widać zakres tematyczny konferencji był bardzo szeroki i w zasadzie można postawić tezę, że obszar bioelektromagnetyzmu został w pełni pokryty.

Odbyły się też dwie sesje posterowe i dwie sesje studenckie typu „flash poster”.

Ze względu na fakt dużej różnicy czasowej pomiędzy Japonią a krajami europejskimi (7 godzin) niemożliwe było uczestnictwo czynne w sesjach przedpołudniowych, odbywających się w Nagoi. Organizatorzy konferencji umożliwili uczestnictwo bierne w tych sesjach poprzez dostęp do nagranych materiałów. Ograniczyło to w znacznym stopniu efektywność konferencji, jako, że niemożliwe było prowadzenie dyskusji z autorami referatów. Istniała co prawda metoda zadawania pytań drogą mailową, ale to jest droga pozbawiająca dyskusję ładunku emocjonalnego.

2. Wybrane części konferencji

Jak zaznaczono wyżej, konferencja miała bardzo szeroki zakres tematyczny, a zatem uwagę można było skupić na tych zagadnieniach, które leżały w kręgu zainteresowań uczestnika. Przedstawiony niżej wybór tematów konferencyjnych ma charakter subiektywny i związany jest z moimi zainteresowaniami.

2.1 Ryzyko ekspozycji na PEM u osób z wszczepionymi implantami

Tematyka implantów w polu elektromagnetycznym jest dyskutowana od dawna w środowisku bioelektromagnetycznym i fakt umieszczenia referatu jej dotyczącego na otwarcie konferencji wskazuje na jej ważnośc. Referat na ten temat pt EM exposure risks for persons with implants: A neglected population? (*Ryzyko ekspozycji na pole elektromagnetyczne osób z wszczepionymi implantami. Pominięta społeczność?)* przedstawił w sposób bardzo ciekawy Neil Kuster ze Szwajcarii, ETH Zurich & IT’IS Foundation, Zurich (współautorką artykułu była Aiping Yao z Chin, School of Information Science and Engineering, Lanzhou University, Lanzhou).

Autorzy referatu zwrócili uwagę na zwiększającą się dynamicznie liczbę osób z wszczepionymi implantami – obecnie jest to kilka milionów pacjentów na całym świecie. Podkreślili też, że obecne wytyczne bezpieczeństwa, dotyczące ekspozycji na PEM nie uwzględniają potencjalnego dodatkowego ryzyka związanego z obecnością przewodzących implantów.

Przedstawiony referat plenarny stanowi podsumowanie stanu wiedzy w tej dziedzinie, a zatem identyfikuje luki poznawcze oraz niedociągnięcia regulacyjne. Oba te elementy wiedzy są bardzo ważne, bowiem opracowane standardy na wytrzymałośc urządzeń medycznych rozmija się z dopuszczalnością emisji PEM: wartości dopuszczalne dla urządzeń medycznych są znacznie mniejsze od tych, dotyczących środowiska. W ten sposób, zgodnie z tytułem referat, wiele osób wystawianych jest na znacznie większe PEM, niżby to wynikało z przepisów elektromedycznych (stymulatory serca).

Ryzyko (jeśli występuje) stwarzane dla osób z implantami zostało w dużej mierze zignorowane i prawdopodobnie stanie się coraz większym problemem ze względu na szybko rosnącą liczbę osób z implantami narażonych na silne pola o niskiej częstotliwości, takie jak jako bezprzewodowe systemy przesyłania energii. Temat ten jest interesujący dla regulatorów, inżynierów i ekspertów zajmujących się ocena narażenia i analiza ryzyka.

Uzupełnieniem wystąpienia Neila Kustera był referat, przygotowany przez tych samych autorów, tym razem w odwrotnej kolejności i wygłoszony przez Aiping Yao. Referat dotyczył bezpieczeństwa pacjenta z implantem poddanego diagnostyce rezonansem magnetycznym. Autorzy rozważyli wszystkie trzy składowe PEM występujące w diagnostyce MRI. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego, zarówno gradientowego, jak i o częstotliwości radiowej może być dysfunkcyjne dla stymulatora. Autorzy wywiedli tę konkluzję z modelu matematycznego

2.2. Komunikacja ryzyka związanego z PEM

Jeden z worshopów (workshop 4) został poświęcony problemom związanym z informacją na temat oddziaływania pola elektromagnetycznego (PEM) na ludzi. W świetle zwiększania się liczby różnego rodzaju urządzeń emitujących PEM, rośną obawy ludzi przed jego negatywnym wpływem. Prowadzone szeroko badania nie wykazują tego negatywnego wpływu (potwierdzają to liczne referaty wygłoszone na omawianej konferencji), jednak nie zmniejsza to społecznych niepokojów, bowiem wiedza z laboratoriów naukowych nie dociera w sposób bezpośredni do ludzi. Stąd istnieje potrzeba budowy kanałów transmisyjnych pomiędzy sferą nauki a społeczeństwem. W workshopie 4, zatytułowanym *EMF risk communication – Lessons learned and future cooperation (Komunikacja ryzyka PEM – zdobyta wiedza i przyszłą współpraca)* przedstawione zostały 3 referaty, pokazujące jak można sprawnie i skutecznie przekazywać wiedzę laboratoryjną do użytkowników. Przedstawiono 3 referaty:

Chiyoji Ohkubo, Michael Repacholi, Jeong-Ki Pack, Christian Raupach, EMF risk communication – Lessons learned and future cooperation

Joang-Ki Pack, Activities related EMF risk in Korea for past 20 years

Christian Rapauch, EMF risk communication – Lessons learned and future cooperation

Wymienione wyżej referaty pokazują politykę trzech państw w dziedzinie komunikacji ryzyka, związanego z PEM: Japonii, Korei Południowej i Niemiec. Wszyscy prelegenci wskazywali na ważność tej polityki i jej duży wpływ na rozwój nowoczesnych technologii w ich krajach. Ważność ta jest widoczna również w fakcie, że wszyscy trzej prelegenci reprezentowali instytucje państwowe.

Istotnym elementem w komunikacji ryzyka jest działalność edukacyjna. Przypadek japoński wskazuje na ten aspekt bardzo mocno. Duża liczba spotkań z ludnością, w dużej mierze z jednorodnymi grupami targetowymi, np. kobiety w ciąży, pielęgniarki, uczniowie oraz umiejętne przekazywanie wiedzy na dany temat, skutkuje znacznym obniżeniem poczucia ryzyka związanego z emisją PEM. Podczas spotkań jest czas na eksperckie przedstawienie problemu i wyjaśniające rozmowy z uczestnikami, a na początku i końcu spotkania przeprowadzana jest ankieta wskazująca na jego efektywność. Ankieta dotyczy różnych aspektów, ale najważniejszym pytaniem jest pytanie skalę zaniepokojenia PEM. Prelegent przytoczył wyniki takich badań: przed spotkaniem liczba osób zaniepokojonych i bardzo zaniepokojonych wynosiła 66,4%, po spotkaniu spadła do 30,6%.

2.3. Wyniki projektu MOBI-Kids

Wyniki projektu MOBI-Kids zostały przedstawione w sesji plenarnej przez jedną z animatorek tego projektu Elisabeth Cardis w referacie zatytułowanym: *The MOBI-Kids study: association between wireless phone use in childhood and adolescence and brain tumours*

W projekcie MOBI-Kids wzięły udział Australia, Austria, Kanada, Francja, Niemcy, Grecja, Indie, Izrael, Włochy, Japonia, Korea, Holandia, Nowej Zelandia, Hiszpania. W krajach tych w drugiej dekadzie tego wieku prowadzono badania kliniczno-kontrolne, mające ocenić, czy korzystanie z telefonów bezprzewodowych (a w szczególności wynikająca z tego ekspozycja na PEM) ma negatywny wpływ na zdrowie dzieci i młodzieży. Badaniom poddano 899 osób z klinicznym wskazanie nowotworu mózgu w wieku 19-24 lat przy 1910 osobach w grupie kontrolnej. Średni wiek przypadków klinicznych i kontroli wynosił 16,5 i 16,6 lat; 57% stanowili chłopcy i młodzi mężczyźni. Zdecydowana większość uczestników badania to użytkownicy telefonów bezprzewodowych, nawet w najmłodszej grupie wiekowej, a badanie obejmowało znaczną liczbę osób długoterminowych (powyżej 10 lat) użytkowania: 22% ogółem, 51% w wieku 20–24 lat. Przeprowadzone analizy statystyczne nie dają dowodów na związek przyczynowy między używaniem telefonu komórkowego a indukowaniem się nowotworów mózgu u młodych ludzi. Jednak, ze względu na liczne uchybienia badawcze (*bias errors*), nie można wykluczyć, że ryzyko nie spada do zera.

2.4. Badania in vitro i in vivo

Wiele referatów konferencyjnych prezentowało wyniki badań oceny szkodliwości PEM różnych częstotliwości i zastosowań. Prelegentka, Prof. Myrtill Simko ze Szwecji, może być uznana za reprezentantkę całej grupy prezenterów, bowiem przeprowadziła analizę dużej liczby prac badawczych. Referat pt. Progress in in Vivo and in Vitro Investigations został przedstawiony w sesji roboczej W2 A workshop in celebration of a half century of bioelectromagnetism research: what have we learned? *Spotkanie robocze celebrujące pół wieku badań bioelektromagnetycznych – czego się nauczyliśmy*

Autorka korzystała z dostępnego portalu i EMF-Portal (https://www.emf-portal.org), i uzyskała z niego dostęp do 1871 publikacji, w tym 2716 badań dla PEM niskiej częstotliwości oraz 1516 publikacji, w tym 2258 badań (dostęp 08.03.22) dla PEM częstotliwości radiowej. . Wszystkie te publikacje są podzielone na kategorie w głównych obszarach: zdrowie (m.in. nowotwory i wpływ na układ odpornościowy), DNA (w tym reakcja na stres oksydacyjny, genotoksyczność), mózg (np. BBB, sen), komórki (np. apoptoza/śmierć komórki, proliferacja/wzrost komórek) oraz funkcje komórkowe, takie jak transdukcja sygnału i/lub mechanizmy oddziaływań bioelektromagnetycznych.

Tak więc różnorodność systemów biologicznych i punktów końcowych, warunki narażenia (takie jak częstotliwość narażenia, czasy ekspozycji, natężenie pola itp., nawet bez użycia jednostek SI itp.) są ogromne. Dlatego też powstaje pytanie, w jaki sposób badania te można wykorzystać do oceny ryzyka? Czy są przydatne i odpowiedniej jakości? Czy występują problemy z analizą statystyczną badań? W jakim stopniu można wykorzystać te badania lub uważane za badania oparte na dowodach do oceny ryzyka?

W prezentacji nakreślone zostały historyczne trendy w publikowaniu opracowań, a także omówione zostały konkretne cechy w badaniach przydatnych do oceny ryzyka i omówienia tego, czego możemy się nauczyć z imponującej liczby danych zgromadzonych w opublikowanych artykułach.

Z przeprowadzonej meta-analizy autorka wyciąga wniosek:

nie zauważyliśmy żadnego związanego z PEM wrostu zachorowań ludności odkąd używamy PEM (*we have not seen any EMF correlated increase of illnesses in the population since we use EMF*).

Prof. Myrtill Simko wygłosiła jeszcze referat plenarny, który w dużym stopniu korelował z wyżej omówionym pt. What about 5G? – Biological effects of millimetre waves – research base, safety standards, and knowledge gaps *Co z 5G? Biologiczne efekty fal elektromagnetycznych mikrofalowych – badania podstawowe, bezpieczeństwo, standardy, luki w wiedzy*

W swojej prezentacji prof. Simko odniosła się niezwykle kompetentnie do dyskusji na temat 5G, precyzując czym jest 5G, jak może wpływać na ludzi, jak PEM emitowane w systemie 5G mieści się w przyjętych standardach i normach, co już wiemy o tzw. falach milimetrowych a co jest jeszcze do zbadania. Referentka zaproponowała matematyczne ujęcie ryzyka związanego z PEM:

Ryzyko = Ekspozycja x Zagrożenie

Wzór ten wskazuje na czynniki jakie potrzebne są do wystąpienia ryzyka.

Oba wystąpienia prof. Myrtill Simko są znakomitym przykładem rzeczowego podejścia do złożonej problematyki bioelektromagnetyzmu. Warto odnaleźć w sieci jej publikacje.

Warto też dodać, że to rzeczowe podejście Pani prof. Simko wynika z jej długoletniej pracy w dziedzinie bioelektromagnetyzmu. Jest ona profesorem biologii komórki w Instytucie Studiów Zaawansowanych, Akademii Strömstad i Dyrektorem Naukowym w SciProof International AB, Östersund, Szwecja. Ma ponad 30 lat doświadczenie w badaniach i nauczaniu PEM, jej badania skupiają się na reakcji komórkowych po ekspozycji na PEM, a także nad zastosowaniem diagnostyki i terapii opartych na PEM.

3. Podsumowanie

Referaty i dyskusje wokół nich wskazywały na pewien, ustalony już, stan wiedzy na temat interakcji PEM i środowiska biologicznego oraz na potrzebę wypełniania pozostałych jeszcze luk w wiedzy. Szczególnie obszary komórkowe i subkomórkowe są intensywnie badane. Ustalony stan wiedzy, badania do tej chwili przeprowadzone, wskazują na brak negatywnych dla zdrowia ludzi oddziaływań PEM. Taka dobra wiadomość powinna być propagowana szeroko w celu uspokojenia niepokojów społecznych związanych z technologiami telekomunikacyjnymi, szczególnie z wprowadzaną właśnie technologią 5G

METAFIZYCZNO-MEDYCZNE ASPEKTY ELEKTROMAGNETYZMU

Andrzej KRAWCZYK[1], Ewa KORZENIEWSKA[2]

[1] Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu

[2] Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechnika Łódzka

Elektromagnetyzm jest źródłem jednego z czterech podstawowych oddziaływań we wszechświecie. Pozostałe takie jak grawitacja, silne oddziaływanie atomowe i słabe oddziaływanie atomowe zostały odkryte znacznie później niż elektromagnetyzm i stąd nie towarzyszy im pewna atmosferę tajemniczości i religijnego doświadczenia. Odkrycie kamieni magnetycznych i bursztynu uruchomiło wyobraźnię ludzi ówcześnie żyjących w utożsamianie źródła siły działającej na odległość w boskiej naturze tej siły. Ernest Benz (1907-1978), autor książki „*The Theology of Electricity: On the Encounter and Explanation of Theology and Science in the 17th and 18th Centuries*” (rok wydania 1989)[1] uważał, ze wspomnianym odkryciom towarzyszyła znacząca zmiana w obrazie Boga, prowadząca do zupełnie nowego rozumienia relacji ciała i duszy, ducha i materii.

Uważano w starożytności, że bursztyn i magnes posiadały dusze. Starożytni Sumerowie włączali w element stroju magnetyczne amulety z wygrawerowanym obrazem boga babilońskiego Marduka, nadając mu cechę „tego-który-działa-na-odległość”. Amulety te, jak wierzyli chroniły ich przed wpływem złych duchów. Początek naszej ery przyniósł bardziej komercyjne działanie elektryczności i magnetyzmu. Scribonius Largus (ok. 1 - ok. 50), nadworny lekarz cesarza Klaudiusza był prekursorem używania elektryczności, generowanej przez drętwę, rybę żyjącą w Tybrze o łacińskiej nazwie „torpedo”. Uczeni średniowieczni, Awicenna (980 – 1037) i Awerroes (1126 – 1198) czerpali moc uzdrawiającą z elektryczności generowanej przez inne ryby, m.in. suma i węgorza. Wszystkie te zabiegi łączyły elektryczność i magnetyzm z myśleniem ezoterycznym, mającym moc uzdrawiania.

Magnetyzm pobudzał też poetów i mistyków, którzy oddziaływanie magnetyczne przypisywali kontaktom między Bogiem a ludźmi. Dobry przykład takiego podejścia daje poeta i mistyk dolnośląski Angelus Silesius (pol. Anioł Ślązak; 1624 – 1677), który pisał tak:

Miłość jest jak magnes, gdy ku Bogu wzywa, zaś samego Boga nawet w śmierć porywa.

Magnes duchowy i stal
Bóg jest magnesem, moje serce jest stalą
Zawsze zwraca się do Niego, gdy tylko go dotknie

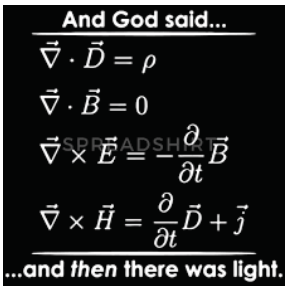
Magnetyzm i elektryczność rozpatrywane jeszcze oddzielnie, ze względu na tajemniczość ich działania, prowadziły myślicieli starożytnych i średniowiecznych do nadania im cechy boskości, rozumianej jako niemożność jednoznacznego ich zdefiniowania. W odróżnieniu od zjawisk mechanicznych, zjawiska elektryczne i magnetyczne, nie miały jednej interpretacji. Dał temu wyraz pierwszy historyk elektryczności, Joseph Priestley (1733 – 1804): …*Aby pojąć sposób, w jaki niewidzialny czynnik wytwarza niemal nieskończoną różnorodność widzialnych skutków, należy pozostawić pełną swobodę wyobraźni. Ponieważ czynnik jest niewidzialny, każdy uczony ma całkowitą wolność i może robić, co u się tylko podoba*.[2]

[1] Pierwsze wydanie książki w języku niemieckim miało miejsce w 1970 roku
[2] *The History and Present State of Electricity, with Original Experiments* (1767)

W połowie osiemnastego wieku elektryczność i magnetyzm nadal były uznawane za źródło zdrowia i życia, a zatem traktowane były jako swoiste *elan vital* (energia życia). Tutaj przytoczyć trzeba Franza Antona Mesmera, wiedeńskiego lekarza, który w Paryżu praktykował leczenie magnetyczne, „wyrównując” pole magnetyczne w ciele pacjenta za pomocą swoich rąk, wspomaganych użyciem magnesów. Uważał, że czynnikiem odpowiedzialnym za zdrowie ludzkie jest wewnętrzny magnetyzm, który nazywał *magnetisme animal*, co zostało przetłumaczone na polski, w sposób bardzo niefortunny, jako magnetyzm zwierzęcy. Należało tutaj posłużyć się łacińskim znaczeniem słowa *anime* – dusza, i wtedy nazwa sformułowana przez Mesmera po francusku, brzmiała by po polsku: magnetyzm duszy.

Mistyczne podejście do magnetyzmu i elektryczności zostało w dużym stopniu osłabione odkryciami Oersteda, Faradaya, a przede wszystkim modelem matematycznym pola elektromagnetycznego stworzonym przez Jamesa Clerck Maxwella. Odkrycia przytoczonych fizyków, a w szczególności model matematyczny elektromagnetyzmu zbudowany przez Maxwella wprowadził interesujące nas zjawiska fizyczne do obszaru wiedzy, poddanej opisowi matematycznemu, a zatem pozbawionej nimbu boskości.

Odejście od mistycyzmu okazało nieoczywiste, albowiem w model matematyczny, opracowany przez Maxwella, zostało włączone światło. Z punktu fizycznego, fakt ten wskazuje tylko na to, że w widmie częstotliwości pola elektromagnetycznego jest taki obszar tego widma, który przejawia się w postaci światła widzialnego. Jednak dla tych, którzy poszukują elementów mistycznych równania Maxwella są wyrazem mocy Bożej w kreacji świata. Często jest to podejście do tego problemu w sposób dowcipny i wtedy powstaje, wywołujące uśmiech, połączenie cytatu biblijnego z równaniami Maxwella (rys. 1):



Rys. 1. Przykład nadruku na koszulkach

Czasami jednak chęć włączenia elektromagnetyzmu (światła) do metafizycznej interpretacji prowadzi do powstania trudnych do akceptacji konstrukcji myślowych. Przykładem może być publikacja Janusza Sławińskiego „Cień Boga-światło. Elektromagnetyzm a niektóre problemy ontologiczne i eschatologiczne” opublikowany w wydawnictwie Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu w 2007 roku. Autor opracowania (ur. 1932) jest profesorem chemii, a do refleksji nad światłem skłoniły go badania, jakie prowadził nad chemią luminescencji oraz tzw. ultrasłabego świecenia układów żywych.

Światło, jako forma promieniowania elektromagnetycznego, jest w ujęciu Autora, jednością trzech pól wektorowych, które różnią się jedynie formą istnienia, relacjami wzajemnymi i pochodzeniem. Takie podejście do światła prowadzi profesora Sławińskiego do budowy zaskakującego porównania do Trójcy Świętej, gdzie ładunek Q (Pater-Ojciec) wytwarza pole elektryczne E (Filius-Syn), a zmienne pole E indukuje zmienne pole magnetyczne B(H) (Spiritus Sanctus-Duch Święty). Dalsze rozważania Profesora wiodą go do budowy analogii pomiędzy emisją pola elektromagnetycznego i jego anihilacją w procesie dyssypacji a narodzinami i umieraniem organizmów żywych.

Przytoczona praca wskazuje na konieczność stosowania silnej dyscypliny myślowej i wstrzymywanie się od prób przekraczania własnych kompetencji.

WYBRANE ASPEKTY EKRANOWANIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Andrzej KRAWCZYK[1], Ewa KORZENIEWSKA[2]

[1] Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu

[2] Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechnika Łódzka

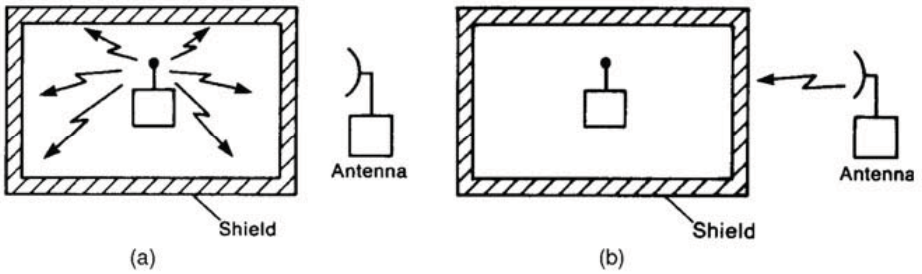
Ekranowanie (shielding, screening, housing) pola elektromagnetycznego (PEM), nazywane ekranowaniem elektromagnetycznym, polega na intencjonalnym sterowaniu PEM w celu redukcji energii elektromagnetycznej w produktach elektrotechnicznych, redukcji wartości PEM w wyznaczonych obszarach. Pole elektromagnetyczne jest zjawiskiem fizycznym, które jest wytwarzane w celu wytwarzania i przetwarzania energii elektrycznej (generatory, silniki, transformatory, urządzenia grzejne, elektromedycyna), i to dotyczy niskich częstotliwości, przede wszystkim częstotliwości 50 Hz, a także w celu wytwarzania i przekazywania informacji (łączność bezprzewodowa, media audiowizualne, radary, techniki militarne i medyczne), i to dotyczy głównie PEM o wysokiej i bardzo wysokiej częstotliwości.

W problemach niskiej częstotliwości redukcję pola magnetycznego w obudowie, np. w kadzi transformatora, uzyskuje się przez użycie:

1. ekranu magnetycznego, tj. materiału o bardzo dużej przenikalności magnetycznej (blachy ferromagnetyczne),
2. materiału o wysokiej wartości konduktywności (miedź, aluminium).

W pierwszym przypadku ekran służy do odpowiedniego poprowadzenia (zamknięcia) linii sił pola magnetycznego, przez co pole magnetyczne nie wniknie do stali, a w drugim przypadku, znakomita część energii wynikłej z istnienia prądów wirowych zostanie w ekranie przewodzącym, co spowoduje, że straty energii będą, ze względu na wysoką przewodność ekranu, mniejsze niż w obudowie stalowej. Należy też zwrócić uwagę na fakt, że źle dobrane ekranowanie może pogorszyć sytuację energetyczną całego obiektu. Ponad pięćdziesiąt lat temu zjawisko to zostało odkryte i przeanalizowane przez dwóch dyplomantów z Wydziału Elektrycznego Politechniki Łódzkiej [1].

W zagadnieniach wysokoczęstotliwościowych ekran/ekranowanie zwykle odnosi się do metalowej obudowy, która całkowicie otacza produkt elektroniczny lub część tego produktu. Istnieją dwa cele ekranu, jak pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Możliwości ekranowania PEM: a) wewnętrzne b) zewnętrzne

Pierwszym z nich jest zapobieganie promieniowaniu elektroniki produktu poza granicę produktu. Motywacją jest tutaj albo zapobieganie powodowaniu przez te emisje, że produkt nie jest zgodny z limitami emisji promieniowanych, albo zapobieganie powodowaniu przez produkt zakłóceń z innymi produktami

elektronicznymi. Drugim celem osłony jest zapobieganie sprzężeniu emisji promieniowania na zewnątrz produktu z jego elektroniką, co może powodować zakłócenia w jego wnętrzu. Jako przykład można zastosować ekranowanie w celu zmniejszenia podatności na sygnały zewnętrzne, takie jak radary dużej mocy lub transmisje radiowe i telewizyjne.

Ujmując sprawę w sposób syntetyczny, można powiedzieć, że ekran stanowi barierą dla transmisji pola elektromagnetycznego. Skuteczność ekranowania wyraża się stosunkiem jako stosunek wielkości pola elektrycznego (magnetycznego), które pada na ekran do wielkości pola elektrycznego (magnetycznego), które przeniknęło przez ekran. Skuteczność ekranowania wraża się w decybelach (dB). Przykładowo, redukcja składowej magnetycznej lub składowej elektrycznej PEM 10^5 razy wyrażone w decybelach daje wartość 100 dB.

Grubość ekranu, jego kształt, parametry fizyczne materiału oraz częstotliwość PEM, mają bardzo duży wpływ na skuteczność ekranowania. Podobnie, jak to jest w przypadku niskich częstotliwości, źle zaprojektowany ekran może prowadzić do efektu przeciwnego do oczekiwanego. Na przykład ekran z wadą geometryczna (szczeliny, pęknięcia, przecięcie) lub źle zaprojektowany może prowadzić do zwiększenia intensywności PEM w obszarze chronionym. Clayton Paul pisze w swojej książce [2]: *Ekran musi całkowicie osłaniać elektronikę i nie może mieć żadnych zakłóceń w strukturze, takich jak otwory, szwy, gniazda lub kable. Wszelkie nieciągłości struktury ekranu, o ile nie zostaną odpowiednio potraktowane, mogą drastycznie zmniejszyć skuteczność tarczy.*

Materiałami, najczęściej używanymi w technice ekranowania, to stal ocynowana, miedź, aluminium i ich stopy, np. miedź 770 (stop miedzi, niklu i cynku).

W ostatnich latach nastąpiła erupcja w zakresie produkcji ekranów elektromagnetycznych, mających ochronić mieszkanie, ale także człowieka przed „niebezpiecznym promieniowaniem elektromagnetycznym”. Produkcja takich elementów ochronnych, jak farb, tapet, pościeli, pałatek ochronnych czy elementów ubioru, nie przewiduje certyfikowanych badań efektywności i jest klasycznym przykładem eliminacji ludzkich lęków metodą placebo. Na rys. 2 pokazane są przykłady elementów ubioru i wyposażenia mieszkania.

Rys. 2. Przykłady indywidualnego ekranowania pola elektromagnetycznego

Patologiczną formą takiego podejścia do PEM prezentują osoby, nazywane „foliarzami” (ang. tin *foil hatters).* Osoby te, poprzez nakładanie na głowę ochrony, w postaci czapeczki z folii aluminiowej, chronią się przed PEM, które powoduje kontrolę umysłu, zmiany świadomościowe, i inne niebezpieczne ingerencje w ludzki umysł. Poglądy foliarskie zyskały na popularności w czasie wprowadzania na rynek telekomunikacyjny technologii 5G.

Literatura

[1] Krawczyk, E. Słychań, Doświadczalne i obliczeniowe wyznaczanie strat i pola magnetycznego na powierzchni ekranowanej kadzi stalowej, Praca dyplomowa, Wydział Elektryczny, Politechnika Łódzka, 1971.
[2] P. R. Clayton, Introduction to electromagnetic compatibility, John Wiley-and Sons, 2006.
[3] K. Żerańska-Chudek, A. Siemion, N. Pałka,A. Mdarhi, I. El Aboudi, C. Brosseau, M. Zdrojek “Terahertz shielding properties of carbon black based polymer nanocomposites” Materials 14, 835 (2021).

MULTISENSOR PLATFORM USING INDUSTRIAL TOMOGRAPHY FOR MONITORING AND CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

Krzysztof KRÓL[1,2], Tomasz RYMARCZYK[1,2], Konrad NIDERLA[1,2], Edward KOZŁOWSKI[3]

[1] Research and Development Center, Netrix S.A, Lublin

[2]University of Economics and Innovation, Lublin

[3]Lublin University of Technology, Faculty of Management, Lublin

System description

This article presents a multisensor industrial tomography platform used for diagnostics and control of technological processes. The concept of the whole platform has been developed as a system of Industry 4.0. The main intention is to prepare the whole in such a way that it is possible to add individual sensors cooperating with the system of an intelligent cyber-physical platform of open architecture. An important element is free configuration and cooperation with external systems. Experimental work has developed a platform that allows individual subsystems and external customer systems to work together. Cyber-physical system, is a generation of digital systems that focuses mainly on the complex interdependencies and integration between cyberspace and the real world. A cyber-physical system consists of integrated computing, communication, control and physical elements.

As general assumptions of the system, it can be pointed out that the portal allows the user to manage the data stored on the server. It is possible to read current data as well as historical data. The data from the sensors are sent to a database and it is possible to check and read them at any time. Individual sensors can be added to the system and they can communicate using the Kafka system. The system continuously displays data from sensors measuring various physical quantities.

The system cooperates with intelligent sensors. The sensors in the case of this system are not only sensors to measure physical quantities, but in addition industrial tomography is used, which works with appropriate algorithms to analyse and diagnose technological processes.

By networking smart sensors, there can be many benefits for industrial environments, such as the combination of information and operational technologies. While operational technologies include hardware and software systems to control processes on the shop floor, they have often not been integrated into a network or larger computer Nowadays, such a connection allows IT components to communicate directly with other machines as well as with central servers, exchanging information via an IT network. At the same time, note the reduction in the number of operations required; improved efficiency and asset utilisation; minimisation of asset lifecycle cost; faster decision making; buying and selling products as services, expanding business opportunities and enabling new business models for manufacturing. Therefore, the requirements for emerging factories that form global networks encompassing assets, storage systems and manufacturing processes in the form of cyber-physical systems are key themes.

Cyber-physical systems enable increased levels of efficiency and productivity in industrial value creation due to the amount of real-time information provided about technical processes. For cyber-physical systems to be used to their full potential, the information collected should include staff knowledge. Often such knowledge is

only available informally and formalisation is a problem. However, due to the great value of this knowledge, methods of systematic recording, categorisation and mapping should be introduced. The availability of this knowledge can be used to develop action guidelines, which are an essential part of decision support systems. This is the case, for example, when repairing a damaged car. When a fault occurs for the first time, a documented troubleshooting procedure can provide guidance on how to deal with the fault when it recurs, and the person carrying out the repair can benefit from the experience curve effect. However, the task of systematically recording, classifying and mapping tacit knowledge requires additional effort on the part of staff. Therefore, it is necessary to determine the overall added value based on the availability of guidelines for action after the development and implementation of the decision support system.

EIT measurement

In industrial research, it is often necessary to perform non-destructive measurements without interfering with the interior of the test object. Pre-sensor systems consist of a network of intelligent sensors using wired and wireless communication that allow direct or indirect data collection from various sources related to the manufacturing process.

The sensors and devices are connected to a communication interface whose task is to read the signals from the selected sensors, process them in a coherent manner and transmit the read and processed data to the data acquisition module. The algorithm was trained using training data obtained by computer simulation of a real model to solve the inverse problem. The conductivity values of each pixel of the output vector provide insight into the interior of the test object.

Computed tomography allows the use of EIT technology to examine cross-sections of enclosed spaces. By measuring the voltage on electrodes located close to the medium and determining the spatial distribution of impedance, the internal structure of the medium can be imaged. It is equipped with a built-in microcomputer that allows EIT measurements to be made and reconstructed diagrams to be displayed based on these measurements (Figure 1). It also has a network interface and can transfer data to an external server. The tomograph measures voltage by switching channels using a polar system.

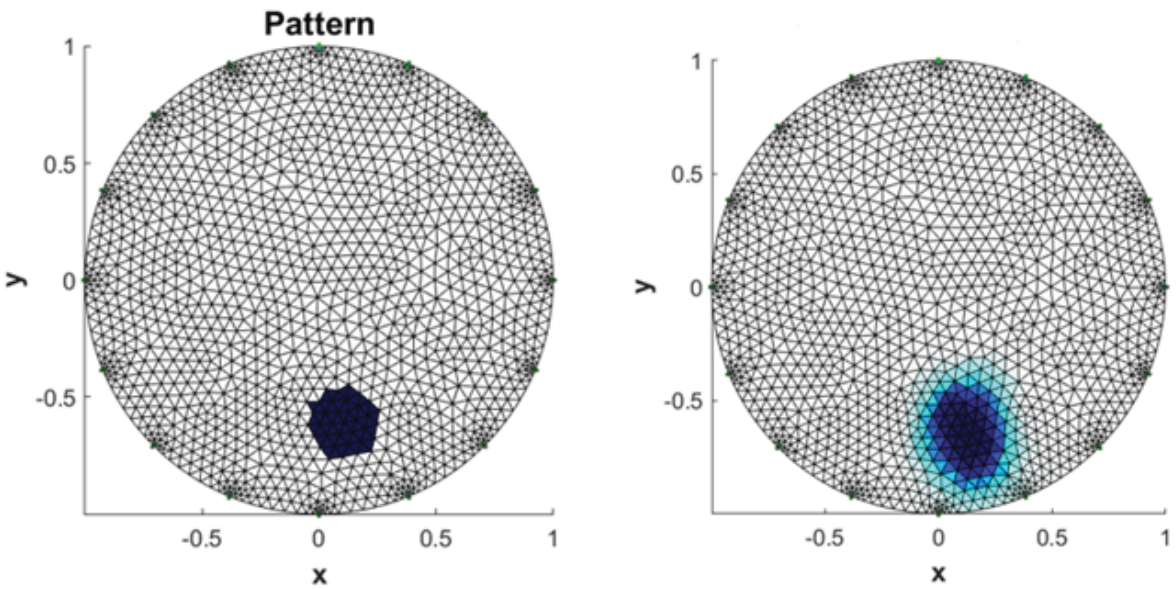


Figure 1. Reconstruction of the EIT

References

[1] Kong XT, Zhong RY, Zhao Z, Shao S, Li M, Lin P, et al. Cyber physical ecommerce logistics system: an implementation case in Hong Kong. Comput Ind Eng 2020;139:106170.

[2] He J, Jia G, Han G, Wang H, Yang X. Locality-aware replacement algorithm in flash memory to optimize cloud computing for smart factory of industry 4.0. IEEE Access 2017;5:16252-62.

[3] Shang C, Bao X, Fu L, Xia L, Xu X, Xu C. A novel key-value based real-time data management framework for ship integrated power cyber-physical system. 2019 IEEE innovative smart grid technologies — Asia (ISGT Asia) 2019:854-8.

[4] Manavalan E, Jayakrishna K. A review of internet of things (iot) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. Comput Ind Eng 2019; 127:925-53.

[5] Assawaarayakul C, Srisawat W, Ayuthaya SDN, Wattanasirichaigoon S. Integrate digital twin to exist production system for industry 4.0. 2019 4th technology innovation management and engineering science international conference (TIMES-iCON) 2019:1-5.

[6] Akhtari S, Pickhardt F, Pau D, Pietro AD, Tomarchio G. Intelligent embedded load detection at the edge on industry 4.0 powertrains applications. 2019 IEEE 5th international forum on research and technology for society and industry (RTSD2019:427-30.

[7] Poor P, Basl J, Zenisek D. Predictive maintenance 4.0 as next evolution step in industrial maintenance development. 2019 international research conference on smart computing and systems engineering (SCSE) 2019:245-53.

[8] Occhiuzzi C, Amendola S, Nappi S$, D’Uva N, Marrocco G. Rfid technology for industry 4.0: architectures and challenges. 2019 IEEE international conference on RFID technology and applications (RFID-TA) 2019:181-6.

[9] Intelligent Sensor Platform with Open Architecture for Monitoring and Control of Industry 4.0 Systems / Krzysztof Król, Andrzej Marciniak, Janusz Gudowski, Agnieszka Bojanowska // European Research Studies Journal.- 2021, vol. 24, nr Special Issue 2, 597-606.

[10] Lins T, Oliveira RAR. Cyber-physical production systems retrofitting in context of industry 4.0. Comput Ind Eng 2020;139:106193.,59.

[11] T. Saarikko, U. H. Westergren, and T. Blomquist, "The Internet of Things: Are you ready for what’s coming?," Business Horizons, vol. 60, no. 5, 2017.

DOŚWIADCZALNA OCENA ODZIAŁYWANIA POLOWYCH ZJAWISK ELEKTROMAGNETYCZNYCH NA SPAWACZA PRACUJĄCEGO W METODZIE SMAW W POLARYZACJACH DCEN ORAZ DCEP

Piotr KRUPSKI[1], Joanna MICHAŁOWSKA[2]

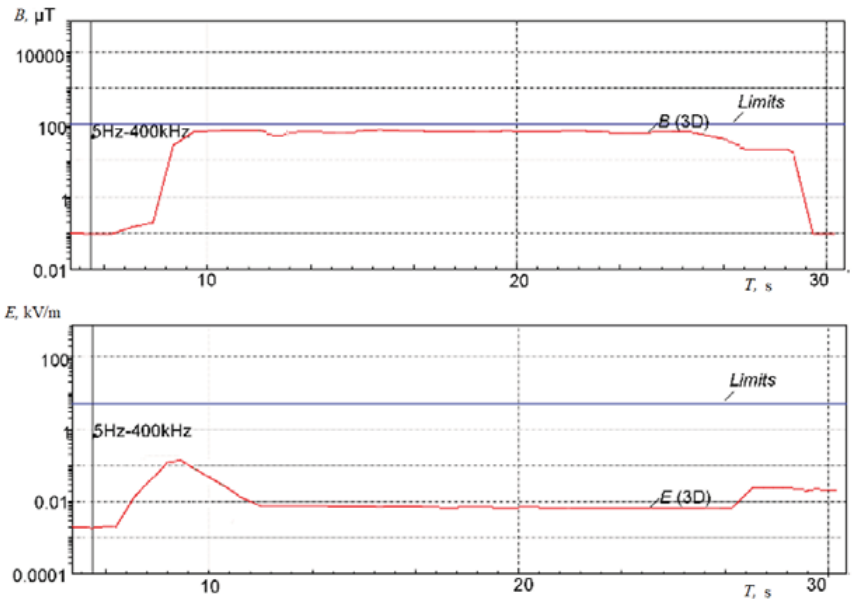
[1] Lublin University of Technology, Faculty Fundamentals of Technology

[2] The University College of Applied Science in Chelm,
The Institute of Technical Sciences and Aviation

Doświadczenie przeprowadzono na stanowisku spawalniczym, wyposażonym w stół z odciągiem mobilnym. Jako źródła spawalniczego użyto inwerterowego urządzenia *VDI 250P Paton*. Złącze spawane było wykonywane w materiale stal, DIN: ST37.2 (EN: S235JRG2) o grubości 5 mm. Stosowano Elektrody otulone OK 46.00 *ESAB* o składzie: C=0,08 [%] Si=0,3[%] Mn=0,4 [%] P=0,03 [%] S=0,03 [%] i średnicy 4 mm, Wykonywano spoinę pachwinową, na złączu teowym w pozycji podolnej, stosując prądy robocze wartościach: 100 A, 150 A, 200A. Badania natężenia pola elektromagnetycznego zostały przeprowadzone za pomocą miernika ESM-100 *Maschek*.

Rys. 1. Stanowisko spawalnicze wraz z miernikiem ESM-100

Pomiar prądu spawania prowadzono przy pomocy miernika cęgowego UT207 *UNI-T*. Do pomiarów napięcia wykorzystano multimetr UT71 *UNI-T*. Pomiary natężeń pola elektrycznego oraz indukcji magnetycznej wykonywano w punktach siatki charakteryzujących narażenie pochylonej głowy spawacza oraz narządów jamy brzusznej, miednicy małej i podbrzusza. Na wysokości 100 cm oraz 150 cm, gdzie usytuowany był przyrząd pomiarowy (ESM-100) Przykładowe wyniki pomiarów przebiegu zmian parametrów natężenia pola elektrycznego i indukcji magnetycznej pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Przykładowe wyniki pomiarów przebiegu zmian parametrów natężenia pola elektrycznego i indukcji magnetycznej zmierzone na stanowisku pracy spawacza pracującego w metodzie SMAW, 111 w bezpośrednim otoczeniu obiektu spawanego, na wysokości 100 cm

Podsumowanie

Monitoring pola elektromagnetycznego jest bardzo ważny z punktu widzenia negatywnych skutków długotrwałego narażenia osób na oddziaływania składowej elektrycznej i magnetycznej pola elektromagnetycznego. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że chwilowa wartość składowej magnetycznej *B* przekraczała 80 µT, a wartość natężenia pola elektrycznego *E* przekraczała 100 V/m. Podczas spawania natężenie pola elektromagnetycznego, zarówno dla składowej magnetycznej jak i elektrycznej była kilkakrotnie wyższa w porównaniu do wartości zmierzonych bez pracy spawarki (tło). Wartości natężeń zmieniają się skokowo w momencie zajarzania i zrywania łuku elektrycznego.

Literatura:

[1] W. Yu, M. Fan, J. Shi, F. Xue, X. Chen, i H. Liu, „A comparison between fracture toughness at different locations of SMAW and GTAW welded joints of primary coolant piping”, *Eng. Fract. Mech.*, t. 202, s. 135–146, paź. 2018, doi: 10.1016/j.engfracmech.2018.09.021.

[2] I. Alkahla i S. Pervaiz, „Sustainability assessment of shielded metal arc welding (SMAW) process”, *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, t. 244, s. 012001, wrz. 2017, doi: 10.1088/1757-899X/244/1/012001.

[3] S. Mahajan i R. Chhibber, „Design and Development of Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Electrode Coatings Using a CaO-CaF2-SiO2 and CaO-SiO2-Al2O3 Flux System”, *JOM*, t. 71, nr 7, s. 2435–2444, lip. 2019, doi: 10.1007/s11837-019-03494-9.

[4] Manual Metal Arc (MMA) Welding”, *Linde Gas*. https://www.linde-gas.com/en/processes/cutting_joining_and_heating/welding/manual_metal_arc_welding/index.html (udostępniono 17 maj 2022).

AUTOMATYCZNE ROZPOZNAWANIE CHORÓB SKÓRY NA PODSTAWIE KLASYFIKACJI OBRAZÓW ZA POMOCĄ KONWOLUCYJNYCH SIECI NEURONOWYCH

Małgorzata KRZYWICKA, Kamil STOKFISZEWSKI[1], Agnieszka WOSIAK[1]

[1] Politechnika Łódzka, Łódź

W dzisiejszych czasach miliony ludzi cierpią na różne rodzaje chorób skóry, takie jak choroby alergiczne, trądzik, grzybice czy łuszczyca [1]. Zmaganie się ze schorzeniami skóry oprócz symptomów chorobowych niesie ze sobą również dodatkowe zagrożenia. Szacuje się, że choroby skóry u około 30% pacjentów prowadzą do utraty pewności siebie. Ponadto, w zależności od choroby, u wielu pacjentów pojawiają się schorzenia powiązane, takie ja zespół metaboliczny, choroby zapalne jelit zapalenie stawów lub depresja.

Ze względu na trudności związane z rozpoznaniem chorób skóry związane z brakiem wizualnej pewności, diagnozowanie tego rodzaju chorób wymaga zazwyczaj posiadania zaawansowanej wiedzy eksperckiej oraz zastosowania wysokiej klasy sprzętu medycznego. Co więcej, nawet w takich przypadkach manualne diagnozowanie chorób skóry jest często subiektywne, czasochłonne i wymaga dużego wysiłku. Dlatego też istnieje potrzeba prowadzenia prac badawczych, które pozwoliłyby na wspomaganą komputerowo, automatyczną diagnostykę problemów chorób skórnych oraz rekomendują odpowiednią terapię z uwzględnieniem pola elektromagnetycznego [2, 3, 4].

Celem opisanych w ramach niniejszej pracy badań jest opracowanie architektury sieci neuronowej, która pozwoliłaby na uzyskanie satysfakcjonujących wyników klasyfikacji łuszczycy i atopowego zapalenia na podstawie obrazów skóry. Atopowe zapalenie skóry i łuszczyca są dwiema chorobami, które nie tylko mają podobny obraz wizualny, ale także opisane są przez podobną charakterystykę, która wykorzystywana jest przez lekarza. Czyni to pierwszą diagnozę bardzo trudną i często skutkuje tym, że pacjent musi niepotrzebnie cierpieć i zgłaszać się na kolejne wizyty zanim otrzyma odpowiednią diagnozę [5].

Badania eksperymentalne przeprowadzone zostały na referencyjnym zbiorze Skin Disease Dataset [6]. Każdy obraz był kolorowy oraz miał wymiary 320 na 320 pikseli. Na potrzeby badań, ze zbioru wyodrębnione zostały jedynie obrazy przedstawiające skórę atopową oraz łuszczycową. Ponadto, usunięte zostały zdjęcia, w których dominującą rolę w rozpoznaniu obrazu mogłyby odgrywać artefakty (rozległy obraz tła, odległy kadr).

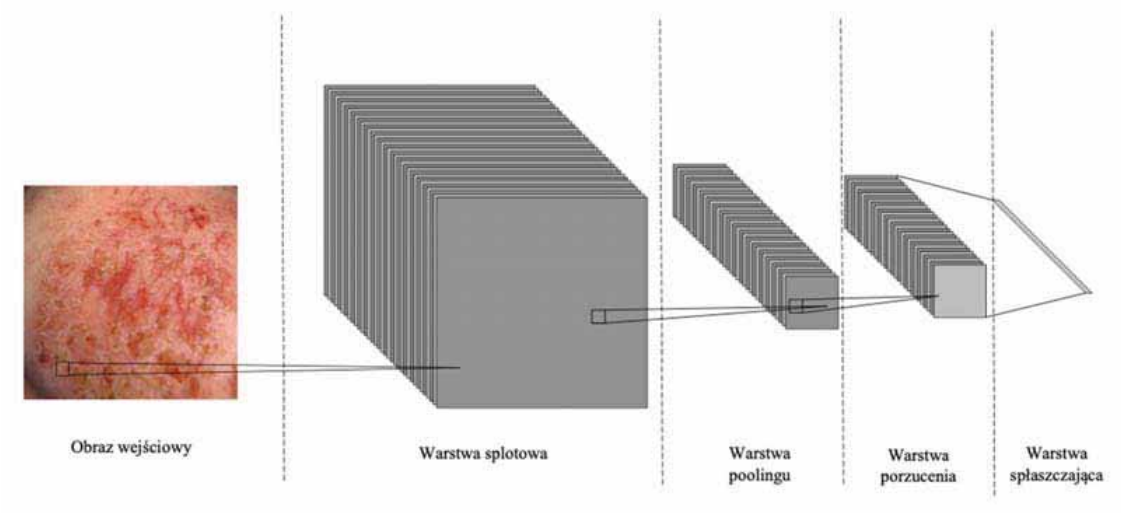
W celu weryfikacji działania sieci dla różnych wariantów grafiki stworzone zostały dodatkowo cztery zbiory danych zawierające zmodyfikowane obrazy:
- przedstawione w skali szarości,
- przedstawione w skali szarości z uwzględnieniem redukcji szumów,
- przedstawione jako dwukolorowe (czarno-białe),
- przedstawione jako dwukolorowe (czarno-białe) z redukcją szumu (pikseli odstających).

Dla każdego ze zbiorów obrazów, zbudowane zostały cztery modele sieci o różnej architekturze. Przykładowa architektura sieci splotowej została zaprezentowana na rysunku 1.

Z każdej grupy wybrany został najlepszy model. Jako kryteria porównawcze przyjęta została dokładność klasyfikacji oraz wartość funkcji straty.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że dla obrazów kolorowych najlepszym rozwiązaniem jest sieć składająca się z jednej warstwy splotowej i 30 neuronów w warstwie ukrytej. Warstwa splotowa ma stosunkowo niewielką liczbę filtrów o najmniejszym możliwym rozmiarze. Taki dobór hiperparametrów może

wskazywać, że przy wyszukiwaniu większej liczby filtrów znajdywane były cechy obrazów, które nie są charakterystyczne dla choroby. W procesie uczenia zauważalny był efekt przeuczenia już po około 20 epokach.



Rys. 1. Przykładowy schemat architektury splotowej sieci neuronowej

Dla obrazów w skali szarości lepszym rozwiązaniem była sieć o jednej warstwie splotowej i 30 neuronach w warstwie ukrytej, ale o znacznie większej liczbie filtrów (170). Zaobserwowane zostały istotne wahania w dokładności oraz bardzo wysoki wynik funkcji straty, które mogą wskazywać na duże zaszumienie danych. Warstwa splotowa jednak wyodrębnia cechy na tyle charakterystyczne, że możliwe jest przeprowadzenie ostatecznie skutecznej klasyfikacji.

Najlepsza architektura sieci dla obrazów w czerni i bieli składała się z jednej warstwy splotowej 45 neuronów w warstwie ukrytej oraz uwzględniała bardzo dużą liczbę filtrów (170). Jednakże przy rozpoznawaniu obrazów przez cały proces osiągała złe wyniki, głównie wysokie wartości straty dla zbioru walidacyjnego oraz duże wahania w dokładności obu zbiorów.

Najlepszym wariantem, dla którego niemalże przez cały proces treningu utrzymywana była stuprocentowa dokładność dla obu zbiorów a wartość funkcji straty spada niemalże do zera była sieć działająca na obrazach w szarości poddanych redukcji szumu poprzez rozmycie gaussowskie, zbudowana z trzech warstw splotowych. Na każdej z trzech warstw przyjętym rozmiarem filtra był możliwie najmniejszy, czyli trzy piksele. Na pierwszych dwóch warstwach wyszukiwane było stosunkowo niewiele cech – odpowiednio pięćdziesiąt i sześćdziesiąt. Na trzeciej z warstw liczba ta była znacznie większa, było to sto siedemdziesiąt pięć filtrów. Warstwa ukryta składała się ze stu dwudziestu pięciu neuronów, czyli zdecydowanie większej liczby niż w pozostałych omówionych przypadkach.

Literatura

[1] N. Hameed, A. M. Shabut and M. A. Hossain, "Multi-Class Skin Diseases Classification Using Deep Convolutional Neural Network and Support Vector Machine," 2018 12th International Conference on Software, Knowledge, Information Management & Applications (SKIMA), 2018, pp. 1-7, doi: 10.1109/SKIMA.2018.8631525.
[2] Nawal Soliman, A.L. Kolifi, A.L. Enezi. “A Method Of Skin Disease Detection Using Image Processing and Machine Learning”. 2017 17th International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions (ICTer)(2019), s. 1–6.
[3] M. N. Alam, T. T. K. Munia, K. Tavakolian, F. Vasefi, N. MacKinnon and R. Fazel-Rezai, "Automatic detection and severity measurement of eczema using image processing," 2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2016, pp. 1365-1368, doi: 10.1109/EMBC.2016.7590961.
[4] Kemény, Lajos, Emese Varga, and Zoltan Novak. "Advances in phototherapy for psoriasis and atopic dermatitis." Expert review of clinical immunology 15.11 (2019): 1205-1214.
[5] U. Withana and P. Fernando, "Differential diagnosis of eczema and psoriasis using categorical data in image processing," 17th International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions (ICTer), 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICTER.2017.8257819.
[6] Skin Disease Dataset. url: https://www.kaggle.com/datasets/ammarabbasi1040/skin-diseases-dataset.

UKŁAD ANTENOWY NA BAZIE ANTEN MIKROPASKOWYCH DLA SYSTEMU 5G

Roman KUBACKI, Karol RUDYK

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

Ciągły wzrost zapotrzebowania na bezprzewodowe przesyłanie informacji wynikający z rozwoju technologicznego, a także wzrostu populacji ludzkiej sprawia, że systemy bezprzewodowe muszą się cechować szybką transmisją danych oraz jak najmniejszym czasem opóźnienia. Obecnie szeroko stosowany system LTE oraz jego poprzednie generacje nie są w stanie w dłuższej perspektywie zapewnić tak wygórowanych parametrów transmisji.

W celu zapewnienia możliwości wykorzystania całego wachlarza usług bezprzewodowych producenci opracowali i powoli wdrażają system piątej generacji 5G. Prędkość przesyłu danych w sieci 5G jest o około 1000 razy większa niż w sieci LTE i jest to odpowiedź na rosnące potrzeby rynku telekomunikacyjnego.

Dla sieci 5G przewidziano 3 zakresy częstotliwości a mianowicie:

- pasmo dolne, zwane też pasmem megahercowym: 600 – 700 MHz,
- pasmo środkowe (pasmo gigahercowe): 3,4 – 3,8 GHz,
- pasmo wysokie (pasmo milimetrowe): 26 – 28 GHz.

Pasmo 600 MHz – 700 MHz z uwagi na długość fali (l = 40–50 cm) charakteryzuje się dużym zasięgiem, a sygnały są relatywnie słabo pochłaniane przez licznie występujące w terenie przeszkody. Wobec tego można wykorzystywać je do pokrycia większej powierzchni terenu, takich jak na przykład obszary wiejskie czy tereny podmiejskie.

Częstotliwość w paśmie 3,4 GHz – 3,8 GHz (l = 7,9–8,8 cm) wyróżnia się możliwością zapewnienia usługi większej liczbie użytkowników w związku z dużą pojemnością pasma. Pasmo to będzie cechować się dobrym pokryciem terenu i może być wykorzystane w terenach silnie zurbanizowanych.

Częstotliwości powyżej 26 GHz (l < 11 mm) ze względu na bardzo mały zasięg fal milimetrowych, może być wykorzystywana głównie tam, gdzie najbardziej istotna jest szybkość transmisji oraz minimalne opóźnienie.

Kolejną, istotną różnicą w porównaniu do poprzednich systemów telefonii komórkowej będzie forma emisji promieniowania elektromagnetycznego. W systemie 5G anteny nadawczo-odbiorcze będą antenami „inteligentnymi” (z ang. smart antennas) emitującymi promieniowanie w postaci wąskich wiązek umożliwiających łączność tylko z określonym abonentem. Wąskie wiązki promieniowania będą nadążać za abonentem. Aby umożliwić ukształtowanie promieniowania w postacie wielu wiązek trzeba zastosować układy antenowe. Zgodnie z teorią promieniowania układów antenowych ilość jednoczesnych wiązek promieniowania, ich szerokość kątowa w przestrzeni oraz możliwości przemiatania zależą miedzy innymi od ilości elementarnych źródeł, jak również od przesunięcia fazowego między nimi. W takim razie pasmo dolne ze względu na znaczne rozmiary anten raczej nie będzie wykorzystywane do wielowiązkowej emisji. Efekty te można z powodzeniem wdrożyć dla pasma środkowego i wysokiego.

W pracy przedstawiono dotychczasowe problemy z kształtowaniem charakterystyki promieniowania układów antenowych, w których elementarnymi źródłami są anteny dipolowe. Trudności pełnego kształtowania wielowiązkowej charakterystyki promieniowania wynikają z niesymetrycznych charakterystyk promieniowania anten dipolowych w dwóch kierunkach ortogonalnych. Możliwości rozwiązania tych problemów stwarzają anteny mikropaskowe. Przedstawiono możliwości kształtowania charakterystyki promieniowania układu antenowego z wykorzystaniem anten mikropaskowych. W takim przypadku można uzyskać wielowiązkową charakterystykę promieniowania w dwóch ortogonalnych płaszczyznach.

MODELOWANIE I POMIARY ELEKTRONICZNE WYBRANYCH BIOUKŁADÓW CZŁOWIEKA

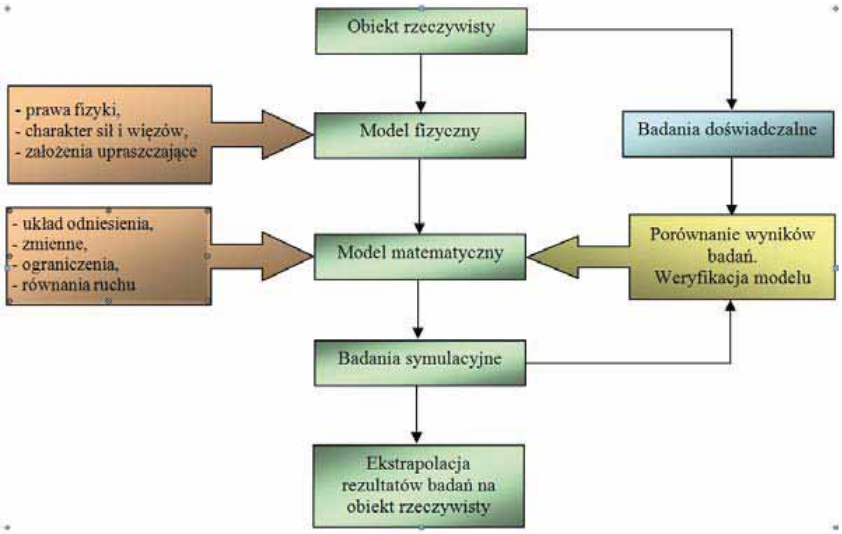
Marek KUCHTA

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

Proces modelowania i symulacji, który możemy ogólnie nazwać *eksperymentem*, niezależnie od przypadku jego zastosowania składa się z tych samych kolejnych etapów:

1. Przejście od obiektu rzeczywistego do modelu fizycznego,
2. Opis modelu fizycznego – sformułowanie modelu matematycznego,
3. Badania eksperymentalne na modelu – badania symulacyjne,
4. Porównanie wyników badań symulacyjnych z badaniami doświadczalnymi – weryfikacja poprawności modelu,
5. Przejście od modelu do oryginału – ekstrapolacja rezultatów badań na modelu na obiekt bliski rzeczywistemu.

Schematyczny przebieg procesu modelowania przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Przebieg eksperymentu modelowania

Etap pierwszy polega na zbudowaniu modelu fizycznego obiektu, przy znajomości podstawowych praw fizyki i charakteru sił działających na obiekt. Podczas tworzenia modelu fizycznego przyjmuje się szereg założeń upraszczających, które nie podlegają ustalonym regułom, lecz zależą od wiedzy, doświadczenia i intuicji badacza.
W przypadku modelowania elementów układu ruchowego człowieka w modelu fizycznym wyodrębnić można dwa podstawowe podukłady:

- *układ członów sztywnych* lub członów składających się z elementów odkształcalnych,
- *napędy mięśniowe*.

Układy ruchowe człowieka, w modelach biomechanicznych, przedstawiane są w postaci układu członów sztywnych stanowiących otwarte *łańcuchy biokinematyczne* zawierające połączenia obrotowe o jednym, dwóch i trzech stopniach swobody, które obsługiwane są przez siłowniki mięśniowe jednostronnego działania [1].

Istotną kwestią, jaką należy ustalić, tworząc model, jest *liczba stopni swobody* układu, która zależy od liczby członów ruchomych oraz liczby *par biokinematycznych* modelu.
Przy modelowaniu układów stawowo-mięśniowych można precyzyjnie wyodrębnić obiekt fizyczny poddany analizie. Duże trudności pojawią się jednak, przy uwzględnianiu reakcji układu nerwowego podczas wykonywania określonych ruchów. Powyższe zjawisko można ograniczyć, zakładając wykonanie eksperymentu pomiarowego, a co za tym idzie – modelu układu, do ściśle określonych warunków.
Inaczej rzecz wygląda w przypadku modelowania obiektu fizycznego, ściśle współpracującego z układem biologicznym, jak w przypadku szkieletowych protez zębowych. Konstrukcja, sposób zamocowania, kształt protezy, powinny służyć, przede wszystkim, zachowaniu istniejącego stanu układu biomechanicznego, z którym ona współpracuje. Ten złożony problem kliniczny prezentuje pogląd, że zachowania mechaniczne uzupełnienia protetycznego, jak również reakcje dostosowawcze tkanek wspierających, należy rozpatrywać łącznie, jako biomechanikę protezy zębowej. Wobec tego powinny one uwzględniać zdolność do odkształceń oraz wytrzymałość wszystkich współpracujących ze sobą komponentów układu [3].

Etap drugi obejmuje sformalizowanie opisu modelu fizycznego, czyli budowę modelu matematycznego. Można tu posłużyć się typową procedurą:

- wybór układu odniesienia,
- wybór zmiennych opisujących model,
- zdefiniowanie ograniczeń nałożonych na obiekt,
- sformułowanie praw sterowania obiektem,
- sformułowanie zależności opisujących obiekt na podstawie praw i zasad fizyki.

Dla każdego modelu fizycznego można zbudować szereg modeli matematycznych zależnych od przyjętych założeń. Otrzymany model matematyczny będzie kompromisem między dokładnością analizy teoretycznej zjawisk fizycznych i skomplikowaniem zależności matematycznych.

Etap trzeci to badania symulacyjne modelu, podczas których uzyskuje się teoretyczne przebiegi zmiennych ruchu. Stosuje się tu specjalne programy do badań dynamiki układów, nazywane niekiedy językami symulacyjnymi. Są to języki komputerowe różnych poziomów pracujące w różnych środowiskach programowych, o zmiennym stopniu złożoności.

Etap czwarty, czyli weryfikacja poprawności modelu, przeprowadzany jest na podstawie porównania charakterystyk uzyskanych podczas badań symulacyjnych z charakterystykami uzyskanymi podczas badań doświadczalnych. Porównania dokonuje się, przyjmując różne kryteria zgodności i założone tolerancje rozbieżności. Wyniki weryfikacji są podstawą poprawek wprowadzanych w modelu.

Etap piąty stanowi szeroko rozumianą analizę wyników badań symulacyjnych i przeniesienie rezultatów na obiekt rzeczywisty. Wówczas, na podstawie rezultatów badań, wnioskuje się, co do właściwości dynamicznych i zachowania obiektu.

Praca została dofinansowana przez Wojskową Akademię Techniczną w ramach projektu nr UGB 737

Literatura

[1] GRANT nr 6 T10 2003C/06090 pt.: *Urządzenie rehabilitacyjno-diagnostyczne do badania i rehabilitacji głównych stawów człowieka*. Wojskowa Akademia Techniczna, 2003 -2005.
[2] PBS 576/WAT pt.: *Techniczne metody wspomagania medycyny w neurologii i ortopedii.* Wojskowa Akademia Techniczna, 2008 -2009
[3] GRANT nr 3 T10C 033 26 pt.: *Opracowanie metod i narzędzi pomiarowych dla obiektywnej oceny skrzydłowych protez szkieletowych podczas czynności żucia.* Wojskowa Akademia Techniczna, 2004 -2007.
[4] GRANT DZIEKAŃSKI GD834 pt.: *Modelowanie protez szkieletowych – weryfikacja modeli matematycznych na przykładach.* Wojskowa Akademia Techniczna, 2010 – 2011.
[5] Projekt POIR.04.01.02-00-0029/17: *Urządzenie i sposób akwizycji trajektorii ruchu żuchwy względem podstawy czaszki.* Wojskowa Akademia Techniczna, 2017 -2020.

SONDA IZOTROPOWA DO POMIARU IMPULSOWYCH PÓL MIKROFALOWYCH

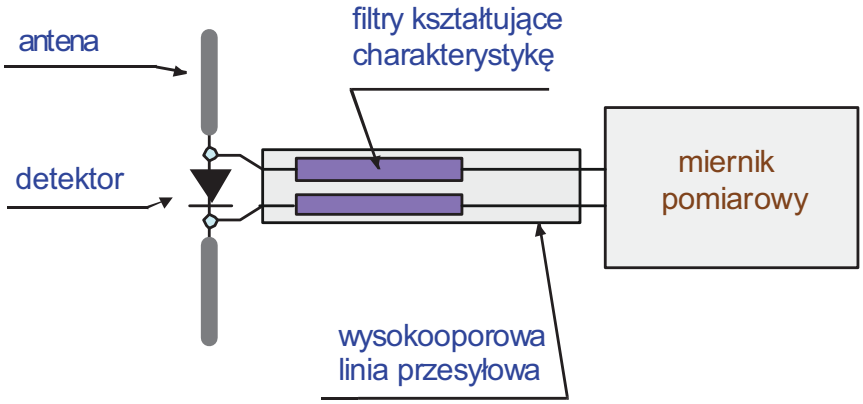
Marek KUCHTA[1], Jacek JAKUBOWSKI[1], Benedykt JAKUBOWSKI[1], Roman KUBACKI[1], Wiesław GALEWICZ[2]

[1] Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

[2] GALWES, Warszawa-Wesoła

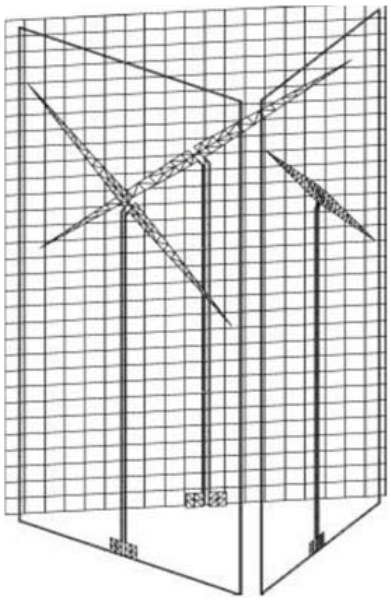
W ostatnich latach wiele urządzeń w zakresie mikrofalowym emituje promieniowanie modulowane impulsowo, np. telefonia komórkowa (GSM) oraz urządzenia radiolokacyjne. Zgodnie z obowiązującymi przepisami do ochrony zdrowia ludzi koniecznym jest pomiar wartości skutecznej natężenia pola elektromagnetycznego. W przypadku urządzeń radiolokacyjnych, ze względu na duży stosunek wartości w impulsie do wartości skutecznej natężenia pola elektrycznego, wymagany jest dodatkowo pomiar wartości maksymalnej, tj. wartości w impulsie.

Na rys. 1 przedstawiono typowy schemat miernika bazującego na sondzie dipolowo-diodowej. W tej konfiguracji anteną odbiorczą jest klasyczny dipol.



Rys. 1. Schemat miernika pomiarowego z wyspecyfikowanymi głównymi komponentami

W sondzie jako detektor wykorzystuje się diody Schittkyego nie wymagające napięcia wstępnego (zero bias). Dipol jako antena odbiorcza jest prostą strukturą niestety skuteczność pracy takiej anteny silnie zależy od częstotliwości. Z tego powodu do otrzymania stałego poziomu transmitancji w całym zakresie częstotliwości wymagana jest korekcja częstotliwościowa realizowana „filtrami kształtującymi charakterystykę”. Aspekt ten jest szczególnie istotny w przypadku pomiarów sygnałów szerokopasmowych a szczególnie sygnałów impulsowych, których widmo składowych harmonicznych może być bardzo szerokie. Kolejnym problemem metrologicznym sondy dipolowo-diodowej, przedstawionej na rys. 1 jest możliwość pomiaru tylko jednej polaryzacji padającego promieniowania. Ten niedostatek jest szczególnym utrudnieniem w pomiarach promieniowania anten telefonii komórkowej i radarów. W tych przypadkach oprócz promienia bezpośredniego należy realizować pomiary również promieni odbitych od ziemi i innych przeszkód terenowych (domy, drzewa itd.). Co prawda metodyki pomiarowe dopuszczają możliwość realizacji pomiarów w trzech ortogonalnych położeniach sondy, jednakże w przypadku bardzo zmiennych w czasie sygnałów telefonii komórkowej i radarów takie pomiary są raczej niewskazane. Jednoczesny pomiar wszystkich trzech polaryzacji jest możliwy w sondzie 3D zbudowanej z 3 ortogonalnych dipoli – rys. 2.



Rys. 2. Rozmieszczenie dipoli w sondzie

W konfiguracji przedstawionej na rys. 2 anteny odbiorcze (dipole) umieszczone są w 3 płaszczyznach tworzących graniastosłup trójkątny prawidłowy, a jednocześnie dipole są umieszczone pod kątem 54.7^0 (tzw. miracle angle) w stosunku do krawędzi podłoża. Przedstawiona konfiguracja przestrzenna umożliwia pomiar wszystkich 3 polaryzacji mierzonego pola elektromagnetycznego.

Dobór kształtu dipoli ma decydujący wpływ na izotropowość charakterystyki, a tym samym na parametry miernika. W pracy przedstawiono koncepcję różnych kształtów dipoli a mianowicie trójkąta, prostokąta oraz z podstawą eliptyczną.

Wzmiankowana sonda 3D przeznaczona jest do miernika mikrofalowych pól impulsowych w zakresie częstotliwości od 100 MHz do 18 GHz.

W pracy przedstawiona będzie metodyka kalibracji i wyniki kalibracji takiego miernika.

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

WYBRANE METODY FIZYCZNE ZABEZPIECZAJĄCE PRODUKTY I PÓŁPRODUKTY SPOŻYWCZE

Addis LEMESSA, Tomasz JAKUBOWSKI

Uniwersytet Rolniczy, Kraków

Wstęp

W pracy zaprezentowano przegląd metod fizycznych stosowanych w celu zabezpieczenia produktów i półproduktów spożywczych przed działaniem czynników biologicznych.

Metody fizyczne stosowane w przemyśle spożywczym, w aspekcie zabezpieczenia żywności, polegają na wykorzystaniu zjawisk fizycznych lub stosowaniu substancji zwiększających ciśnienie osmotyczne, którymi mogą być również i składniki środków żywnościowych. Utrwalanie środków żywnościowych metodami fizycznymi polega m.in. na stosowaniu w przetwórstwie wysokich i niskich temperatur, odwodnienia, solenia i cukrzenia, etc.

Utrwalanie i konserwacja żywności to działania zmierzające do przedłużenia jej trwałości m.in. poprzez niedopuszczenie do rozwoju mikroflory, wstrzymanie utleniania biologicznego, fermentacji, reakcji enzymatycznych, zmian fizycznych i chemicznych (jak np. zbrylania czy autooksydacji) [1-3].

Metody fizyczne zabezpieczające produkty i półprodukty spożywcze

1) Utrwalanie niskimi temperaturami reprezentowane jest przez chłodnictwo żywności. Stosuje się w nim temperatury w granicach od 10°C do 0°C - obniżenie temperatury o 10°C powoduje około 2,5-krotne zmniejszenie szybkości reakcji chemicznych.
2) Utrwalanie wysokimi temperaturami reprezentowane jest przez procesy:
2a) pasteryzacji; proces ten polega na ogrzewaniu materiału do temperatury zazwyczaj w przedziale 65-85°C w celu wyeliminowani lub ograniczenia mikroorganizmów.
2b) sterylizacji; proces ten polega na ogrzewaniu materiału do temperatury zazwyczaj w przedziale 100-180°C co prowadzi do wyeliminowania mi mikroorganizmów oraz ich form przetrwalnikowych.
2c) termizacji; proces ten polega na ogrzewaniu żywności w formie płynnej (półpłynnej) w przedziale temperatur 55-65°C.
3) Utrwalanie przez odwodnienie (suszenie, zagęszczanie i liofilizacja),
4) Metody osmoaktywne; to procesy, w trakcie których dodawane są do żywności substancje podwyższające ciśnienie osmotyczne (jak np. zwiększenie koncentracji cukru czy soli).
5) Stosowanie gazów ochronnych (jak np. azot, argon czy dwutlenek węgla) [4,5].

Literatura

[1] Kordowska-Wiater, M., Łukasiewicz, B. (2005). Wpływ sposobu pakowania na jakość mikrobiologiczną pasztetów. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2(43), 84-94
[2] Boruch, M., Król, B. (1993). Procesy technologii żywności, Skrypt dla szkół wyższych, PŁ, Łódź, 254.
[3] Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia (http://www.pfb.info.pl/files/ustawy/4.Dz.U.2001_nr_63_poz_634.pdf, data dostępu: 12.05.2015).
[4] Adamicki, F., Czerko, Z. (2002). Przechowalnictwo warzyw i ziemniaka. PWRiL, Warszawa, ISBN 83-09-01766-9.
[5] Jakubowski, T.; Królczyk, J.B. Method for the Reduction of Natural Losses of Potato Tubers During their Long-Term Storage. *Sustainability* 2020, *12*, 1048. https://doi.org/10.3390/su12031048

WYKORZYSTANIE ZESTAWU WIRUJĄCYCH MAGNESÓW STAŁYCH W UKŁADZIE CYLINDRA HALBACHA DO ELIMINACJI TARCIA W TRANSPORCIE PRZEMYSŁOWYM

Marek LIS[1], Tomasz WALASEK[2], Krzysztof SZEWCZYK

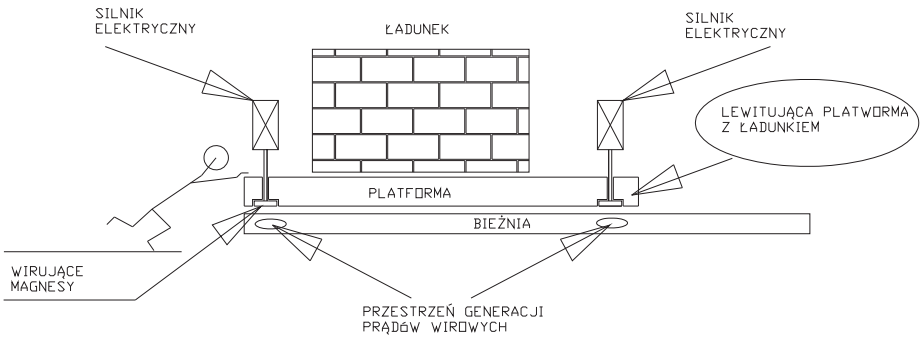
[1,2] Politechnika Częstochowska WE

Wstęp

Konstrukcja linii produkcyjnych wymaga przemieszczania elementów na kolejne stanowiska montażowe zarówno przy produkcji masowej jak i w przypadku produktów zamawianych indywidualnie. We wszystkich przypadkach wymagane jest przemieszczanie półproduktów do kolejnych stanowisk produkcyjnych. Taśmy produkcyjne składają się z urządzeń pozwalających na mało uciążliwe przemieszczanie dużych ciężarów. Ideą niniejszej pracy jest konstrukcja urządzenia transportowego pracującego bez tarcia. Zjawisko tarcia istnieje praktycznie zawsze, w końcu elementy trą się nawet o powietrze. Przy małych prędkościach, jakie występują na linii produkcyjnej tarcie takie można pominąć. Jeżeli do zjawiska braku tarcia o powietrze dołączy się zawieszenie magnetyczne przemieszczanego ciężaru, można otrzymać bardzo sprawne urządzenia transportowe.

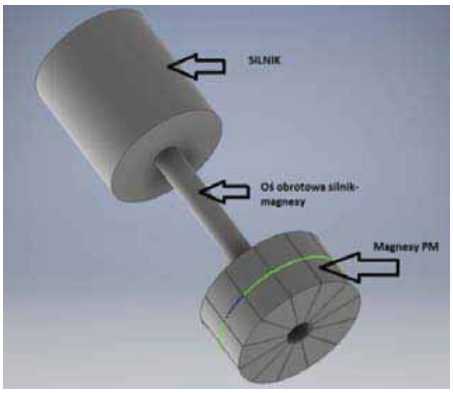
Macierz Halbacha jako metoda koncentracji pola magnetycznego magnesów stałych

W artykule przedstawiono ideę konstrukcji palety transportowej do użytku w warunkach przemysłowych. Do konstrukcji urządzenia zastosowano zestawy magnesów stałych pozwalające na koncentrację indukcji magnetycznej po wyróżnionej stronie zestawu magnesów stałych. Ideę urządzenia przedstawiono na rys.1., a specyficzne zestawienie magnesów znane jest powszechnie jako cylinder Halbacha. Układ taki pozwala na nierównomierny rozkład pola magnetycznego, zagęszczając indukcję B po określonej stronie zestawu magnesów. Właściwe ukierunkowanie polaryzacji magnesów stałych pozwala na zagęszczenie pola w miejscu gdzie można z niego najbardziej skorzystać. Jednocześnie układ taki zmniejsza strumień rozproszenia zestawu magnesów i zwiększa gęstość energii na określonej powierzchni urządzenia, pozwalając na wytworzenie w tej przestrzeni większej wartości siły lub momentu obrotowego w konstruowanym urządzeniu elektromagnetycznym.

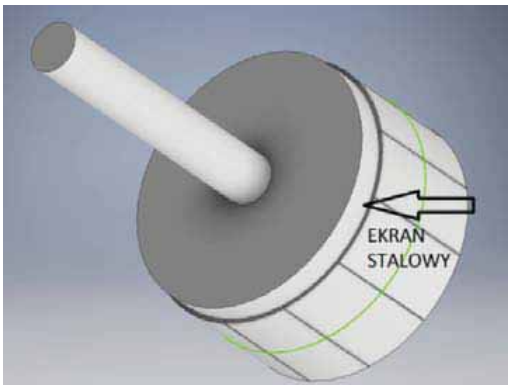


Rys. 1. Idea urządzenia transportowego

Rysunek przedstawia platformę urządzenia poruszającą się ponad bieżnią transportową. Bieżnia wykonana jest z materiału przewodzącego takim jak np. blacha miedziana, mosiężna. Na platformie zamontowane są cztery punkty podparcia magnetycznego z silnikami, wykorzystującymi cylindry Halbacha jako źródła pola magnetycznego dla generatorów prądów wirowych wytwarzanych w bieżni. Silniki kręcąc się powodują ruch magnesów stałych, na skutek czego pojawiają się prądy wirowe. Ruch w tego rodzaju symulacji jest elementem niezbędnym do przeprowadzenia obliczenia sił odpychających projektowanego układu czyli nośności urządzenia. Przestrzeń generacji prądów wirowych wytwarzającą siłę nośną urządzenia zaznaczono dodatkowo na rysunku. Konstrukcja generatorów prądów wirowych przedstawiona została na rys. 2. Zastosowane silniki są dowolnego typu, niestety wymagają one połączenia z otoczeniem przy pomocy kabli elektrycznych. Dodatnią stroną tego rodzaju konstrukcji jest samohamowność takiego urządzenia. Wystarczy jedynie odłączyć energię elektryczną doprowadzoną do silników elektrycznych, a silniki ulegną zatrzymaniu ze względu na oddziaływanie zanikających prądów wirowych, ich pole magnetyczne zaniknie, platforma przestanie być odpychana, a tarcie o bieżnię zatrzyma nawet silnie rozpędzoną paletę.



Rys. 2. Zespół magnesów cylindra Halbacha wraz z obracającym je silnikiem napędowym



Rys. 3. Dodatkowy ekran zmniejszający strumień rozproszenia magnesów stałych

Metodyka obliczeń

Przeprowadzono symulację komputerową zachowania tak zaprojektowanego urządzenia. Tego rodzaju symulacja pozwala na wyliczenie zachowania się badanego układu w czasie poruszania się wybranych elementów. Parametry ruchu dobrane przy planowaniu symulacji pozwalają na wyliczenia sił oraz momentów w warunkach zastosowania rzeczywistych silników elektrycznych zastosowanych przy budowie urządzenia. Tego rodzaju parametry pozwolą na późniejszą budowę stanowiska badawczego i porównaniu pracy urządzeń rzeczywistych zastosowanych do budowy stanowiska badawczego. W symulacji eksperymentu przeprowadzono dwa rodzaje obliczeń : Magnetostatic, pozwalające na wyliczenie sił i rozkładów pól w urządzeniu w warunkach statycznych, bez ruchu, w celu obliczenia wielkości maksymalnych, dobrania przekrojów, kształtów obwodów magnetycznych, oraz transient, gdzie przy założonych parametrach ruchu można policzyć efekt oddziaływania prądów wirowych na wielkości energii wyzwalanych w czasie ruchu, strat pojawiających się przy założonych prędkościach w urządzeniu oraz sił antygrawitacyjnych dających informację o możliwościach transportowych projektowanego urządzenia. W symulacji porównano działania skuteczności zastosowania magnesów stałych w różnych konfiguracjach. Porównanie sił przy zastosowaniu specyficznego ułożenia polaryzacji magnesów tak jak w cylindrze Halbacha z innymi polaryzacjami magnesów, zachowaniem się układu przy różnych prędkościach obrotowych, zastosowaniem dodatkowego ekranu ferromagnetycznego we wszystkich przypadkach planowanego eksperymentu pozwoli na ocenę zachowania się badanego układu w czasie poruszania się wybranych elementów. Obliczenia Magnetostatic, pozwolą na ocenę sprawności magnesów przy różnych konfiguracjach ich zestawienia, sprawdzenia układów które dają najlepsze efekty zastosowania, metoda transient pozwoli na ocenę zachowania się układu w ruchu. Przy założonych parametrach ruchu można policzyć efekt oddziaływania prądów wirowych (Eddy current) wielkości energii wyzwalanych w czasie ruchu, strat pojawiających się przy założonych prędkościach w urządzeniu oraz sił antygrawitacyjnych dających informację o możliwościach transportowych urządzenia. Dodatkowo zostanie sprawdzone oddziaływanie ekranów ferromagnetycznych zmniejszających negatywne oddziaływanie rozproszenia na efekty pracy magnesów stałych. Posadowienie ekranu przedstawiono na rys. 2.

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

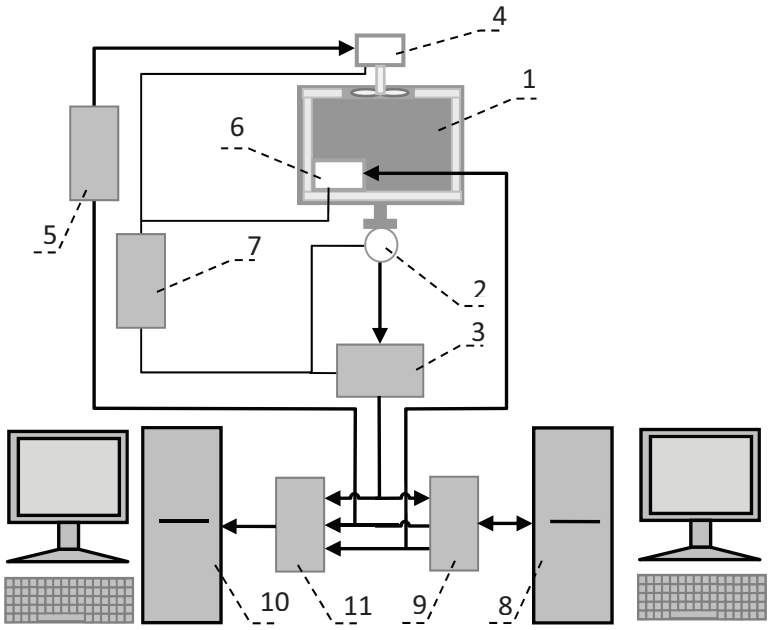
METODA OPTYMALIZACJI SYSTEMU STEROWANIA W FUNKCJI NIEZAWODNOŚCI

Stanisław LIS, Marcin TOMASIK, Henryk JUSZKA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wprowadzenie

Właściwie skonfigurowany układ sterowania jest niezbędnym warunkiem poprawnego funkcjonowania systemu technicznego. Współcześnie takie układy bazują na cyfrowych urządzeniach elektronicznych i są nierzadko częścią systemów krytycznych zapewniających ciągłość usług mających kluczowe znaczenie dla funkcjonowania społeczeństwa. Istnieje szereg udokumentowanych przypadków awarii systemów sterujących spowodowanych błędami w oprogramowaniu [1]. Jako jeden z najczęściej spotykanych błędów wymienia się m.in. brak odporności systemu na zakłócenia [2]. Stąd w artykule zaproponowano metodę analizy systemów sterowania realizowaną na etapie projektowania poprzez modelowanie i symulację komputerową w środowisku Matlab®-Simulink. Należy podkreślić, że koszty związane z usunięciem ewentualnych błędów systemu na etapie projektowania są najniższe [3]. Na wybranym przykładzie przedstawiono optymalizację algorytmu sterowania i jego nastaw w funkcji niezawodności wyrażającej się w odporności systemu na zakłócenia. W celu przeprowadzenia analizy zbudowano model fizyczny obiektu sterowania. Następnie opracowano modele symulacyjne obiektu i układu sterowania, które stanowiły bazę do analizy poprzez symulację komputerową. Wyniki symulacji ostatecznie zweryfikowano na modelu fizycznym obiektu sterowania. Schemat stanowiska badawczego zilustrowano na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego

Schemat zawiera następujące elementy funkcjonalne: model fizyczny obiektu (1), element pomiarowy w obiekcie sterowania – czujnik temperatury PT-100 (2), wzmacniacz sygnału czujnika temperatury (3), element wykonawczy w obiekcie sterowania – wentylator (4), wzmacniacz SAVP 2240 sygnału sterującego (5), element grzewczy (6), zasilacz elektryczny 24 VDC (7), komputer rejestrujący (8),

terminal zaciskowy PCLD – 8710 karty I/O komputera rejestrującego (9), komputer sterujący (10), terminal zaciskowy PCLD – 8710 karty I/O komputera sterującego (11).

Model systemu

Na stanowisku badawczym (rys. 1) obiekt zidentyfikowano pod względem właściwości dynamicznych, na tej podstawie sformułowano jego model symulacyjny *G(s)* (1):

$$G(s) = k_{ob} \cdot \frac{1}{Ts+1} \cdot e^{-T_{os}} \tag{1}$$

gdzie: T to wartość stałej czasowej, T_o oznacza opóźnienie, k_{ob} jest współczynnikiem wzmocnienia statycznego obiektu – obliczono go jako stosunek zmiany sygnału wyjściowego (Δy) do zmiany sygnału wejściowego (Δx) [4].

Model obiektu stanowił podstawę do opracowania modelu systemu sterowania. Z jego wykorzystaniem podczas symulacji komputerowych testowano wybrane algorytmy sterowania [5, 6]. Analizowano ich odporność (rozumianą jako wskaźnik niezawodności systemu) na czynnik zakłócający [7].

Prototyp systemu sterowania

Ostatecznym potwierdzeniem poprawności wniosków sformułowanych na podstawie symulacji komputerowej jest analiza procesu sterowania z wykorzystaniem obiektu rzeczywistego. Przeprowadzono ją w środowisku Matlab-Simlulink, w którym utworzono wirtualny układ sterowania. Do niego włączono rzeczywiste elementy obiektu sterowania – pomiarowy i wykonawczy (rys. 1).

Podsumowanie

W pracy zaproponowano metodę optymalizacji układu sterowania na etapie projektowania z wykorzystaniem modelowania, symulacji komputerowej a następnie testu z udziałem elementów funkcjonalnych obiektu rzeczywistego. Metoda umożliwia weryfikację założeń na etapie projektowania, określenie wstępnych parametrów dla integracji elementów wchodzących w skład systemu, dobór algorytmu sterowania i ustalenie jego nastaw. Proponowane podejście pozwala zoptymalizować system (poprzez wyeliminowanie błędów) i zwiększyć jakość sterowania jeszcze na etapie projektowania. Może to przyczynić się do podniesienia niezawodności rzeczywistego systemu i zmniejszenia prawdopodobieństwa awarii w trakcie jego eksploatacji. Założenia metody omówiono na przykładzie procesu sterowania temperaturą przy wykorzystaniu wymuszonego obiegu powietrza.
W przekonaniu Autorów istnieje możliwość uogólnienia metody na dowolny przypadek systemu.

Literatura

[1] Sauser B J, Reilly R R, Shenhar A J. Why projects fail? How contingency theory can provide new insights – A comparative analysis of NASA’s Mars Climate Orbiter loss. International Journal of Project Management 2009; 27: 665–679.
[2] Kröger W. Der Umgang mit systemischen Risiken – Das Angebot des International Risk Governance Council, Präsentation in der Vortragsreihe „Umgang mit gesellschaftsrelevanten Risiken“, ETH Zürich, 2005; http://www.lsa.ethz.ch/news/050413-Vortragsreihe-ETH-Handout.pdf.
[3] Skotnicka-Zasadzień B. Doskonalenie procesu produkcyjnego w przedsiębiorstwie przemysłowym z zastosowaniem metod projektowania jakości, 2020; http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2013/p092.pdf.
[4] Tarnowski W. Projektowanie układów regulacji automatycznej. Ciągłych z liniowymi korektorami ze wspomaganiem za pomocą Matlab’a. Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008, ISSN 0239-7129.
[5] Gruk W, Habecki S, Piotrowski R. Implementacja niekonwencjonalnych regulatorów PID w sterowniku programowalnym. Pomiary Automatyka Robotyka 2017; 21, 1: 31–39.\
[6] Skruch P, Długosz M, Mitkowski W. Mathematical methods for verification of microprocessor-based PID controllers for improving their reliability. Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability 2015; 17(3): 327–333.
[7] Lis S, Tomasik M, Nęcka K, Oziembłowski M, Nawara P, Kiełbasa P, Ostafin M, Dróżdż T. Analiza wpływu sygnału zakłócającego na jakość klasycznego i neuronowo-rozmytego sterowania piecem indukcyjnym. Przegląd Elektrotechniczny 2016; 12: 89-92.

AUTOMATION OF OPTICAL QUALITY CONTROL ON THE EXAMPLE OF THE FURNITURE INDUSTRY

Michał MAJ[1], Damian PLISZCZUK[2], Tomasz CIEPLAK[3], Łukasz GOŁĄBEK[2]

[1] University of Economics and Innovation in Lublin
[2] Netrix Group Sp. z o.o., Lublin
[3] Lublin University of Technology

Introduction

In industries such as furniture or automotive, the coloring of product elements is of great importance. The color differences between the panels that make up the final product determine its approval for sale or use. They are also very often the subject of complaints filed by customers. Defects in the color of the product may arise at the production stage and may be the result of aging or poor storage of ready-made elements. The verification of such processes is one of the stages of the quality control system. In a large number of small enterprises, the processes of color verification of product elements are performed visually. However, the human eye is prone to many disorders resulting from color perception, lighting, and even fatigue. The use of expensive and expensive color validation systems is out of the question for small businesses. Therefore, the project aimed to create an inexpensive, noise-resistant, and automated system that would allow for color verification of painted product elements. Automating the process of comparing the colors of individual product elements - assessing their compliance or identifying differences - can significantly affect the efficiency of order fulfillment, their quality, and, as a result, customer satisfaction. The article describes the mobile application module used to assess a tested element based on a comparison with a pattern. The application is a selected part of a larger IT solution that processes orders based on the processes described in BPMN and is controlled by this flow.

Description of the methodology and tools used

Two methods can be used to solve problems related to comparing colors and detecting differences between them. The first one is a histogram fitting and the second method is the ΔE [1] method.

By using histogram matching, one can analyze the color distribution of an image and fit it to the next one treated as a reference. In real-world color-matching applications, to perform basic color correction, one starts with determining color consistency. The purpose of this procedure is to perceive the colors of objects regardless of differences in lighting. This consistency can be provided by the color correction cards (see **Fig. 1)**.

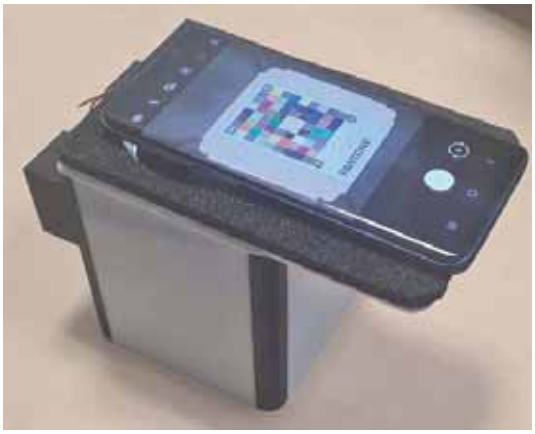


Fig. 1. The kit is used in the process of quality testing

So, assuming that some safe ambient lighting conditions can be achieved, it will be possible to dispense with costly deep learning algorithms that sometimes help to get the desired results under imperfect conditions. Instead, basic image processing methods can be used allowing setting parameters to be determined in computer vision techniques.

The intention to use the *ΔE* (*dE*) method is to describe the distance between two colors. For reasons related to psychophysics, it is assumed that the limit of distinguishing colors for humans is the value of *ΔE = 2.3*. Therefore, if for two colors *ΔE <2.3*, then the difference between them is imperceptible, and *ΔE> 2.3* allows the human eye to distinguish these colors (in the range from 0 up to 100, where between 50 to 100 colors are opposite).

Algorithm assumptions

An example of using a correction card is to compare colors and determine the differences between them by calculating histograms. Then they are compared - usually using five methods. In the presented solution, the correlation expressed by the formula was used:

$$d(H_1, H_2) = \frac{\sum_I (H_1(I) - \overline{H_1})(H_2(I) - \overline{H_2})}{\sqrt{\sum_I (H_1(I) - \overline{H_1})^2 \sum_I (H_2(I) - \overline{H_2})^2}} \qquad (1)$$

wherein:

$\overline{H_k} = \frac{1}{n} \sum_J H_k(J)$,

where *n* is the number of bins in the *H* histogram of the *I* image.

However, when the *ΔE* method was used, in 2013, both ISO and IDEAlliance adopted *ΔE* as the new industry standard for calculating color differences. This is described in the basic form by the formula [2]

$$\Delta E = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2} \qquad (2)$$

where: L_1 value of *CIE L** reference color, a_1 – value *CIE a** reference color, b_1 – value *CIE b ** reference color, L_2 – value *CIE L** color of a sample, a_2 – value *CIE a** color of a sample, b_2 – value *CIE b** color of a sample *ΔE*(*a,b*) provides useful information about the linear distance between two colors. There are many studies showings that *ΔE* is better than other color differentiation patterns [3], [4].

Discussion of the results and summary

Fig. 2 shows an example of detecting differences between two histograms. The measures are expressed by the color difference in the *L*a*b* space for which the values are [0.6635185295836497.0.901563065448602 0.1741798123516964].

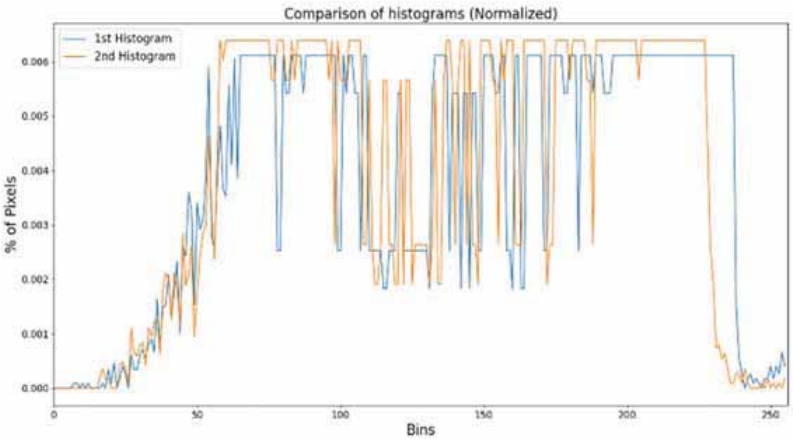


Fig. 2. Percentage of pixels in each bin

The presented methods and devices were used to automate the quality control process of varnished furniture fronts. It turns out that the analysis of color similarity is a key element of the order picking process and has a direct impact on customer satisfaction.

References

[1] W. G. K. Backhaus, Kliegl, Reinhold, and Werner, John S., *Color Vision: Perspectives from Different Disciplines*. De Gruyter, 2011. doi: 10.1515/9783110806984.
[2] A. Zausznica, *Nauka o barwie*. Warszawa: PWN, 2012.
[3] D. H. Alman, “CIE technical committee 1–29, industrial color-difference evaluation progress report,” *Color Res. Appl.*, vol. 18, no. 2, pp. 137–139, 1993, doi: https://doi.org/10.1002/col.5080180212.
[4] E. Hecht, *Optik*. De Gruyter, 2018. doi: doi:10.1515/9783110526653.

TESTING SENSITIVITY ZONE OF THE ANTENNA PROBE FOR MEASURING SOIL MOISTURE IN THE TDR TECHNIQUE

Jacek MAJCHER[1], Agnieszka SZYPŁOWSKA[2], Andrzej WILCZEK[2], Marcin KAFARSKI[2], Arkadiusz LEWANDOWSKI[3], Kamil STASZEK[4], Wojciech SKIERUCHA[2]

[1]Department of Electrical Engineering and Electrotechnologies, Lublin University of Technology

[2]Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Lublin

[3]Institute of Electronic Systems, Warsaw University of Technology

[4]Institute of Electronics, AGH University of Science and Technology, Krakow

Introduction

There are many methods and techniques for measuring soil moisture, which is a very important environmental variable. These methods can be divided into direct and indirect. The direct method involves weighing the mass of the soil before drying and after drying, and the water content in the soil is calculated based on the difference between these masses. There is also a group of indirect methods that rely on measuring other soil parameters which correlate with soil moisture, such as dielectric permittivity. Currently, dielectric methods are under intensive development, due to the possibility of accurate, immediate and nondestructive reading of soil moisture. In addition to the selection of the measuring technique, the selection of the measuring probe is also important.

There are many probe designs available on the market. Most of them are equipped with at least two rods [1,2]. Such probes measure precisely dielectric permittivity of a medium between the rods. They are used in laboratory conditions for homogeneous materials and for point measurements in the field. Unfortunately, in field conditions with high soil heterogeneity and various types of contamination, plant roots, stones, etc., such a probe could be difficult to use due to the risk of damage and could provide different results depending on the place of installation. These concerns are especially valid in the case of performing on-the-go measurements involving multiple insertions of the probe into the measured soil.

The aim of this study is to design a probe adapted to measurement of soil moisture in field conditions with a maximum possible sensitivity zone.

Research

An antenna probe described in more detail in paper [3] was used for the tests. The probe is made of a steel rod and is equipped with a replaceable flange. The purpose of the flange is to close the electromagnetic field in the tested sample. At first, the operation of the probe was simulated using Ansys HFSS software (Figure 1a).

a) b)

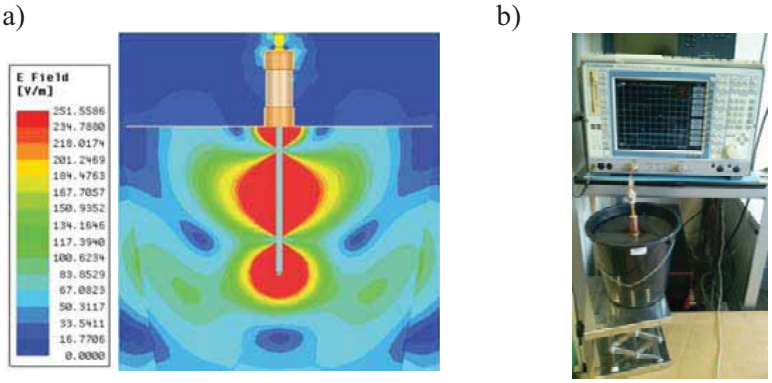


Fig. 1. a) The distribution of the electromagnetic field around the antenna probe for the frequency of 1.55 GHz (the dielectric permittivity of the medium is 2.44), b) test stand

Then, laboratory tests were carried out. Vector Network Analyzer (ZVCE, Rohde & Schwarz) was used for the measurements. During the tests, the probe was immersed in water in containers of various diameters and filled with water to various heights, which made it possible to determine the probe's sensitivity zone. Next, sand and saturated sand were placed in the same containers and it was analyzed how the sensitivity zone is affected in these media. The measuring stand is shown in Figure 1b. As a result of the research, reflectograms as shown in Figure 2 were obtained.

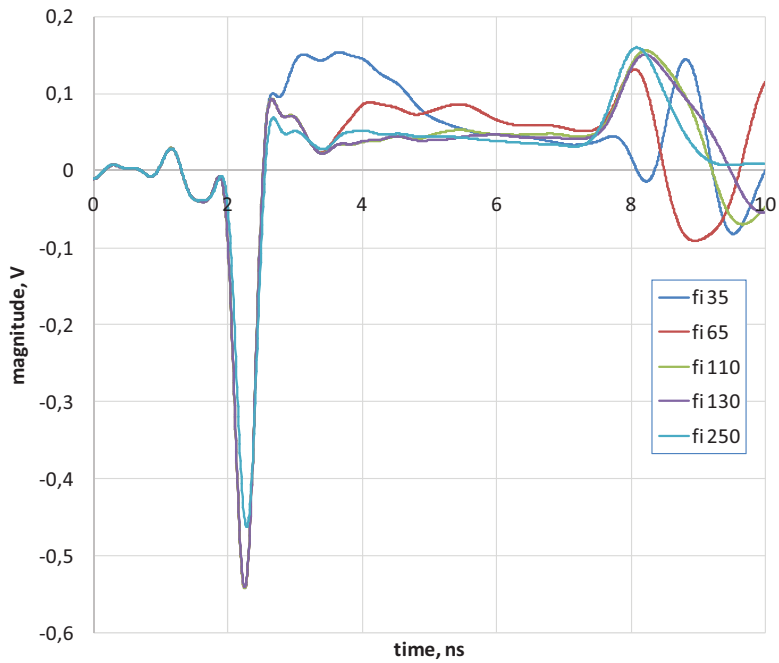


Fig. 2. Example of reflectograms for a probe with a 150 mm diameter flange for various sample container diameters given in the legend

Conclusions

The design of the antenna probe based on only one rod facilitates the installation of the probe in the field. In addition, the antenna probe has a much larger sensitivity zone compared to common two-rod probes. This property enables the probe to measure the average moisture around the probe rod, which makes it less sensitive to local changes in moisture caused by plant roots or other inclusions.

References

[1] Noborio, K. Measurement of soil water content and electrical conductivity by time domain reflectometry: a review. Computers and electronics in agriculture, *31*(3), 213-237, 2001.

[2] Majcher, J., Kafarski, M., Wilczek, A., Szypłowska, A., Lewandowski, A., Woszczyk, A., Skierucha, W. Application of a dagger probe for soil dielectric permittivity measurement by TDR. Measurement, 178, 109368, 2021.

[3] Majcher, J., Kafarski, M., Wilczek, A., Woszczyk, A., Szypłowska, A., Lewandowski, A., Skierucha, W. Application of a monopole antenna probe with an optimized flange diameter for TDR soil moisture measurement. Sensors, *20*(8), 2374, 2020.

MODEL OF CONDUCTION-COOLED CURRENT LEADS FOR SUPERCONDUCTING FAULT CURRENT LIMITERS

Michał MAJKA

Department of Electrical Engineering and Electrotechnology,
Faculty of Electrical Engineering and Computer Science,
Lublin University of Technology, Lublin

Current leads are part of superconducting electrical equipment. Current leads are part of a cryostat connecting external devices operating at room temperature to devices operating at cryogenic temperatures. The warm end of the current lead connected to the current source is at room temperature (T_H = 293 K), the cold end of the current lead connected to the superconducting device operates at cryogenic temperatures T_L. Current leads can be made of both non-superconducting and superconducting material, both HTS and LTS (Fig. 1). In superconducting devices, the power losses generated in the current leads have a large portion of the thermal energy that the cooling system is designed to dissipate so as to maintain the temperature of the superconducting device at a specified level. When the cooling power of the cryocooler is too low, the heat flux entering the cryostat through the current leads and the Joule heat generated in the current leads by the current supplying the electrical device can prevent the superconducting device from cooling to the required operating temperature. Due to the need to minimise resistance, current leads should have as large a cross-section as possible. On the other hand, a large heat flux flows through the large cross-section to the inside of the cryostat by thermal conduction. Reducing the cross-sectional area of the current leads reduces the heat input from the outside, but at the same time increases the Joule losses in the current leads, through which a large current flows. In this paper, the mathematical model of conduction-cooled current leads will be presented.

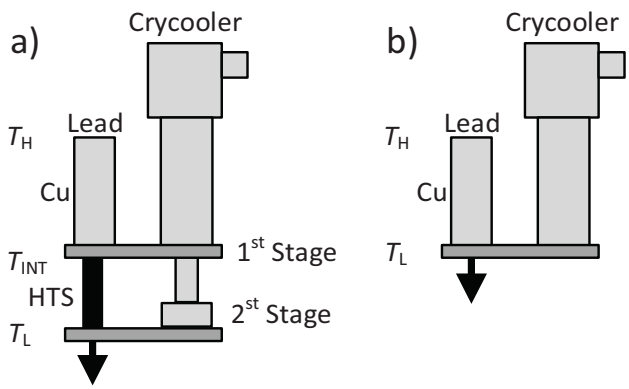


Figure 1. Conduction-cooled current leads: a) hybrid copper-HTS leads (cooled by a 2 stage cryocooler), b) copper leads (cooled by a 1 stage cryocooler)

Acknowledgements

The research is funded by National Science Centre in Poland under the project „Investigation of cryogenic current leads for contact-cooled superconducting fault current limiters.”, NCN Miniatura 5 no. DEC-2021/05/X/ST8/00635.

Reference list

[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.

EMISJA ELEKTROMAGNETYCZNA DOMOWYCH URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH XX I XXI WIEKU W ASPEKCIE KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ

Paweł A. MAZUREK[1], Oleksandr M. NAUMCHUK[2], Aleksander CHUDY[1]

[1] Politechnika Lubelska

[2] National University of Water Management and Nature Resources Use, Rowne, Ukraine

Kompatybilność elektromagnetyczna

Ciągły wzrost wykorzystywanych w gospodarce oraz użytkowaniu domowym urządzeń elektrycznych stwarza potrzebę weryfikacji ich oddziaływania na środowisko, na współistniejące w nim obiekty elektryczne. Zagadnienia kompatybilności elektromagnetycznej obejmują analizy jakości i bezpieczeństwa i są obecnie zdefiniowane odpowiednią legislacją i metodyką badawczą. Niestety w wielu gospodarstwach domowych i wielu zakładach pracy pracują aktywnie jeszcze urządzenia, które wprowadzane na rynek były kilkadziesiąt lat temu, kiedy testy i zagadnienia kompatybilności nie były obowiązujące. Rodzi to potrzebę monitoringu oddziaływania takich obiektów na środowisko elektromagnetyczne.

Aktualnie w krajach europejskich nowoprojektowane i wytwarzane urządzenia elektryczne podlegają wymogom dotyczącym ich jakości i zapewnienia bezpieczeństwa podczas ich użytkowania. Ważną kwestią jest spełnianie przez urządzenia warunków kompatybilności elektromagnetycznej (emc). EMC rozumiane jest jako zdolność działania w środowisku elektromagnetycznym bez powodowania zaburzeń o wielkościach wyższych niż wynosi odporność innych systemów czy aparatury współwystępującej w danym środowisku pracy. Stanowi to podstawę dopuszczenia urządzenia do wprowadzenia do sprzedaży. Na podstawie przeprowadzanych testów emisyjności i odporności elektromagnetycznej możliwe jest określenie poziomów kompatybilności, a to pozwala domniemywać, że testowany obiekt jest kompatybilny elektromagnetycznie i może być wprowadzany do obrotu lub oddany do użytkowania

Trendy w gospodarstwie domowym

Gospodarstwa domowe należą do najmniejszych, lecz najliczniejszych podmiotów gospodarujących obok przedsiębiorstw oraz gospodarki państwowej. Odgrywają one bardzo istotną rolę gospodarczą z uwagi na fakt dysponowania znaczną częścią dochodu narodowego oraz nabywania wielu dóbr i usług. Zaspokajanie potrzeb członków gospodarstwa domowego następuje poprzez: wytwarzanie dóbr, nabywanie ich drogą zakupu, pozyskiwanie z funduszy społecznych i wykorzystanie dóbr publicznych co stanowi realizację funkcji wytwórczo-zaopatrzeniowej. Zaspokajanie potrzeb obejmuje także realizację funkcji konsumpcyjnej rozumianej jako używanie dóbr i korzystanie z usług. [1-3]

W ocenie materialnego zagospodarowania ludności bierze się pod uwagę zasoby mieszkaniowe oraz zasoby dóbr trwałego użytkowania. Zmiany zachowań gospodarstw domowych na rynku dóbr trwałych warunkowane są głównie przez wysokość dochodów rozporządzalnych, poziom bezrobocia oraz wielkość inflacji. Wzrost zatrudnienia i poziomu wynagrodzeń zwiększa popyt na dobra trwałego użytkowania zaś spowolnienie gospodarcze ogranicza popyt. [1-3]

Dobra trwałego użytku charakteryzuje trwałość, niepodzielność w zastosowaniu oraz znaczny koszt zakupu. Stopień zaspokojenia potrzeb jest zależny od jakości i ilości dóbr, które są na wyposażeniu danego gospodarstwa domowego, co przekłada się na poziom zadowolenia członków gospodarstwa. Wynika to głównie z ułatwienia pracy i skrócenia czasu jej wykonywania, oraz tego, że optymalizują ilość czasu wolnego i stwarzają różne możliwości jego wykorzystania, przez co poprawiają jakość życia. Dobra trwałego użytkowania najczęściej dzieli się na [3]:

- kuchenne: wykorzystywane do przygotowywania posiłków i przechowywania żywności (m. in. chłodziarko-zamrażarki, kuchenki, roboty kuchenne, mikrofalówki)

- ogólnogospodarcze: wykorzystywane do utrzymania czystości i konserwacji odzieży (m. in. pralki, suszarki, odkurzacze, żelazka)
- elektroniczne: służące rozrywce i wypoczynkowi (m. in. telewizory, konsole, komputery, laptopy).

W 1989 r. zaczęły panować reguły wolnego rynku gospodarstwa domowe zaczęły modyfikować zachowania konsumpcyjne. Początkowe lata transformacji były czasem niskiej kondycji finansowej i na podstawowe potrzeby przeznaczano większość dochodów. Jednak już na początku lat 90. XX w. rosła skłonność Polaków do zwiększania wydatków i wzrostu zachowań konsumpcyjnych. Badania z 1997 r. dały obraz pozytywnych zmian zachodzących na rynku dóbr i usług. Wzrósł poziom podaży, sieć dystrybucyjna była rozbudowywana, a towary zyskiwały na jakości. Ludzie oceniali, że ich podstawowe potrzeby są zaspokajane w sposób wystarczający, jednak brakowało nadal wyposażenia mieszkań oraz urządzeń RTV i AGD.

W Polsce, w latach 2000 – 2012 miał miejsce wzrost poziomu wyposażenia gospodarstw domowych w sprzęt audiowizualny i sprzęt gospodarstwa domowego. W 1997 r. pralkę automatyczną posiadało tylko 65,4% gospodarstw zaś telewizor był na wyposażeniu 92,3% gospodarstw domowych. Do roku 2012 poziom wyposażenia w urządzenia z tych kategorii systematycznie wzrastał i stały się one powszechnie występującymi, podobnie jak telefony komórkowe, lodówki i odkurzacze. Wg analiz za rok 2012 dobra takie jak urządzenia do odbioru telewizji satelitarnej, komputery, roboty kuchenne, kuchenki mikrofalowe czy cyfrowe aparaty fotograficzne cechowały się średnim stopniem nasycenia (między 50 a 80 %). Zachodzące zmiany wyposażenia dotyczyły nie tylko ilości urządzeń, ale także wzrostu jakości rozumianej jako większa nowoczesność urządzeń. Notowano spadek wyposażenia w magnetowid i odtwarzacz wideo na rzecz wzrostu wyposażenia w odtwarzacz DVD i zestawy kina domowego. Bardzo znaczny przyrost dotyczył także sprzętów ułatwiających prace domowe takich jak zmywarki czy kuchenki mikrofalowe. W roku 2012 w porównaniu do 2010 r. nastąpił ponad 3-krotny przyrost liczby komputerów, oraz ponad 10-krotny wzrost liczby komputerów z dostępem do Internetu. [1,2,3]

Według publikacji GUS dotyczącej zużycia energii w gospodarstwach domowych [5] w 2018 r. w Polsce było 14,4 mln gospodarstw domowych. Średnia ilość osób w jednym gospodarstwie była równa 2,6. Polskie gospodarstwa domowe pochłaniały 18,2 % krajowego zużycia energii. Energia elektryczna była wykorzystywana w gospodarstwach domowych głównie do zasilania urządzeń AGD i RTV oraz oświetlania pomieszczeń. Używanie energii elektrycznej w celu ogrzewania pomieszczeń było niewielkie z uwagi na wysokie koszty i istnienie tańszych alternatyw. W okresie od 2002 r. do 2018 r. obserwowano wykorzystywanie w coraz większym stopniu technologii efektywniejszych energetycznie. W okresie tym zauważono wzrost średniego zużycia energii elektrycznej przez gospodarstwa domowe, co było konsekwencją wzrostu liczby urządzeń elektrycznych i elektronicznych stanowiących wyposażenie domostw. [4-6]

Pewne analogie można również zaobserwować w sąsiednim kraju – na Ukrainie. Tu też od czasu przemian ustrojowych obserwuje się dynamiczną zmianę poziomu i jakości wyposażenia gospodarstw domowych w sprzęt RTV-AGD.

Badania

Celem pracy jest wykonanie badań emisji elektromagnetycznej wybranych urządzeń elektrycznych w aspekcie kompatybilności elektromagnetycznej. Do testów wybrano kilkadziesiąt urządzeń jednofazowych, które zostały wyprodukowane w okresie 1980-2020. Testy obejmowały emisję przewodzoną w torach zasilania i promieniowaną. Uzyskane wyniki emisji w postaci graficznych wykresów odniesiono do obowiązujących limitów w środowisku mieszkaniowym.

Literatura

[1] Borowska A., Mikuła A., Raczkowska M., Utzig M.: Konsumpcja dóbr i usług w gospodarstwach domowych w Polsce: Rozdział 3. Gospodarstwo domowe jako podmiot konsumpcji, Wydawnictwo SGGW, 2020.
[2] Bretyn A.: Zmiany wyposażenia gospodarstw domowych w dobra trwałego użytku w Polsce a jakość życia, 2014.
[3] Bywalec C.: Gospodarstwo domowe. Ekonomika. Finanse. Konsumpcja, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2017.
[4] Sytuacja gospodarstw domowych w 2020 r. w świetle wyników badania budżetów gospodarstw domowych, GUS, 2021.
[5] Gospodarstwa domowe – wybrane elementy warunków życia ludności w 1998 roku, GUS, Warszawa 1999; Warunki życia ludności w 1999 r., Warszawa 2000.
[6] Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2018 r., GUS, Warszawa 2019.

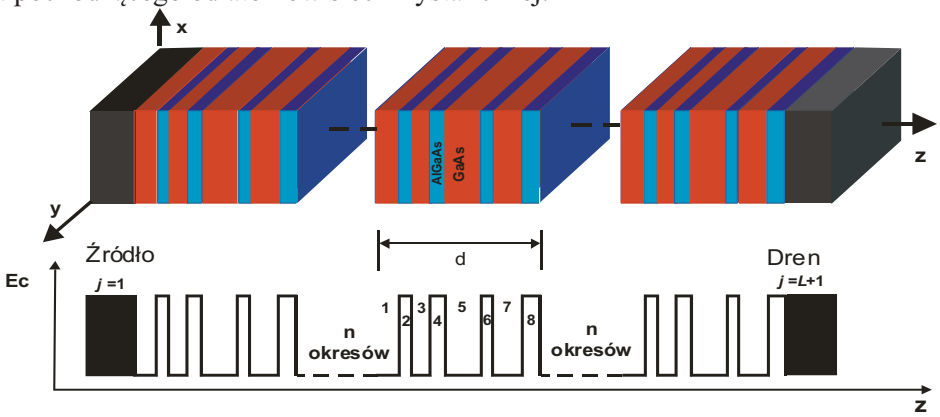
SYMULACJE STRUKTUR KWANTOWYCH LASERÓW KASKADOWYCH Z UŻYCIEM METODY APROKSYMACJI WIELOMIANOWEJ

Mariusz MĄCZKA[1], Stanisław PAWŁOWSKI[2]

[1] Katetedra Podstaw Elektroniki, Politechnika Rzeszowska

[2] Zakład Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych, Politechnika Rzeszowska

W pracy zaprezentowano wyniki symulacji struktur kwantowych laserów kaskadowych (ang. QCL - Quantum Cascade Laser) [1] z użyciem metody aproksymacji wielomianowej [2]. Budowę typowej struktury QCL ilustruje Rys.1. Są to ułożone naprzemiennie nanometrowe warstwy dwóch różnych półprzewodników, które wytwarzają periodyczny potencjał elektrostatyczny o okresie *d* znacznie przekraczającym okres zmian potencjału pola pochodzącego od atomów sieci krystalicznej.



Rys. 1. Fragment struktury AlGaAs-GaAs wytwarzającej potencjał elektrostatyczny z okresem *d*, który powstaje w materiale w wyniku naprzemiennego układu dwóch różnych warstw półprzewodnikowych. Sekwencja warstw jednego okresu w nanometrach to: 7,8, **2,4,** 6,4, **3,8,** 14,8, **2,4**, 9,4, **5,4** nm. Warstwy AlGaAs są pogrubione a warstwy podkreślone są domieszkowane

Nośniki ładunku elektrycznego poruszające się w takim środowisku ulegają efektom kwantowym, które są podstawą działania kwantowych laserów kaskadowych. Struktury QCL są obecnie wykorzystywane w takich dziedzinach gospodarki jak medycyna [3], górnictwo [4], telekomunikacja [5] czy przemysł zbrojeniowy. Służą do wytwarzania emiterów i detektorów fal elektromagnetycznych o różnych mocach i częstotliwościach. Dzięki możliwości stosunkowo łatwego ich przestrajania w zakresie średniej i dalekiej podczerwieni, gdzie występują silne linie absorpcyjne, charakterystyczne dla wielu związków chemicznych, QCL są wykorzystywane do wykrywania niebezpiecznych gazów w kopalniach oraz pełnią rolę markerów chorobowych w diagnostyce onkologicznej. Znane są także ich zastosowania w układach telekomunikacyjnych oraz układach celowniczych systemów altyleryjskich.
Ze względu na spore koszty wytwarzania dużą rolę przy tworzeniu nowych rozwiązań konstrukcyjnych QCL odgrywa modelowanie numeryczne. Symulacje QCL to jednak procesy bardzo złożone i czasochłonne, dlatego istnieje ciągłe zapotrzebowanie na optymalizację instniejących modeli oraz tworzenie nowych, bardziej efektywnych. Niniejsza praca prezentuje nowe rozwiązanie idące w kierunku przyspieszenia symulacji, poprzez zastosowanie pół-analitycznego podejścia do wyznaczania rozkładu ładunku w badanych strukturach QCL. Podejście to wykorzystuje aproksymację wielomianową w procesie samouzgodnionego rozwiązywania równań Schrödingera i Poissona. Proces symulacji QCL rozpoczyna rozwiązanie równania Schrödingera, które w naszej poprzedniej pracy [2] zostało sprowadzone do postaci bezwymiarowej:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial u^2} + \left[1 - W_j(u)\right]\psi(u) = 0\,, \tag{1}$$

gdzie przyjęto bezwymiarowe zmienne w postaci:

$$W_j(u) = \frac{V_j(z)}{E} \quad \text{oraz} \quad u_j = \frac{\sqrt{2m_{\mathrm{e}\,j}eE}}{\hbar}(z - z_j), \tag{2}$$

w tym E i $m_{\mathrm{e}\,j}$ to odpowiednio energia i masa efektywna elektronu w j–tej warstwie supersieci, e oznacza ładunek elementarny, natomiast $V_j(z)$ to całkowity potencjał w j–tej warstwie układu. Jednocześnie założono, że potencjał całkowity jest reprezentowany przez wielomian, co prowadzi do zależności:

$$W_j(u) = \sum_{k=0}^{M} d_{j,k} u^k \;, \quad d_{j,k} = \frac{b_{j,k}}{E\sigma_j^k}\,, \quad \sigma_j = \frac{\sqrt{2m_{\mathrm{e}\,j}eE}}{\hbar}\,. \tag{3}$$

Zgodnie z proponowanym podejściem potencjał $V_j(z)$ jest reprezentowny przez szereg potęgowy w postaci:

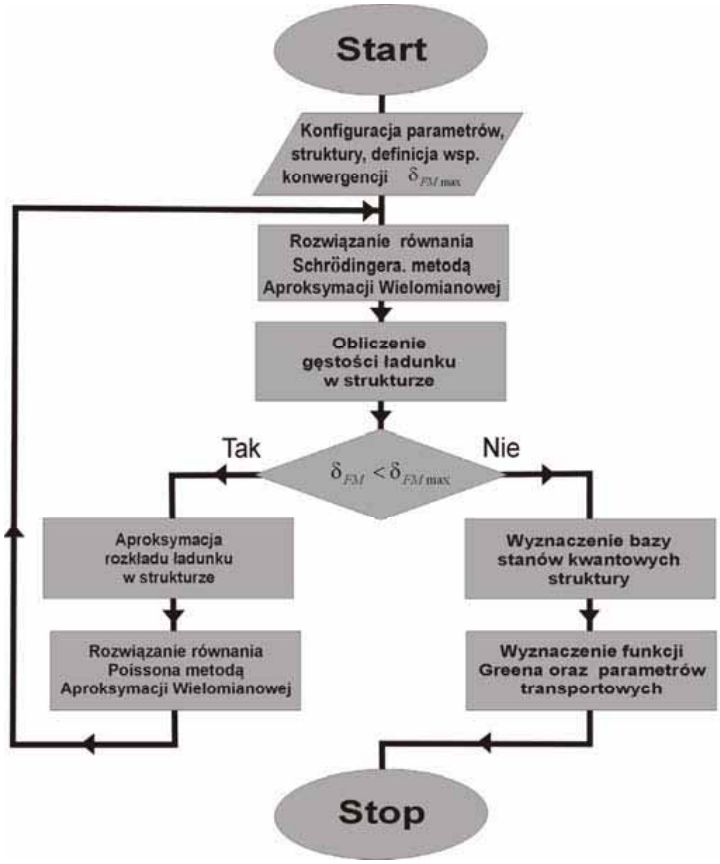
$$V_j(z) = \sum_{k=0}^{M} b_{j,k}\left(z - z_j\right)^k\,. \tag{4}$$

Podobnie rozwiązania równania (1) poszukiwano także w postaci wielomianu:

$$\psi_j(u) = \sum_{n=0}^{\infty} c_{j,n} u^n\,, \tag{5}$$

gdzie

$$c_{j,n} = \frac{1}{n(n-1)}\left[\left(d_{j,0} - 1\right)c_{j,n-2} + \sum_{k=1}^{\max(M,n-2)} d_{j,k} c_{j,n-k-2}\right], \quad \text{dla } n > 1\,. \tag{6}$$



Rys. 2. Algorytm główny procesu symulacji kwantowych laserów kaskadowych w oparciu o model FMSL wspomagany metodą aproksymacji wielomianowej

Opracowane procedury numeryczne pozwoliły zoptymalizować i przyspieszyć obliczenia w stosunku do znanych do tej pory rozwiązań. Potwierdzenie tego faktu uzyskano na podstawie wyników symulacji wybranych struktur QCL pracujących w zakresach średniej i dalekiej podczerwieni.

Literatura

[1] Faist, J.; Capasso, F.; Sirtori C.; Sivco D. L.; Baillargeon J. N.; Hutchinson, A. L.; Chu, S. N. G. and Cho A. Y.: High power mid-infrared (λ∼5 μm) quantum cascade lasers operating above room temperature, Appl. Phys. Lett., 1996, 68, 3680; https://doi.org/10.1063/1.115741

[2] Mączka, M.; Pawłowski, S.: A Polynomial Approximation to Self Consistent Solution for Schrödinger–Poisson Equations in Superlattice Structures. Energies 2022, 15, 760. https://doi.org/10.3390/en15030760

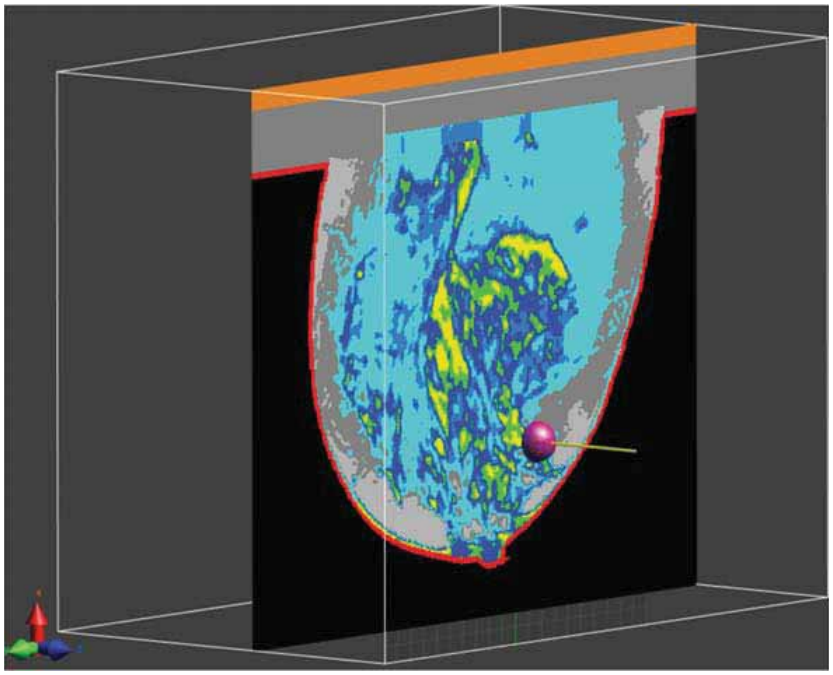
NUMERYCZNE SZACOWANIE STREF ABLACYJNYCH GUZA PIERSI KOBIECEJ POCHODZĄCYCH OD UKŁADU APLIKATORÓW RF

Arkadiusz MIASKOWSKI[1], Piotr GAS[2]

[1] Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Zastosowań Matematyki i Informatyki

[2] AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Katedra Elektrotechniki i Elektroenergetyki

Zmiany rakowe piersi są przyczyną najczęściej diagnozowanych nowotworów występujących w populacji kobiet [1]. Z tego względu poszukuje się nowych metod leczenia, które trwale niszczą komórki nowotworowe bez potrzeby resekcji całej piersi kobiecej. 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, podczas znieczulenia ogólnego, a następnie doprowadza do ablacji cieplnej 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 zaproponowanego przez autorów układu aplikatorów RF działających 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

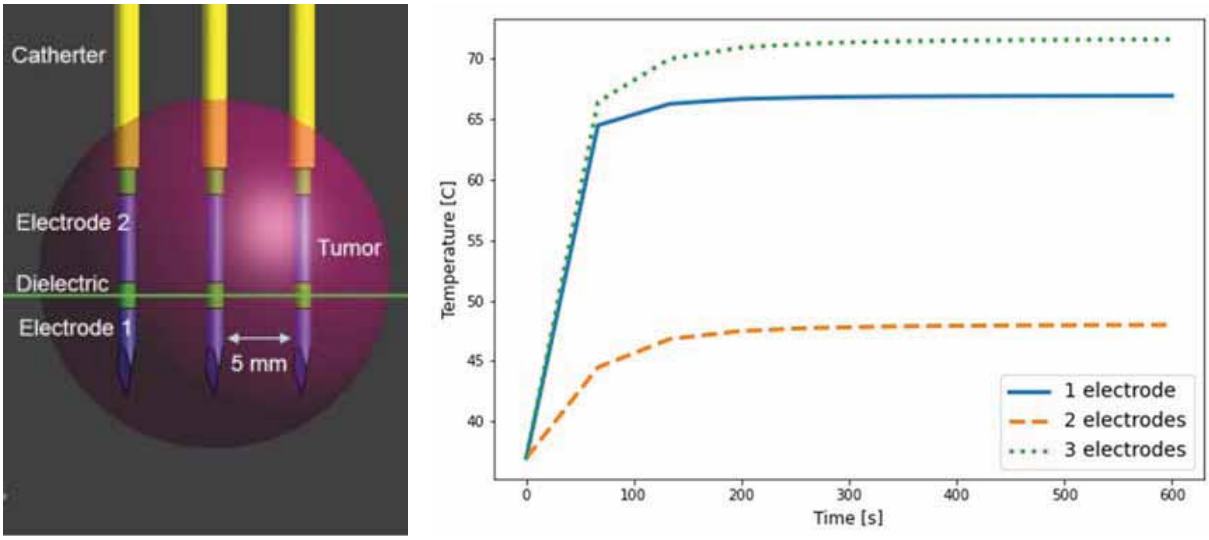
Do wyznaczenia temperatury w modelowanej piersi posłużono się równaniem Laplace'a sprzężonym z równaniem Pennesa, a mianowice [2, 7]:

$$\nabla \cdot \left[-\sigma \nabla \varphi \right] = 0 \tag{1}$$

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot \left(k \nabla T \right) - \rho_{\mathrm{b}} c_{\mathrm{b}} \omega_{\mathrm{b}} \left(T - T_{\mathrm{b}} \right) + \sigma \left| \nabla \varphi \right|^2 + Q_{\mathrm{met}} \tag{2}$$

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. Przykładowe rozkłady temperatury w centrum guza dla układu od 1 do 3 aplikatorów RF pokazano na Rys. 2.



Rys. 2. Układ aplikatorów RF z dwoma elektrodami umieszczony wewnątrz guza (po lewej) oraz rozkład temperatury w środku guza w zależności od liczby użytych aplikatorów RF (po prawej)

Autorzy pracy wykazali, że zaproponowany układ aplikatorów RF wytwarza w tkance nowotworowej poziomy temperatury, które mogą odgrywać istotną rolę w złożonym procesie leczenia nowotworów piersi kobiecej. Im więcej aplikatorów użyto tym lepszy efekt terapeutyczny zaobserwowano.

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., Cała P., 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.

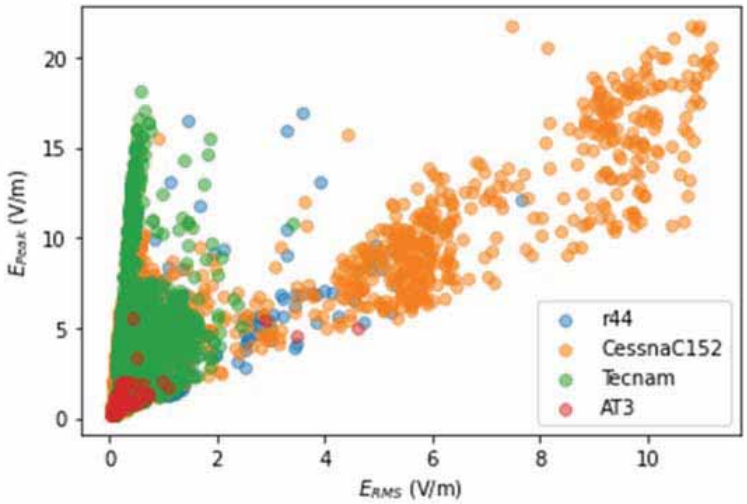
IDENTYFIKACJA NATĘŻENIA POLA ELEKTRYCZNEGO W STATKACH POWIETRZNYCH

Joanna MICHAŁOWSKA[1], Paweł TOMIŁO[2], Arkadiusz TOFIL[1], Łukasz PUZIO[1], Jarosław PYTKA[2]

[1] Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie

[2] Politechnika Lubelska

W celu określenia ogólnego wpływu natężenia pola elektrycznego, które oddziałuje na człowieka jak i urządzenia elektroniczne w trakcie lotu danym typem samolotu przeprowadzona została analiza skupień. Rozwiązanie to pozwoliło na odfiltrowanie wyników, które występują z mniejszą częstotliwością. Analiza przeprowadzona została dla pomiarów 4 typów samolotów takich jak: Aero AT3 R100, Cessna C152, Robinson R44 Raven, Tecnam P2006T, które stanowią bazę dydaktyczną Ośrodka Szkolenia Lotniczego Państwowej Akademii Nauk Stosowanych w Chełmie. Centrum to prowadzi szkolenia do licencji ATPL na samoloty i śmigłowce w ramach studiów inżynierskich. Przedstawiono badania dotyczące wartości składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego (EM) wyznaczonego za pomocą miernika NHT3DL firmy Microrad. Dane pomiarowe dla każdego z przedstawionych typów samolotów zostały zobrazowane na rys. 1.



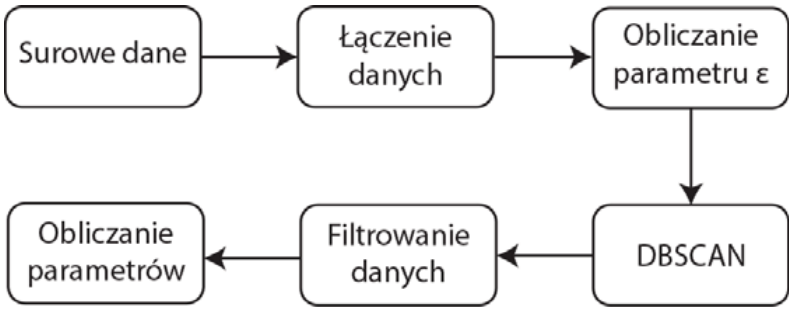
Rys. 1. Wykres punkowy wartości E_{RMS} i E_{PEAK} składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego dla 4 typów samolotów

Do analizy skupień zastosowany został algorytm DBSCAN (*ang. density-based spatial clustering of applications with noise*) z adaptywnym parametrem ϵ, który wyznacza maksymalną odległość pomiędzy dwoma próbkami, które uznawane są jako klaster. Dla każdej grupy pomiarów parametr ϵ dla danego typu samolotu wyznaczony został poprzez równanie:

$$\epsilon = \sqrt{E_{RMS}^2 + E_{PEAK}^2} \tag{1}$$

Dla każdego typu samolotu w pierwszej kolejności zostały wyznaczony parametr ϵ, według wzoru (1). Następnie zastosowany został algorytm DBSCAN z wyznaczonym wcześniej parametrem ϵ dla każdej z grup. Algorytm wyznaczył klastry oraz dane uznane jako szum. Szum został odfiltrowany, a dla pozostałych danych

wyznaczono parametry, które przedstawione zostały w tabeli 1. Minimalne ilości próbek zostały ustalone jako wartości statyczne i wynosiły 60.



Rys. 2. Schemat procesu filtracji danych

W tabeli 1 przedstawione zostały wyniki analizy zbiorczej dla otrzymanych pomiarów po analizie skupień.

Tabela 1. Dane pomiarowe po zastosowaniu analizy skupień

Typ statku powietrznego	Aero AT3	Cessna C152	Robinson R44	Tecnam P2006T
	E, V/m			
Średnia wartość Peak	0.68	2.06	1.88	3.56
Średnia RMS	0.14	0.36	0.33	0.32
Średnia wartość (Peak/RMS)	5.01	9.45	6.8	12.5

Analiza skupień pozwoliła na określnie uogólnionego wpływu pola elektrycznego na użytkownika podczas przeprowadzania operacji lotniczych danym typem statku powietrznego. Największa wartość średnia RMS pola elektrycznego występuje w samolocie typu Cessna C152, zaś największy stosunek wartości Peak do RMS oraz średnia wartość Peak przypada na Tecnam P2006T. Najmniejsze wartości odnotowane są w samolocie Aero AT3 dla wszystkich trzech parametrów.

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.: IMUMETER – A Convolution Neural Network Based Sensor For Measurement of Aircraft Ground Performance, Sensors 2021, 21(14), 4726, Doi: 10.3390/s21144726
[5] Bi-Ru D., et. al: Efficient Map/Reduce-based DBSCAN Algorithm with Optimized Data Partition, 2012
[6] Sarma A., et. al.: An Exact Scalable DBSCAN Algorithm for Big Data Exploiting Spatial Locality, 2019 IEEE International Conference on Cluster Computing (CLUSTER), Doi: 10.1109/CLUSTER.2019.8891020
[7] Bieńkowski P., et al., Electromagnetic field in the environment − estimation methods and monitoring, Medycyna Pracy 70(5), 2019
[8] Krawczyk A., et. al.: Electromagnetic Field in Social Perception – Myths and Conspiracy Theories, 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Doi: 10.1109/PAEP49887.2020.9240831

WYKORZYSTANIE EMISJI FOTONÓW DO IDENTYFIKACJI ZMIAN CHOROBOWYCH JODŁY POSPOLITEJ

Anna MIERNIK, Paweł KIEŁBASA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Choroby wywoływane przez grzyby pasożytnicze od wielu lat wpływają na stabilność, zdrowotność i trwałość drzewostanów, oraz utrudniają produkcję materiału sadzeniowego do odnowień. Niektóre z chorób grzybowych mogą powodować zamieranie dużych ilości drzew. Choroby grzybowe najsilniej atakują wtedy, gdy drzewostany osłabione są innymi czynnikami, np.: suszami, wahaniami poziomu wody gruntowej, skażeniami atmosferycznymi lub żerami owadów [1]. Do grzybów powodujących choroby drzew iglastych należą rodzaje: *Cylindrocarpon, Fusarium, Rhizoctonia, Pythium*, *Alternaria* oraz *Botrytis.*

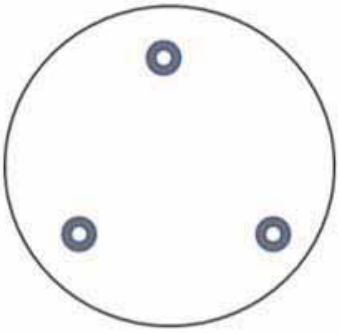
Alternaria alternata jest najbardziej rozpowszechnionym gatunkiem z rodzaju *Alternaria*, którego zarodniki występują na całym świecie. Przez cały rok zarodniki można znaleźć w organicznych składnikach gleby, natomiast od wiosny do jesieni są one przenoszone drogą powietrzną, przez co stają się jeszcze bardziej wszechobecne [2]. Konidia *Alternaria* tworzą ciemnobrązowe, zielono-czarne lub czarne kolonie. *Alternaria*, choć zwykle uważana za saprofityczne zanieczyszczenie, jest obecnie uważana za przyczynę wielu chorób zarówno roślinnych jak i zwierzęcych. Jako patogeny roślin, gatunki z rodzaju *Alternaria* mają szeroki zakres żywicieli [2,3].

Cel i zakres pracy

Celem badań jest identyfikacja grzybów powodujących chorobę jodły pospolitej oraz określenie możliwości wykorzystania emisji fotonowej jako szybkiej metody wykrywania zakażenia badanego drzewa. Zakres pracy obejmował izolację i identyfikację mikrobiologiczną grzybów powodujących chorobę jodły pospolitej oraz pomiar ultra słabej emisji fotonowej z fragmentów drzew zdrowych oraz objętych zmianami chorobowymi.

Metodyka badań

W celu wyizolowania szczepów grzybów powodujących zmiany chorobowe na jodle, sterylną wymazówką pobrano zarodniki, które następnie posiano trójpunktowo (rys. 1) na szalce Petriego, na podłożu stałym Yeast Pepton Dextrose (YPD).



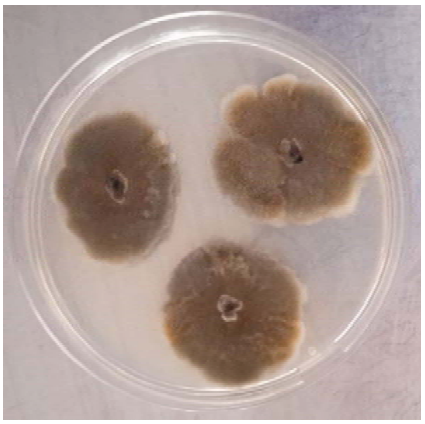
Rys. 1. Schemat posiewu zarodników grzybowych na szalce Petriego

Płytki przechowywano w cieplarce w temperaturze 30°C przez 5 dni. Do identyfikacji gatunkowej wykorzystano technikę MALDI TOF MS. Identyfikacja została przeprowadzona przez Jagiellońskie Centrum Innowacji w Krakowie.

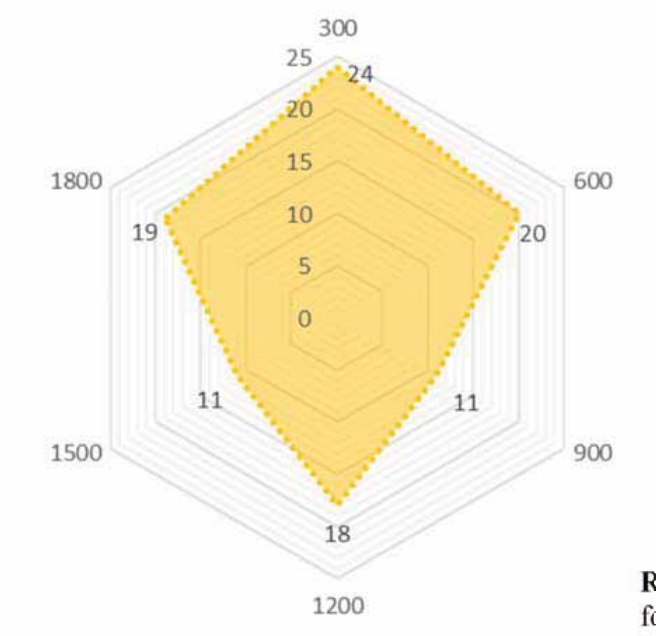
Pomiar ultrasłabej emisji fotonowej wykonano wg akredytowanej przez PCA procedury pomiarowej w Laboratorium Eksperymentalnych Technik Badawczych Produktów i Surowców Biologicznych.

Wyniki

Z zainfekowanego materiału wyizolowano jeden szczep grzybowego patogenu (rys. 2), który został zidentyfikowany jako gatunek *Alternaria alternata.* Zbadano właściwości luminescencyjne wyizolowanego grzyba *Alternaria alternata*. Na rysunku 3 przedstawiono całkowitą liczbę fotonów wyemitowanych przez *Alternaria alternata*. Czas ekspozycji materiału podzielono na mniejsze odcinki 300 sekund co umożliwiło identyfikację ilościowej struktury czasowej emisji fotonów badanych materiałów. Sumaryczna liczba fotonów emitowanych przez *Alternaria alternata* wynosiła 103. Najwyższa wartość równa 24 przypada na pierwsze pięć minut pomiaru. W późniejszych interwałach czasowych emisja fotonów nieznacznie spadła i przyjęła najniższą wartość 11 w przedziałach 601-900 sekund oraz 1201-1500 sekund. Można zauważyć naprzemienne spadki oraz wzrostu liczby emitowanych fotonów w przedziale czasowym 301–1800 sekund, przy czym pierwszy spadek (9 fotony) był nieznacznie mniejszy niż drugi (7 fotonów).



Rys. 2. Widok makroskopowy kolonii grzyba *Alternaria alternata*



Rys. 3. Emisja fotonowa zarejestrowana dla dojrzałej formy grzyba *Alternaria alternata*

Wnioski

Za powstawanie zmian chorobowych jodły pospolitej odpowiada grzyb *Alternaria alternata,* którego emisja fotonowa utrzymuje się na stosunkowo wysokim poziomie.

Literatura

[1] Sołtys A., Zawadzki G. 2018. Choroby grzybowe jako czynnik zagrażający stabilności lasów. Studia i Materiały CEPL w Rogowie, R. 20. Zeszyt 54 / 4, 83 - 92

[2] Kustrzeba-Wójcicka, I., Siwak, E., Terlecki, G. *et al. Alternaria alternata* and Its Allergens: a Comprehensive Review. *Clinic Rev Allerg Immunol* 47, 354–365 (2014).

[3] Lee, Y. M., Lee, H., Jang, Y., Cho, Y., Kim, G.-H., & Kim, J.-J. (2014). Phylogenetic analysis of major molds inhabiting woods. Part 4. Genus Alternaria. Holzforschung, 68(2). doi:10.1515/hf-2013-0089

WPŁYW ODDZIAŁYWANIA POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA STRUKTURĘ WIDMA ELEKTROMAGNETYCZNEGO OLEJKÓW ETERYCZNYCH

Anna MIERNIK, Paweł KIEŁBASA, Tomasz DRÓŻDŻ

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

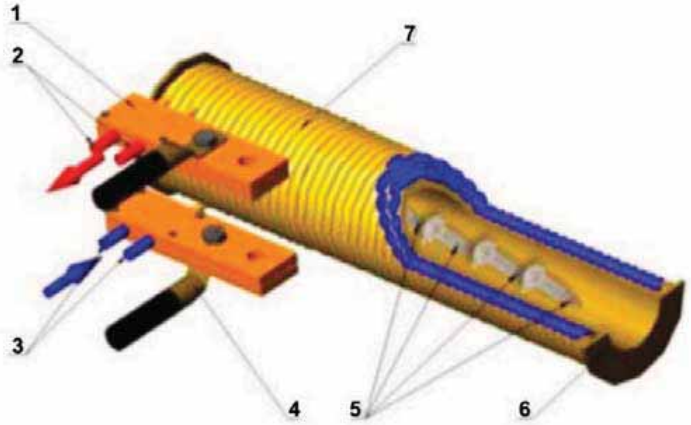
Roślinne olejki eteryczne są zazwyczaj złożonymi mieszaninami związków naturalnych, zarówno polarnych, jak i niepolarnych [1]. Olejki eteryczne pozyskiwane są ze wszystkich części roślin, a ich głównym źródłem są głównie zioła i przyprawy [2]. Znanych jest około 3000 olejki eteryczne, z których 300 ma znaczenie handlowe, wykorzystywane głównie na rynku aromatów i zapachów [3]. Skład chemiczny olejków eterycznych roślin różni się w zależności od gatunku; mają na nią wpływ takie czynniki, jak położenie geograficzne, środowisko, etap dojrzałości i sposób wydobycia. Ta różnica chemiczna jest bezpośrednio skorelowana z różnicami w aktywności biologicznej [4].

Cel i zakres badań

Celem badań było określenie stopnia oddziaływania pola elekromagnetycznego na strukturę widma elektromagnetycznego w zakresie światła widzialnego wybranych olejków eterycznych. Zakres badań obejmował poddanie wybranych olejków eterycznych oddziaływaniu zmiennego pola elekromagnetycznego oraz pomiaru widma elektromagnetycznego.

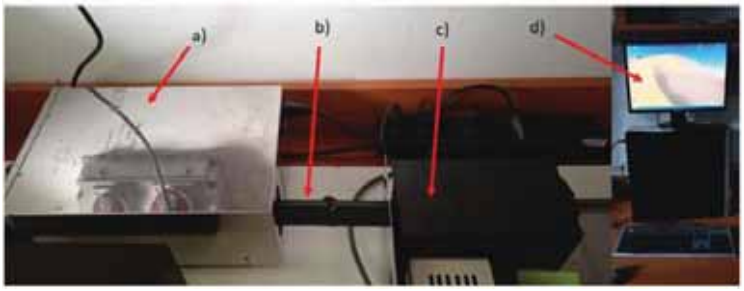
Metodyka badań i wyniki badań

W badaniach wykorzystano dwa olejki eteryczne: z drzewa herbacianego i cedrowego. Z olejków eterycznych przygotowano po 4 próbki w dziesięciu powtórzeniach: próbkę kontrolną i trzy stymulowane próbki o czasie trwania 1h, 2h i 3h. Następnie próbki poddano działaniu pola elektromagnetycznego (rys. 1) o częstotliwości 50 Hz w trzech wariantach gęstości strumienia magnetycznego 40 mT, 70 mT i 80 mT oraz w 3 wariantach oddziaływania, tj. czasu stymulacji 1, 2 i 3 godziny.



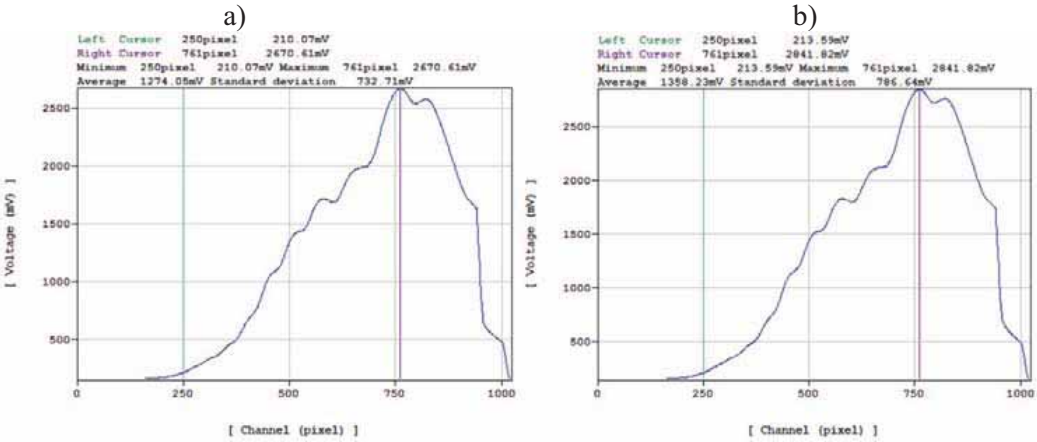
Rys. 1. Schemat solenoidu do elektromagnetycznej stymulacji: 1 – komora zasilająca; 2 – wylot wody chłodzącej; 3 – wlot wody chłodzącej; 4 – kable zasilające; 5 – próbki; 6 – tusza; 7 – cewka [5]

Następnie rejestrację widma badanych olejków eterycznych wykonano z wykorzystaniem stanowiska pomiarowego wyposażonego w spektrofotometr wielokanałowy C5964 firmy Hammatsu (rys. 2).



Rys. 2. Spektrofotometr wielokanałowy C5964 firmy Hammatsu: a) źródło światła; b) komora światłoszczelna; c) spektofotometr wielokanałowy C5964 z kontrolerem; d) Applicaton Software

Odnotowano różnice w charakterystyce widmowej między próbkami nie poddanymi oddziaływaniu pola elektromagnetycznego a próbkami stymulowanymi polem elektromagnetycznym o natężeniu 80 mT przez 1 godzinę (rys. 3 i 4). W przypadku olejku z drzewa cedrowego odnotowano wzrost napięcia elektrycznego o 171,21 mV (rys. 3), natomiast w przypadku olejku z drzewa harbacianego odnotowano nieco mniejszy wzrost napięcia elektrycznego (rys. 4). Wartość napięcia elektrycznego wzrosła o 95,93 mV.



Rys. 3. Charakterystyki widmowe olejku z drzewa cedrowego przed oddziaływaniem polem elektromagnetycznym (a) i po oddziaływaniem polem elektromagnetycznym o natężeniu 80 mT i 1 godzinie stymulacji (b)

Wnioski

Badanie wstępne wykazały wpływ zmiennego pola elektromagnetycznego na widmo elektromagnetyczne olejków z drzew cedrowego i herbacianego. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego na widmo elektromagnetyczne jest silniejsze w przypadku olejku z drzewa cedrowego w porównaniu do olejku z drzewa herbacianego.

Literatura

[1] Macwan, SR; Dabhi, BK; Aparnathi, KD; Prajapati, JB Essential oils from herbs and spices: their antimicrobial activity and application in food preservation Food Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Science. 2016 , 5 , 885-901.

[2] Fengfeng, W.; Yamei, J.; Xueming, X.; Na, Y. Electrofluidic pretreatment for enhanced extraction of essential oils from citrus fruit peel waste citrus fruits. J. Purity. Shtick. 2017 , 159 , 85-94.

[3] Burt, SA; Reinders, RD Antimicrobial activity of selected oils Plant essential oils against Escherichia coli O157:H7. Lat. Microbiol. 2003, 36 , 162-167.

[4] Nazzaro, F.; Fratianni, F.; De Martino, L.; Coppola, R.; De Feo, V. Effects of essential oils Essential oils on pathogenic bacteria. Pharmaceuticals 2013 , 6 , 1451-1474.

[5] Ostafin Marek, Lasatowicz Paulina, Miernik Anna, Nawara Piotr, KiełbasaPaweł, Dróżdż Tomasz, Malaga-Toboła Urszula - Wpływ zmiennego pola elektromagnetycznego na biofilm utworzony przez Candida albicans. Przegląd elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 93 NR 12/2018.

WYKORZYSTANIE EMISJI FOTONOWEJ DO IDENTYFIKACJI RODZAJU DRZEW IGLASTYCH

Anna MIERNIK[1], Paweł KIEŁBASA[1], Tadeusz JULISZEWSKI[1], Tomasz DRÓŻDŻ[1]

[1]Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Układy biologiczne w sposób ciągły emitują bardzo słabe światło bez żadnych zewnętrznych bodźców lub dodatkowo stosowanych zewnętrznych luminoforów. Zjawisko to, obecnie powszechnie określane jako bardzo słaba emisja fotonu, jest jeszcze bardziej interesujące, ponieważ występuje praktycznie we wszystkich układach metabolicznie aktywnych [1]. Emisja fotonów jest silnie skorelowana z procesami metabolicznymi komórek, które są powiązane z reakcjami wolnorodnikowymi i mają wpływ na oksydację komórek [2]. Ultra słaba emisja fotonowa cieszy się szerokim zastosowaniem głównie w sektorze spożywczym, gdzie jest wykorzystywana do oceny jakości produktów [3,4] oraz stanu ich przydatności do spożycia [5].

Cel i zakres badań

Celem badań jest określenie możliwości wykorzystania ultra słabej emisji fotonowej do identyfikacji wybranych rodzajów drzew iglastych. Zakres pracy obejmował pomiar ultra słabej emisji fotonowej igieł wybranych rodzajów drzew iglastych.

Metodyka badań

Badania były przeprowadzane w Laboratorium Eksperymentalnych Technik Badawczych Surowców i Produktów Biologicznych na stanowisku do pomiaru emisji fotonowej posiadającym akredytację Polskiego Centrum Akredytacji jako procedurę własną. Odważono po 5 g zebranych igieł drzew iglastych (rys. 1). W badaniach wykorzystano igły jodły pospolitej, sosny zwyczajnej, świerka pospolitego i modrzewia europejskiego. Pomiar ultra słabej luminescencji prowadzono przez 30 minut.

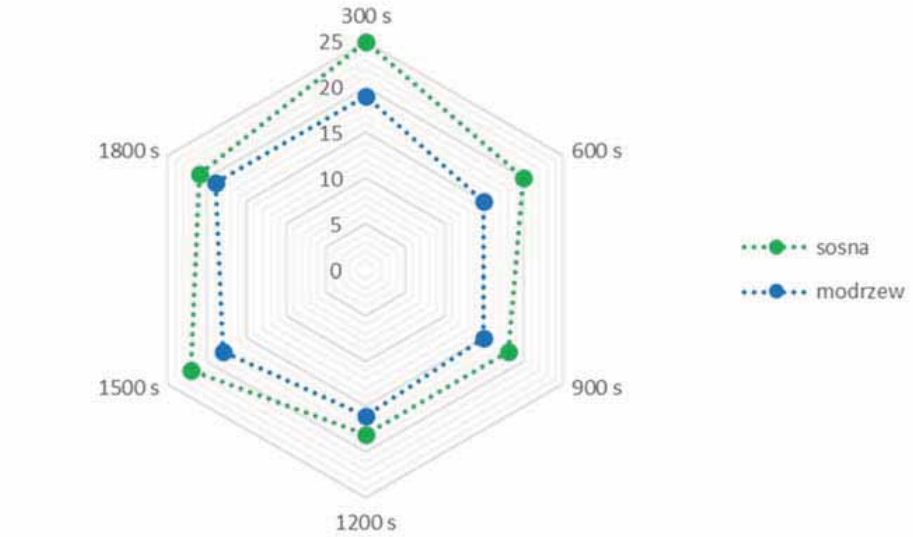
a) b)

Rys. 1. Igły drzew iglastych wykorzystane w badaniach a) sosna zwyczajna; b) modrzew europejski

Wyniki

Zbadano właściwości luminescencyjne igieł sosny i modrzewia, na rysunku 2 przedstawiono całkowitą liczbę fotonów wyemitowanych przez w/w organy roślinne. Czas ekspozycji materiału podzielono na mniejsze odcinki 300 sekund, co umożliwiło identyfikację ilościowej struktury czasowej emisji fotonów badanych materiałów. Sumaryczna liczba fotonów emitowanych przez igły sosny (kolor zielony) wynosiła 124,

natomiast przez igły modrzewia 102 (kolor niebieski). Dla igieł sosny najwyższą wartość odnotowano przy pierwszych 300 sekundach pomiaru, która wyniosła 25 fotonów. W późniejszych interwałach czasowych emisja fotonów nieznacznie spadła i przyjęła najniższą wartość 18 w przedziale 601-1200 sekund. W ciągu ostatnich 600 sekund pomiaru emisja fotonowa wzrosła do 22, a następnie zmniejszyła się o jeden. Dla igieł modrzewia, podobnie jak w przypadku igieł sosny, najwyższą wartość odnotowano przy pierwszych 300 sekundach pomiaru, która wyniosła 19 fotonów. W późniejszych interwałach czasowych emisja fotonów nieznacznie spadła i przyjęła najniższą wartość 15 w przedziale 301-900 sekund. W ciągu ostatnich 900 sekund pomiaru emisja fotonowa wzrosła do 19 fotonów.



Rys. 2. Emisja fotonowa zarejestrowana dla igieł sosny i modrzewia

Wnioski

Badania wstępne wykazały możliwość wykorzystania ultra słabej emisji fotonowej do identyfikacji rodzaju drzew iglastych. Odnotowano różnicę w liczbie fotonów emitowanych przez igły sosny i modrzewia, przy czym igły sosny emitują większą liczbę fotonów niż igły modrzewia. Różnice te, prawdopodobnie są związane z budową morfologiczną tych organów oraz zawartością chlorofilu.

Literatura

[1] Cifra M., Pospisil P. Ultra-weak photon emission from biological samples: Definition, mechanisms, properties, detection and applications, J. Photochem. Photobiol. B: Biol. (2014).
[2] Borc R., Jaśkowska A., Dudziak A. 2015. Ultrasłaba emisja fotonowa z układów żywych, Politechnika Lubelska, ISBN: 978-83-7947-164-5.
[3] Kiełbasa P., Dróżdż T., Nawara P., Dróżdż M. Wykorzystanie emisji biofotonów do parametryzacji jakościowej produktów spożywczych, Przegląd elektrotechniczny, R. 93 NR 1/2017, 153-156.
[4] Oziembłowski M., Dróżdż M., Kiełbasa P., Dróżdż T., Gąsiorski A., Nawara P., Tabor S. Ultra słaba luminescencja (USL) jako potencjalna metoda oceny jakości żywności tradycyjnej, Przegląd elektrotechniczny, R. 93 NR 12/2017, 131-134.
[5] Miernik A., Łopatka A. Identyfikacja stopnia rozwoju pleśni z rodzaju Aspergillus w substancji biologicznej przy wykorzystaniu emisji fotonowej, Przegląd elektrotechniczny, R. 98 NR 1/2022, 100-103.

WPYW ODDZIAŁYWANIA ZMIENNEGO POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA EMISJE FOTONOWĄ NAPARÓW WYBRANYCH ROŚLIN

Anna MIERNIK[1], Paweł KIEŁBASA[1], Stepan KOVALYSHYN[2]

[1]Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Polska

[2]Lwowski Uniwersytet Rolniczy, Lwów-Dyblany, Ukraina

Wstęp

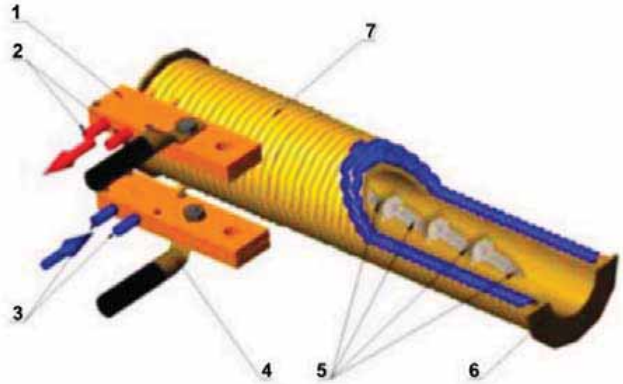
Zastosowanie ultra- słabej emisji fotonów polega głównie na kontroli jakości żywności. Szczególnie dotyczy to substancji, gdzie obecne są tlen cząsteczkowy i biomakromolekuły, będą zachodzić zmiany w intensywności emisji fotonów w wyniku procesów utleniających. W produktach żywnościowych zawierających żywe komórki zdolne do aktywnego metabolizmu oksydacyjnego i obrony antyoksydacyjnej mechanizmy generowania ultraszybkiej emisji fotonów są podobne do mechanizmów w żywej tkance roślinnej i zwierzęcej [1]. Ultra słaba emisja fotonowa była również wykorzystywana do oceny jakości produktów takich jak owoce, ocet, oliwa z oliwek, pieczywo i czekolada [2,3]. Ziołolecznictwo opiera się na założeniu, że rośliny zawierają naturalne substancje, które mogą wspomagać zdrowie i łagodzić choroby. W ziołolecznictwie termin "zioła" jest stosowany w szerokim znaczeniu, nie tylko w odniesieniu do roślin zielnych, ale także do kory, korzeni, liści, nasion, kwiatów i owoców drzew, krzewów i pnączy drzewiastych oraz wyciągów z nich, które są cenione ze względu na swoje właściwości smakowe, aromatyczne lub lecznicze. Wiele ziół i ekstraktów ziołowych zawiera różne związki fitochemiczne o aktywności biologicznej, które mogą mieć działanie terapeutyczne [4].

Cel i zakres pracy

Celem badań było określenie możliwości identyfikacji zmian w substancji biologicznej na podstawie charakterystyki emisji fotonowej. Ponadto określenie zróżnicowania w emisji fotonowej naparów wybranych ziół, które poddano oddziaływaniu zmiennego pola elektromagnetycznego. Zakres badań obejmował poddanie naparów wybranych ziół oddziaływaniu zmiennego pola elektromagnetycznego oraz pomiar luminescencji.

Metodyka badań

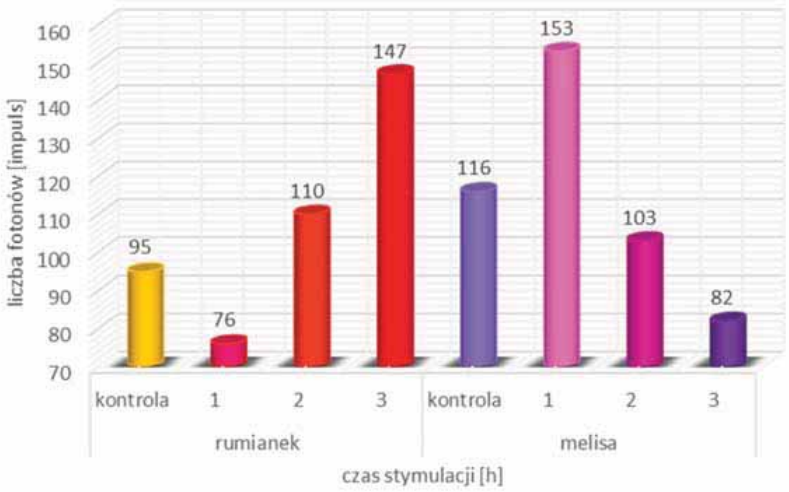
Badania przeprowadzono na wybranych użytkowych odmianach ziół: rumianku, melisy i mięty. Odważono 5g suszu badanych ziół, następnie zalano 250 ml wrzątku i parzono przez 5 minut pod przykryciem. Ostudzone napary poddano oddziaływaniu zmiennego pola elektromagnetycznego (rys. 1) o natężeniu 40 mT, 70 mT i 80 mT w trzech wariantach czasu (1,2 i 3 godzinach) stymulacji. Bezpośrednio po stymulacji, wykonano pomiar luminescencji. Pomiar emisji fotonowej wykonano w Laboratorium Eksperymentalnych Technik Badawczych Surowców i Produktów Biologicznych Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, posiadającego akredytowaną przez Polskie Centrum Akredytacji procedurę własną na pomiar liczby fotonów.



Rys. 1. Schemat solenoidu do elektromagnetycznej stymulacji: 1 – komora zasilająca; 2 – wylot wody chłodzącej; 3 – wlot wody chłodzącej; 4 – kable zasilające; 5 – próbki; 6 – tusza; 7 – cewka [5]

Wyniki

Zbadano właściwości luminescencyjne naparów z rumianku i melisy, które zostały poddane oddziaływaniu pola elektrycznego o natężeniu 40 mT w trzech wariantach czasu. Na rysunku 2 przedstawiono całkowitą liczbę fotonów wyemitowanych przez w/w napary. Analizując liczbę zarejestrowanych fotonów w całkowitym czasie zliczania wynoszącym 1800 sekund, zaobserwowano znaczne zróżnicowanie między wybranymi do badań naparami ziół. Stwierdzono odmienny trend odpowiedzi substancji organicznej w postaci emisji fotonów na wymuszenie polem elektromagnetycznym w przypadku naparu z rumianku i melisy. Dla naparu z rumianku, liczba fotonów po zastosowaniu pola elektromagnetycznego zmalała od wartości 95 fotonów (bez oddziaływania polem elektrycznym) do 76 fotonów dla tego materiału stymulowanego polem przez godzinę. W przypadku próbek stymulowanych polem elektromagnetycznym przez dwie i trzy godziny uzyskano wzrost liczby fotonów w stosunku do próby kontrolnej o odpowiednio 15 i 52 fotony. Natomiast dla naparu z melisy liczba fotonów po zastosowaniu pola elektromagnetycznego wzrosła od wartości 116 fotonów (bez oddziaływania polem elektrycznym) do 153 fotonów dla tego materiału stymulowanego polem przez godzinę. W przypadku próbek stymulowanych polem elektromagnetycznym przez dwie i trzy godziny odnotowano spadek liczby fotonów w stosunku do próby kontrolnej o odpowiednio 13 i 34 fotony. Świadczy to o zróżnicowanej reakcji materii organicznej na pole elektromagnetyczne. Najniższą emisję fotonową uzyskano dla naparu rumianku, natomiast najwyższą dla naparu z melisy stymulowanych polem elektromagnetycznym przez godzinę.



Rys 2. Emisja fotonowa zarejestrowana dla naparu rumianku i melisy poddanych stymulacji pola elektrycznego o natężeniu 40 mT

Wnioski

Oddziaływanie pola elektromagnetycznego wpływa na emisję fotonową materiału biologicznego w sposób niejednorodny. Może powodować zarówno zahamowanie emisji fotonów jak i jej wzrost. Zastosowanie różnych parametrów natężenia oraz czasu stymulacji modyfikuje strukturę emisji fotonowej, dając tym samym możliwość identyfikacji stopnia odziaływania.

Literatura

[1] Cifra M., Pospisil P. Ultra-weak photon emission from biological samples: Definition, mechanisms, properties, detection and applications, J. Photochem. Photobiol. B: Biol. (2014).

[2] Kiełbasa P., Dróżdż T., Nawara P., Dróżdż M. Wykorzystanie emisji biofotonów do parametryzacji jakościowej produktów spożywczych, Przegląd elektrotechniczny, R. 93 NR 1/2017, 153-156.

[3] Oziembłowski M., Dróżdż M., Kiełbasa P., Dróżdż T., Gąsiorski A., Nawara P., Tabor S. Ultra słaba luminescencja (USL) jako potencjalna metoda oceny jakości żywności tradycyjnej, Przegląd elektrotechniczny, R. 93 NR 12/2017, 131-134.

[4] Craig W. Health-promoting properties of common herbs. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 70, Issue 3, September 1999, Pages 491s–499s, https://doi.org/10.1093/ajcn/70.3.491s

[5] Ostafin Marek, Lasatowicz Paulina, Miernik Anna, Nawara Piotr, KiełbasaPaweł, Dróżdż Tomasz, Malaga-Toboła Urszula - Wpływ zmiennego pola elektromagnetycznego na biofilm utworzony przez Candida albicans. Przegląd elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 93 NR 12/2018.

IMPROVEMENT OF ELECTRICAL METHODS OF CONTROL AND EVALUATION OF IMPACT OF MILITARY ACTIVITY ON SURFACE WATERS

Maryna MIKHALIEVA[1], Lubomyra ODOSII[1], Krzysztof PRZYSTUPA[2], Yury SHABATURA[1], Nataliya HOTS[3], Myhailo HRUBEL[1]

[1] Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine

[2] Department of Automation, Lublin University of Technology

[3] Lviv Polytechnic National University

The purpose of water legislation of developed countries is to achieve sustainable use of water resources, including ensuring a satisfactory qualitative and quantitative state of surface and groundwater.

The legislation of such countries lays the foundation for a comprehensive water management system and requires union member states to set up appropriate administrative structures, develop plans and have a modern monitoring system. In addition, it sets standards for the quality of surface and groundwater in the environment, as well as for specific types of water use, standards for emissions of certain pollutants (eg nitrates), technological standards (eg for wastewater treatment).

The relevance of our research lies in the need for rapid and objective control of the composition of environmental facilities to minimize the impact of military activities on the environment, which is now the time.

The impact of military activity on the ecological state of the environment has been sufficiently studied in our country. Landfills and especially areas of actual hostilities are considered to be the most polluted.

As a result of research

- NATO standards on environmental monitoring were analyzed
- analyzed methods of surface water control and established a list of hazardous substances on the example of a real military range
- an integrated method of water source assessment has been developed and applied
- the use of electrical methods for research is substantiated (Red Ox measurement and admission measurement)
- Red Ox real objects are investigated and the quality of real water sources is estimated
- the electrical parameters of aqueous solutions in different-frequency electromagnetic fields for the creation of surface water control systems based on electrical sensors were studied

The object of our research is the electrical properties of multicomponent liquids. The subject of the research is model multicomponent liquids based on water with the content of non-electrolytes and electrolytes and real objects of control: surface waters of the environment.

Introducing and improving the standards of developed countries is an important element of reforming the security and defense sector, which is considered one of the best ways to increase the level of its combat capability and, consequently, the country's defense capabilities.

Hydrophysical and hydrochemical parameters for samples were determined and analyzed, and a list of basic chemical indicators was obtained, the values of which approached or exceeded the standard limit values and by their origin could be detected in surface waters during military activities. There are 6 such indicators: total iron, ammonia, nitrites, phosphates, oxidation and electrical pH. Such pollutants are classified by us as specific,

as they are the products of military activity in the processes of conversion of gunpowder, incendiary and smoke ammunition, fuel, brake fluid and other technical fluids. The list of specific substances is created for each area individually by chemical laboratories. Next, it is proposed to calculate and compare after military service indicators of quality categories and characteristics of natural water on the indicators of the water pollution index (IWP).

Some surface waters of primary natural composition can be used for drinking water supply. We experimentally substantiate and propose a method for assessing the quality of a source for drinking water, the method of redox potential of Red Ox. And the proposed values of this indicator for our quality categories.

Another novelty of research is the development of cyberphysical methods and means of rapid control of the composition of surface waters on the admission electrical parameters. This method does not require laboratory tests and high costs of analysis.

Consider the rationale for this method and the results of experimental research.

The aqueous liquid system of mixtures has non-additive electrical properties. In the case of mixtures of substances of different electrical nature (high-resistance, low-resistance), which are found in the production of various industries, complicate rapid and selective analysis of existing conductometric and dielectric and other standardized methods. All these methods are non-selective, complex and costly, and make it impossible to use them in automated control lines.

The fundamentally great efficiency of new electrical physical methods can be illustrated by the illustrative example given by the famous German crystal chemist M. Stalkelberg: "One gram-atom is a speck, but a charge of one Faraday can tell the whole globe a potential of 160 million volts."

The study of the electrical properties of aqueous solutions as liquid dielectrics and the analysis of the components of complex electrical parameters at different frequencies of the electromagnetic signal deepen the theory in studying the dependences of the electrical properties of liquids on their composition. Attention to such research is enhanced by the improvement of experimental techniques.

We have obtained scientific facts about the specificity of frequency dependences of multicomponent substances with the content of substances of different chemical nature. The results of research using RLC-meters allow to establish the dependences of the electrical parameters of liquids in a wide range of frequencies of the electromagnetic field on the chemical nature and concentrations of their components. The use of the established electrical parameters corresponding to the normalized concentrations of the components improves the informativeness of conductometric studies of multicomponent liquids. This allows you to expand the list of controlled substances of different electrical properties, increase the selectivity, precision and efficiency of analysis.

On the basis of the research the task of creating methods for determining the qualitative and quantitative composition of liquids was performed, which due to the new electric method would allow to quickly control the content of the controlled substance in the liquid. It is selective, expressive and simpler than the existing ones. The problem is solved by measuring the conductivity of the liquid with a capacitive transducer. This measurement differs in that it determines the dependence of the active and reactive components of the conductivity of the solution of the reference sample on the frequency of the electromagnetic field in the range of 50Hz ÷ 100Hz.

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] The method of controlling the qualitativeand quantitative composition of liquids: patent UA 97770 C2 of Ukraine, stated 12.12.2011; published 12.03.2012, Bull. №5.

ANALIZA WŁAŚCIWOŚCI RDZENI MAGNETYCZNYCH PRZY NIESINUSOIDALNYCH PRZEBIEGACH WYMUSZEŃ

Mariusz NAJGEBAUER, Damian GZIEŁ

Politechnika Częstochowska

Rdzenie magnetyczne są integralnymi komponentami urządzeń elektrycznych. Ich właściwości, takie jak indukcja nasycenia B_S czy straty całkowite P_S, determinują warunki pracy i sprawność urządzeń elektrycznych. Zgodnie z międzynarodowymi standardami IEC 60404 [1], właściwości materiałów magnetycznych powinny być mierzone przy sinusoidalnym kształcie przebiegu indukcji magnetycznej w próbce. Jednakże znacząca część urządzeń elektrycznych, zwłaszcza w układach energoelektronicznych, pracuje przy wymuszeniach typu PWM (Pulse-Width Modulation) lub zawierających wyższe harmoniczne, dla których kształt przebiegu indukcji magnetycznej w rdzeniu magnetycznym jest odkształcony od sinusoidy. Właściwości rdzeni magnetycznych pracujących przy takich wymuszeniach są odmienne niż w przypadku sinusoidalnych przebiegów indukcji magnetycznej [2-5], co może znacząco zmieniać warunki pracy i sprawność urządzeń elektrycznych. Z tego powodu analiza właściwości rdzeni magnetycznych przy niesinusoidalnych przebiegach indukcji magnetycznej jest istotnym zagadnieniem, zarówno w obszarze badań podstawowych, jak też badań aplikacyjnych – dla inżynierów zajmujących się projektowaniem urządzeń elektrycznych.

Rdzenie magnetyczne stosowane w układach energoelektronicznych są wykonywane głównie z miękkich ferrytów, czyli materiałów wytwarzanych przez spiekanie sproszkowanych tlenków metali. Ferryty charakteryzują się niską indukcją nasycenia (0,3-0,5 T) oraz wysokimi wartościami przenikalności magnetycznej [6]. Inne materiały o miękkich właściwościach magnetycznych, które znalazły zastosowanie w energoelektronice, to stopy nanokrystaliczne i kompozyty magnetyczne, charakteryzujące się znacznie wyższymi wartościami indukcji nasycenia, rzędu 1,2-1,4 T.

W pracy badany był rdzeń toroidalny wykonany z kompozytu nanokrystalicznego typu Somaloy 700. Pętle histerezy zostały zmierzone z wykorzystaniem systemu pomiarowego MPG200 [7], zarówno dla sinusoidalnego (50 Hz), jak i odkształconego przebiegu indukcji magnetycznej, tj. zawierającego wyższe harmoniczne (50 Hz + 3-cia harmoniczna, 50 Hz + 5-ta harmoniczna). Wstępne pomiary zostały wykonane dla indukcji maksymalnych zmieniających się od 0,2 T do 1,4 T. Przykładowe główne pętle histerezy magnetycznej, tj. zmierzone przy 1,4 T, zostały przestawione na rysunku 1, przy czym przebiegi odkształcone zawierały składowe harmoniczne o amplitudzie 0,7 T i kącie przesunięcia 0°. W przypadku wymuszeń zawierających wyższe harmoniczne, można zauważyć występowanie dodatkowych pętli cząstkowych. Należy pamiętać, że powierzchnia pętli histerezy reprezentuje straty mocy powstające w procesie przemagnesowywania materiału. Tym samym występowanie dodatkowych pętli cząstkowych zmienia wartość tych strat. Przebiegi stratności materiału zmierzone dla opisanych powyżej wymuszeń są przedstawione na rysunku 2. Można zauważyć, że wartości stratności dla przebiegów zawierających harmoniczne są znacznie wyższe w porównaniu do sinusoidalnego przebiegu indukcji magnetycznej. Przykładowo, dla przebiegu odkształconego z 5-tą harmoniczną i indukcji 1,4 T poziom generowanych strat jest ponad dwa razy większy niż w przypadku wymuszenia sinusoidalnego.

Wpływ wyższych harmonicznych na poziom strat generowanych w materiałach magnetycznych jest obszarem wielu badań naukowych. Jedną z metod stosowaną w analizie tego efektu jest empiryczny model strat zawierający współczynnik korygujący w postaci:

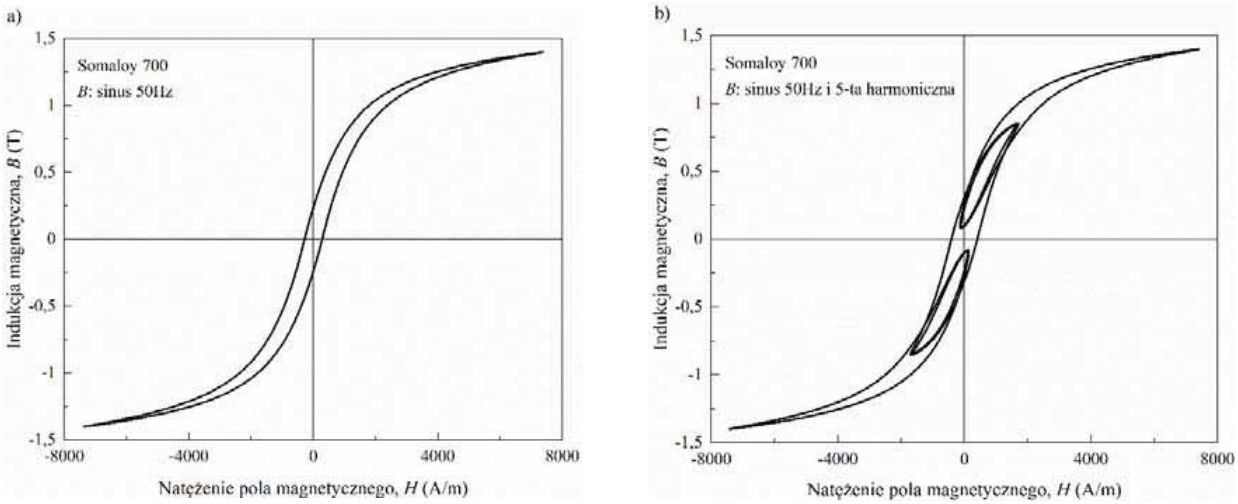
$$P_{\mathrm{S,odk}}(B_{\mathrm{m}}) = P_{\mathrm{S,sin}}(B_{\mathrm{m}}) \times \mathrm{WK}, \tag{1}$$

gdzie: $P_{\mathrm{S,sin}}(B_{\mathrm{m}})$ i $P_{\mathrm{S,odk}}(B_{\mathrm{m}})$ – stratności materiału zmierzone przy sinusoidalnym i odkształconym wymuszeniu o indukcji maksymalnej B_{m}, WK – współczynnik korygujący dany zależnością:

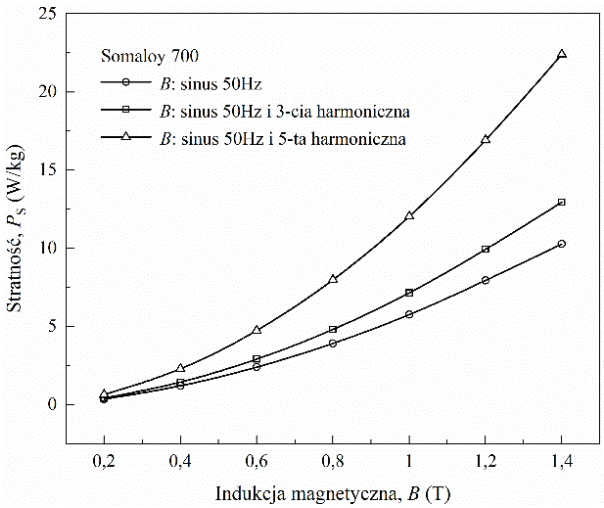
$$\mathrm{WK} = \left({B_1}/{B_\mathrm{m}}\right)^2 \sum_\mathrm{n} \left({\mathrm{n}B_\mathrm{n}}/{B_1}\right)^2, \qquad (2)$$

gdzie: B_1, B_n – amplitudy podstawowej i n-tej harmonicznej. Metoda ta została zweryfikowana w analizie start mocy w blachach elektrotechnicznych [8-9].

Wstępne wyniki pomiarów wskazują na istotny wpływy odkształcenia przebiegów indukcji magnetycznej na właściwości magnetyczne rdzeni. W pracy zostaną zaprezentowane wyniki badań właściwości rdzeni magnetycznych dla różnych wymuszeń zawierających wyższe harmoniczne. Dodatkowo, empiryczny model strat (1) zostanie zweryfikowany dla badanych materiałów.



Rys. 1. Pętle histerezy dla rdzenia wykonanego z Somaloy 700, zmierzone przy B_m = 1,4 T: a) przebieg podstawowy 50Hz, b) przebieg odkształcony: 50Hz + 5-ta harmoniczna



Rys. 2. Stratność materiału przy sinusoidalnym i odkształconych przebiegach indukcji magnetycznej

Literatura

[1] IEC 60404-2/3/6, Magnetic materials. Part 2 (2008), Part 3 (2010), Part 6 (2018), International Electrotechnical Commission.

[2] Amar M., Kaczmarek R.: A general formula for prediction of iron losses under nonsinusoidal voltage waveform, IEEE Trans. Magn., vol. 31, no. 5, 2504–2509, 1995.

[3] Van den Bossche A., Valchev V.C., Van den Sype D.M., Van den Bossche L.P. : Ferrite losses of cores with square wave voltage and dc bias, J. Appl. Phys., vol. 99, no. 8, pp. 08M908, 2006.

[4] Górecki K., Detka K.: Improved method for measuring power losses in the inductor core, IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 70, p. 1500710, 2021.
[5] Petrescu L.-G., Petrescu M.-C., Cazacu E., Constantinescu C.-D.: Estimation of energy losses in nanocrystalline FINEMET alloys working at high frequency, Materials, vol. 14, p. 7745, 2021.
[6] Fiorillo F., Bertotti G., Appino C., Pasquale M., Soft magnetic materials, Wiley Online Library, 2016.
[7] https://brockhaus.com/
[8] Lavers J.D., Biringer P.P., Hollitscher H.: A simple method of estimating the minor loop hysteresis loss in thin laminations, IEEE Trans. Magn., vol. Mag-14, no. 5, pp. 386–388, 1978.
[9] Lavers J.D., Biringer P.P.: The effect of third harmonic flux on the core loss in a magnetic frequency multiplier, IEEE Trans. Magn., vol. Mag-14, no. 5, pp. 993–995, 1978.

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.

CRYSTAL SIZE DISTRIBUTION SUPERVISED BY A REINFORCEMENT LEARNING AGENT USING A HYBRID TOMOGRAPHY SENSOR IN THE CRYSTALLIZATION PROCESS

Konrad NIDERLA[2,3],Tomasz RYMARCZYK[1,2], Grzegorz KŁOSOWSKI[3]

[1] University of Economics and Innovation in Lublin

[2] Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

[3] Lublin University of Technology

Introduction

Crystallization is a purification and separation process in many cases in food production, chemical, pharmaceutical, etc. The most common parameters monitored during the crystallization process are particle concentration and crystal size distribution, determined by nucleation and crystal growth. The present work used a batch crystallization simulation with cooling control to achieve supersaturation. Matlab and Simulink software-defined the cooling controller using a reinforcement learning agent [2].

Process Model

A Simulink model of batch crystallization control based on reinforcement learning was configured as shown in Fig. 1. It is an extended version of the Simulink block diagram for the KNO3 (potassium nitrate) process using the PCSS block [4]. The main module of the controller is the Reinforcement Learning Agent fed with process simulation data and the reward value. The simulation data vector contains the concentration and third-moment values of the crystal size distribution for both the current and the previous step. The Matlab S-Function was used as the reward calculator, in which the reward value is calculated as a function of crystal concentration, a third moment of crystal size distribution, and solution temperature.

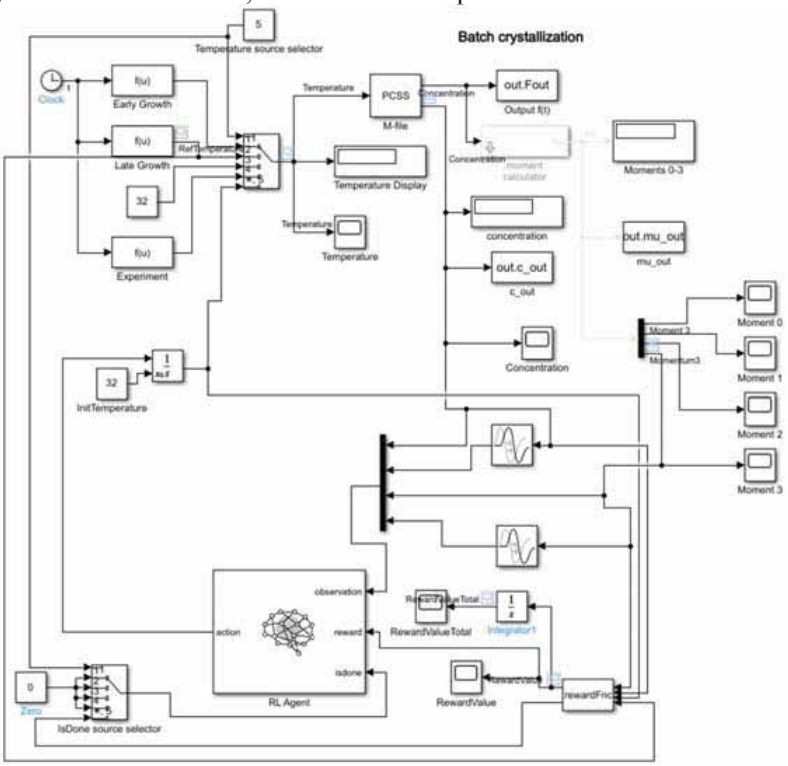


Figure 1. Batch crystallization model with RL Agent supervision

The results of the Reinforcement Learning agent show that the agent can control the process optimally. It tends to get the expected results in the shortest possible time. The presented graphs (Figure 2) show the temperature waveform proposed by the RL agent and the particle concentration and the third moment of the crystal size distribution, as well as the reward value for each time step and the reward value in the whole process (10000 steps).

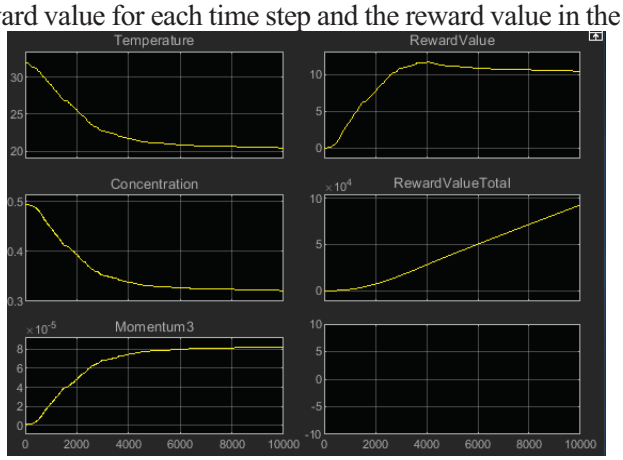


Figure 2. Process parameters controlled by a trained RL agent

Hybrid tomographic sensor

Novel research is being conducted using electrical tomography sensor (EIT, ECT) and ultrasonic tomography sensor (UST) to monitor production processes such as fermentation, crystallization and the like [5] [6] [7]. This study measured the crystallisation process using the hybrid tomography sensor (Figure 3). The image reconstruction from the tomographic sensor will enable the RL agent to obtain additional online data about the state of the environment, which will allow the controller to achieve better results. Future work will focus on teaching the RL agent to control the crystallization process using tomographic measurements.

Figure 3. EIT and ECT Tomograph, Hybrid Tomographic Sensor, UST Tomograph

References

[1] A. S.Myerson, Handbook of Industrial Crystallization, Elsevier Science & Technology Books, 2001.

[2] MATLAB, MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, United and States. [Online]. Available: https://www.mathworks.com/.

[3] M. Sewak, Deep Reinforcement Learning, Springer, 2019.

[4] J. D. Ward and C.-C. Yu, "Population balance modeling in Simulink: PCSS," Computers and Chemical Engineering, pp. 2233-2242, 2008.

[5] T.Rymarczyk, G.Kłosowski, T.Cieplak and E.Kozłowski, "Industrial processes control with the use of a neural," PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097, vol. 2, 2019.

[6] P. Koulountzios, T. Rymarczyk and M. Soleimani, "A 4-D Ultrasound Tomography for Industrial Process Reactors Investigation," IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 71, no. 4502714, doi: 10.1109/TIM.2022.3164166., pp. 1-14, 2022.

[7] K.Król, K.Niderla, A.Dmowski and M.Cichorzewska, "Industrial Tomography Platform for Diagnostics and Control of the Crystallization Process," European Research Studies Journal, vol. XXIV, no. Special Issue 2, pp. 587-596, 2021.

OPTYMALNE PLANOWANIE TRAJEKTORII RUCHU DLA 6-OSIOWYCH ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH

Krzysztof OLESIAK

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Wstęp

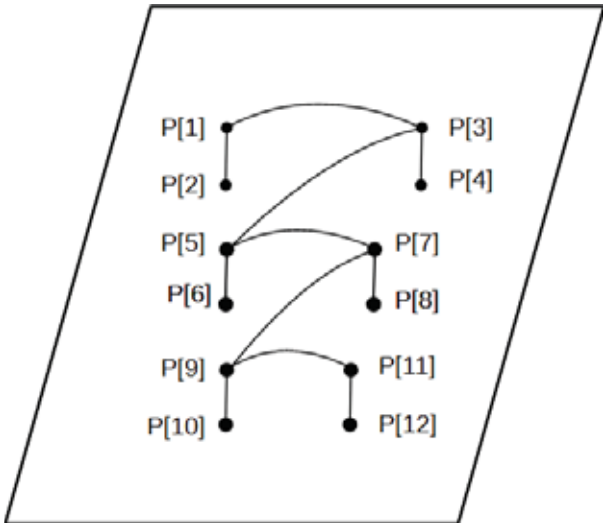
Roboty przemysłowe stosowane są w wielu gałęziach przemysłu do realizacji złożonych zadań technologicznych. Zastosowanie stanowisk zrobotyzowanych umożliwia zwiększenie efektywności produkcji i obniżenie ceny jednostkowej produktu. Ważną kwestią jest optymalizacja czasu pracy robota dla określonej trajektorii ruchu, która w warunkach przemysłowych jest powtarzana wielokrotnie, w zależności od stopnia złożoności procesu zrobotyzowanego [1, 2, 3].

Analiza czasu pracy i podstawowych rodzajów ruchów robota przemysłowego

Czas pracy robota przemysłowego dla zadanej trajektorii ruchu można w przypadku ogólnym przedstawić w postaci zależności:

$$t_W = \sum_{i=1}^{n} t_{Li} + \sum_{k=1}^{m} t_{Jk} + \sum_{j=1}^{p} t_{Tj} \tag{1}$$

gdzie:
t_{Li} – czas ruchu liniowego od punktu poprzedzającego do i-tego punktu trajektorii,
t_{Jk} – czas ruchu typu joint od punktu poprzedzającego do k-tego punktu trajektorii,
t_{Tj} – czas pracy narzędzia dla j-tego punktu trajektorii,



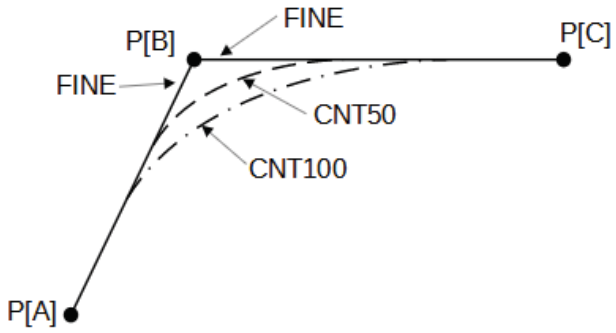
Rys. 1. Przykładowa trajektoria ruchu robota przy przemieszczaniu komponentów

Ruch liniowy charakteryzuje się przemieszczaniem TCP (Tool Center Point) po linii prostej pomiędzy punktem początkowym i końcowym z zadaną prędkością liniową. Ten rodzaj ruchu pozwala zachować stały kąt narzędzia w odniesieniu do płaszczyzny prostopadłej do linii przechodzącej przez punkt początkowy i końcowy. Ruch stosowany jest głównie w fazie podnoszenia oraz układania komponentów. Ruch typu joint charakteryzuje się przemieszczaniem TCP po linii krzywej pomiędzy punktem początkowym i końcowym z zadaną prędkością kątową, która wyrażona jest w procentach maksymalnej prędkości kątowej. W ruchu

uczestniczą w przypadku ogólnym wszystkie osie robota. Dla zadanych punktów początkowego i końcowego ruch typu joint jest wykonywany w krótszym czasie niż ruch liniowy dla tych samych punktów. Jest to podstawowy rodzaj ruchu dla robotów przemysłowych.

Koncepcja minimalizacji czasu pracy robota

Czas pracy robota zawiera trzy zasadnicze składowe odnoszące się do ruchu liniowego, ruchu typu joint oraz pracy narzędzia roboczego. Wartość ostatniej składowej jest w zasadzie zdeterminowana konstrukcją narzędzia roboczego oraz rodzajem wykonywanych operacji i powinna przyjmować stałą wartość dla poszczególnych punktów pracy narzędzia. W przypadku składowych czasu pracy odnoszących się do ruchu liniowego oraz ruchu typu joint występuje możliwość zmiany czasu wynikająca ze sposobu osiągania pozycji zadanej poprzez pozycjonowanie dokładne lub zgrubne. Dla robotów marki FANUC występuje funkcja FINE do pozycjonowania dokładnego oraz funkcja CNT stosowana do wygładzania trajektorii ruchu TCP, czyli w praktyce do pozycjonowania zgrubnego. Każda trajektoria ruchu robota przy przemieszczaniu komponentów składa się z pewnej liczby punktów, które w przypadku ogólnym można podzielić na dwa zbiory. Pierwszy zawiera te punkty, które muszą z przyczyn technicznych związanych z lokalizacją docelową komponentów być pozycjonowane dokładnie. Natomiast do drugiego zbioru należą te punkty, które mogą być pozycjonowanie zgrubnie, czyli można zastosować funkcję CNT do wygładzania trajektorii. Przykładowe pozycjonowanie przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Pozycjonowanie z zastosowaniem funkcji FINE oraz CNT

Wartość funkcji CNT może zmieniać się w przedziale od 0 do 100. Jeżeli wprowadzona zostanie wartość CNT0 to TCP przemieszcza się od punktu początkowego P[A] najbliżej pozycji P[B], a następnie do punktu końcowego P[C]. Przy ustawieniu wartości CNT50 punkt TCP przemieszcza się w pobliżu pozycji P[B] bez zatrzymywania do punktu P[C]. Trajektoria wygładzona jest obliczana przez układ sterujący robota i zależy od wartości zadanej prędkości, odległości między punktami oraz wartości przyśpieszeń poszczególnych osi robota. Zrealizowane badania symulacyjne z wykorzystaniem oprogramowania do modelowania pracy robotów FANUC w trybie off-line umożliwiają optymalne planowanie trajektorii ruchu w odniesieniu, między innymi, do procesu przemieszczania komponentów. Pozwalają także zweryfikować założenia teoretyczne dotyczące minimalizacji czasu przy zastosowaniu koncepcji punktów trajektorii pozycjonowanych dokładnie i zgrubnie dla zadanych warunków początkowych.

Literatura

[1] Li Y., Huang T., Chetwynd D. G.: An approach for smooth trajectory planning of high-speed pick-and-place parallel robots using quintic B-splines,” Mechanism and Machine Teory, vol. 126, pp. 479–490, 2018.
[2] Liu H., Lai X., Wu W.: Time-optimal and jerk-continuous trajectory planning for robot manipulators with kinematic constraints, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, vol. 29, no. 2, pp. 309–317, 2013.
[3] Zanotto V., Gasparetto A., Lanzutti A., Boscariol P., Vidoni R.: Experimental validation of minimum time-jerk algorithms for industrial robots, Journal of Intelligent & Robotic Systems, vol. 64, no. 2, pp. 197–219, 2011.

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 PORÓWNAWCZA METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH I ITERACYJNEJ METODY ROZWIĄZAŃ FUNDAMENTALNYCH W ZASTOSOWANIU DO OBLICZANIA WSPÓŁCZYNNIKÓW POJEMNOŚCIOWYCH

Stanisław PAWŁOWSKI[1], Jolanta PLEWAKO[2], Piotr GRODZKI

[1] Politechnika Rzeszowska, Zakład Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych

[2] Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki

Wstęp

Jednym z głównych zastosowań technicznych elektrostatyki jest wyznaczanie sprzężeń pojemnościowych pomiędzy przewodzącymi elementami układu. W ośrodkach liniowych (ε = const) zagadnienie to sprowadza się do wyznaczenia stałych współczynników pojemnościowych $c_{i,j}$ określonych zależnościami [1, 2]:

$$Q_i = \sum_{j=1}^{N} c_{i,j} V_j \,, \quad i = 1,..,N \tag{1}$$

gdzie N – liczba ciał przewodzących układu, Q_i – ładunek zgromadzony na powierzchni i-tego ciała przewodzącego, V_j – potencjał j-tego ciała przewodzącego.

Na podstawie współczynników pojemnościowych można wyznaczyć pojemności zastępcze układu przewodników i zamodelować go obwodem składającym się ze skupionych pojemności idealnych, jak też łatwo obliczyć całkowitą energię układu.

Standardowa procedura wyznaczania współczynników pojemnościowych dla N ciał przewodzących wymaga na ogół N-krotnego powtórzenia następujących kroków:

- rozwiązanie równania Laplace'a dla potencjału elektrostatycznego φ, z warunkami brzegowymi:

$$\varphi\big|_{S_i} = V_i = 1, \quad \varphi\big|_{S_j} = V_j = 0, \quad i \neq j, \quad i, j = 1,..,N \tag{2}$$

gdzie S_i – powierzchnia brzegowa i-tego ciała przewodzącego.

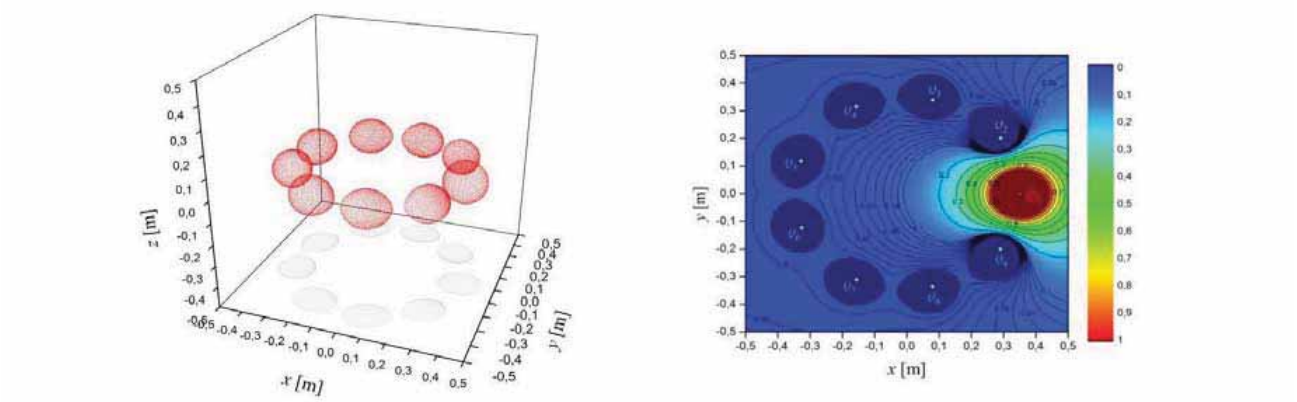
- wyznaczenie składowych natężenia pola elektrycznego $\boldsymbol{E}$ (różniczkowanie potencjału),
- określenie rozkładu gęstości powierzchniowej ładunku σ ($\sigma = \varepsilon E_n$) na ciałach przewodzących,
- obliczanie całek powierzchniowych z funkcji σ w celu wyznaczenia ładunków całkowitych zgromadzonych na powierzchniach przewodzących,
- obliczanie współczynników pojemnościowych $c_{i,j}$ na podstawie (1).

Analityczne wyznaczanie współczynników pojemnościowych, nawet w stosunkowo prostych, symetrycznych układach, jest zwykle bardzo skomplikowane [3, 4].

W artykule [5] zaproponowano procedurę numeryczną pozwalającą na bezpośrednie wyznaczanie ładunków Q_i zgromadzonych na ciałach przewodzących, tzn. pozwalającą uniknąć obliczania rozkładu potencjału, jego różniczkowania oraz całkowania gęstości ładunku. Opiera się ona na idei Iteracyjnej Metody Rozwiązań Fundamentalnych (IMRF) [5, 6, 7].

Celem niniejszej pracy jest porównanie efektywności proponowanej procedury z najpowszechniej stosowaną w obliczeniach pola Metodą Elementów Skończonych (MES). Porównania dokonano przez rozwiązanie za pomocą obu metod dwóch zagadnień modelowych:

- Zagadnienie A: układ 9 ciał przewodzących o powierzchniach identycznych z powierzchniami ekwipotencjalnymi układu 9 ładunków punktowych o odpowiednio dobranych wartościach i położeniach (Rys. 1).
- Zagadnienie B: układ 9. jednakowych kul przewodzących, których środki są rozmieszczone symetrycznie na okręgu.



Rys. 1. Zagadnienie A – model i rozkład potencjału (rozwiązanie analityczne) dla układu 9 ciał przewodzących

Zagadnienie A sformułowane jest w taki sposób, aby posiadło dokładne rozwiązanie analityczne dla jednego z dziewięciu układów warunków brzegowych (3), dzięki czemu można precyzyjnie określić błędy rozwiązań otrzymywanych metodami numerycznymi i ocenić ich zbieżność.

Zagadnienie B nie posiada dokładnego rozwiązania analitycznego, jednak dzięki symetrii układu, również pozwala na obiektywną ocenę błędów rozwiązań metodami statystycznymi.
Obliczenia IMRF wykonano za pomocą programów autorskich, a obliczenia MES za pomocą komercyjnego pakietu ANSYS Maxwell.

Literatura

[1] H. Rawa, Elektryczność i magnetyzm w technice, PWN, Warszawa, 1994.
[2] B. Wisz, Matematyczne modelowanie pojemności w warstwowych strukturach mikroukładów elektronicznych, Oficyna Wydawnicza PRz, Rzeszów, 2013.
[3] Lekner J., Capacitance coefficients of two spheres, Journal of Electrostatics, 69 (2011), pp. 11-14.
[4] Maccarrone F., Paffuti G., Capacitance and potential coefficients at large distances; Journal of Electrostatics 83 (2016), pp. 22-27.
[5] Pawłowski S., Plewako J., Obliczanie współczynników pojemnościowych układu ciał przewodzących Iteracyjną Metodą Rozwiązań Fundamentalnych, Przegląd Elektrotechniczny, 94 (2018) nr 12, pp. 210-213.
[6] Pawłowski S., Solution of boundary value problem approximated by fundamental solutions, Journal of Technical Physics, 34 (1993), nr 2, pp.161-172.
[7] Pawłowski S., Plewako J., Efficiency comparison of the fundamental solutions iterative method and finite element method in the analysis of electrostatic problems, Przegląd Elektrotechniczny, 93 (2017) nr 12, pp. 135-138.

MODELOWANIE ZJAWISK ZACHODZĄCYCH W CIENKICH WARSTWACH PRZEWODZĄCYCH PRZY PRZEPŁYWIE PRĄDÓW HARMONICZNYCH

Stanisław PAWŁOWSKI[1], Jolanta PLEWAKO[2], Ewa KORZENIEWSKA[3]

[1] Politechnika Rzeszowska, Zakład Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych

[2] Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki

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

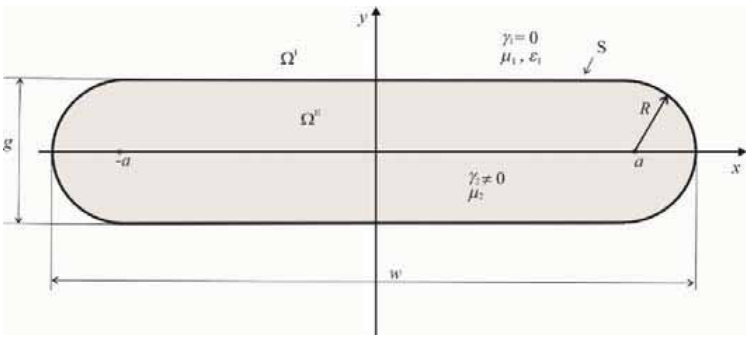
Wstęp

W wielu praktycznych zastosowaniach, coraz częściej zachodzi potrzeba wytwarzania układów elektronicznych na podłożach elastycznych, np. materiałach tekstylnych. Takie układy są stosowane w odzieży noszonej tam, gdzie ważne są funkcje pomiaru i kontroli (temperatura, wilgotność, ciśnienie, analiza kinematyczna i czujniki ruchu, monitorowanie szybkości odpowiedzi, czujnik aktywności serca, bioczujniki itp.) [1-2]. Zagadnieniami tymi zajmuje się nowa gałąź elektrotechniki nazwana tekstroniką. Jednym z podstawowych problemów technologicznych tekstroniki jest wytwarzanie na podłożu tekstylnym, metodą fizycznego próżniowego napylania (PVD), niezawodnie działających ścieżek przewodzących. W procesie ich wytwarzania oraz użytkowania powstają liczne defekty (pęknięcia, zarysowania), wpływające na ich właściwości przewodzące. Zagadnieniom tym poświęcono prace [3-5], w których rozważano zjawiska zachodzące przy przepływie prądów stałych.

W niniejszej pracy analizowane są pola przepływowe i elektromagnetyczne w cienkich warstwach przewodzących przy wymuszeniu harmonicznym, z uwzględnieniem zjawiska naskórkowości i efektów falowych. Na podstawie wyznaczonych rozkładów pól określono zależności rezystancji i indukcyjności ścieżek przewodzących od ich parametrów geometrycznych i materiałowych, w szerokim zakresie częstotliwości.

Sformułowanie zagadnienia

Rozważamy nieskończenie długi, prostoliniowy przewód o stałym przekroju poprzecznym o owalnym kształcie, zanurzony w jednorodnym obszarze dielektrycznym (Rys. 1.).



Rys. 1 Analizowany model ścieżki przewodzącej (przekrój)

Przyjęto następujące założenia:

1. wszystkie elektromagnetyczne parametry materiałowe układu są stałe,
2. wektor gęstości prądu jest równoległy do osi przewodu i sinusoidalnie zmienny w czasie,
3. w obszarze przewodzącym pomija się prądy przesunięcia Maxwella.

Przy takich założeniach jedyną niezerową składową zespolonego potencjału wektorowego ***A*** (***B*** = **rot*A***) jest składowa *z*-owa, spełniająca równania:

- w obszarze dielektrycznym Ω^{I}:

$$\Delta A^{\mathrm{I}} = k^2 A^{\mathrm{I}}, \; k = \omega\sqrt{\mu_1 \varepsilon_1} \tag{1}$$

- w obszarze przewodzącym Ω^{II}:

$$\Delta A^{\mathrm{II}} = \alpha^2 A^{\mathrm{II}}, \; \alpha = \sqrt{\mathrm{j}\omega\gamma_2\mu_2} \tag{2}$$

Ponadto, na powierzchni granicznej S spełnione muszą być warunki ciągłości:

$$A^{\mathrm{I}} = A^{\mathrm{II}}, \; \mu_r B_s^{\mathrm{I}} = B_s^{\mathrm{II}} \tag{3}$$

gdzie indeks *s* oznacza składową styczną do powierzchni S.

Metoda rozwiązania

W celu rozwiązania opisanego zagadnienia zastosowano Metodę Rozwiązań Fundamentalnych (MRF). Poszukiwane funkcje potencjału wektorowego przedstawiono w następującej postaci:

$$A^{\mathrm{I}}(x,y) = A_0(x,y) + \sum_{i=1}^{N} q_i^{\mathrm{I}} F_i^{\mathrm{I}}(x,y), \qquad A^{\mathrm{II}}(x,y) = \sum_{i=1}^{N} q_i^{\mathrm{II}} F_i^{\mathrm{II}}(x,y) \tag{4}$$

gdzie

$A_0(x,y)$ – pole pierwotne,

$q_i^{\mathrm{I}}, q_i^{\mathrm{II}}$ – parametry określane na podstawie warunków brzegowych (3),

$F_i^{\mathrm{I}}(x,y) = H_0^{(2)}\left(k\sqrt{(x-x_i)^2+(y-y_i)^2}\right)$, $F_i^{\mathrm{II}}(x,y) = K_0\left(\alpha\sqrt{(x-x_i)^2+(y-y_i)^2}\right)$ – rozwiązania fundamentalne równań (1), (2) (odpowiednio).

Jako pole pierwotne przyjęto potencjał pochodzący od prądu, o stałej gęstości, płynącego w nieskończenie cienkiej warstwie, której przekrój jest odcinkiem łączącym punkty (-*a*, 0), (*a*, 0) (patrz Rys. 1). Rozwiązanie to można otrzymać na drodze analitycznej i wyraża się ono wzorem:

$$A_0(x,y) = \frac{\mu_1 i}{4\pi a}\left(\frac{x-a}{2}\ln\left((x-a)^2+y^2\right) - \frac{x+a}{2}\ln\left((x+a)^2+y^2\right) - y\left(\operatorname{arctg}\frac{x+a}{y} - \operatorname{arctg}\frac{x-a}{y}\right)\right) \tag{5}$$

Punkty (x_i, y_i) w F_i^{I} i F_i^{II} są punktami osobliwymi rozwiązań fundamentalnych. Ich położenia przyjmuje się w pobliżu powierzchni granicznej po obu jej stronach – dla funkcji F_i^{I} w obszarze Ω^{II}, a dla funkcji F_i^{II} w obszarze Ω^{I}. Postulując spełnienie warunków (3) w *N* równomiernie rozłożonych punktach na powierzchni granicznej S otrzymuje się liniowy układ równań dla parametrów $q_i^{\mathrm{I}}, q_i^{\mathrm{II}}$, po rozwiązaniu którego i podstawieniu do (4) otrzymuje się poszukiwane rozwiązanie.

Literatura

[1]. Jakubas A., Lada-Tondyra E., Nowak M., Textile sensors used in smart clothing to monitor the vital functions of young children, Progress in Applied Electrical Engineering, PAEE 2017, Article number 8008989.

[2]. Tokarska M., Frydrysiak M., Zieba J., Electrical properties of flat textile material as inhomegeneous and anisotropic structure, Journal of Material Science, Materials in Electronics, (2013), nr 24, 5061–5068.

[3] Pawłowski, S., Plewako, J., Korzeniewska, E. Analysis of flow field distribution in a thin conductive layer with an elliptical defect, Prz. Elektrotechniczny, 2020, 96(1), pp. 234-237.

[4] Pawłowski, S., Plewako, J., Korzeniewska, E. Field modelling the impact of cracks on the electroconductivity of thin-film textronic structures, Electronics, 2020, 9(3), 402.

[5] Pawłowski, S., Plewako, J., Korzeniewska E., Influence of the geometry of defects in textronic structures on their electrical properties, Journal of Physics: Conference Series 1782 (2021) 012027.

ANALIZA PRZEJŚCIOWYCH PROCESÓW ELEKTROMAGNETYCZNYCH W LINII PRZESYŁOWEJ WYSOKIEGO NAPIĘCIA PODCZAS ZWARĆ DWUFAZOWYCH

Tomasz PERZYŃSKI[1], Vitaliy LEVONIUK[2], Radosław FIGURA[1]

[1] Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

[2] Lwowski Narodowy Uniwersytet Rolniczy

Wstęp

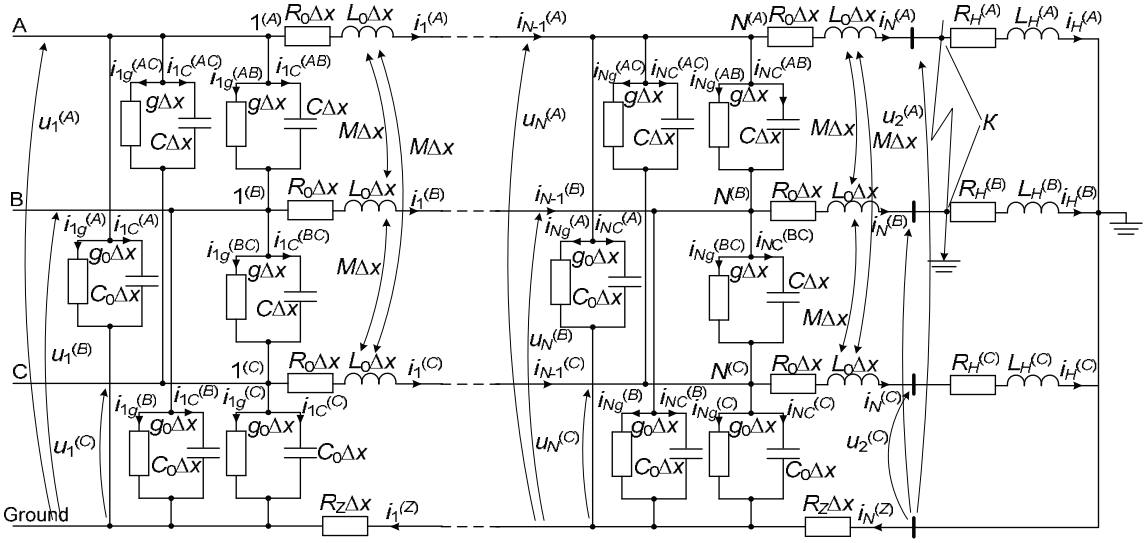
Przy projektowaniu sieci elektrycznych należy uwzględnić występowanie trybów awaryjnych. Jest to ważne, ponieważ zwykle towarzyszą im uszkodzenia elementów sieci elektrycznych. W niniejszej pracy poddano analizie dwa przejściowe procesy elektromagnetyczne. Pierwszy z nich dotyczy włączania linii do normalnego trybu pracy z późniejszym przejściem w tryb awaryjny. Drugi proces dotyczy załączania linii w tryb zdalnego dwufazowego zwarcia do masy. Przedstawiono wyniki symulacji nieustalonych procesów elektromagnetycznych. Przedstawione w pracy wyniki analiz uzyskano przy wykorzystaniu numerycznych metod obliczeniowych.

Model matematyczny

Teoria analizy nieustalonych procesów elektromagnetycznych w długich liniach elektroenergetycznych oparta na podejściach wariacyjnych w wersji jednoliniowej została opracowana w [1] i rozwinięta w [2]. Aby w pełni odtworzyć te procesy w długich liniach elektroenergetycznych, konieczne jest ich modelowanie w wykonaniu trójfazowym.

Na rysunku 1 przedstawiono schemat obliczeniowy badanego fragmentu sieci elektrycznej. Na początku linii podawane jest napięcie. Na końcu podłącza się do niego równoważne trójfazowe obciążenie czynno-indukcyjne.

W badanym fragmencie sieci elektrycznej występują pierwiastki zarówno o parametrach skupionych, jak i rozłożonych.



Rys. 1. Schemat obliczeniowy badanego fragmentu sieci elektrycznej (dla pierwszego i ostatniego dyskretnego odcinka linii)

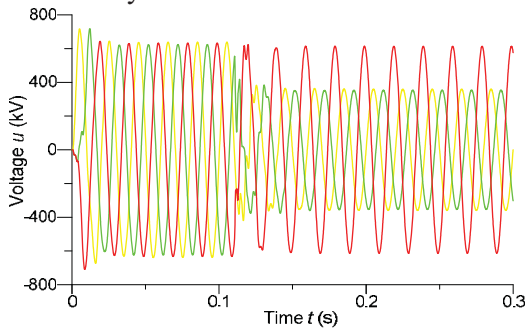
Na bazie zasady Hamiltona-Ostrogradzkiego, przy wykorzystaniu elementów zmodyfikowanej funkcji Lagrange'a [1], przedstawiono końcowe równania stanu elektromagnetycznego badanego fragmentu sieci elektrycznej w postaci macierzowo-wektorowej:

$$\frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial t^2} = \left(\mathbf{L}_0\mathbf{C}_0\right)^{-1}\left(\frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial x^2} - \left(\mathbf{L}_0\mathbf{G}_0 + \mathbf{R}_0\mathbf{C}_0\right)\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} - \mathbf{R}_0\mathbf{G}_0\mathbf{u}\right), \tag{1}$$

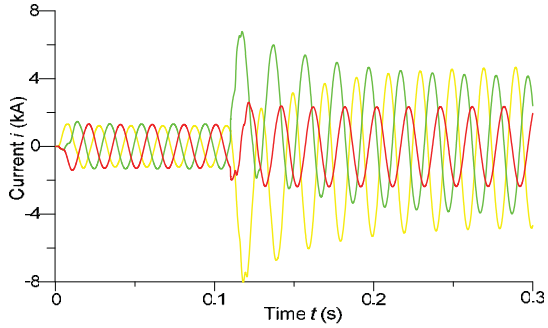
$$\frac{d\mathbf{i}_H}{dt} = \mathbf{L}_H^{-1}\left(\mathbf{u}_2 - \mathbf{R}_H\mathbf{i}_H\right), \tag{2}$$

Wyniki symulacji komputerowej

W pierwszym eksperymencie symulację wykonano przy załączeniu linii elektroenergetycznej w czasie t = 0 s przy asymetrycznym zastępczym trójfazowym obciążeniu RL. Zasymulowano dwufazowe zwarcie do masy po wejściu w stan ustalony, w czasie t = 0,11 s, na końcu linii elektroenergetycznej (fazy A i B, patrz rys. 1). Na rys. 2 i 3 pokazano przebiegi przebiegów przejściowych napięć fazowych odpowiednio w środku linii i prądów fazowych na końcu linii.

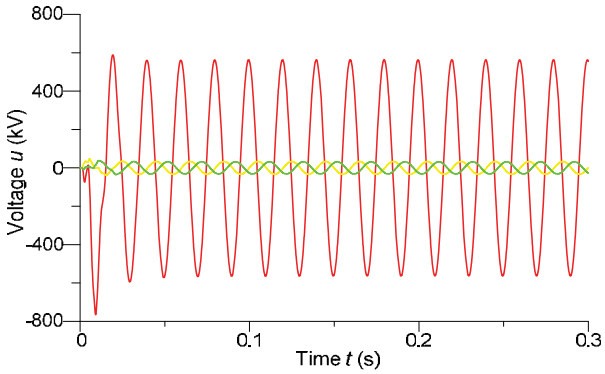


Rys. 2. Napięcia fazowe w środku linii

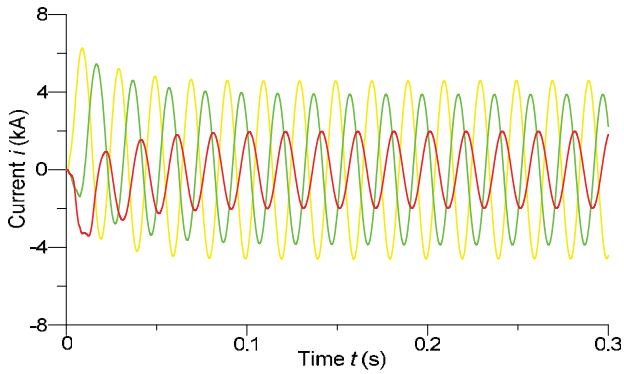


Rys. 3. Prądy fazowy w środku linii

Linia elektroenergetyczna w drugim eksperymencie została włączona na zwarcie dwufazowe na końcu linii elektroenergetycznej w czasie t = 0 s (podobnie jak w poprzednim eksperymencie symulowane było zwarcie do masy w fazie A i B) .



Rys. 4. Napięcia fazowe na końcu linii



Rys. 5. Prądy fazowe na końcu linii

Wnioski

Zastosowanie warunków brzegowych Neumanna i Robina–Poincarego do identyfikacji warunków brzegowych równania różniczkowego drugiego rzędu umożliwia efektywne rozwiązywanie problemów związanych z analizą przejściowych procesów elektromagnetycznych w długich liniach wysokiego napięcia o parametrach rozproszonych.

Literatura

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

[2] V. R. Levoniuk, “Methods and means of analysis of switching transients processes in ultra high voltage transmission lines on the basis of variational approaches,” Ph.D. dissertation, Department of Electrical Systems, Lviv Nat. Agrarian Univ., Lviv, Ukraine, 2019.

[3] Chaban A., Lis M., Szafraniec A., Levoniuk V.: Mathematical Modelling of Transient Processes in a Three Phase Electric Power System for a Single Phase Short-Circuit, Energies, (15) 2022

ANALIZA TERMICZNA MODELU PRZETWORNIKA REZONANSOWEGO DC – DC

Adam PIŁAT, Robert STALA, Antoni CIEŚLA, Maciej CHOJOWSKI, Mikołaj SKOWRON, Szymon FORMELA

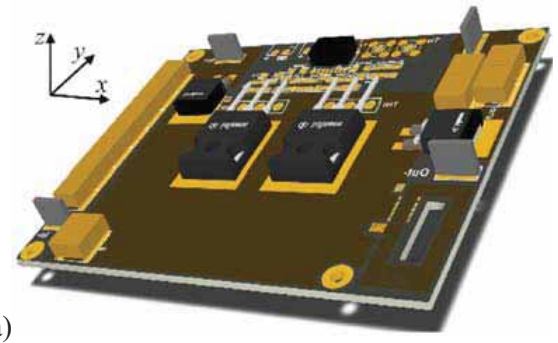
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Rozwój energoelektroniki pozwala na coraz szersze zastosowanie prądu stałego w energetyce. Często występuję potrzeba dostosowania parametrów prądowo – napięciowych do danego urządzenia. Jednym z możliwych do wykorzystania do tego celu urządzeń jest przetwornik rezonansowy DC – DC. Ciekawym zagadnieniem naukowym jest jak największe uproszczenie budowy przetwornika, ograniczenie jego elementów a co za tym idzie zmniejszenie gabarytów, przy jednoczesnym zachowaniu stosownych funkcji. Jednak usunięcie takich elementów jak radiatory powoduje nadmierne nagrzewanie się urządzenia. Niniejszy artykuł prezentuje rozważania związane z propozycją budowy przetwornika DC – DC z ograniczoną liczba elementów, jego analizą parametrów cieplnych dla konkretnych parametrów elektrycznych.

Założenia projektowe

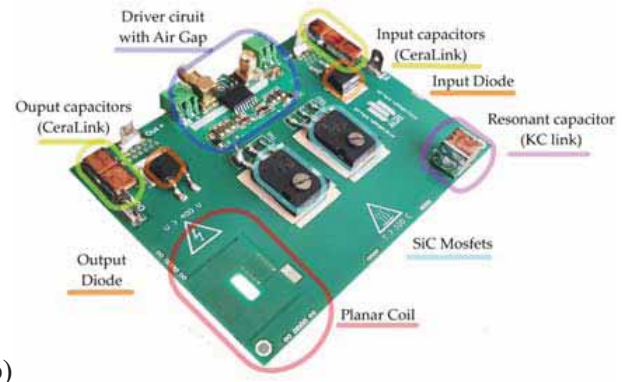
Proponowana konstrukcja konwertera SC jest tworzona z wykorzystaniem płytki PCB złożonej z laminatu IS410. Laminat charakteryzuje się wysoką temperaturą zeszklenia, która przekracza Tg > 180°C. Obwód zasilający składa się z 6-warstwowego układu PCB z powietrzną cewką rezonansową, powierzchnią chłodzącą i pasożytniczą pojemnością, która dodaje się równolegle do przełączanego kondensatora. W proponowanej przetwornicy SCVM zastosowano dwa różne typy kondensatorów, a mianowicie CeraLink jako kondensatory wejściowe i wyjściowe banków oraz typu KC-Link jako kondensator przełączany.

Na rys. 1 przedstawiono model konwertera wraz z ich wymiarami (wymiar „z” nie uwzględnia złącz). W temperaturze otoczenia T_A = 25°C przekształtnik osiągnął 700 W mocy wyjściowej, co daje maksymalną wolumetryczną gęstość mocy (VPD) równą 9,33 kW/dm^3. Dla podwyższonej temperatury otoczenia T_A = 70°C VPD wynosi 2,67 kW/dm^3.



a)

x = 105,79 mm, y = 88,9 mm,
z = 8 mm, V = 0,075 dm^3



b)

Rys. 1. a) Model przetwornika ze wszystkimi wymiarami (model Circuit Studio 3D), b) układ prototypowy używany do doświadczeń

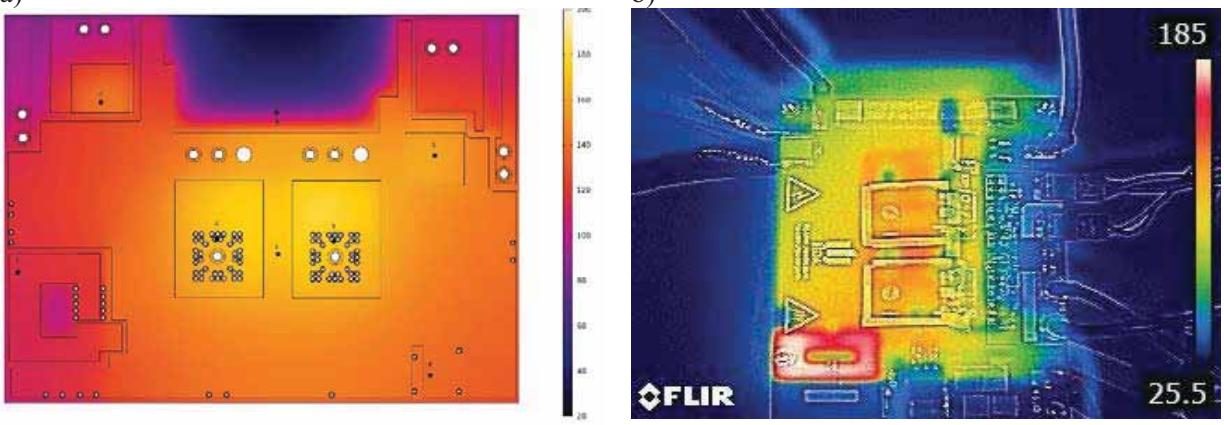
Analizę termiczną modelu symulacyjnego zrealizowano w oprogramowaniu COMSOL Multiphysics. Z pakietu PCB wyeksportowano informacje określające pola miedzi w postaci współrzędnych wierzchołków wielokątów oraz listę przelotek opisanych przez współrzędne środka, średnicę wewnętrzną oraz zewnętrzna i listę warstw, które są łączone przez poszczególne przelotki.

Tabela 1. Parametry materiałów użytych do symulacji:

	Gęstość [kg/m^3]	Przewodność cieplna [W/(m·K)]	Pojemność cieplna [J/(kg·K)]
Miedź	8940	400	385
FR4	1859	0.8	396
Cyna	7500	60	200
Żywica epoksydowa	2900	0.5	880

Rysunek 2 przedstawia wyniki symulacji komputerowej dla zadanych parametrów zbliżonych do występujących parametrów rzeczywistych oraz zdjęcie z kamery termowizyjnej układu prototypowego pracującego w warunkach normalnych. Obciążenie przetwornika było na poziomie 700 W, temperatura otoczenia 25°C.

a) b)



Rys. 2. Analiza termiczna rozpatrywanego modelu a) symulacja komputerowa dla mocy 700 W b) rozkład temperatury w prototypowym przekształtniku w stanie ustalonym przy 700 W mocy wyjściowej i $T_A = 25°C$.

[1] M. Chojowski, R. Stala, A. Piłat, M. Skowron and S. Folmer, "The Design Concept Of Low Cost And Volume Switched-capacitor DC-DC Resonant Converter," 2021 IEEE 19th International Power Electronics and Motion Control Conference (PEMC), 2021, pp. 200-206, doi: 10.1109/PEMC48073.2021.9432547.

[2] X. Zhong, X. Wu, W. Zhou and K. Sheng, "An All-SiC High-Frequency Boost DC–DC Converter Operating at 320 °C Junction Temperature," in *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 29, no. 10, pp. 5091-5096, Oct. 2014. doi: 10.1109/TPEL.2014.231180.

[3] Z. Waradzyn, R. Stala, A. Mondzik, A. Penczek, A. Skala, and S. Pirog, “Efficiency analysis of MOSFET-based air-choke resonant DC–DC step-up switched-capacitor voltage multipliers,” *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol.64, no.11, doi 10.1109/TIE.2017.2698368, pp.8728–8738, Nov. 2017.

MODYFIKACJA CHARAKTERYSTYKI CZASOWO-TEMPERATUROWEJ SPALANIA BIOMASY Z ROŚLIN ENERGETYCZNYCH, POPRZEZ ICH WSTĘPNE KONDYCJONOWANIE PULSACYJNYM POLEM ELEKTRYCZNYM

Ernest POPARDOWSKI

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

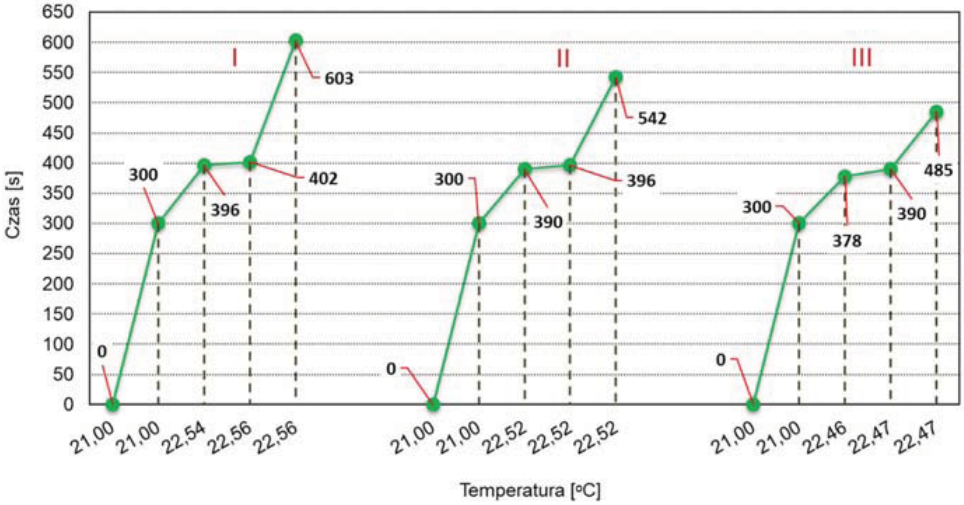
Jednym z najistotniejszym parametrów charakteryzujących biomasę roślinną pod kątem jej energetycznego wykorzystania jest ciepło spalania i wartość opałowa [1,2]. Istnieją przesłanki, które pozwalają sugerować, że charakterystykę ciepła spalania można modyfikować odpowiednio kondycjonując materiał biologiczny [3]. Jedną z najbardziej obiecujących nietermicznych technik obróbki wstępnej przed suszeniem jest wykorzystanie fal elektrycznych o wysokiej amplitudzie napięcia – PEF [4]. Autor niniejszej pracy w swoich badaniach potwierdził możliwość modyfikacji charakterystyki czasowo-temperaturowej procesu spalania drewna z drzew iglastych oraz liściastych, poprzez ich wstępną stymulację PEF [5,6]. Otrzymane wyniki miały silną korelację z natężeniem pola elektrycznego, ale również zawartością w drewnie celulozy bezpentonazowej.

Celem prezentowanych badań było określenie wpływu oddziaływania pulsacyjnego pola elektrycznego na charakterystykę przebiegu ciepła spalania roślin energetycznych, szczególnie bylin i traw, w przypadku których procentowy udział celulozy jest znacznie mniejszy niż w roślinach drzewiastych [7].

Metodyka i wyniki badań pilotażowych

W pracy dokonano analizy materiału biologicznego zaliczanego do roślin energetycznych. Były to zarówno byliny (ślazowiec pensylwański i topinambur), jak i trawy wieloletnie (miskant olbrzymi, palczatka Gerarda i proso rózgowate). Rozdrobnioną biomasę roślin poddano oddziaływaniu pulsacyjnego pola elektrycznego o natężeniu pola równym 25 $kV \cdot cm^{-1}$ i 300 wyładowań kondensatora oraz napięciu 30 $kV \cdot cm^{-1}$ gdzie również zastosowano 300 wyładowań. Wybrane parametry były wynikiem wcześniejszych badań [13,14], w których zastosowane warianty wydawały się najbardziej obiecujące, tj. dawały najbardziej zróżnicowane wyniki. Uzyskane rezultaty porównano każdorazowo z próbką nietraktowaną PEF. Czas pomiędzy kolejnymi impulsami wynosił 10 sekund i był jednakowy dla każdego wariantu doświadczenia. Badania ciepła spalania i wartości opałowej materiału biologicznego przeprowadzono przy wykorzystaniu metodąyspalania w bombie kalorymetrycznej, opartej na normie EN ISO 18125:2017. Posłużono się w tym celu kalorymetrem Kl 12Mn pozwalający na określenie zmian temperatury cieczy w naczyniu kalorymetrycznym z dokładnością do 0,001 °C.

Badania pilotażowe przeprowadzono na próbkach biomasy ślazowca pensylwańskiego. Uzyskane różnice w obrębie poszczególnych charakterystycznych temperatur procesu nie były istotne statystycznie. Drugim z analizowanych elementów ciepła charakterystyki spalania był czas trwania poszczególnych etapów procesu spalania. Na rysunku 1 przedstawiono charakterystyki czasowe poszczególnych etapów badań kalorymetrycznych na próbkach ślazowca pensylwańskiego. Uzyskane różnice wydają się mało istotne w ujęciu wartości bezwzględnych, jednakże analizując przebieg procesu spalania w bombie kalorymetrycznej, świadczą o wymiernym wpływie pulsacyjnego pola elektrycznego na materiał biologiczny.



Rys. 1. Charakterystyki czasowe poszczególnych etapów spalania biomasy ślazowca pensylwańskiego: I (niekondycjonowane pulsującym polem elektrycznym) i kondycjonowane pulsującym polem elektrycznym: II (natężenie pola elektrycznego 20 kV·cm-1 i liczba pulsów 300); III (natężenie pola elektrycznego 30 kV·cm-1 i liczba impulsów 300)

Kluczową kwestią do odnotowania jest fakt, że w każdym z analizowanych wariantów wartość ciepła spalania (wyrażona w jednostkach energii na jednostkę masy) była taka sama. Podobnie, zmierzona wilgoć analityczna zarówno dla próbek poddanych działaniu PEF, jak i stanowiących próbę kontrolną, nie przekraczała dopuszczalnej granicy błędu.

Wnioski

Wydaje się, że oddziaływanie pulsacyjnym polem elektrycznym na materiał biologiczny powoduje zmiany w obrębie charakterystyki czasowo-temperaturowej procesu spalania, niezależnie od rodzaju analizowanej biomasy (tj. rośliny drzewiaste i byliny). Analizując uzyskane dane pod kątem ich wykorzystania użytkowego, należy zauważyć, że w chwili obecnej proces ten jest nieopłacalny z energetycznego punktu widzenia. Można jednak przypuszczać, że możliwe byłoby zredukowanie ilość energii potrzebnej podczas stymulacji. Wyniki te wydają się jednak interesujące, ponieważ uzyskane rezultaty wskazują, że w zależności od potrzeb można modyfikować czas pozyskiwania energii cieplnej z roślin energetycznych.

Literatura

[1] Cheng Y., et al.: AirCloud, Proceedings of the 12th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems - SenSys ’14, pp. 251–265, 2014Boldo E., et al.,: Apheis: Health Impact Assessment of Long-term Exposure to PM2.5 in 23 European Cities, Eur. J. Epidemiol., vol. 21, no. 6, pp. 449–458, Jun. 2006.
[1] Toscano G.; Foppa P.E. Calorific value determination of solid biomass fuel by simplified method. Journal of Agricultural Engineering (2009), 3, 1-6.
[2] 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.
[3] 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.
[4] 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.
[5] Kiełbasa, P.; Dróżdż, T.; Popardowski, E. Influence of Coniferous Wood Conditioning by Pulsed Electric Field on Its Combustion Heat Characteristics. Applied Sciences (2021), 11(3), 983.
[6] Popardowski, E.; Kiełbasa, P. Influence of Broadleaved Wood Conditioning by Pulsed Electric Field on Its Combustion Heat Characteristics. Applied Sciences (2022), 12(10), 5048.
[7] Vásquez, A. F. L.; Rey, G. A. O.; Rodríguez, F. A. R. Obtaining of reducing sugars from kikuyu grass (Pennisetum clandestinum). AVANCES Investigación En Ingeniería (2010), 1(13), 98-101.

MODELOWANIE OPTYMALIZOWANEGO SILNIKA BLDC ZASILANEGO Z SINUSOIDALNEGO ŹRÓDŁA NAPIĘCIA

Andrzej POPENDA

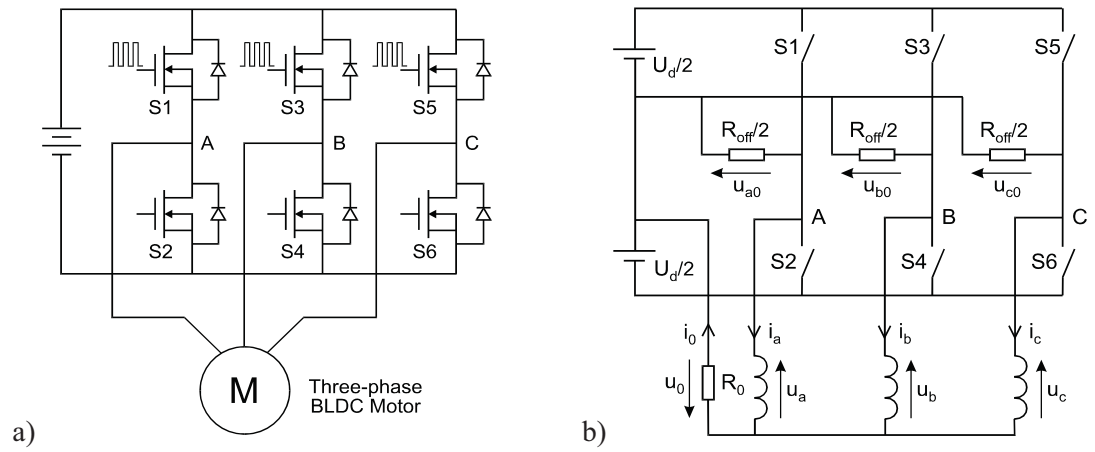
Politechnika Częstochowska

Wprowadzenie

Bezszczotkowe silniki prądu stałego BLDC wraz z silnikami synchronicznymi PMSM należą do grupy silników wzbudzanych magnesami trwałymi PMM. Rozróżnia się dwa typy PMM: 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 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 również prądy fazowe zmieniają się w sposób sinusoidalny, a rozwijany moment elektromagnetyczny ma gładki przebieg w odróżnieniu od odkształconych przebiegów prądów fazowych oraz tętniącego momentu elektromagnetycznego silnika o trapezoidalnym przebiegu napięcia indukowanego, będących przyczyną dodatkowych wibracji i hałasu.

Modelowanie silnika BLDC

W pracy [1] zaproponowano model matematyczny trójfazowego silnika BLDC oraz zaprezentowano wyniki symulacji komputerowej i weryfikacji eksperymentalnej. Porównanie tych wyników pozwoliło stwierdzić wysoki poziom adekwatności proponowanego modelu. Model ten jest oparty na schemacie zastępczym obwodów elektrycznych silnika BLDC, który pokazano na rysunku 1b.



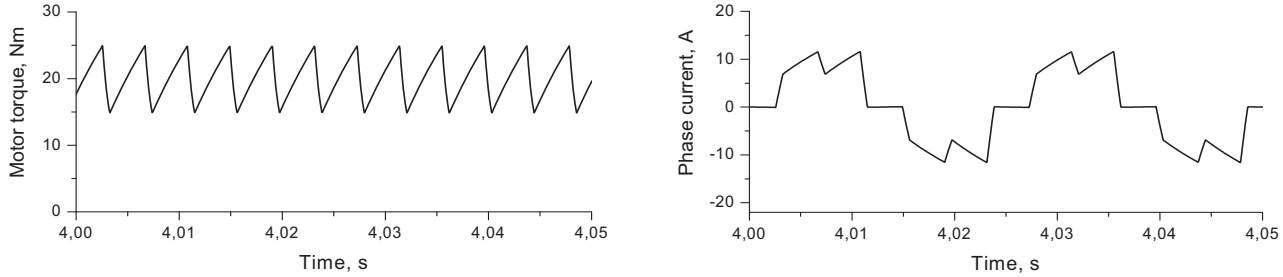
Rys. 1. Trójfazowy silnik BLDC zasilany przez mostek falownikowy sterowany metodą PWM (a) oraz schemat zastępczy obwodów elektrycznych silnika BLDC (b), gdzie $R_0 = \infty$ w przypadku zasilania silnika bez przewodu neutralnego

Powyższy schemat zastępczy jest uniwersalny, ponieważ może być zastosowany do sformułowania równań opisujących silnik BLDC zasilany zarówno z linii czteroprzewodowej (z przewodem neutralnym) jak i trójprzewodowej, przy czym wartość rezystancji R_0 należy przyjąć odpowiednio 0 lub ∞. Do obliczeń numerycznych zamiast ∞ można przyjąć dostatecznie dużą wartość rezystancji R_0, tzn. o kilka rzędów wielkości większą od impedancji znamionowej, zdefiniowanej na podstawie znamionowych parametrów fazowych silnika, czyli $R_0 >> U_{n(ph)} / I_{n(ph)}$. Model matematyczny silnika BLDC, sformułowany na podstawie pokazanego powyżej schematu zastępczego, zaprezentowano w pracy [1].

Konwencjonalne podejście do sterowania silnikiem BLDC jest oparte na stanach logicznych czujników Halla, poddanych oddziaływaniu biegunów magnetycznych wirnika z magnesami trwałymi. Osadzone w stojanie czujniki Halla wraz magnesami trwałymi wirnika tworzą enkoder magnetyczny, który w przypadku silnika trójfazowego pozwala na pomiar położenia kątowego wirnika z dokładnością do 60 stopni elektrycznych. Algorytm sterowania trójfazowym silnikiem BLDC, oparty na stanach logicznych generowanych przez enkoder magnetyczny, zaprezentowano w pracy [1] dla wybranego przedziału położenia kątowego wirnika.

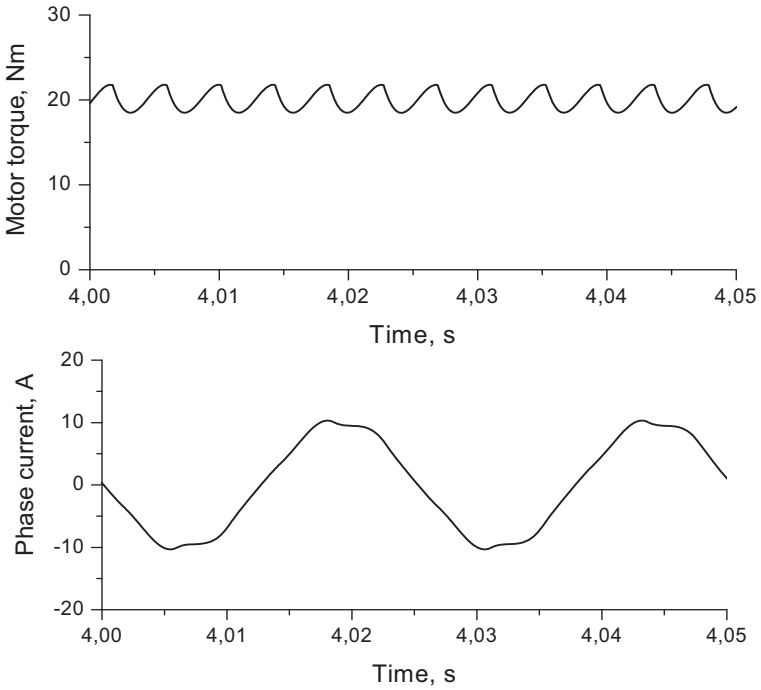
Wybrane wyniki

Sterowanie silnikiem BLDC z wykorzystaniem stanów logicznych generowanych przez enkoder magnetyczny umożliwia zasilanie uzwojeń fazowych silnika napięciem o przebiegu trapezoidalnym. Istotną wadą takiego rozwiązania są znaczne odkształcenia zarówno prądów fazowych jak i momentu silnika, widoczne w postaci tętnień, co pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Moment oraz prąd fazowy silnika BLDC zasilanego napięciem o przebiegu trapezoidalnym

Częściowym, za to bardzo skutecznym rozwiązaniem ww. problemu jest zasilanie silnika BLDC napięciem sinusoidalnie zmiennym. W pracy [2] pokazano niekorzystny wpływ bezpośredniego zasilania silnika BLDC napięciem sinusoidalnym z powodu znacznego wzrostu amplitudy prądu oraz istotnego pogorszenia dynamiki. Dlatego zaproponowano optymalizację sterowania poprzez zastosowanie zasilania sinusoidalnego z wyprzedzeniem fazowym. W odróżnieniu od stosowanej niekiedy przyspieszonej komutacji silników BLDC ze stałym wyprzedzeniem fazowym, w proponowanym rozwiązaniu wyprzedzenie fazowe jest zależne od obciążenia silnika, co pozwala na skuteczną optymalizację sterowania bez względu na zmiany tego obciążenia. Na rysunku 3 pokazano moment oraz prąd fazowy optymalizowanego silnika BLDC zasilanego napięciem sinusoidalnym.



Rys. 3. Moment oraz prąd fazowy optymalizowanego silnika BLDC zasilanego napięciem sinusoidalnym

Wnioski

Zastosowanie optymalizacji sinusoidalnego zasilania silnika BLDC, opartej na komutacji przyspieszonej z wyprzedzeniem fazowym zależnym od obciążenia, skutkuje szybszymi odpowiedziami czasowymi w porównaniu nie tylko z silnikiem zasilanym sinusoidalnie bez optymalizacji lecz również z silnikiem zasilanym trapezoidalnie. Można natomiast zauważyć niewielkie zwiększenie amplitudy tętnień momentu obrotowego oraz nieco większe odkształcenie prądu fazowego względem układu nieoptymalizowanego, przy czym w przypadku silnika zasilanego sinusoidalnie bez optymalizacji prąd opóźnia się zarówno względem napięcia zasilającego jak i względem napięcia indukowanego, podczas gdy prąd silnika optymalizowanego jest w fazie z napięciem zasilającym oraz z napięciem indukowanym. Wnioski oparto na pełnym zestawie otrzymanych wyników.

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] Popenda A., Modelling of BLDC motor energized by different converter systems, *Przegląd Elektrotechniczny*, R. 94 NR 1/2018, 81-84

[2] Popenda A., A control strategy of a BLDC motor, *Przegląd Elektrotechniczny*, R. 89, NR 12/2013, 188-191

WPŁYW KONFIGURACJI SIECI NEURONOWEJ NA ESTYMACJĘ PRĘDKOŚCI SILNIKA PMSM

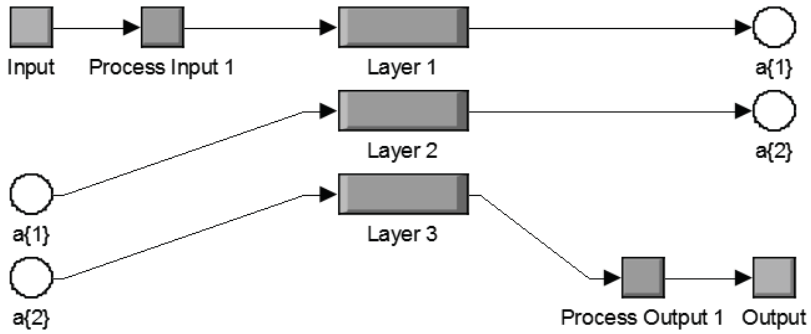
Andrzej POPENDA, Marcjan NOWAK

Politechnika Częstochowska, Katedra Elektroenergetyki

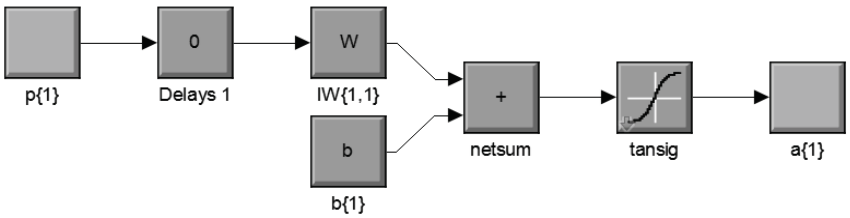
Odtwarzanie prędkości kątowej jest realizowane najczęściej z wykorzystaniem obserwatorów, które na podstawie mierzonych wartości elektrycznych za pośrednictwem modelu silnika oraz zależności matematycznych, wyliczają prędkość kątową. Największym problemem większości rozwiązań, w których zastosowano powyższe techniki odtwarzania prędkości kątowej jest estymacja ww. wartości przy małych prędkościach poniżej kilku radianów na sekundę.

Sieci neuronowe coraz częściej aplikowane są w algorytmy bezczujnikowe sterujące silnikami elektrycznymi. Najczęściej spotykaną konfiguracją jest układ, który odtwarza prędkość kątową silnika. Zastosowanie estymatora neuronowego pozwala na zaimplementowanie wybranego algorytmu sterującego pracą silnika, gdzie nie jest możliwym zastosowanie przetwornika umożliwiającego pomiar prędkości kątowej z uwagi na ciężkie warunki pracy układu elektromechanicznego. Opisane problemy odtwarzania prędkości kątowej zależą głównie od rodzaju sieci, ilości neuronów w warstwach, zastosowanej funkcji aktywacji oraz sposobu i ilości cykli uczenia sieci neuronowej.

Z uwagi na powyższe został zbudowany układ elektromechaniczny z silnikiem *PSMS* (*ang. Permanent Magnet Synchronous Motor*), w którym zaimplementowano sieć neuronową jednokierunkową (*ang. Feed-Forward Neural Network*), która pełni rolę estymatora prędkości kątowej silnika. W pracy wykorzystano standardowy algorytm polowo-zorientowany *FOC* (*ang. Field Oriented Control*) sterujący silnikiem *PMSM*, w którym sprzężenie zwrotne bloku regulatora prędkości jest połączone z wyjściem regulatora neuronowego. Sygnałami wejściowymi dla sieci neuronowej są prądy i napięcia silnika odpowiednio przekształcone oraz wyskalowane.



Rys. 1. Budowa wewnętrzna bloku sieci neuronowej z dwiema warstwami ukrytymi

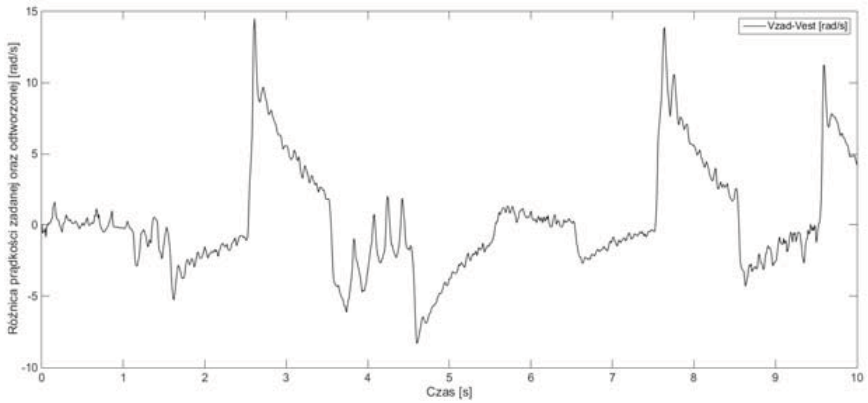


Rys. 2. Budowa wewnętrzna warstwy *Layer1*

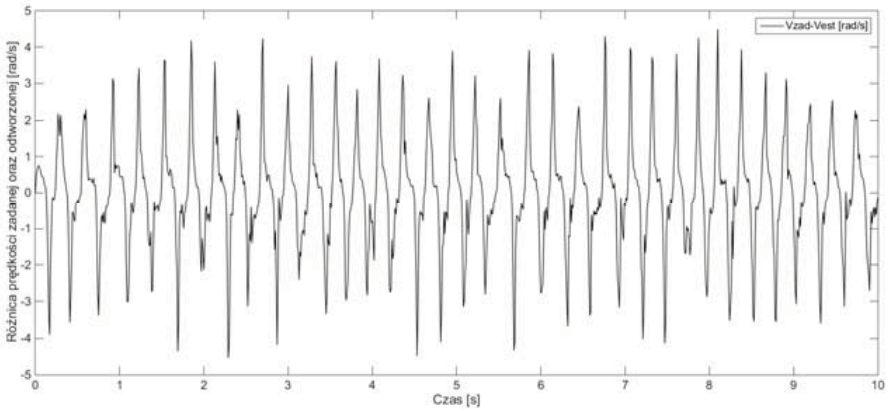
W pracy wykorzystano sieć neuronową, w której w trakcie badań, zmieniono liczbę neuronów w pierwszej warstwie ukrytej, zmieniono liczbę warstw sieci neuronowej oraz zmieniono funkcję aktywacji. Dla trzech powyższych przypadków zastosowano identyczny układ symulacyjno-komputerowy z identycznymi parametrami silnika z wykorzystaniem opisanego algorytmu *FOC*. Badania estymatora przeprowadzono z wykorzystaniem programu Matlab-Simulink.

Każdorazowo po zamianie parametrów sieci przeprowadzano jej uczenie, które polegało na uruchomieniu układu symulacyjno-komputerowego, zebraniu danych niezbędnych do procesu uczenia sieci oraz wywołanie skryptu, który konfigurował wstępnie sieć oraz wywoływał polecenie *train*, które na bazie wcześniejszych ustawień przeprowadzało proces uczenia. Proces uczenia sieci w zależności od ilości danych, rozmiaru sieci, ustawionych parametrów oraz możliwości obliczeniowych sprzętu komputerowego może przebiegać. Program Matlab umożliwia skrócenie czasu obliczeń numerycznych z wykorzystaniem obliczeń równoległych oraz z wykorzystaniem karty graficznej. W pracy wykorzystano pierwszą metodę, która znacznie skróciła czas uczenia sieci neuronowej.

Powyższe przypadki zostały analizowane pod względem różnicy prędkości kątowej pomiędzy wartością zadaną, a wartością odtworzoną przez sieć neuronową.



Rys. 3. Różnica pomiędzy prędkością zadaną, a estymowaną dla sieci neuronowej z dwiema warstwami ukrytymi (pierwsza zawiera 5 neuronów, druga zawiera 5 neuronów, funkcja aktywująca *tansig*)



Rys. 4. Różnica pomiędzy prędkością zadaną, a estymowaną dla sieci neuronowej z dwiema warstwami ukrytymi (pierwsza zawiera 8 neuronów, druga zawiera 5 neuronów, funkcja aktywująca *tansig*)

Powyższa analiza sieci neuronowej została przeprowadzona, z uwagi na planowaną implementację w rzeczywisty układ z procesorem numerycznym. Optymalizacja sieci pod względem ilości warstw oraz ilości neuronów przypisanych każdej warstwie pozwoli w sposób optymalny zaprojektować rzeczywisty układ z regulatorem neuronowym.

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.

ARTEFAKTY TECHNICZNE W BADANIACH QEEG – WYNIKI BADAŃ WŁASNYCH

Tomasz PRAUZNER[1], Kacper PRAUZNER[2], Paweł PTAK[3], Henryk NOGA[4], Piotr MIGO[5], Tomasz PIOTROWSKI[6]

[1]Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza w Częstochowie

[2]Warszawski Uniwersytet Medyczny

[3]Politechnika Częstochowska

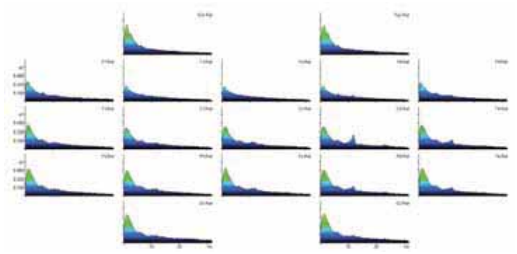
[4,5,6] Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie

Wstęp

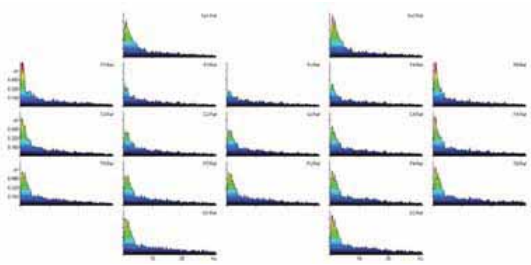
W pracy przedstawiona zostanie metoda badań elektroencefalograficznych QEEG w ocenie aktywności pracy mózgu. W Laboratorium Badań Eksperymentalnych Biofeedback funkcjonującej na Uniwersytecie Humianistyczno-Przyrodnicznym im. Jana Długosza w Częstochowie prowadzone są autorskie badania związane między innymi z oceną aktywności poznawczej u studentów na kierunku inżynierskim. Celem badań jest określenie wszelkich czynników warunkujących efektywność kształcenia z użyciem nowoczesnych technologii informatycznych. Ocena przydatności tych narzędzi pracy ma za zadanie określenie przydatności tych pomocy dydaktycznych w kształceniu technicznym. W tym celu wykorzystuje się aparaturę pomiarową Mitsar-EEG 202 oraz specjalistycznego oprogramowania komputerowego do analizy uzyskanych danych. Zauważono, iż dokładność badań jest uzależniona od wielu czynników, między innymi od warunków, w jakich badania są prowadzone. W artykule wskazane zostaną przede wszystkim czynniki pochodzenia zewnętrznego w postaci zakłóceń pochodzących z pól elektromagnetycznych towarzyszących badaniom. W celu eliminacji tych zakłóceń tzw. artefaktów, można ograniczyć je poprzez innowacje w budowie urządzenia dzięki zastosowaniu prostych rozwiązań konstrukcyjnych. W tym celu zastosowano innowacje w postaci wprowadzenia dodatkowego ekranowania urządzenia a ściślej przewodów odpowiedzialnych za połączenie sond z urządzeniem rejestrującym Mitsar. Porównano wyniki pomiarów z i bez wprowadzonych zmian konstrukcyjnych urządzenia. Jak wskazują uzyskane dane, istnieją niewielkie różnice, jednak w ujęciu dokładności badań niezwykle istotne. Wyniki przedstawiono w postaci graficznej ilustrującej zarejestrowane sygnały pomiarowe.

W badaniach z wykorzystaniem tak czułej aparatury wskazują, iż na jakość badań mają wpływ między innymi zakłócenia pojemnościowe których przyczyną są zmienne pola elektryczne systemu w otoczeniu samego urządzenia. Przyczyną są ułożone na dłuższym odcinku przewody ułożone równolegle, działające jak dwie przeciwległe okładziny kondensatora i w tej funkcji stanowiące zwarcie dla sygnałów o wysokiej częstotliwości.

Kolejną przyczyną zakłóceń są zakłócenia indukcyjne, a więc wywołane przez zmienne pole magnetyczne z otoczenia. Wokół przewodu przewodzącego prąd wytwarza się pole magnetyczne, które przenika również przez sąsiednie przewody. Zmiana prądu powoduje zmianę pola magnetycznego, które następnie indukuje napięcie w sąsiednich przewodach. W tym przypadku jednym ze sposób ograniczenia wpływu tego pola jest podobnie jak poprzednio zachowanie odstępu pomiędzy przewodami oraz unikanie równoległości przewodów. Ponadto, stosowanie przewodów ekranowanych ma wpływ na dokładność pomiarów. W standardowym połączeniu aparatury Mitsar 202 wykorzystuje się tzw. taśmę równolegle ułożonych nieekranowanych przewodów, co w ujęciu poruszanej problematyki rozważań może mieć znaczenie. Uwzględniając niezwykle małe amplitudy oraz szerokie pasmo częstotliwości sygnałów rejestrowanych a następnie ich wzmocnienie, rozwiązanie to może być źródłem zakłóceń w badaniach QEEG. Wyniki badań przedstawiono na wykresach uwzględniających pełne pasmo rejestrowanych częstotliwości.



Rysunek 1 Wykresy mocy widma EEG z ekranowaniem przewodów



Rysunek 2 Wykresy mocy widma EEG bez ekranowania przewodów

Literatura

[1] Klekowicz H., *Opis i identyfikacja struktur przejściowych w sygnale EEG,* Instytut Fizyki Doświadczalnej, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, Warszawa 2008.

[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, pp.480–489

[3] Prauzner T., *Zakłócenia elektromagnetyczne w elektronicznych systemach alarmowych.* Przegląd Elektrotechniczny, 2012, pp.205-208

[4] 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.

[5] Prauzner, T., Prauzner, K., Ptak, P., Noga, H., Migo, P., Depešová, J., (2020). Wpływ warunków otoczenia na dokładność badań elektroencefalograficznych QEEG (The influence of environmental conditions on the accuracy of QEEG electroencephalography). *Przegląd Elektrotechniczny*, R. 96 NR 4/2020, pp.86-89.

[6] Prauzner, T., Prauzner M., Prauzner K., Ptak P. (2019). Cognitive activity in the respect of qeeg research - presentation of laboratory tests. *Society. Integration. Education., Proceedings of the International Scientific Conference.,* Volume V, May 24th-25th, Rēzekne: Rēzeknes Augstskola, Latvia, pp.469-478.

[7] Schwartz, B. E. (1998) The advantages of digital over analog recording techniques. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 106(2), pp.113–1117

POMIARY GRUBOŚCI POWŁOK Z MATERIAŁÓW IZOLACYJNYCH

Paweł PTAK[1], Tomasz PRAUZNER[2], Henryk NOGA[3], Piotr MIGO[4], Agnieszka GAJEWSKA[5]

[1] Politechnika Częstochowska

[2] Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza, Częstochowa

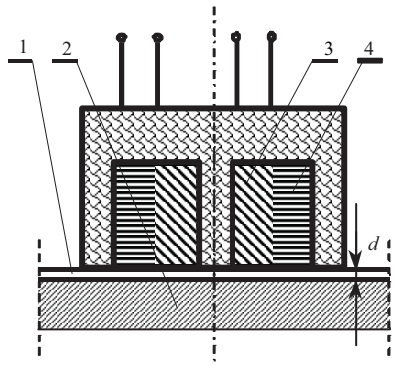
[3,4,5] Uniwersytet Pedagogiczny, Kraków

Wstęp

Powłoka jest to warstwa materiału na powierzchni przedmiotu, wykonanego z innego materiału, umieszczona w tym miejscu aby uzyskać określoną charakterystykę własności technicznych lub dekoracyjnych. Grubość powłok ochronnych wynosi zazwyczaj od setnych części milimetra do kilku milimetrów. W celu pomiaru grubości powłok możemy wyróżnić metody niszczące i nieniszczące. Metody nieniszczące stosowane są tam gdzie nie ma możliwości przygotowania próbki dla badań niszczących a także wtedy, gdy nie jest możliwe uszkodzenie badanego elementu.

Jedną z metod badań nieniszczących jest zastosowanie przetwornika indukcyjnościowego. Działanie takiego przetwornika polega na zmianie indukcyjności własnej lub wzajemnej pod działaniem wielkości nieelektrycznej. W takich przetwornikach możliwe jest wpływanie na zmianę indukcyjności przez regulację liczby zwojów lub zmianę reluktancji cewki przetwornika. Do badania powłok z materiałów nieprzewodzących można wykorzystać metode elektromagnetyczną z wykorzystaniem przetworników transformatorowych. W metodzie tej istnieje możliwość badania powłok z materiałów nieferromagnetycznych na podłożach ferromagnetycznych.

Konstrukcja przetwornika transformatorowego opiera się na dwóch uzwojeniach znajdujących się na wspólnym rdzeniu ferromagnetycznym. Taka budowa przetwornika warunkuje powstanie transformatora prądowego o otwartym obwodzie magnetycznym. Przetwornik ten jest zasilany zmiennym polem elektromagnetycznym o częstotliwości od kilkuset do kilkunastu tysięcy Hz. Pole to wytwarzane jest przez prąd płynący w uzwojeniu pierwotnym przetwornika transformatorowego. Otwarty obwód magnetyczny przetwornika elekromagnetycznego zamyka się poprzez badaną powłokę nieprzewodzącą oraz przez podłoże. Wartość napięcia indukowanego w uzwojeniu wtórnym jest uzależniona od grubości powłoki. Konstrukcja przetwornika indukcyjnościowego typu transformatorowego przedstawiono na rysunku 1.

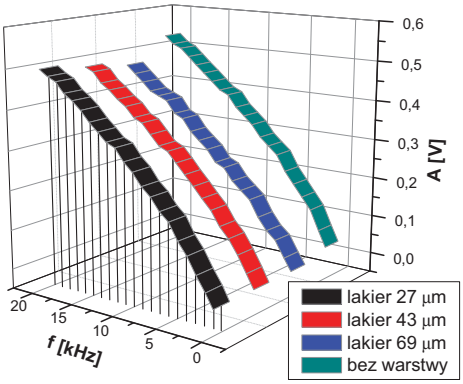


Rys. 1. Przetwornik indukcyjnościowy do pomiaru grubości powłok; 1 – warstwa wierzchnia, 2 – podłoże, 3 – droga strumienia magnetycznego, 4 – uzwojenie cewki

Badanie grubości powłok z materiałów izolacyjnych

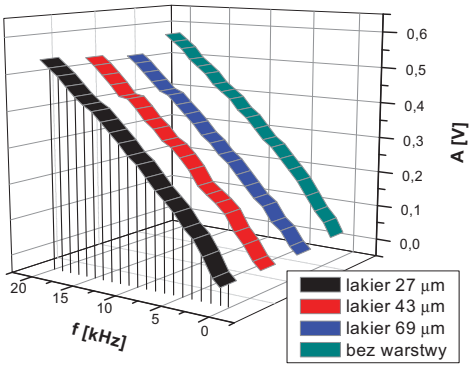
W celu wykonania badania powłok ochronnych nieprzewodzących wykonano kilka próbek na podłożu stalowym, na które naniesiono powłoki o różnej grubości z tworzywa sztucznego. Do pomiarów wykorzystano przetwornik elektromagnetyczny. Na rdzeniu ferromagnetycznym nawinięto dwa uzwojenia: jedno zasilające i drugie pomiarowe. Przetwornik zasilany jest sygnałem sinusoidalnym o zmiennej częstotliwości. Po

umieszczeniu czujnika elektromagnetycznego na badanej warstwie w uzwojeniu pomiarowym indukuje się sygnał o zmiennej amplitudzie. Wartość amplitudy sygnału pomiarowego uzależniona jest od grubości badanej warstwy wierzchniej. Do badania wykorzystano powłoki z tworzywa sztucznego o następującej grubości: 27 µm, 43 µm oraz 69 µm. Na rysunku 2 przedstawiono wyniki pomiarów różnej grubości powłok nieprzewodzących na podłożu ferromagnetycznym stalowym.



Rys. 2. Wyniki pomiarów powłok nieprzewodzących na podłożu stalowym

Pomiary grubości na obszarze objętym przetwornikiem pomiarowym ulegają uśrednieniu gdyż przetwornik ten nie wykonuje pomiarów punktowych. W przypadku powłok o nierównomiernej wartości grubości jest to zaletą ponieważ pozwala uniknąć wyników różniących się znacznie od siebie. W takim przypadku pomiar punktowej grubości może różnić się od wartości średniej na większej powierzchni podlegającej badaniom. Na rysunku 3 pokazano wyniki pomiarów powłok z tworzywa sztucznego o takich samych grubościach ale przy zastosowaniu czujnika pomiarowego elektromagnetycznego o mniejszej średnicy.



Rys. 3. Wyniki pomiarów powłok nieprzewodzących na podłożu stalowym

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

WYKORZYSTANIE PRZEMIENNIKA CZĘSTOTLIWOŚCI W UKŁADZIE HAMOWANIA TŁOKOWEGO SILNIKA SPALINOWEGO

Michał PYRC[1], Michał GRUCA[2], Borys BOROWIK[3]

[1,2]Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki

[3]Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Wstęp

Na stanowiskach dydaktycznych i badawczych w laboratoriach hamowni silników spalinowych Katedry Maszyn Cieplnych Politechniki Częstochowskiej wykorzystywanych jest kilka rodzajów układów obciążenia tłokowego silnika spalinowego. Ze względu na wielkość mocy silnika, charakterystyki prędkościowej prowadzanych testów jak i sposobu oddawania energii w układzie hamulca można wymienić kilka rozwiązań układów hamowni na bazie maszyn elektrycznych.

Rodzaje układów hamowni silnikowych z wykorzystaniem maszyn elektrycznych

Pierwszym układem hamowni silników spalinowych jest najprostszy układ z wykorzystaniem elektrycznej maszyny asynchronicznej. Silnik spalinowy pracuje na sztywno poprzez maszynę asynchroniczną (klatkową) z siecią zasilającą. Stanowisko to wykorzystywane jest do testów silnika spalinowego przy stałej prędkości obrotowej z pominięciem chwilowego poślizgu na maszyny asynchronicznej. Energia elektryczna oddawana jest bezpośrednio do sieci.

Drugi przypadek to układ do wyznaczania charakterystyki silnika spalinowego przy stałej prędkości obrotowej. Wykorzystywana jest maszyna synchroniczna w układzie silnik spalinowy – maszyna synchroniczna – sieć.

Najbardziej powszechnym układem wykorzystywanym w typowych hamowniach silników spalinowych, również w KMC PCz jest układ z hamulcem elektro wirowym. Na stanowiskach tych przeprowadza się testy silników spalinowych przy zmiennym obciążeniu i prędkości obrotowej a energia tracona jest w postaci ciepła z chłodzenia hamulca elektro wirowego.

Najstarszym rozwiązaniem w laboratoriach hamowni silników spalinowych PCz jest hamulec z wykorzystaniem układu Leonarda. Silnik spalinowy – maszyna prądu stałego – maszyna prądu stałego – maszyna asynchroniczna – sieć elektryczna. Na stanowisku tym przeprowadza się testy silników spalinowych przy zmiennym obciążeniu i prędkości obrotowej a energię oddawana jest do sieci.

W niniejszej pracy opisano i poddano krótkiej analizie kolejne rozwiązanie hamowni silnikowej, która w swoim układzie wykorzystuje przemiennik częstotliwości. Przemiennik wykorzystywany jest w układzie sterowania pracą asynchronicznej maszyny elektrycznej dla zmiennej prędkości obrotowej (charakterystyki prędkościowe) jak i przekazywania energii elektrycznej do sieci (praca na sztywno) lub rozpraszania jej w rezystorze hamującym w postaci prądu stałego, który to przypadek został poddany analizie w niniejszej pracy.

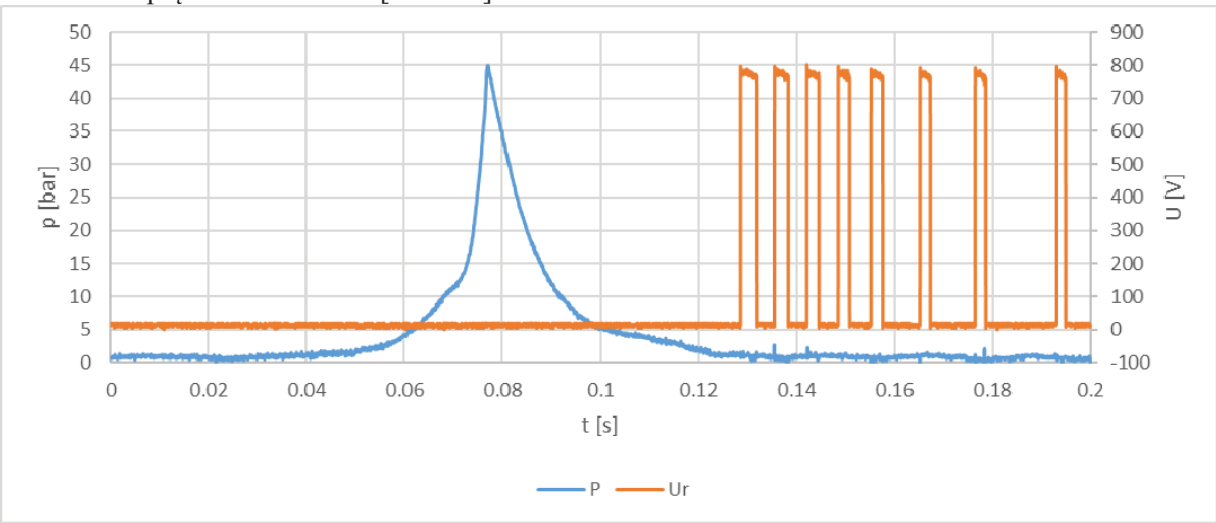
Moc tracona w rezystorze

Zarejestrowano i przeanalizowano chwilowe przebiegi napięcia i prądu bezpośrednio na stykach zaciskowych rezystora hamującego w warunkach różnych obciążeń silnika spalinowego. Na podstawie przebiegów chwilowych wartości prądu i napięcia w układzie rezystora obliczono moc oddawaną na rezystorze. Otrzymane wyniki następnie skorelowano i z wykresami mocy indykowanej silnika spalinowego, którą wyznaczono na bazie zarejestrowanych w trybie on-line wykresów indykatorowych ciśnienia w komorze

spalania silnika. Pomiary powtórzono dla różnych obciążeń silnika spalinowego. Znając średnie ciśnienie indykowane można obliczyć moc indykowaną, tzn. pracę wykonywaną przez gazy w ciągu 1 sekundy. W silniku czterosuwowym pracującym z prędkością obrotową n liczba wykonanych cykli wynosi 0,5 n, a więc moc indykowaną silnika czterosuwowego można obliczyć wg. zależności:

$$N_i = \frac{p_i \cdot V_s \cdot i \cdot n \cdot 1000}{2 \cdot 60} \cdot [\,kW\,] = \frac{p_i \cdot V_s \cdot i \cdot n \cdot 1000}{120} \cdot [\,kW\,] \qquad (1)$$

gdzie: p_i – średnie ciśnienie indykowane [MPa],
V_s – pojemność skokowa silnika[m^3],
i – liczba cylindrów silnika,
n – prędkość obrotowa [obr/min].



Rys. 1. Przykładowy przebieg ciśnienia w komorze spalania silnika z nałożonym przebiegiem zmian napięcia na rezystorze hamującym

Wnioski

Z analizy otrzymanych przebiegów napięciowych, prądowych i przebiegów ciśnienia w komorze spalania silnika można wykazać przydatność zaproponowanego rozwiązania konstrukcyjnego hamowni i metody pomiaru mocy silnika do określenia niejednostajności pracy silnika spalinowego, oraz określenia mocy strat w układzie przeniesienia napędu silnika.

Literatura

[1] Zawirski K., Deskur J., Kaczmarek T.: Automatyka napędu elektrycznego, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2012.
[2] Koczara W.: Wprowadzenie do napędu elektrycznego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012.
[3] M., Krzemiński Z., Pietryka J., Szewczyk J.: Techniczne i ekonomiczne aspekty wykorzystania falowników dwukierunkowych w praktyce. Automatyka, Elektryka, Zakłócenia. Konferencja – Jurata 11-14 czerwca 2008
[4] De La Torre, S.; Sánchez-Racero, A.J.; Aguado, J.A.; Reyes, M.; Martínez, O. Optimal Sizing of Energy Storage for Regenerative Braking in Electric Railway Systems. IEEE Trans. Power Syst. 2015, 30, 1492–1500
[5] Adamowicz, M.; Szewczyk, J. Research works on new solutions applied in traction drives supplied by 3 kV DC coulud reduce energy losses and EMC problems [SiC-Based Power Electronic Traction Transformer—(PETT) for 3 kV DC Rail Traction]. Energies 2020, 13, 5573

COMBINING ELECTRICAL CAPACITANCE AND IMPEDANCE TOMOGRAPHY IN MONITORING PROCESSES

Tomasz RYMARCZYK[2,3], Grzegorz KŁOSOWSKI[1], Przemysław ADAMKIEWICZ[2], Konrad NIDERLA[2,3]

[1] Lublin University of Technology
[2] University of Economics and Innovation in Lublin
[3] Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

Abstract
Industrial tomography is a dynamically developing field. Control of industrial processes requires constant supervision and monitoring of many parameters at the same time. Based on the information flowing into the monitoring system, specific machines, devices, and technical apparatus react to the changes in the working environment. The reaction consists of adjusting physical parameters such as temperature, pressure, flow, concentration of substrates, etc. Process control can apply to both discrete systems and the production of liquid or gaseous substances. In particular, a key device in process production is a tank reactor in which chemical reactions take place. During the process, changes in the state of aggregation can take place inside the reactor. Crystals or gas bubbles can form in the liquid material. Such reactors are implemented, for example, in biogas plants, in the food and chemical industries, or in refineries. Electrical tomography is a non-invasive method that enables the visualization and monitoring of changes taking place inside reactors and pipelines. The most commonly used types of electrical tomography are electrical impedance tomography (EIT) and electrical capacitance tomography (ECT) [1,2]. The conducted observations and tests made it possible to formulate a thesis that the optimal selection of the type of tomographic method used (EIT or ECT) depends on many factors, including the type of the monitored object and the characteristics of the process. The key attributes of the reactor are, e.g., its size, wall material and thickness, or chemical composition of the substance filling the vessel. The basic features of the process include its dynamics, understood as the rate of changes in the state of the tested object, proportions of substrates, temperature, pressure, or flow rate.

Methods
In order to solve the tomographic inverse problem, consisting in converting measurements into images, a hybrid measurement system was used. This heterogenous system is a combination of two types of tomography – EIT and ECT. The homogeneous EIT method uses 96 voltage measurements, and the ECT measurement vector consists of 120 capacitance values. We combined both measurement vectors, and then we got 216 heterogeneous values of voltage and capacitance at the input. The output is an image with a resolution of 4146 pixels (tetrahedron finite elements). Figure 1 shows a diagram of the operation of a hybrid tomographic system combining two types of tomography – EIT and ECT.

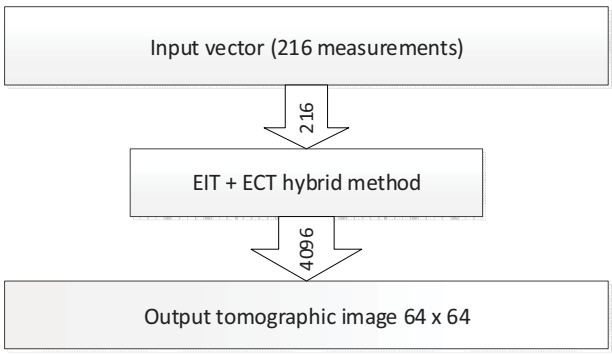


Fig. 1. Model of operation of a hybrid tomographic system combining two types of tomography – EIT and ECT

Figure 2 shows 4 cases of comparing the homogeneous EIT and ECT methods with the EIT + ECT hybrid method. In addition to the images enabling the subjective assessment of the quality of the reconstruction, the MSE (mean square error) and ICC (image correlation coefficient) coefficients were also calculated for individual cases. The reconstruction is the better the lower the MSE and the higher the ICC [3]. In all the presented measurement cases, the images generated by the hybrid tomograph are clearly better than the images from homogeneous tomographs.

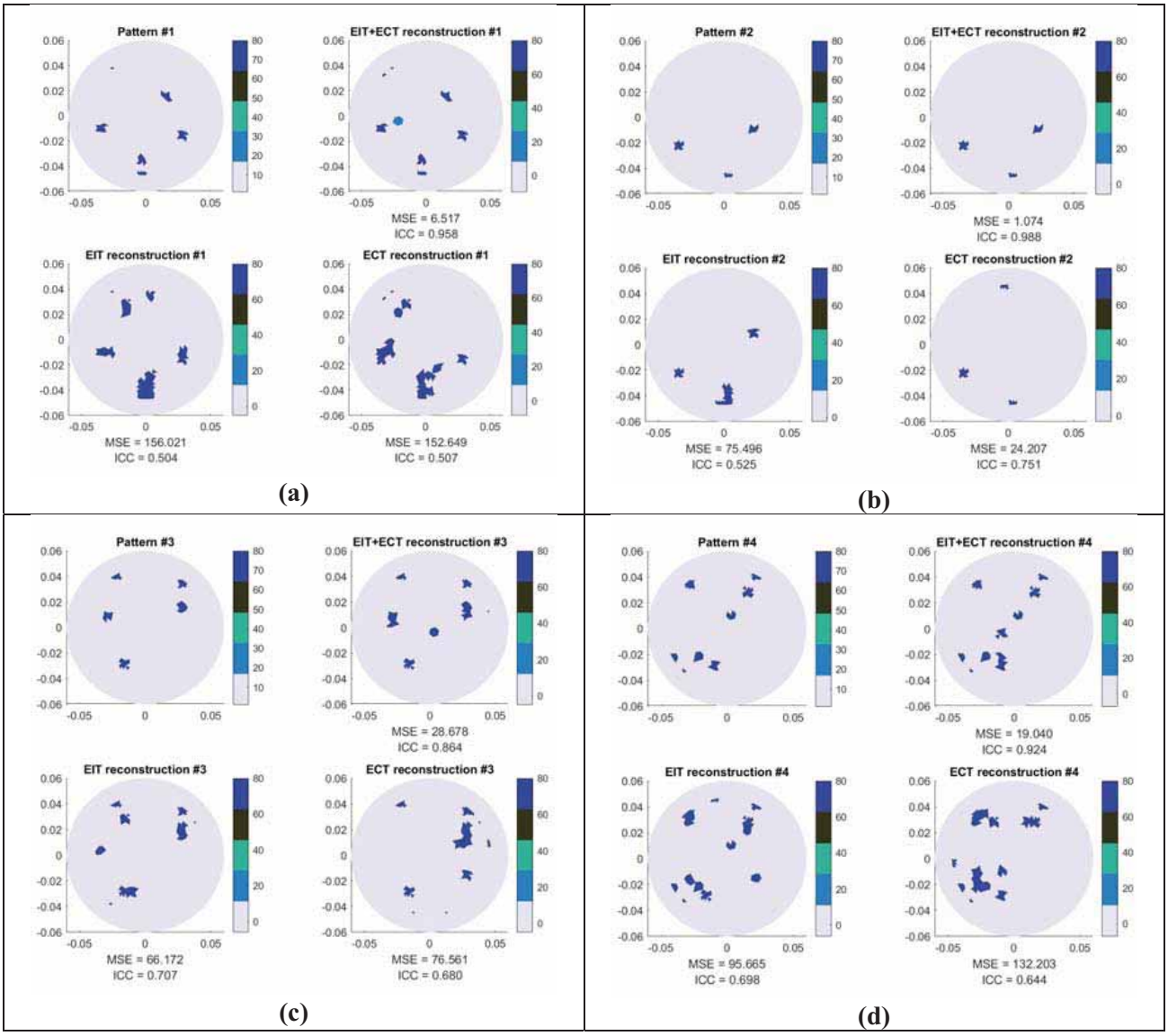


Fig. 2. Comparison of cases of the EIT + ECT hybrid method with homogeneous methods

References

1. Rymarczyk, T.; Kozłowski, E.; Kłosowski, G. Electrical impedance tomography in 3D flood embankments testing – elastic net approach. *Trans. Inst. Meas. Control* **2020**, *42*, doi:10.1177/0142331219857374.
2. Rymarczyk, T.; Kłosowski, G.; Hoła, A.; Sikora, J.; Wołowiec, T.; Tchórzewski, P.; Skowron, S. Comparison of Machine Learning Methods in Electrical Tomography for Detecting Moisture in Building Walls. *Energies* **2021**, *14*, 2777, doi:10.3390/en14102777.
3. Rymarczyk, T.; Kłosowski, G.; Hoła, A.; Sikora, J.; Tchórzewski, P.; Skowron, Ł. Optimising the use of Machine learning algorithms in electrical tomography of building Walls: Pixel oriented ensemble approach. *Measurement* **2022**, *188*, 110581, doi:10.1016/J.MEASUREMENT.2021.110581.

THE USE OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS IN RADIO TOMOGRAPHY IMAGING

Tomasz RYMARCZYK[2,3], Grzegorz KŁOSOWSKI[1], Przemysław ADAMKIEWICZ[2], Jan SIKORA[2,3]

[1] Lublin University of Technology

[2] University of Economics and Innovation in Lublin

[3] Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

Abstract

Radio Tomography Imaging (RTI) is a relatively new field of imaging interior objects [1]. Unlike other types of tomography, such as computer tomography, electrical tomography, ultrasound tomography or optical tomography, the development of RTI has been correlated with the growing popularity of various types of devices that emit and receive radio waves. One of the main megatrends determining the directions of technological changes is the Internet of Things (IoT). The concept of IoT assumes the creation of an ecosystem of intelligent devices (things) that can wirelessly communicate with each other, process or collect data. Smart things (devices) – elements of the IoT ecosystem – must be uniquely identifiable. The main purpose of the RTI system is to illustrate the position of objects in the ecosystem (e.g., in the room) [2]. The objects can be active or passive. Active objects emit their own signals that are picked up by other devices. Passive objects emit no signals. Their location can be determined by the disturbance of radio waves caused by such objects.

In this article, we deal with the RTI system, which aims to determine the position of passive objects. People can be these kinds of objects. More than half of the mass of the human body is water, which causes the human body to disturb the distribution of radio waves emitted by transmitters located at a distance of several to a number of dozen meters. The research used a band of radio waves with a frequency of 2.4 GHz, which is a Wi-Fi standard. The RTI system consists of 16 transducers arranged around a square room (see Figure 1). When one of the 16 transducers emits a radio signal, the other 15 measure its strength. The received signal strength is RSSI (Received Signal Strength Indicator) expressed in decibels of power dBm, i.e. decibels related to the value of 1mW. Figure 1a shows a diagram of a square room with the transducers mounting locations marked. Figure 1b shows the model perturbation view. It is a simulation generated image. Figure 1c shows a raw reconstruction and Figure 1d presents Gaussian smoothing filter enhanced RTI reconstruction.

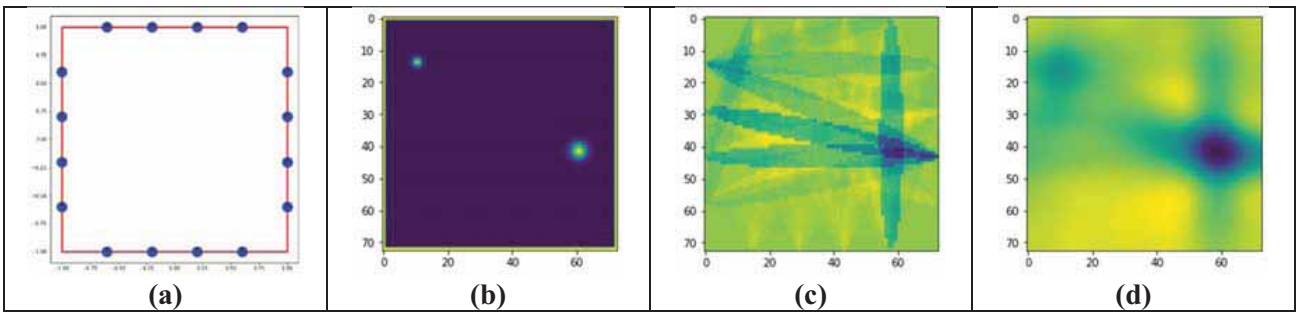


Fig. 1. RTI system: (a) - room with transducers, (b) - disturbance pattern, (c) - image reconstruction, (d) - filtered reconstruction

Methods

The article focuses on the algorithmic method of solving the inverse problem. Using computer simulation, data was generated including reference images and the corresponding measurement values. Measurement data for 16 transducers are presented in the form of a 16x16 matrix. As can be seen from Figure 2, the visualization of the measurements (b) creates an original design. This fact entitles the use of a convolutional neural network (CNN), which has a 16x16 measurement matrix at the input and a 56x56 pixel image at the output [3].

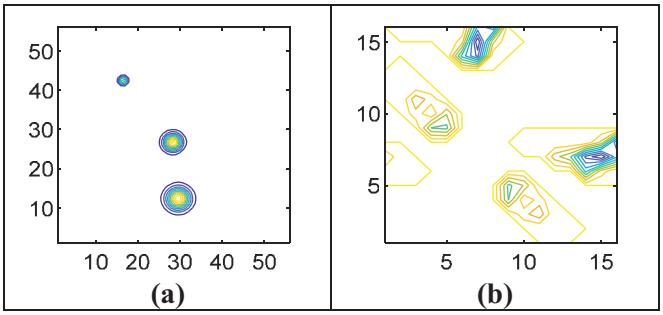


Fig. 2. Pattern image (a) and RTI measurement matrix as image (b)

Figure 3 shows the 8-layers structure of the CNN network used in the research.

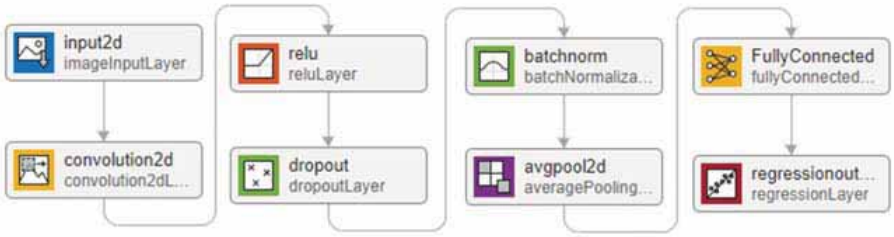


Fig. 3. Diagram of the CNN network used to reconstruct RTI images

Figure 4 shows the examples of RTI reconstructions obtained thanks to the CNN network.

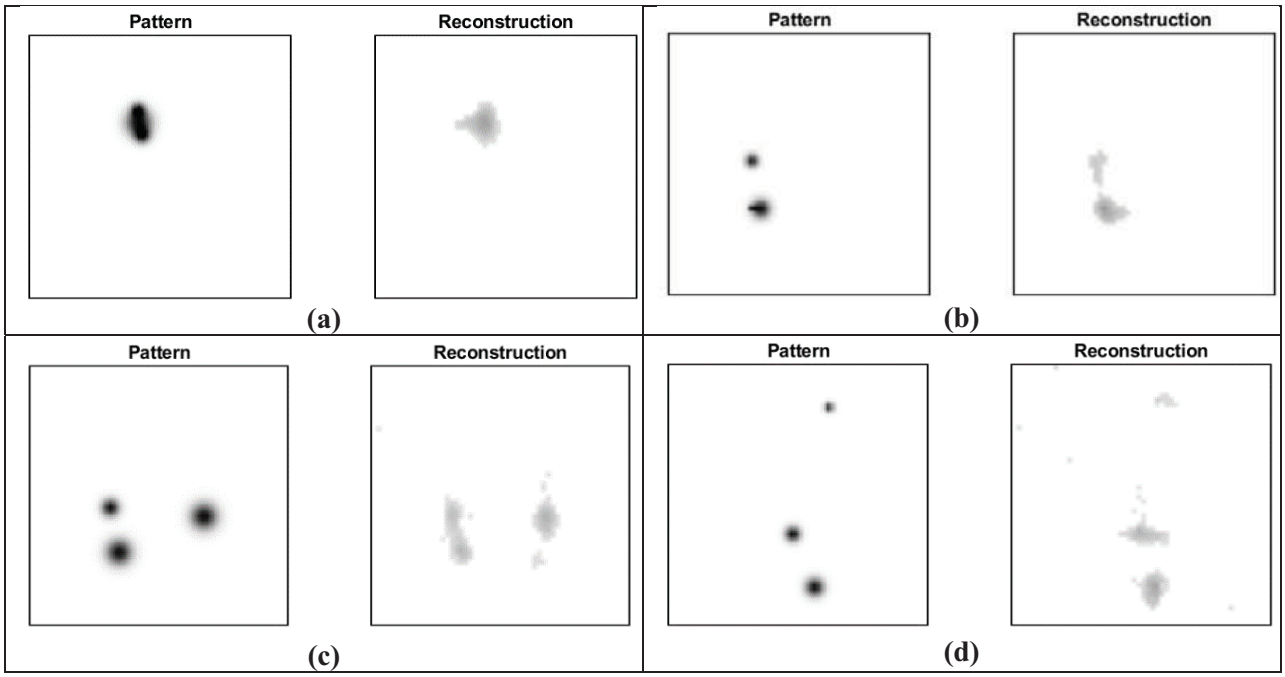


Fig. 4. Examples of RTI reconstructions obtained thanks to the CNN network

References

[1] Rymarczyk, T.; Styła, M.; Oleszek, M.; Maj, M.; Kania, K.; Adamkiewicz, P. Object detection using radio imaging tomography and tomographic sensors. *Prz. Elektrotechniczny* **2020**, *96*, doi:10.15199/48.2020.01.40.

[2] Mishra, A.; Sahoo, U.K.; Maiti, S. Distributed Incremental Strategy for Radio Tomographic Imaging. In Proceedings of the 2020 IEEE 17th India Council International Conference, INDICON 2020; 2020.

[3] Kłosowski, G.; Rymarczyk, T. Using neural networks and deep learning algorithms in electrical impedance tomography. *Inform. Autom. Pomiary w Gospod. i Ochr. Środowiska* **2017**, *7*, 99–102, doi:10.5604/01.3001.0010.5226.

COMPARISON OF CNN AND LSTM ALGORITHMS FOR SOLVING THE EIT INVERSE PROBLEM

Tomasz RYMARCZYK[2,3], Grzegorz KŁOSOWSKI[1], Michał MAJ[2,3], 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

Abstract

Tomography belongs to the field of non-destructive testing, which is the only one that enables imaging of internal sections of walls in order to monitor moisture. Tomography can be used to create both 2D cross-section images and 3D spatial reconstructions. Contrary to standard methods, which enable humidity measurements only in selected points of the wall [1], tomographic images show larger areas. Thanks to the appropriate color calibration in the images, it is possible to effectively emphasize areas with higher humidity against the background of the fragments with a lower level of humidity, which can be considered as the background. So, tomography is a relative method that is not used to accurately measure the percentage of water content in porous walls, but it is a method that can monitor the spatial and relative distribution of moisture.

In this study, the Electrical Impedance Tomography (EIT) was used to measure the humidity of the brick walls of the building [2]. The effectiveness of the tomographic system depends on the efficiency of the system for converting measurements to images. This is called an inverse problem that can be solved with deterministic or machine learning methods. Deterministic methods rely on the appropriate selection of coefficients in the mathematical model. Examples of deterministic methods are Level Set, Gauss-Newton or Total Variation [3]. In recent years, methods that use large sets of measurement data have become more and more popular. With appropriate iterative transformations, data from real or simulation measurements can be used to train machine learning-based models.

Methods

Two models of deep neural networks were trained in this research. The first is based on LSTM (Long-Short Term Memory) [4] and the second is based on CNN (Convolutional Neural Network). Taking advantage of the fact that the set of measurements can be represented as an ordered vector of real numbers, the LSTM network was used, for which the typical area of application is signal classification, time series and sequence analysis. The most common problems for which CNN is used is image classification and analysis. The present studies prove that a CNN model with sequential input can be successfully trained for tomographic purposes. In the studies, in both cases (LSTM and CNN) the outputs were regressive. Figure 1 shows the LSTM block with features considered as measurements. Figure 2 shows the convolution for a sequence input. Figure 3 shows the comparison of patterns and reconstructions obtained with LSTM and CNN methods.

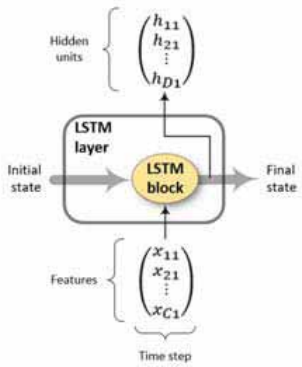


Fig. 1. LSTM block with features considered as measurements

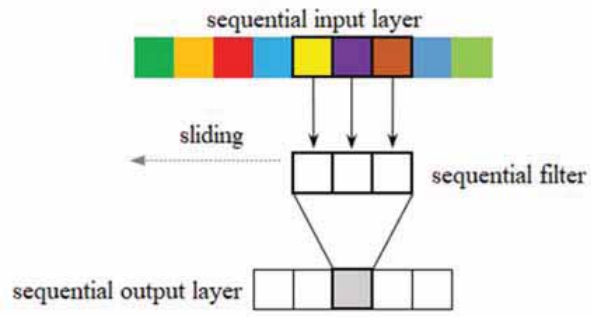


Fig. 2. Convolution for a sequence input

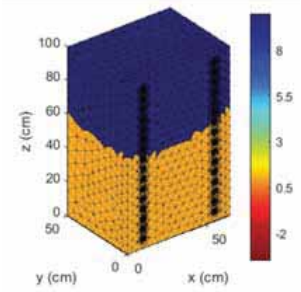
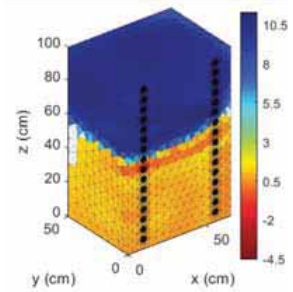
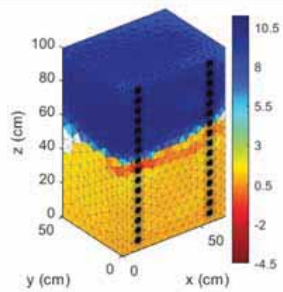
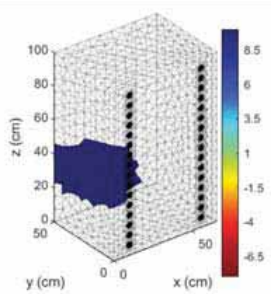
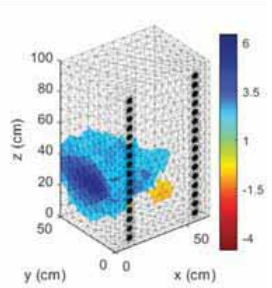
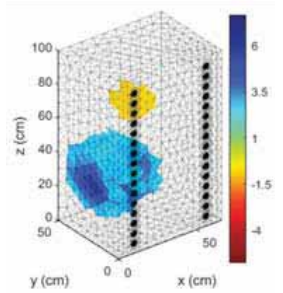
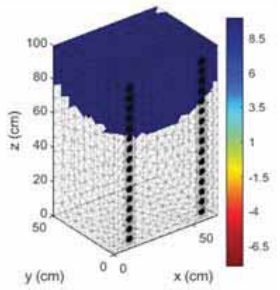
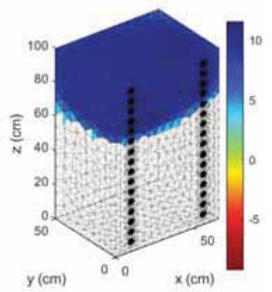
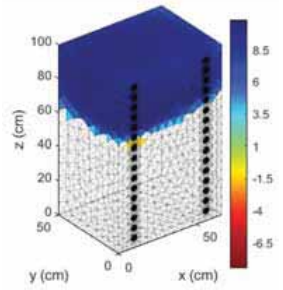
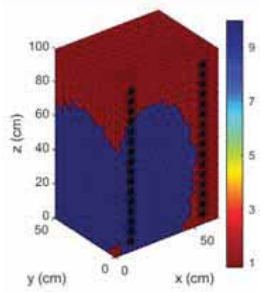
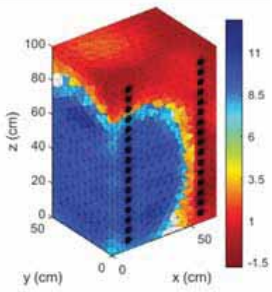
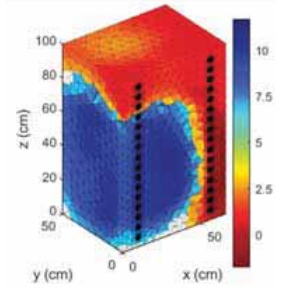
Case	Pattern	CNN	LSTM
I	 (a.I)	 (b.I)	 (c.I)
II	 (a.II)	 (b.II)	 (c.II)
III	 (a.III)	 (b.III)	 (c.III)
IV	 (a.IV)	 (b. IV)	 (c. IV)

Fig. 3. Reconstructions obtained obtained from simulation-generated measurements.

References

[1]. Hoła, A. Methodology for the in situ testing of the moisture content of brick walls: an example of application. *Arch. Civ. Mech. Eng.* **2020**, *20*, 3, doi:10.1007/s43452-020-00120-3.

[2]. Dusek, J.; Mikulka, J. Measurement-Based Domain Parameter Optimization in Electrical Impedance Tomography Imaging. *Sensors 2021, Vol. 21, Page 2507* **2021**, *21*, 2507, doi:10.3390/S21072507.

[3]. Rymarczyk, T.; Kłosowski, G.; Kozłowski, E. A Non-Destructive System Based on Electrical Tomography and Machine Learning to Analyze the Moisture of Buildings. *Sensors 2018, Vol. 18, Page 2285* **2018**, *18*, 2285, doi:10.3390/S18072285.

[4]. Kłosowski, G.; Hoła, A.; Rymarczyk, T.; Skowron, Ł.; Wołowiec, T.; Kowalski, M. The concept of using lstm to detect moisture in brick walls by means of electrical impedance tomography. *Energies* **2021**, *14*, doi:10.3390/en14227617.

CHOROBA ZROSTOWA – CZY MEDYCYNA FIZYKALNA MA MIEJSCE W LECZENIU?

Karolina SIEROŃ, Grzegorz ONIK, Sebastian KWIATEK, Aleksander SIEROŃ

Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Procedury medycyny fizykalnej stosowane są skutecznie w wielu specjalnościach medycznych. W zaburzeniach przewodu pokarmowego metody fizykalne mogą stanowić uzupełnienie standardowo prowadzonego leczenia, a tym samym przyczyniać się do poprawy jego efektywności. Zmienne pola magnetyczne wykazują szereg korzystnych efektów biologicznych przy jednocześnie niewielkim działaniu ubocznym, co pozwala na ich stosowanie w leczeniu m. in. zrostów pooperacyjnych. Choroba zrostowa jest jednostką chorobowa trudną do zdiagnozowania, wymagającą dogłębnej diagnostyki endoskopowej i obrazowej. Jej leczenie jest trudne i często nieprzynoszące trwałego efektu. Kinesiotaping znajduje również zastosowanie w leczeniu blizn pooperacyjnych przez co może być wykorzystana u chorych po operacjach w obrębie jamy brzusznej. Wykorzystanie metod medycyny fizykalnej w schorzeniach przewodu pokarmowego jest w dalszym ciągu niedoceniane. Niemniej jednak konieczne są dalsze badania, które dostarczą dalszych dowodów naukowych oraz pozwolą na standaryzację tej formy leczenia.

WYKORZYSTANIE FUNKCJI SKLEJANEJ POTENCJAŁU ELEKTRYCZNEGO NA POWIERZCHNI ZIEMI W CELU PRZEWIDYWANIA NAPIĘCIA KROKOWEGO I DOTYKOWEGO UZIOMU

Roman SIKORA[1], Przemysław MARKIEWICZ[1], Mariusz MĄCZKA[2], Jolanta PLEWAKO[3], Stanisław PAWŁOWSKI[4]

[1] Instytut Elektroenergetyki, Politechnika Łódzka

[2] Katedra Podstaw Elektroniki, Politechnika Rzeszowska

[3] Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki, Politechnika Rzeszowska

[4] Zakład Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych, Politechnika Rzeszowska

Wstęp

Istotnym aspektem projektowania stacji elektroenergetycznej jest ograniczenie ryzyka porażeniem prądem elektrycznym. Cel ten można uzyskać poprzez ograniczenie napięć dotykowych i krokowych. Ich wartości zależą od prądu uziomowego oraz rozkładu potencjału elektrycznego na powierzchni gruntu. Rozkład potencjału elektrycznego jest zależny od głębokości pogrążenia uziomu i założonej jego konstrukcji. Może on być wykonany w postaci kraty wykonanej z płaskowników stalowych lub/i pionowych prętów. Przyjęta konstrukcja uziomu a w szczególności jego rozległość
zależy od założonej jego rezystancji, która jest jego podstawowym parametrem. Przy projektowaniu uziomu należy dążyć do jej ograniczenia. Wartość rezystancji uziomu zależy od wymiarów geometrycznych uziomu, rodzaju gruntu (jego rezystywności) oraz warunków środowiskowych (temperatura, wilgotność, skład chemiczny gruntu) [1, 2, 3, 4] dla potwierdzenia uzyskania jej założonej wartość jest ona mierzona [5]. O skuteczności ochrony przeciwporażeniowej jaką pełni uziom decydują wartości napięć krokowych i dotykowych. Napięcie krokowe definiowane jest jako różnica potencjałów na powierzchni gruntu pomiędzy punktami oddalonymi od siebie o wielkość umownego kroku równą 1m.
W celu odpowiedniego zaprojektowania uziomu istotne jest obliczenie rozkładu potencjału elektrycznego na powierzchni gruntu oraz rezystancji uziomu w ten sposób, aby wartości napięć rażeniowych na przekraczały dopuszczalnych [1, 2, 3, 6-9]. Znalezienie rozwiązania równania pola przepływowego w środowisku przewodzącym wokół elektrody zakopanej w ziemi w ogólnym przypadku jest drogą do uzyskania rozkładu pola elektrycznego. Dla pól stacjonarnych jest to równania Laplace’a (1) dla potencjału elektrycznego V_E.

$$\nabla^2 V_E = 0 \qquad (1)$$

Dla prostych geometrii i właściwie tylko dla prostego uziomu półkulistego jest możliwe rozwiązanie równania (1) na analitycznej. Dla bardziej skomplikowanych i zbliżonych do rzeczywistych konstrukcji uziomów i przy niejednorodnym gruncie do rozwiązania tego zagadnienia wykorzystuje się metody numeryczne np. metodę elementów skończonych [10]. W wyniku obliczeń otrzymuje się wartość rozkładu potencjału na powierzchni gruntu o wartościach potencjału znanych tylko dla węzłów siatki obliczeniowej. Na podstawie takich wyników obliczeń nie można w prosty sposób obliczyć wartości napięcia krokowego i dotykowego dla dowolnej lokalizacji człowieka na analizowanym obszarze oraz dla dowolnego rozstawu stóp. Od tych dwóch wielkości zależą wartości napięć krokowych i dotykowych. Znając wartości potencjału w węzłach siatki można wykorzystać wielowymiarową metodę regresji liniowej do wyznaczenia funkcji aproksymującej rozkład potencjału na powierzchni gruntu. Ze względu na nieliniowy charakter rozkładu potencjału do wyznaczenia funkcji aproksymującej wykorzystano metodę interpolacji funkcjami sklejanymi. W ten sposób otrzymano funkcję, której parametrami wejściowymi są współrzędne (x, y) odpowiadające lokalizacji danej kończyny.

Napięcie krokowe jak również dotykowe obliczane jest jako różnica potencjałów odpowiadających dowolnemu usytuowaniu kończyn.

$$V_{step} = |V_1 - V_2| = |V_1(x_1, y_1) - V_2(x_2, y_2)| \qquad (2)$$

Do wykazania przydatności opracowanej metody wybrano uziom kratowy o wymiarach 6.3 x 6.3 m, zakopany na głębokości h = 0.8 m [4]. Kratownica uziomu została wykonana z taśm stalowych o liczbie oczek *n*=4. Punkt spływu prądu uziomowego znajduje się na krawędzi uziomu (rys.1).

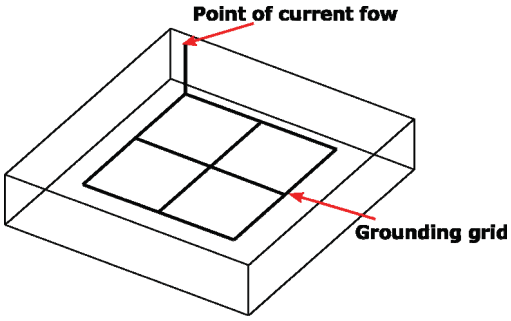


Figure 1. Grounding grid layout

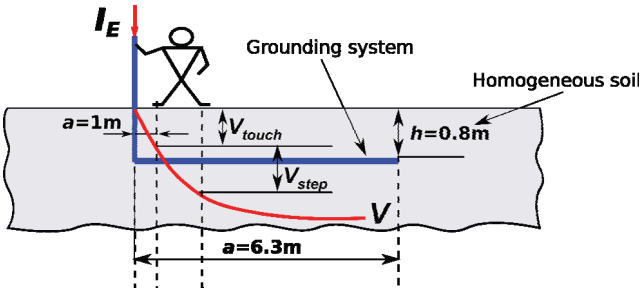


Figure 2. Dimension of grounding grid and definition of step voltage V_{step} and touch voltage V_{touch}

Model uziomu szczegółowo został opisany w [4]. Model uziomu został zaimplementowany w programie ANSYS a następnie obliczono rozkład potencjału na powierzchni gruntu przy wykorzystaniu metody elementów skończonych. Obliczony rozkład potencjału na powierzchni gruntu dla rozważanego przypadku przedstawiono na rysunku 1.

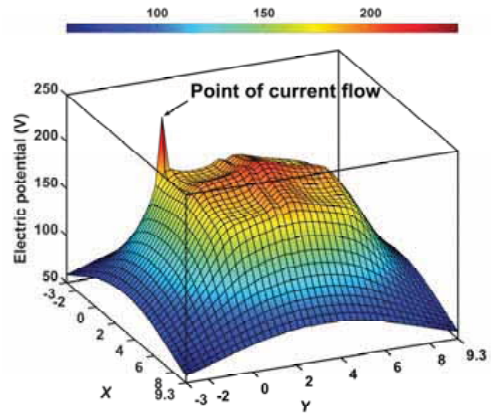


Figure 1. Electric potential distribution on the ground surface for the grounding grid in homogeneous soil,

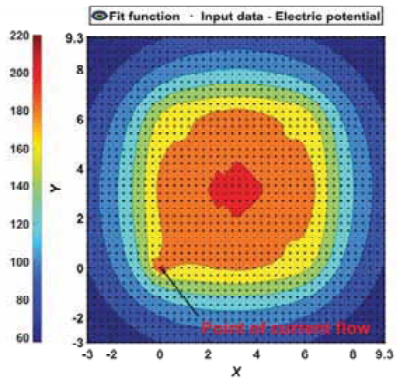


Figure 2. Graph presenting the interpolation spline function of the electric potential distribution on the ground surface for the grounding grid in homogeneous soil

Następnie za pomocą Curve Fitting Tools dostępnego w środowisku Matlab wyznaczono funkcję aproksymującą rozkładu potencjału. Na rysunku 2 przedstawiono funkcję aproksymującą z zaznaczonymi punktami siatki obliczeniowej. W ten sposób jest możliwe obliczenie wartości napięcia krokowego dla dowolnego położenia punktów odpowiadających stopom człowieka.

Literatura

[1] IEEE 80 Guide for Safety in AC Substation Grounding (2013).
[2] IEEE Std 665-1995 Standard for Generating Stations Grounding (1996).
[3] PN-EN-50522:2011 Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.

[4] Sikora R. Markiewicz P. Reduction of step voltages of MV/LV substation grounding system based on shaping electric field, Archives of Electrical Engineering, vo.70(277), 3/2021, pp.601-615

[5] Szczęsny A, Korzeniewska E. Dobór metody do pomiaru rezystancji uziemienia, Przegląd elektrotechniczny 2018, zeszyt 12, ISSN 0033-2097, doi: 10.15199/48.2018.12.39

[6] Baka D.A., Uzunoglu K.N., *Detecting and Avoiding Step Voltage Hazards*, IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 30, no. 6, pp. 2519-2526 (2015).

[7] Cardoso C., Rocha L., Leiria A., Teixeira P., *Validation of an integrated methodology for design of grounding systems through field measurements*, doi: 10.1049/oap-cired.2017.0452 (2017).

[8] Czapp S., *Protection against electric shock in high voltage overhead electrical lines – present state of the standards (in Polish)*, The Scientific Papers of Faculty of Electrical and Control Engineering Gdansk University of Technology, ISSN 1425-5766, Nr 35/2013, pp. 21-26 (2013).

[9] Datsios Z.G., Mikropoulos N.P., *Safety performance evaluation of typical grounding configurations of MV/LV distribution substations*, Electric Power Systems Research, vol. 150, pp. 36–44 (2017).

[10] Meng X., Han P., Liu Y., Lu Z., Jin T., *Working temperature calculation of single-core cable by nonlinear finite element method*, Archives of Electrical Engineering, vol. 68(3), pp. 643–656 (2019).

KONCEPCJA ZASTOSOWANIA PLANARNYCH STRUKTUR MIKROFALOWYCH JAKO SOND POLA BLISKIEGO DLA WYKRYWANIA I OCENY WEWNĘTRZNYCH WAD MATERIAŁÓW KOMPOZYTOWYCH NA PRZYKŁADZIE ZBIORNIKÓW WYSOKOCIŚNIENIOWYCH

Przemysław SOBKIEWICZ, Paweł BIEŃKOWSKI, Wojciech BŁAŻEJEWSKI

Politechnika Wrocławska

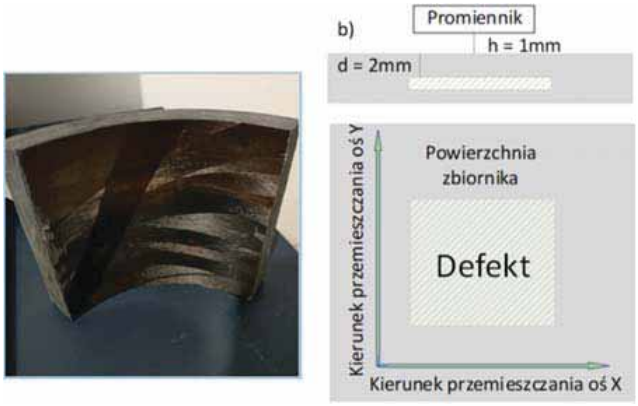
Wstęp

Testy nieniszczące materiałów kompozytowych są podstawą optymalizacji kosztów, kontroli powtarzalności oraz jakości wyrobu już od etapu produkcji. Obecne, komercyjnie stosowane techniki testów nieniszczących mimo wielu zalet posiadają pewne granice stosowalności, które mogą zostać skutecznie uzupełnione przez zastosowanie obrazowania mikrofalowego. Najczęściej wykorzystywanymi, mikrofalowymi strukturami promieniującymi są otwarte falowody prostokątne lub cylindryczne oraz ich różne warianty. Jako alternatywę dla rozwiązań falowodowych zaproponowano planarne, mikrofalowe układy rezonansowe i anteny Vivaldiego. Struktury te propagują wewnątrz materiału kompozytowego, nie są ograniczone przez częstotliwość odcięcia, są tańsze w produkcji oraz posiadają większe możliwości adaptacji geometrii do specyfiki badanego materiału. Ze względu na operowanie w polu bliskim rozdzielczość detekcji w większym stopniu podyktowana jest fizycznym rozmiarem „stopy” sondy niż długością wykorzystanej fali elektromagnetycznej.

Bezpieczne przechowywanie gazów pod wysokim ciśnieniem jest tematem o najwyższej istotności. Do tego celu najchętniej wybierane są wysokociśnieniowe zbiorniki kompozytowe. Najczęściej występujące defekty zbiornika kompozytowego to obecność pustek powietrznych pod powierzchnią na powstałych na skutek błędów technologicznych popełnionych na etapie wytwarzania oraz delaminacja powstała najczęściej w wyniku uderzenia. W efekcie dla obu przypadków zachodzi konieczność określenia rozmiaru tych wad czyli nieciągłości materiału w strukturze kompozytowej.

Opis badania

Analizie poddano parametry elektryczne wyciętej ścianki wysokociśnieniowego zbiornika typu IV przystosowanego do przechowywania wodoru o ciśnieniu roboczym wynoszącym 750 bar. Zbiornik o średnicy równej 34.0 cm i grubości ścianki 3.4cm wykonano z żywicy epoksydowej wzmocnionej włóknem węglowym (CFRP) o względnej przenikalności elektrycznej ε_R=50 (przedstawiony na rysunku 1a). Następnie do modelu wprowadzono defekt w kształcie prostopadłościanu o wymiarach 10x10x1cm (dł./szer./gł.) wypełniony powietrzem i zlokalizowany na głębokości d = 2mm pod zewnętrzną powierzchnią zbiornika (Rysunek 1b). Dokonano pomiarów parametrów elektrycznych zewnętrznej ścianki zbiornika z wykorzystaniem metody Nicolsona-Ross-Weira (NRW) i otwartego, prostokątnego falowodu.

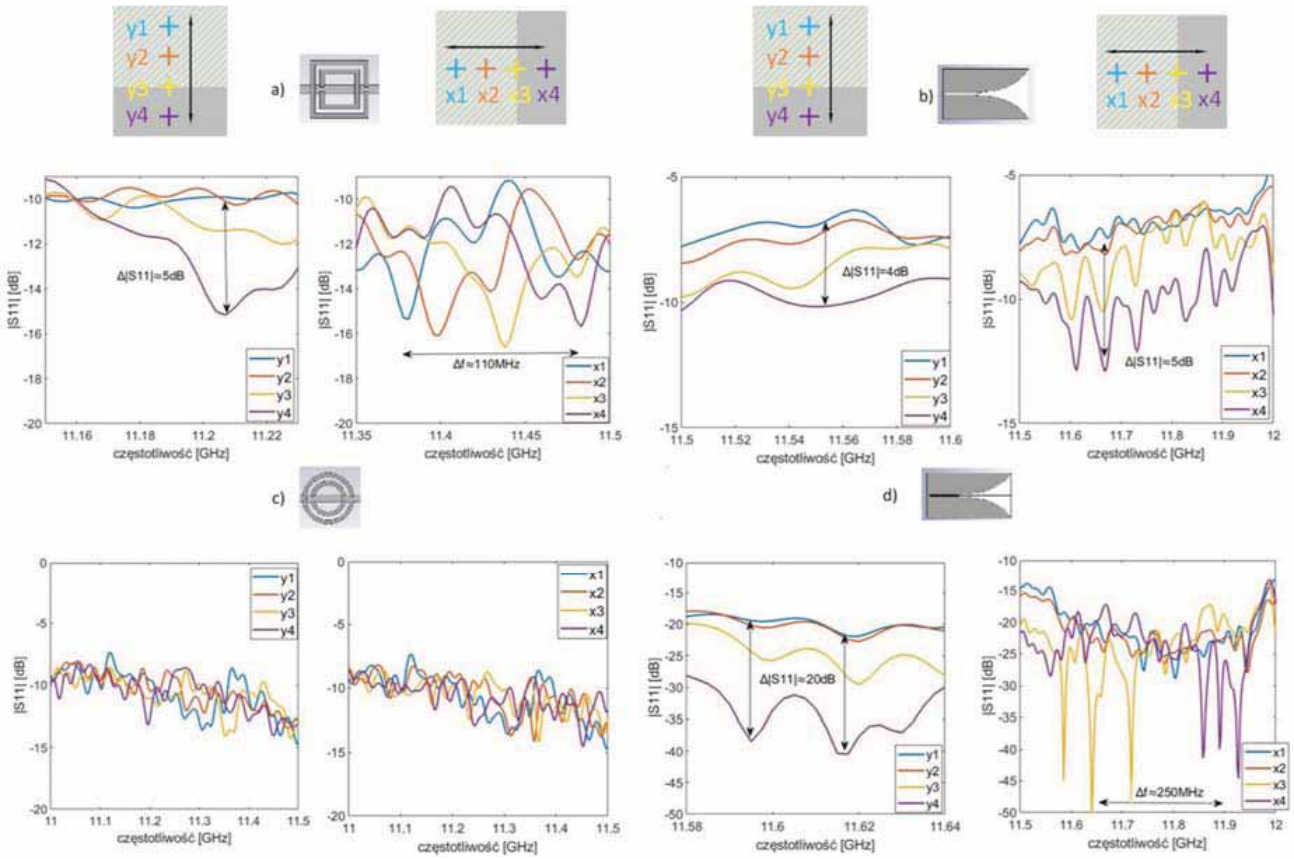


Rys. 1. (a) Wycięty fragment zbiornika kompozytowego (CFRP); (b) Rzuty modelowanej struktury testowej

Do dalszej analizy wykorzystano oprogramowanie CST Microwave. Na wysokości h=1mm nad powierzchnią zlokalizowano apertury badanych struktur—2 planarne rezonatory - prostokątny oraz pierścieniowy oraz 2 planarne anteny Vivaldiego. Dokonano przesunięć sond wzdłuż osi zgodnie z rysunkiem 1b i zbadano parametry odbiciowe macierzy rozproszenia S w każdym z wybranych punktów.

Wyniki badań

Poniżej przedstawiono uzyskane w wyniku symulacji wartości parametru |S11|. Celem prezentacji wybrano 4 lokalizacje struktury promieniującej - dwie nad obszarem defektu, nad granicą ośrodków oraz nad obszarem zbiornika. Za punkt położenia struktury przyjęto środek geometryczny apertury.



Rys. 2. Współczynnik odbicia dla: (a) Rezonatora prostokątnego (b) Anteny Vivaldiego (c) Rezonatora pierścieniowego (d) Anteny Vivaldiego z linią wewnętrzną

Wnioski

Wykorzystując wybrane planarne rezonatory mikrofalowe oraz planarne anteny Vivaldiego możliwa jest detekcja podpowierzchniowych przestrzeni wypełnionych materiałem o wyróżniających parametrach elektrycznych. Zmodyfikowana antena Vivaldiego (z linią wewnętrzną) jest strukturą w szczególności efektywną przy ocenie obecności przestrzeni niepożądanej —różnica wartości parametru |S11| wynosząca 20dB w wybranym paśmie oraz znaczne przesunięcie częstotliwości rezonansowej przy przejściu z powierzchni pod którą znajduje się defekt nad powierzchnię zbiornika. Ponadto falowody prostokątne o porównywalnej wielkości „stopy” sondy, są dedykowane do pracy w paśmie Ku i K i ograniczone częstotliwością odcięcia. Proponowane struktury operują w niższym zakresie częstotliwości ułatwiając praktyczną implementację systemu.

Literatura

[1] ASM Handbook (Vol. 21),Composites, ASM International, 2001
[2] Zoughi, R. (2000). Microwave Non-Destructive Testing and Evaluation (Vol. 4). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-015-1303-6
[3] Pozar David M. - Microwave Engineering (2012, John Wiley; Sons, Inc)

ELEKTROTECHNIKA W AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ W KRAKOWIE – LATA 1952–2022

Ryszard SROKA, Antoni CIEŚLA, Mikołaj SKOWRON

Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Wstęp

Rok 1952 jest rokiem, od którego liczona jest historia Wydziału Elektrycznego (aktualna nazwa: Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej – EAIiIB) Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Historia ta jest wielowątkowa i bardzo bogata. „Nauki elektryczne” były obecne w Akademii Górniczej (od roku 1949: Akademia Górniczo-Hutnicza) od początku Jej istnienia: już w roku 1920 na Wydziale Górniczym utworzono Zakład Elektrotechniki, kierowanie którym powierzono profesorowi Janowi Studniarskiemu. Funkcję kierownika Zakładu pełnił do roku 1946. Nazwa Wydziału na przestrzeni lat jego istnienia zmieniała się. Odzwierciedlała kierunki badawcze i kierunki studiów, które aktualnie Wydział realizował. Przez lata swojej działalności Wydział wypracował sobie niekwestionowaną pozycję nie tylko jednego z największych (w sensie kadrowym), ale także jednego z najlepszych wydziałów w kraju i zajmuje wysokie pozycje w wielu prestiżowych rankingach. Znamiennym wyróżnikiem Wydziału EAIiIB jest jego interdyscyplinarność.

70 LAT ISTNIENIA WYDZIAŁU ELEKTRYCZNEGO

W Akademii Górniczej w roku 1919 istniał jeden wydział: Wydział Górniczy w roku 1920 w Jego strukturze powstał Zakład Elektrotechniki kierowany przez profesora Jana Studniarskiego. Był to zalążek przyszłego Wydziału Elektrycznego. Historię Wydziału liczymy jednak od roku 1952, kiedy to władze Uczelni podjęły decyzję o utworzeniu z Wydziału Elektromechanicznego (istniejącego W Akademii Górniczej od roku 1946) dwóch odrębnych bytów: Wydział Elektryfikacji Górnictwa i Hutnictwa oraz Wydział Mechanizacji Górnictwa i Hutnictwa.

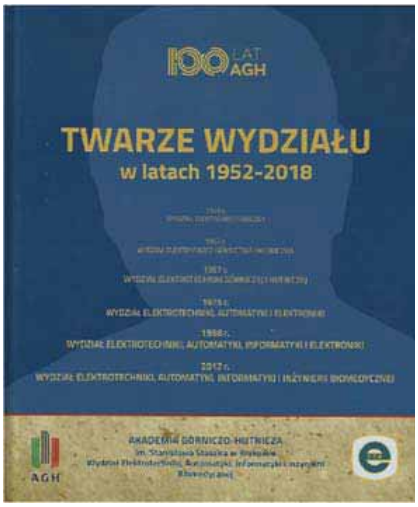
W pierwszym okresie istnienia, w skład Wydziału wchodziły między innymi Katedra Matematyki oraz Katedra Fizyki. Dawało to dobry fundament do budowy przyszłego środowiska naukowego Wydziału. Nazwa Wydziału na przestrzeni lat jego istnienia zmieniała się, odzwierciedlając kierunki badawcze i kierunki studiów, które aktualnie Wydział realizował. W roku 1957 Wydział przyjął nową nazwę Wydział Elektrotechniki Górniczej i Hutniczej, w roku 1975 nazwę zmieniono na Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Elektroniki, po to, aby w roku 1998 rozszerzyć ją do postaci: Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki.

W 2012 roku z Wydziału wyodrębniły się trzy Katedry: Informatyki, Telekomunikacji i Elektroniki, tworząc nowy wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji. Wydział „Elektryczny” po dołączeniu Międzywydziałowej Szkoły Inżynierii Biomedycznej (MSIB) przyjął obowiązującą do dzisiaj nazwę Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej. Aktualna, wieloczłonowa nazwa Wydziału odzwierciedla szerokie, choć i tak niepełne spektrum aktywności badawczej i dydaktycznej, a także Jego interdyscyplinarny charakter. Przyłączenie do Wydziału Międzywydziałowej Szkoły Inżynierii Biomedycznej, w sposób istotny wzbogaciło Jego tematykę badawczą i ofertę dydaktyczną.

Poczet Dziekanów Wydziału Elektrycznego

Rozszerzył się obszar badawczy i dydaktyczny Wydziału: pojawiły się badania z pogranicza medycyny, informatyki, elektroniki, inżynierii materiałowej, biomechaniki i robotyki, a także oferta dydaktyczna z zakresu inżynieryjnego wsparcia medycyny. Są to bez wątpienia wiodące nurty dominujące dziś w gospodarce naszego kraju. Katedry funkcjonujące w strukturze Wydziału włączają się w ten nurt, realizując badania naukowe stosownie do swoich kompetencji.

W 70-cio letniej historii Wydziału kierowało nim szesnastu dziekanów. Zamieszczono zdjęcia i nazwiska osób, którzy pełnili tę funkcję od początku jego istnienia, aż po dzień dzisiejszy. Nie byłoby znaczących osiągnięć w okresie minionych 70 lat istnienia Wydziału, gdyby nie wybitne postaci tego okresu. To właśnie te Osoby mozolnym trudem budowały potęgę nauk elektrycznych na Uczelni, w kraju i poza jego granicami. Sylwetki tych Osób prezentowane są w albumie zatytułowanym *Twarze Wydziału*.



DZIEŃ DZISIEJSZY WYDZIAŁU

Obecnie Wydział posiada kategorię naukową **A**, a Rady Dyscyplin związane z Wydziałem posiadają uprawnienia do nadawania stopnia naukowego doktora i doktora habilitowanego w dyscyplinach naukowych: Automatyce, Elektronice i Elektrotechnice, Informatyce Technicznej i Telekomunikacji oraz w Inżynierii Biomedycznej. We wszystkich tych dyscyplinach kształceni są doktoranci w Szkole Doktorskiej.

Jako jednostka realizująca kształcenie, Wydział prowadzi 6 kierunków studiów: Elektrotechnika, Automatyka i Robotyka, Informatyka i Systemy Inteligentne, Inżynieria Biomedyczna, Mikroelektronika w Technice i Medycynie i Computer Science (w języku angielskim), Informatykę (z wydziałem EIT), a od roku akademickiego 2022/2023 zostanie uruchomiony nowy kierunek: Technologie Przemysłu 4.0 (we współpracy z Wydziałem Odlewnictwa). Kierunki prowadzone na Wydziale posiadają pozytywną akredytację instytucjonalną Polskiej Komisji Akredytacyjnej, a także akredytacje programowe kierunków Elektrotechnika oraz Automatyka i Robotyka. Oba kierunki zostały przez PKA wyróżnione. W obecnym roku Wydział uzyskał europejską akredytację European Network for Engineering Accreditation dla wszystkich kierunków, które mogły być poddane takiej akredytacji.

Wydział to także struktura organizacyjna. Aktualnie strukturę tę tworzy 6 katedr: Katedra Automatyki i Robotyki, Katedra Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej, Katedra Elektrotechniki i Elektroenergetyki, Katedra Energoelektroniki i Systemów Przetwarzania Energii, Katedra Informatyki Stosowanej, Katedra Metrologii i Elektroniki.

Stan zatrudnienia na Wydziale (na koniec 2021 roku) to 284 pracowników (w tym: 26 profesorów tytularnych, 44 profesorów bez tytułu i doktorów habilitowanych, 113 adiunktów, 36 asystentów). Aktualnie studiuje na Wydziale ok. 2400 studentów na studiach I i II stopnia (stacjonarnych i niestacjonarnych) oraz w Szkole Doktorskiej i licznych studiach podyplomowych. Warto również przypomnieć, że na przestrzeni 70 lat istnienia, Wydział wypromował: 22850 absolwentów (inżynierów i mgr inż.), 1133 doktorów, 208 doktorów habilitowanych, przeprowadził 98 postępowań o nadanie tytułu profesora i wnioskował do Senatu Uczelni o nadanie 13 tytułów Doktora Honoris Causa. Spory odsetek naszych pracowników stanowią asystenci i młodzi adiunkci, co dobrze rokuje dla przyszłości i rozwoju Wydziału. To oni będą pisać dalszą historię Wydziału i z pewnością będzie to historia ciekawa, barwna i dająca ogromną satysfakcję tym, którzy będą ją tworzyć. Z perspektywy dnia dzisiejszego możemy z optymizmem popatrzeć w przyszłość Wydziału, a więc w Jego PERSPEKTYWĘ.

BIBLIOGRAFIA

1. Mitkowski W.: Kronika Wydziału EAIiE AGH, Wydawnictwa Wydziału EAIiE, Kraków 1999
2. Pamięci profesora Jana Studniarskiego (1876-1946). Elektrotechnika , kwart. AGH, 2, nr 2, 1983, s. 79-81
3. Słownik biograficzny zasłużonych elektryków krakowskich. Cz. 1. Pod red. J. Strzałki. Kraków 2009, s. 194-196
4. Jubileusz 75-lecia AGH, Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Elektroniki, 1994.
5. Sieński H.: Non Omnis Moriar, Groby Rektorów Akademii Górniczej i Akademii Górniczo-Hutniczej, Wydawnictwa AGH, Zeszyt 4, Kraków 2021

OPTIMISATION OF BUILDING MANAGEMENT USING MACHINE INTELLIGENCE, AND DETECTION OF PERSONS IN A ROOM USING RADIO TOMOGRAPHY

Michał STYŁA [1], Przemysław ADAMKIEWICZ[1,2]

[1]Information Technology Research & Development Center (CBRTI sp. z o.o.), Rzeszów

[2]University of Economics and Innovation,
Faculty of Transport and Information Technology, Lublin

Introduction

In the era of rapid development of intelligent residential automation, great emphasis is placed on the integrity of systems and building management devices from different manufacturers. The aim of the project was to combine all the management subsystems such as lighting, ventilation, heating and air conditioning control. The devices managing the individual comfort modules were connected to a proprietary algorithm of computational intelligence, which received data about the environmental preferences of people in individual rooms from environmental sensors. This solution increases energy efficiency by automatically adjusting lighting and room temperature according to environmental conditions. Apart from the author's system of beacons cooperating with the access control, the system was additionally equipped with a radio tomography based on Bluetooth 5 technology. A unified data exchange system using PAN and the data exchange protocol via Apache Kafka, combined with a graphical user interface supported by statistical and simulation modules, led to the creation of a complementary building control structure using both proprietary solutions and third-party equipment.

System structure

The smart building system consists of LAN-connected devices that manage the actuators using the Bluetooth 5 wireless communication protocol. The exception is the air conditioning controller, which is an actuator, i.e. it controls the air conditioning via an infrared port that is located on the same board as the controller. Environmental monitoring devices use Bluetooth Low Energy technology to communicate with the management system. The use of BLE (Bluetooth Low Energy) technology allows for a significant reduction in energy consumption, through the operating time on a single electrochemical cell is significantly longer compared to Bluetooth Classic technology. Each sensor unit consists of a sensor for temperature, humidity, light intensity.

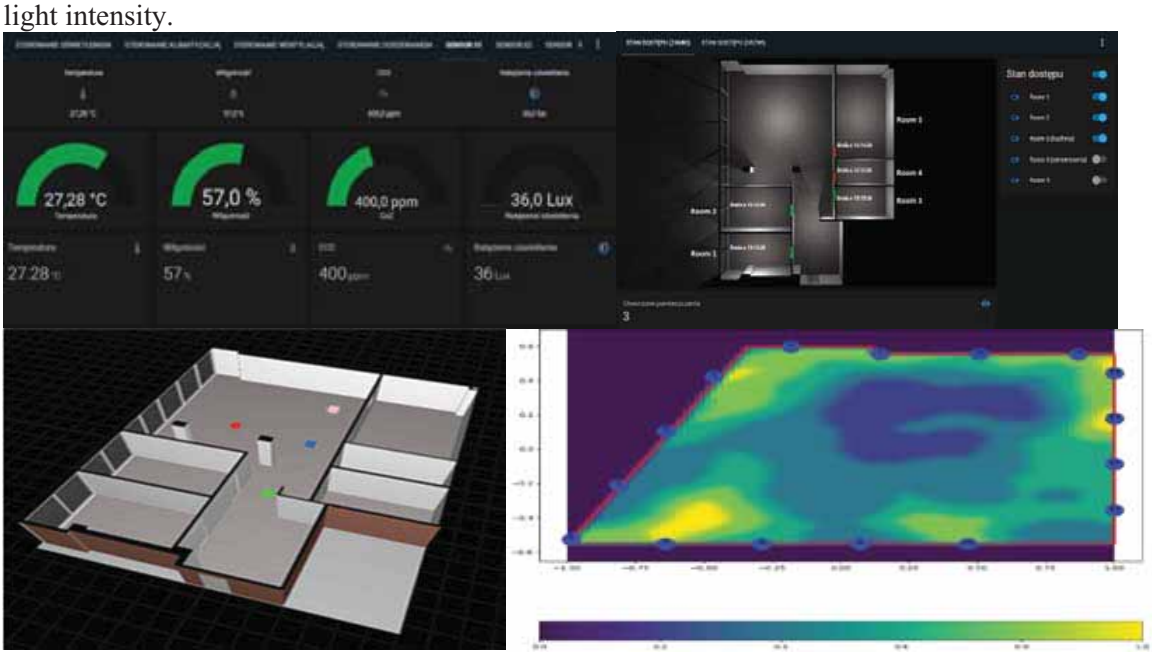


Fig. 1. Cross-section of systems implemented in the building management system being created

The environmental monitoring module additionally has a sensor for carbon dioxide and organic particles in the air, which helps to ensure proper air quality in the room. A cross-section of some of the implemented systems in the form of a graphical control panel is shown in Figure 1. The control modules consist of authoring boards to control the terminal devices and a single board computer running the Linux operating system. This computer is responsible for communication of the control systems with the end server via the Apache Kafka data broker, which is responsible for managing the individual building subsystems. The resource management and computational intelligence system is directly complemented by data obtained from a network of beacons coupled to the control of wireless automatic locks placed in doors and the detection of living organisms by radio tomography using the Bluetooth 5 wireless data communication protocol. Based on a network of RTI probes placed in rooms, regardless of whether a person has a wireless ID or not, the system is able to determine the location of people in a room but without identification in the absence of a wireless locator. and then plot them on a heat map and 3D visualization of the building.

Implementation of computational intelligence elements

The implemented elements of machine intelligence include methods such as linear regression, logistic regression and the support vector machine (SVC). Depending on expectations, they were applied to specific comfort modules, where the use brought the best learning outcomes. A simplified dependency diagram is presented in Figure 2.

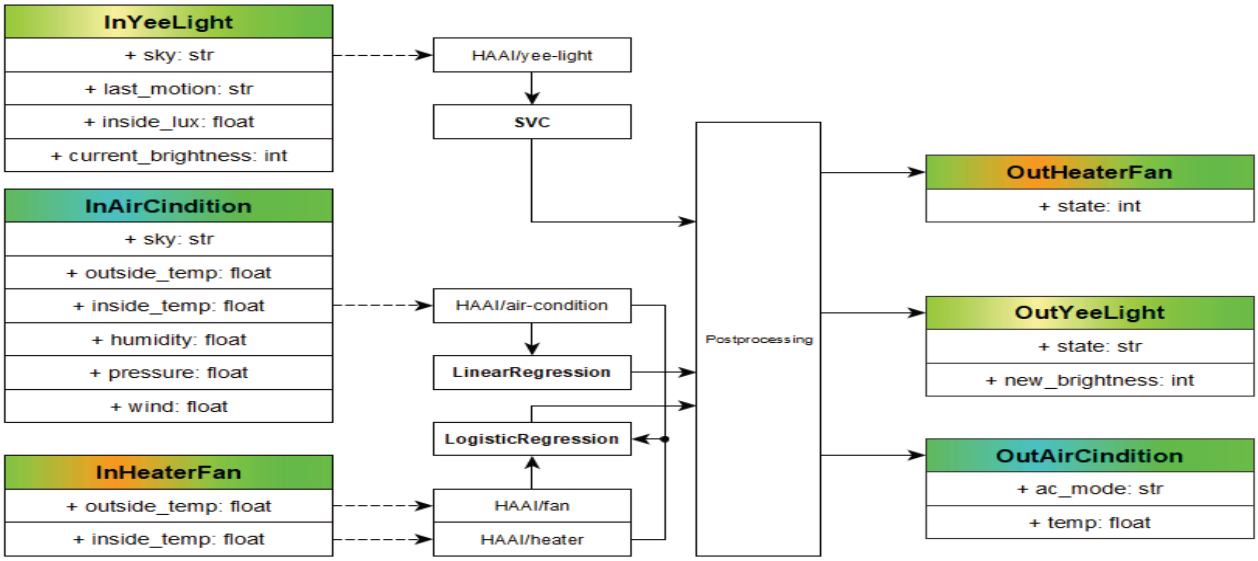


Fig. 2. Structure of learned computational intelligence and its connections with individual comfort subsystems

References

[1] Rymarczyk, T.; Kłosowski, G.; Kozłowski, E.; Tchórzewski, P. Comparison of Selected Machine Learning Algorithms for Industrial Electrical Tomography. Sensors 2019, 19, 1521.

[2] Styła M., Oleszek M., Rymarczyk T., Maj M., Adamkiewicz P., Hybrid sensor for detection of objects using radio tomography, 2019 Applications of Electromagnetics in Modern Engineering and Medicine, PTZE 2019, 2019, 219-223

[3] Djenouri D.; Laidi R.; Djenouri Y.; Balasingham I., Machine Learning for Smart Building Applications: Review and Taxonomy, ACM Computing Surveys, vol. 52, no. 2, p. 1-36, 2019

[4] E. Z. Tragos et al., "An IoT based intelligent building management system for ambient assisted living", Proc. IEEE Int. Conf. Commun. Workshop (ICCW), pp. 246-252, Jun. 2015.

ROLA CYTOWAŃ W ŚRODOWISKU NAUKOWYM – ILUSTRACJA NA WYBRANYCH PRZYKŁADACH

Witold SYGOCKI [1], Ewa KORZENIEWSKA [2]

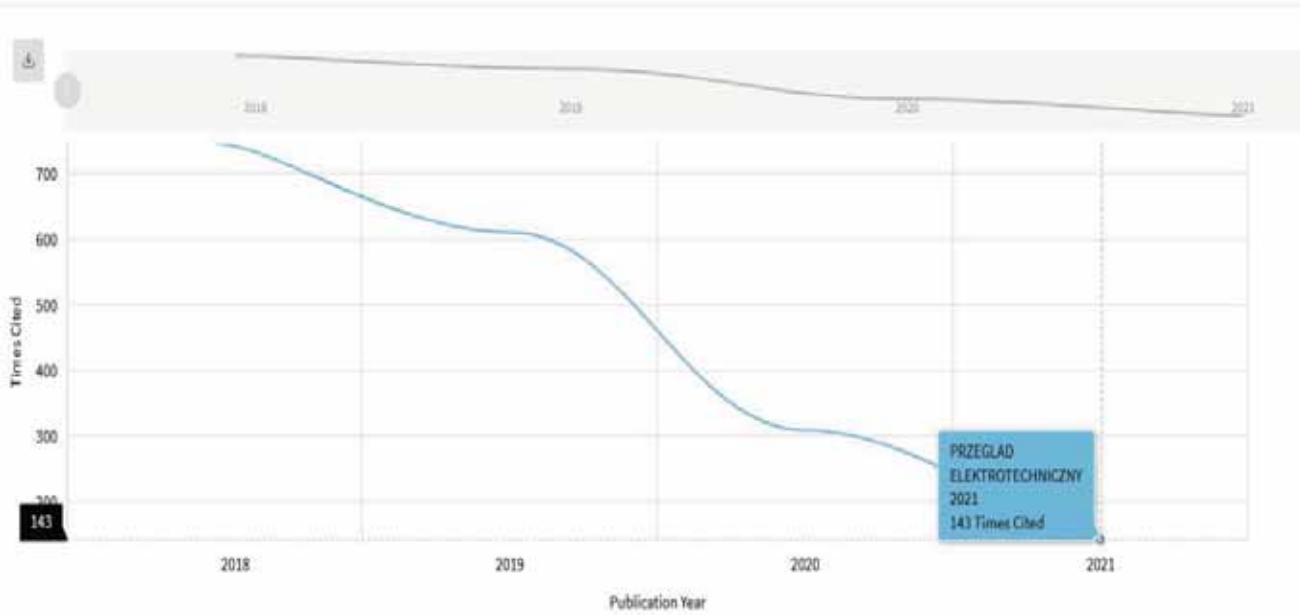
[1] Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

[2] Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechnika Łódzka

Może się wydawać, że pytanie o ważność cytowań, w chwili gdy środowisko naukowo-badawcze w Polsce oczekuje na wyniki ewaluacji dorobku poszczególnych jednostek w ramach oceny dyscyplin naukowych (2017-2021), zeszło na plan dalszy. Przykładowo wskaźniki cytowania nie są wykorzystywane w ewaluacji (kategoria: A, B+, B, C), wyjątek stanowi kategoria A+. Przyznanie tej najwyższej kategorii ewaluowanemu podmiotowi związane jest z oceną ekspercką, podczas której brana jest pod uwagę liczba cytowań[1]. Ale czy tak być powinno? Czy cytowania powinny być tylko okazjonalnie wykorzystywane w ocenie dorobku publikacyjnego przy awansach naukowych, przy których podawany jest indeks H (indeks Hirscha), czy też w ewaluacji, tj. przyznaniu kategorii A+? Czy informacja o cytowaniach nie jest elementem informowania o własnym dorobku, tym samym czy nie jest elementem komunikacji naukowej, w której włączona jest osoba zatrudniona w ośrodku akademickim, badawczym. Cytowanie artykułów z czasopism, w innych uznanych czasopismach jest budowaniem marki zarówno nowym tytułom, jak i tym z wieloletnią tradycją, oczekującym na otrzymanie Impact Factora. Jako ilustrację wykorzystano przykłady cytowań publikacji dla czasopism naukowych *Przegląd Elektrotechniczny* i *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*.

Tytułem pewnego porządkowania zagadnień związanych z cytowaniem i wskaźnikami cytowań autorzy referatu stawiają następujące pytania:

- Czy i dlaczego warto cytować publikacje i inne dokumenty dostępne w otoczeniu sieciowym WWW?
- Co się stanie gdy przestaniemy cytować innych?
- Czy można wskazać jakaś zależność między cytowaniem innych i byciem cytowanym?
- Dlaczego warto cytować polskie czasopisma, indeksowane w SSCI_Web of Science CC, takie jak Przegląd Elektrotechniczny (czasopismo w oczekiwaniu na otrzymanie IF)?



Rys. 1. Widok w InCites dla Przeglad Elektrotechniczny, cytowania w latach 2018-2021 – (odpowiednio: 2021: 143 cytowania; 2020: 310; 2019: 612; 2018: 747) (dostęp do danych: 14.07.2022)

Można się nie zgadzać z publikowaniem w czasopismach z IF, indeksowanych w bazach WoS CC, Scopus, ale to właśnie publikowanie w tych tzw. uznanych czasopismach daje większą szansę na zauważenie publikacji, tym samym na zacytowanie. W 2021 roku w WoS CC zindeksowano 2 748 668 artykułów, rok wcześniej 2 515 753. Odpowiednio z Przeglądu Elektrotechnicznego zindeksowano w 2021=411 a w 2020=460, a z International Journal of Occupational Safety and Ergonomics w 2021=218, a w 2020=185 artykułów.

Przykładowa symulacja wyliczenia IF dla Przeglądu Elektrotechnicznego, wg takich kryteriów jakie wykorzystano przy wyliczeniu IF za 2021 rok, który został ogłoszony 28 czerwca 2022 r. w bazie Journal Citation Raport (Clarivate Analytics):

- cytowania PE w 2021 w danym roku: **2019** (222 cytowania) + **2020** (194 cytowania) = **416**
- liczba publikacji w PE w danym roku: **2019** (523 publikacje) + **2020** (460 publikacji) = **983**

czyli:

$$\frac{\textbf{416 cytowa}\text{ń } (2019-2020)}{\textbf{983 publikacji } (2019-2020)} = \textbf{IF } \mathbf{0,4231} \text{ (tyle by wynosił IF_2021)}$$

Dla przykładu IF dla International Journal of Occupational Safety and Ergonomics za rok 2021, ogłoszony w czerwcu 2022 r. jest jak poniżej:

$$\frac{\text{Citations in 2021 to items published in 2019 } \textbf{(161)} + 2020\ \textbf{(508)}}{\text{Number of citable items in 2019 } \textbf{(68)} + 2020\ \textbf{(183)}} = \frac{\textbf{669}}{\textbf{251}} = \textbf{2.665}$$

Rys. 2. Informacja o wyliczeniu IF dla International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, dostępna w bazie Jornal Citation Report Clarivate Analytics (dostępne on-line: 19.07.2022)

Cytowania powinny być wykorzystywane jako jeden ze wskaźników oceny dorobku naukowego, ale nie jako jedyny. Cytowania są relacyjnie powiązane z innymi wskaźnikami tj. Impact Factorem i indeksem Hirscha. Gdy nie będziemy cytować innych, publikujących w uznanych czasopismach, ograniczymy swoją obecność w obiegu naukowym. Oczywiście niezależnie od cytowań pozostaje jeszcze kontekst popularyzacji wyników prowadzonych badań w czasopismach popularno-naukowych.

Warto jest cytować także te czasopisma, które jeszcze nie posiadają wskaźnika IF, a są indeksowane w renomowanych bazach, jak WoS CC, Scopus. W ten sposób naukowcy mogą budować markę czasopismom, które oczekują na przyznanie IF przez Clarivate Analytics, ale także zaistnieć w renomowanych bazach jak WoS CC i Scopus.

Dodatkowo – w ramach dyscyplin powstają publikacje o publikacjach, instytucjach i autorach cytowanych w ramach tych dyscyplin – co potwierdza, że warto cytować i być cytowanym[2].

Opracowano na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2021-2022 w zakresie zadań służb państwowych ze środków ministra właściwego ds. pracy (zadanie nr 4SP25 pt. Analizy altmetryczne i bibliometryczne publikacji z zakresu bezpieczeństwa człowieka w środowisku pracy – indeksowanych w bazach bibliograficzno-abstraktowych, autorów afiliowanych w polskich i zagranicznych instytucjach naukowo-badawczych). Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Literatura

1 Obwieszczenie Ministra Edukacji i Nauki z dnia 23 lutego 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie ewaluacji jakości działalności naukowej. Dostępny w WWW: https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20220000661/O/D20220661.pdf (data dostępu: 19.07.2022.)

2 Najczęściej cytowani z Polski, Forum Akademickie (Opublikowano: 2021-11-19), dostępne w WWW: https://forumakademickie.pl/sprawy-nauki/najczesciej-cytowani-z-polski/ (data dostępu 19.07.2022.)

DYSCYPLINY, CZY NIE... CZASOPISMA Z WYKAZU MEiN: TEORIA I PRAKTYKA REPREZENTOWANIA DYSCYPLIN

Witold SYGOCKI [1], Jadwiga WOŹNIAK-KASPEREK [2]

[1] Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

[2] Uniwersytet Warszawski, Wydział Dziennikarstwa, Informacji i Bibliologii

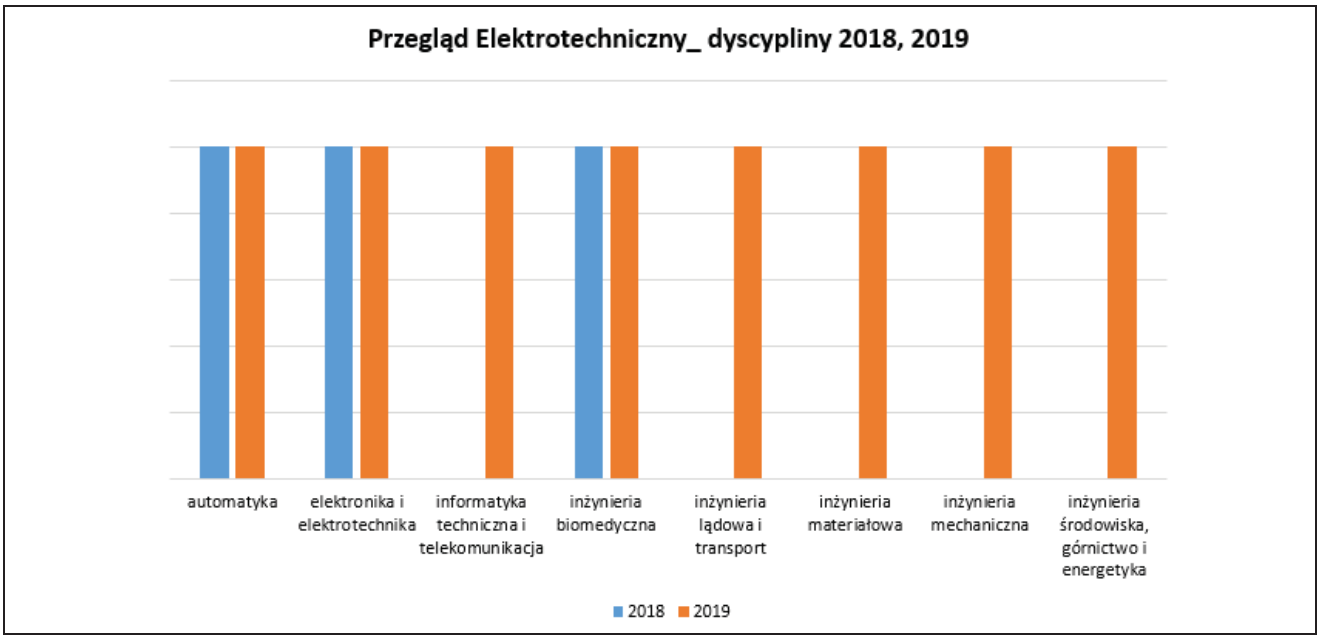
W ewaluacji za lata 2017-21 pracownicy instytucji naukowych w Polsce byli oceniani między innymi za aktywność publikacyjną, której miarą wstępną było wypełnienie maksymalnie 4 tzw. slotów publikacyjnych. Ministerstwo Edukacji i Nauki (wcześniej Nauki i Szkolnictwa Wyższego; dalej tylko akronim MEiN) usilnie zalecało w 2019 r., by publikując, wybierać czasopisma zgodne z zadeklarowaną przez autora dyscypliną (lub dyscyplinami). Zalecenia te finalnie nie zostały utrzymane po zmianie rozporządzenia ewaluacyjnego.

Tytułem przypomnienia w 2018 roku ośrodki naukowe zostały poproszone przez MNiSW (od stycznia 2021 r. MEiN) o przypisywanie dyscyplin do czasopism, a podpowiedzią służyły kategorie tematyczne identyfikujące zakres czasopisma w bazach Web of Science CC i Scopus.

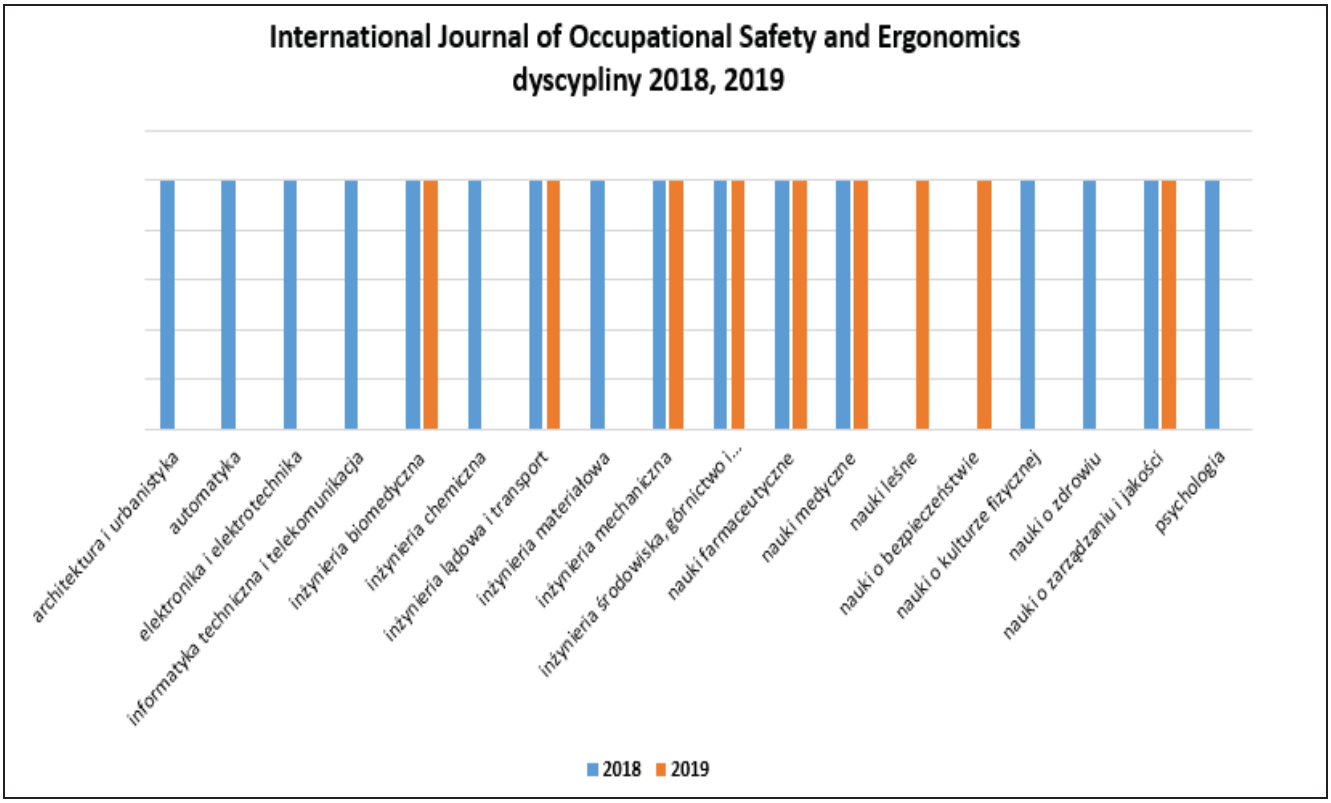
W 2019 roku przeprowadzono prace mające na celu przegląd i ocenę poszczególnych tytułów czasopism w celu stworzenia list tytułów przyporządkowanych do poszczególnych dyscyplin wraz z punktacją czasopisma. Pracom towarzyszyły niekiedy bardzo burzliwe dyskusje w ramach poszczególnych zespołów oceniających czasopisma[1]. Finalnie Komisja Ewaluacji Nauki zweryfikowała propozycje zespołów i w lipcu, a następnie grudniu 2019 r. udostępniła wykaz czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych wraz z listami dyscyplin przyporządkowanych do poszczególnych tytułów czasopism.[2]

Idea wiązania zadeklarowanej przez badacza dyscypliny z profilem tematycznym jego publikacji nie jest pozbawiona pewnej zasadności, ale w praktyce chyba nie wszystko poszło zgodnie z pierwotnym zamiarem. Dla ilustracji wybrano dyscyplinę *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*, do której zostały przypisane między innymi czasopisma reprezentatywne dla badań prowadzonych z zakresu elektromagnetyzmu i bezpieczeństwa pracy. Wśród tych czasopism jest m.in. *Przegląd Elektrotechniczny* (*Prz. Elektrotechniczny*) ISSN-0033-2097 (70 pkt w 2021, wcześniej 20 pkt. wykaz 2019) i *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* (*Int. J. Occup. Saf. Ergon.*) ISSN-10803548 (40 pkt. – taka sama punktacja w 2019 i 2021 roku).

Na rysunkach 1 i 2 zaprezentowano dyscypliny z przyporządkowaniem w kolejnych latach dla czasopism:



Rys. 1. Dyscypliny przypisane do *Przegląd Elektrotechniczny* w 2018 i 2019 roku (opracowanie własne)



Rys. 2. Dyscypliny przypisane do *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* w 2018 i 2019 roku (opracowanie własne)

Żadne z powyższych przyporządkowań nie wyczerpuje faktycznego zakresu zagadnień pojawiających się w artykułach zarówno w PE, jak i w Int. J. Occup. Saf. Ergon.
W zarysowanym powyższej kontekście rodzi się wiele pytań natury naukowej, ale również i z zakresu polityki naukowej. Te drugie pominiemy, żeby nie przenosić dyskursu na obcą nam płaszczyznę. A zatem:

- Czy i w jakim stopniu kwalifikacja przyjęta przez MEiN pokrywa się z interpretacją zakresów czasopism w WoS CC i w Scopus?
- Co wynika z zaobserwowanych różnic?
- Jak klasyfikacja przyjęta przez MEiN, a także WoS CC i Scopus ma się do rzeczywistego zakresu czasopism wyznaczanego przez tematykę publikowanych artykułów oraz zadeklarowany przez redakcje profil tematyczny czasopisma?
- Jak zadeklarowany wybór dyscypliny ma się do afiliacji autorów publikacji?
- Czy takie szczegółowe „dyscyplinowanie” czasopism jest konieczne? Może należało stworzyć coś na kształt szerokiej klasyfikacji zakresów (*broad system of ordering*) i na tym poziomie łączyć produktywność badacza z deklarowaną przynależnością do dyscypliny?
- *Last but not least*. Czy w czasach gdy przykłada się tak ogromną wagę do inter- i transdycyplinarności takie wiązanie ma głębszy sens? Czy w polityce naukowej nie ma miejsca na zaufanie do badaczy i elastyczność wyborów?

Opracowano na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2021-2022 w zakresie zadań służb państwowych ze środków ministra właściwego ds. pracy (zadanie nr 4SP25 pt. Analizy altmetryczne i bibliometryczne publikacji z zakresu bezpieczeństwa człowieka w środowisku pracy - indeksowanych w bazach bibliograficzno-abstraktowych, autorów afiliowanych w polskich i zagranicznych instytucjach naukowo-badawczych). Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

1. Hintz M., Nęcka E., Prostak R., Welfe A. Jak powstał nowy wykaz czasopism naukowych, Forum Akademickie 11/2019. Dostępne w WWW: https://prenumeruj.forumakademickie.pl/fa/2019/11/jak-powstal-nowy-wykaz-czasopism-naukowych/ (dostęp on-line: 19.07.2022.)
2. KOMUNIKAT MINISTRA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO1)z dnia 18 grudnia 2019r.w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych. Dostępne w WWW: https://www.gov.pl/web/edukacja-i-nauka/komunikat-ministra-nauki-i-szkolnictwa-wyzszego-z-dnia-18-grudnia-2019-r-w-sprawie-wykazu-czasopism-naukowych-i-recenzowanych-materialow-z-konferencji-miedzynarodowych2 (dostęp on-line: 19.07.2022.)

ACTIVITY MEASUREMENT FOR A CONSTRUCTED SET OF SOFT ROBOTIC RESPIRATION PHANTOM DESIGNS

Tomasz SZABAŁA[1], Andrés VEJAR[1,2], Tomasz RYMARCZYK[1,2]

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

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

Introduction

In this work we present a measurement study for a constructed set of of respiratory phantoms for medical research. We use soft robotic techniques for the deployment of the motion actuators. In Figure 1 (left), the measurement system is displayed. The system is equipped with video cameras to track the movement of the phantom surface. Additionally, one accelerometer is embedded in the center of the surface to measure local activity. Those measurements are complementary to electrical impedance tomography [1, 2, 3, 4] (EIT) measurements. Respiration measurement data for the activity of different phantoms of Figure 1 was collected and compared.

To measure the phantom respiration process from a global point of view, we study the displacement field using image correlation S between two frames:

$$S\left(x,y,x^*,y^*\right)=1-\frac{\sum F(x,y)G\left(x^*,y^*\right)}{\sqrt{\sum F(x,y)^2\sum G\left(x^*,y^*\right)^2}} \tag{1}$$

Where $F(x,y)$ is the intensity value at (x,y) for one image and $G(x*,y*)$ is intensity value at $(x*,y*)$ of second image.

$$\begin{aligned} x^* &= x+q+\frac{\partial q}{\partial x}\Delta x+\frac{\partial q}{\partial y}\Delta y \\ y^* &= y+h+\frac{\partial h}{\partial x}\Delta x+\frac{\partial h}{\partial y}\Delta y \end{aligned} \tag{2}$$

Respiratory motion phantoms

Respiratory phantoms are summarized in Figure 1 (right). The materials considered are latex and

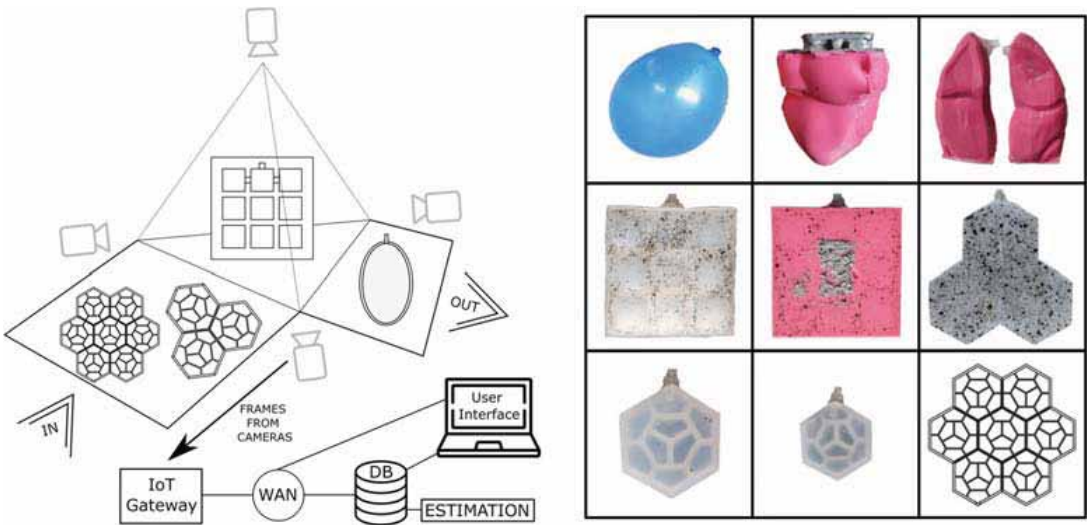


Figure 1: Design of phantoms measurement system (left). Mosaic of phantoms designs (right)

silicone rubber (Ecoflex 00-30 and Ag-Bet 0413t). The first row of the figure shows basic phantoms with one chamber. The second row shows multi-chamber phantoms: square with 9 chambers (pattern from [5]) and hexagonal with 27 chambers. The last row shows the miniaturization process of the studied phantoms. The original hexagonal cell phantom has an area of 75.76cm^2. The first miniaturization reduces the area by 45% and the second miniaturization reduces the area to 70%. The last design considers 63 cells and 7 cells.

Figure 2 represents the respiratory motion measurement conducted with camera and accelerometer. Above each data plot, the measured phantom is displayed. Average optical flow measurements (first row of the plots) is compared with the average values of light intensity (middle row) and with the acceleration captured by the accelerometer (last row) for the first two cases.

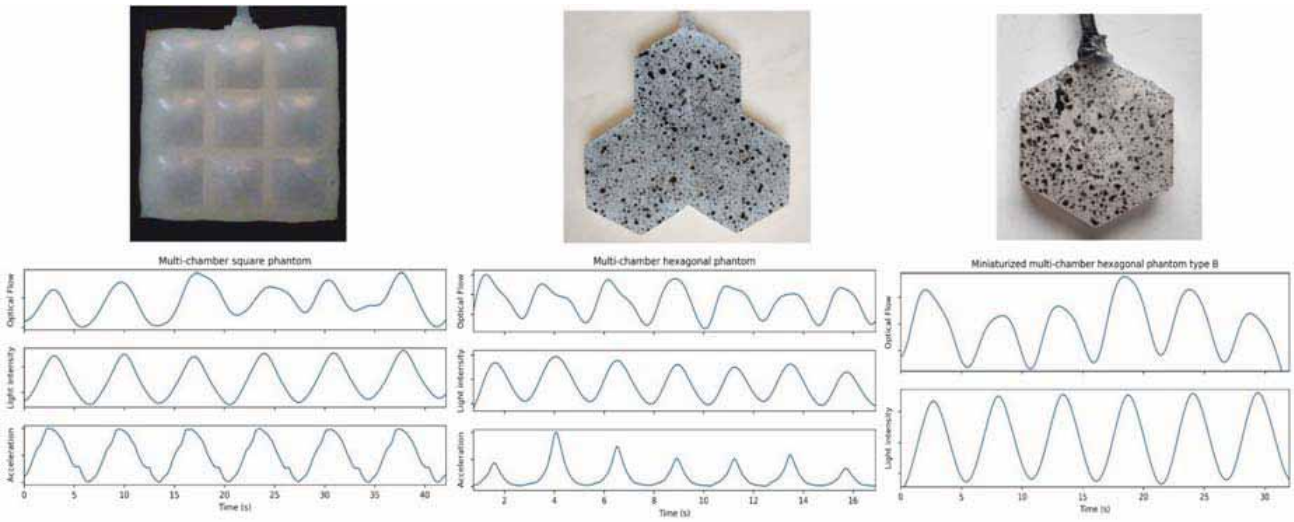


Figure 2: Results of respiratory motion measurements

References

[1] T. Szabała, T. Rymarczyk, and A. Vejar, “A robotic respiration phantom with patient data synchronization for medical tomography,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1782, no. 1, p. 012037, feb 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.1088/1742-6596/1782/1/012037.

[2] J. Dusek, A. Vejar, T. Rymarczyk, and J. Mikulka, “Convergence error exploration for electrical impedance tomography problems with open and closed domains,” in *2018 International Interdisciplinary PhD Workshop (IIPhDW)*, 2018, pp. 39–44.

[3] T. Rymarczyk, A. Vejar, P. Nita, and P. Tchórzewski, “Advanced tomographic platform for real-time image reconstruction and biomedical signal analysis,” in *2018 International Interdisciplinary PhD Workshop (IIPhDW)*, 2018, pp. 186–190.

[4] A. Vejar and T. Rymarczyk, “Electrical tomography reconstruction using reconfigurable waveforms in a fpga,” *Sensors*, vol. 21, no. 9, 2021. [Online]. Available: https://www.mdpi.com/14248220/21/9/3272.

[5] O. Ranunkel, F. Guder, and H. Arora, “Soft robotic surrogate lung,” *ACS Applied Bio Materials*, vol. 2, pp. 1490–1497, 2019. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1021/acsabm.8b00753.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF OVERVOLTAGE STRESSES AND CONTROLLED 50 HZ AC BURSTS ON THE DIELECTRIC PARAMETERS OF LOW VOLTAGE METAL-OXIDE SURGE ARRESTERS

Bartłomiej SZAFRANIAK, Łukasz FUŚNIK

AGH University of Science and Technology, Kraków

Introduction

A metal oxide varistor (MOV) of a low voltage surge arrester operating in an electrical circuit is exposed to long-term overvoltage stresses or AC voltage that is often repetitive, impulse-type stresses. Long-term exposures cause aging effects by changing internal electrical and material parameters. As a result, the influence of long-term overvoltages and thermal stresses leads to degradation of the internal structure and destruction of the varistor. The aim of the work is to analyze the influence of overvoltage stresses of controlled 50 Hz AC bursts on the dielectric parameters of low voltage metal oxide surge arresters.

Experiment

During the laboratory experiments were used low voltage metal-oxide varistors (MOV) surge arresters with typical i-v characteristic (Fig. 1). Five types of low voltage surge arresters were tested, divided into three groups. One arrester of each type in the group was not exposed to the overvoltage stresses.

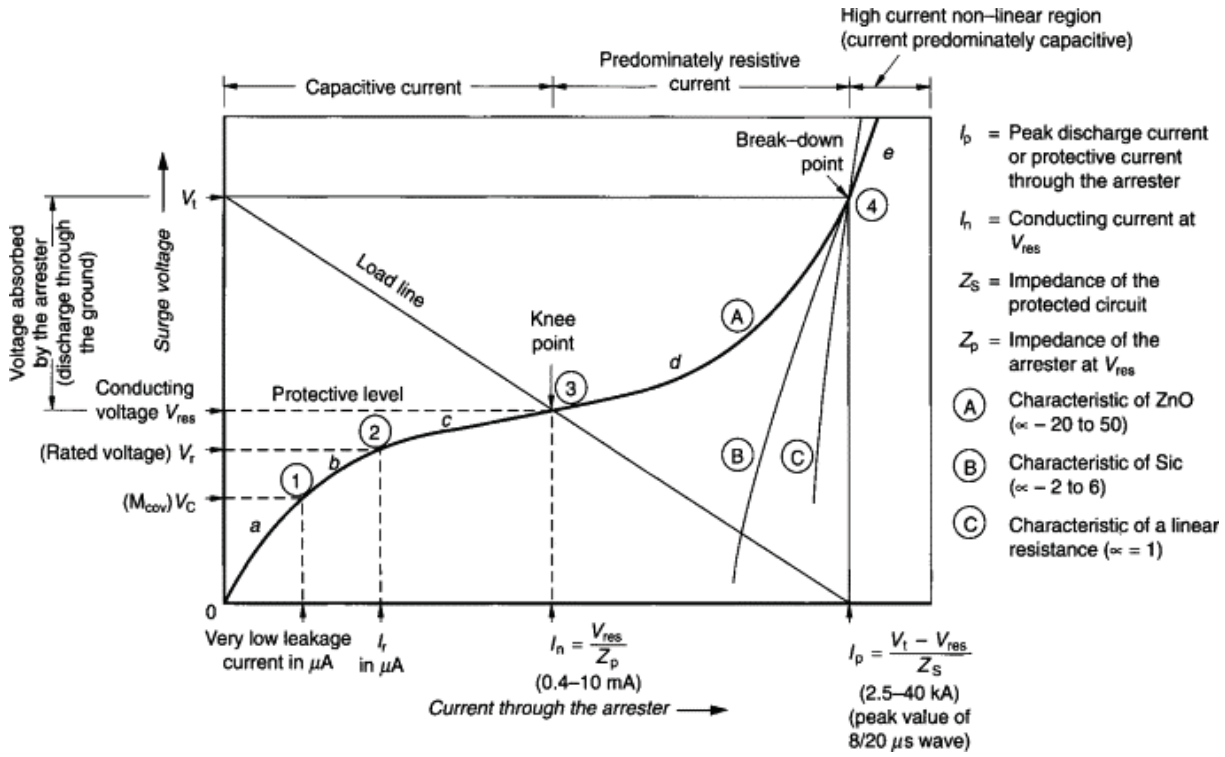


Fig. 1. A typical I-V characteristic of metal-oxide varistor [1]

For all tested metal oxide surge arresters, after each series of controlled stresses, were recorded changes in the wideband characteristics of the internal parameters of the dielectric loss factor tgδ depending on the frequency f. Measurements were performed over a wide frequency range, from 10^{-3} Hz to 10^{6} Hz. The measuring station

was equipped with a Solartron 1260A frequency response analyzer, a Solartron 1296A dielectric interface and a supervisory computer (Fig. 2).

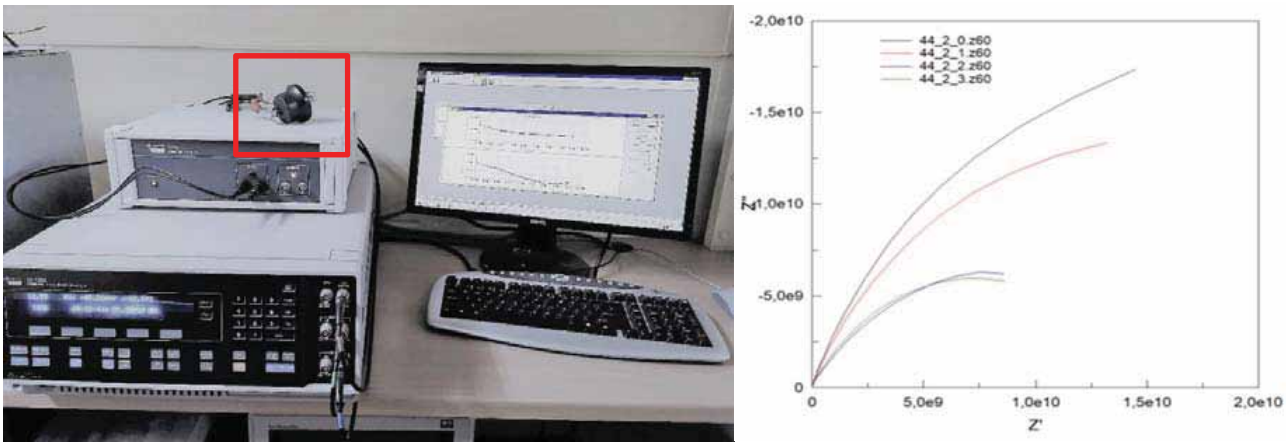


Fig. 2. Left: Configuration of a laboratory stand for measuring dielectric parameters of tested surge arresters: wideband impedance measurement system (Solartron 1260 + 1296) and low-voltage (LV) surge arresters. Right: Z’-Z” impedance spectroscopy characteristic after every cycle of tested MOV

Conclusions

The aim of the research was to assess the effect of overvoltage exposure and controlled AC 50 Hz pulses on the internal parameters of the metal oxide varistors. Based on changes in broadband frequency characteristics, an attempt was made to create a model with progressive degradation of the varistor structure caused by energy stresses. The proposed varistor model is to confirm that the aging processes caused by significant and long-term exposure to overvoltages have a significant impact on the change of its internal parameters. Analysis of leakage current occurring during the ageing processes is an additional source of information on the mechanism of current conduction in the varistor.

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] https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/surge-protection [online access 19.07.2022]
[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.

WPŁYW POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO INDUKOWANEGO W POJAZDACH ELEKTRYCZNYCH I HYBRYDOWYCH NA PRACĘ KARDIOWERTERÓW I STYMULATORÓW SERCA

Dariusz SZTAFROWSKI [1] Wiktor KULICZKOWSKI[2], Krzysztof NOWAK[2]

[1] Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny

[2] Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu, Instytut Chorób Serca

Wstęp

W artykule przedstawiono możliwe zagrożenia dla chorych leczonych terapią CIED (Cardiac Implantable Electronic Devices) pochodzące od pól elektromagnetycznych generowanych przez samochody elektryczne. W pracy przedstawiono wyniki pomiarów pól elektromagnetycznych zmierzonych w samochodach elektrycznych i hybrydowych oraz dokonano analizy możliwości wpływu tego pola na CIED (stymulatory serca i implantowane kardiowertery-defibrylatory).

Rozwój leczenia chorób układu sercowo-naczyniowego w ostatnich dekadach obejmuje również znaczny wzrost liczby stosowanych urządzeń elektronicznych wszczepianych do układu sercowo-naczyniowego (CIED) [1]. W związku z rosnącą ekspozycją na pola elektromagnetyczne, m.in. od pojazdów elektrycznych oraz hybrydowych, pacjenci z CIED są narażeni na ryzyko wystąpienia zakłóceń elektromagnetycznych (electromagnetic interference - EMI) [2]. Klinicyści powinni pamiętać o ryzyku wystąpienia EMI, które może skutkować niewystarczającą lub nieprawidłową terapią CIED, zwłaszcza u pacjentów z grupy wysokiego ryzyka, zależnych od stymulatora serca i/lub posiadających wszczepialne kardiowertery-defibrylatory (ICD). Na szczęście postęp technologiczny w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) w CIED zmniejsza ryzyko EMI powodowane przez różne źródła pól elektromagnetycznych w życiu codziennym i środowisku pracy [3]. Jednak pomimo tych adaptacji stale zgłaszane są przypadki niepożądanych zdarzeń spowodowanych przez EMI z pól elektromagnetycznych małej częstotliwości [4,5]. Zasadne jest zachowanie ostrożności do czasu, gdy bezpieczeństwo wielu dostępnych urządzeń zostanie udowodnione w obecności pacjentów z CIED.

Może się tak stać w przypadku coraz powszechniejszego stosowania pojazdów elektrycznych/hybrydowych w związku z "zieloną rewolucją". Obecność CIED w pobliżu układów sterowania lub silników elektrycznych o dużej mocy może zwiększać ryzyko ich wadliwej pracy. Również tory prądowe na drodze akumulator inwerter mogą być źródłem statycznych lub bardzo wolnozmiennych pól elektromagnetycznych o znacznych wartościach. Wcześniejsze badania dotyczące EMI w pojazdach hybrydowych budziły obawy co do bezpieczeństwa osób z CIED w przypadku ich ekspozycji na tego rodzaju pola [6]. Producenci CIED są świadomi potencjalnego ryzyka i przedstawiają podobne środki ostrożności w swoich wytycznych dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej: "nie należy siedzieć w samochodzie podczas ładowania z ładowarek i zachować szczególną ostrożność przy pracującym silniku u osób ze wszczepionym kardiowerterem/defibrylatorem " [7, 8, 9]. Dane na temat bezpieczeństwa użytkowania samochodów elektrycznych dla osób z CIED są znikome [10]. Opublikowane dane wskazują, że generowane pole elektromagnetyczne w badanych samochodach elektrycznych było znacznie niższe niż maksymalna ekspozycja w miejscach publicznych dopuszczalna przez wytyczne i nie odnotowano niekorzystnego wpływu na funkcję CIED podczas jazdy lub ładowania [11]. W oparciu o aktualne dane pacjenci z CIED mogą bezpiecznie jeździć lub prowadzić e-samochody. Jednak w naszej opinii dane te są nieliczne i metodologicznie niepewne. Co więcej, biorąc pod uwagę indywidualne parametry kliniczne pacjentów, takie jak różnica w miejscu implantacji CIED, zmienność komponentów producenta, zmienność parametrów programowania CIED z jednej strony oraz większa pojemność baterii i możliwość doładowania z coraz większymi mocami

oraz coraz większe moce silników stosowanych w nowszych e-samochodach wyższe wartości PEM może stanowić problem [12].

Nasz Zespół obecnie wykonuje pomiary pól elektromagnetycznych w samochodach elektrycznych i hybrydowych w celu dokonania analizy możliwości wpływu tego pola CIED (stymulatory serca i implantowane kardiowertery-defibrylatory) . Wyniki te zostaną zaprezentowanie na konferencji.

LITERATURA:

1. Raatikainen MJP, Arnar DO, Merkely B, Nielsen JC, Hindricks G, Heidbuchel H, Camm J. A Decade of Information on the Use of Cardiac Implantable Electronic Devices and Interventional Electrophysiological Procedures in the European Society of Cardiology Countries: 2017 Report from the European Heart Rhythm Association. Europace. 2017 Aug 1;19(suppl_2):ii1-ii90. doi: 10.1093/europace/eux258. PMID: 28903470.
2. Jalilian H, Eeftens M, Ziaei M, Röösli M. Public exposure to radiofrequency electromagnetic fields in everyday microenvironments: An updated systematic review for Europe. Environ Res. 2019 Sep;176:108517. doi: 10.1016/j.envres.2019.05.048. Epub 2019 May 31. PMID: 31202043.
3. Beinart R, Nazarian S. Effects of external electrical and magnetic fields on pacemakers and defibrillators: from engineering principles to clinical practice. Circulation. 2013 Dec 24;128(25):2799-809. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005697. PMID: 24366589; PMCID: PMC3908865.
4. Driessen S, Napp A, Schmiedchen K, Kraus T, Stunder D. Electromagnetic interference in cardiac electronic implants caused by novel electrical appliances emitting electromagnetic fields in the intermediate frequency range: a systematic review. Europace. 2019 Feb 1;21(2):219-229. doi: 10.1093/europace/euy155. PMID: 29992289; PMCID: PMC6365808.
5. von Olshausen G, Rondak IC, Lennerz C, Semmler V, Grebmer C, Reents T, Ammar-Busch S, Buiatti A, Bourier F, Deisenhofer I, Kolb C. Electromagnetic interference in implantable cardioverter defibrillators: present but rare. Clin Res Cardiol. 2016 Aug;105(8):657-665. doi: 10.1007/s00392-016-0965-1. Epub 2016 Jan 29. Erratum in: Clin Res Cardiol. 2020 May;109(5):652. PMID: 26825328.
6. Tondato F, Bazzell J, Schwartz L, Mc Donald BW, Fisher R, Anderson SS, Galindo A, Dueck AC, Scott LR. Safety and interaction of patients with implantable cardiac defibrillators driving a hybrid vehicle. Int J Cardiol. 2017 Jan 15;227:318-324. doi: 10.1016/j.ijcard.2016.11.090. Epub 2016 Nov 9. PMID: 27838127.
7. https://www.bostonscientific.com/content/dam/lifebeat-online/en/documents/BSC_Electromagnetic_Compatibility_Guide.pdf
8. https://www.medtronic.com/content/dam/medtronic-com/01_crhf/cc/pdfs/emc_pt_brochure_f.pdf
9. https://biotronik.cdn.mediamid.com/cdn_bio_doc/bio23016/8207/bio23016.pdf
10. Lennerz C, Horlbeck L, Weigand S, Grebmer C, Blazek P, Brkic A, Semmler V, Haller B, Reents T, Hessling G, Deisenhofer I, Lienkamp M, Kolb C, O'Connor M. Patients with pacemakers or defibrillators do not need to worry about e-Cars: An observational study. Technol Health Care. 2020;28(1):1-12. doi: 10.3233/THC-191891. PMID: 31744037.
11. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). Health Phys 118(5):483-524; 2020
12. Turagam MK, Deering T, Chung M, Cheng J, Fisher J, Lakkireddy D; American College of Cardiology’s Electrophysiology Leadership Section. Electromagnetic Interference and Cardiac Implantable Electronic Devices: Is the Ride in Electric Cars Still Cool? J Am Coll Cardiol. 2019 Jan 22;73(2):210-213. doi: 10.1016/j.jacc.2018.09.090. PMID: 30654893.

WPŁYW PRZEMIENNEGO POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA PRZEŻYWALNOŚĆ I WRAŻLIWOŚĆ NA DZIAŁANIA ANTYBIOTYKÓW ORAZ POTENCJAŁ BŁONOWY *CANDIDA ALBICANS*

Dariusz SZTAFROWSKI[1], Jakub MURASZKO[2], Adam JASIURA[3], Anna KRASOWSKA[2]

[1] Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny

[2] Uniwersytet Wrocławski, Wydział Biotechnologii

[3] Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu, Wydział Lekarski

Wstęp

Candida albicans to oportunistyczny patogen, wywołujący grzybice powierzchniowe (skóry, śluzówek), jak i narządów wewnętrznych. Grzyb ten m. in. adheruje do nabłonka oraz powierzchni abiotycznych (zastawek, protez) i tworzy trudne do wyleczenia biofilmy. Obecnie lekarze zmagają się z dużym problemem narastającej oporności na stosowane na szeroką skalę związki przeciwgrzybicze. Pomimo, iż grzyby z rodzaju *Candida* stanowią wiodący czynnik etiologiczny oportunistycznych infekcji, to ilość dostępnych i skutecznie działających leków przeciwgrzybicznych jest ograniczona. Poszukiwanie nowych antybiotyków oraz sposobów na zwalczanie *C. albicans* ma obecnie olbrzymie znaczenie. Przeprowadzone wcześniej przez nas badania [1], pokazały pozytywny wpływ statycznego pola magnetycznego na komórki *C. albicans*. Komórki hodowane w polu magnetycznym DC wykazywały zmniejszoną intensywność wzrostu oraz zwiększoną wrażliwość wobec zastosowanych antybiotyków – flukonazolu oraz amfoterycyny B. Postanowiono więc kontynuować badania, tym razem przy użyciu przemiennego (AC). pola elektromagnetycznego.

Pole elektromagnetyczne hamuje wzrost *Candida albicans*

Przeanalizowano wzrost szczepów *C. albicans* różniących się hydrofobowością w warunkach braku oraz w przypadku obecności pola elektromagnetycznego AC. Za ustawienie startowe przyjęto pole o indukcji 5 mT. Zauważono istotną statystycznie różnicę we wzroście obu szczepów w zależności od obecności pola elektromagnetycznego AC. Szczepy inkubowane pod wpływem pola charakteryzowały się spowolnionym wzrostem. Zaobserwowany spadek był większy w przypadku szczepu hydrofilowego (*C. albicans* CAF2-1) w porównaniu ze szczepem hydrofobowym (*C. albicans* CAF4-2).

Pole elektromagnetyczne zwiększa wrażliwość *Candida albicans* na flukonazol i amfoterycynę B

Przebadano czy pole elektromagnetyczne w istotny sposób wpływa na działanie flukonazolu i amfoterycyny B. W tym celu wykorzystano flukonazol (w stężeniu 2 µg/ml) oraz amfoterycynę B (w stężeniu 0,0625 µg/ml). Stężenia dobrano w taki sposób, aby uzyskać widoczny efekt działania antybiotyku na szczep, tak jednak aby nie powodował on całkowitego zahamowania wzrostu. Hodowle prowadzono przez 24 godziny, a następnie mierzono ich gęstość optyczną.

Oba badane szczepy wykazywały większą wrażliwość na flukonazol w polu elektromagnetycznym AC w porównaniu do warunków kontrolnych, przy czym szczep hydrofobowy (CAF4-2) był bardziej wrażliwy niż szczep hydrofilowy (CAF2-1).

Zastosowane w badaniach szczepy były również bardziej wrażliwe na amfoterycynę B kiedy stosowano pole elektromagnetyczne AC. Szczep hydrofobowy, podobnie jak w przypadku stosowania flukonazolu okazał się bardziej wrażliwy niż szczep hydrofilowy.

Pole elektromagnetyczne nie zmienia potencjału błonowego komórek *Candida albicans*

Sprawdzono wpływ pola elektromagnetycznego AC na potencjał błony komórkowej *C. albicans*. Szczepy inkubowano przez 24 godziny w warunkach kontrolnych, bądź poddawane działaniu pola elektromagnetycznego, a następnie barwione sondą Di-4-ANEPPS. Na podstawie wartości fluorescencji w przedziale 580 do 620 nm oraz 540 do 580 obliczono wartość potencjału błonowego ($\Delta\psi$) obu szczepów. Szczegóły procedury opisano w [2].

Uzyskane wyniki pokazały, że pole elektromagnetyczne AC nie zmienia w istotny sposób potencjału błonowego *C. albicans* hydrofobowego i hydrofilowego. Potencjał błonowy obu szczepów nie różnił się. Można wnioskować, że ani pole elektromagnetyczne AC, ani stopień hydrofobowości komórek grzybów nie wpływa na aktywność H^+ATPazy, transportera błonowego, regulującego potencjał błonowy.

Literatura:

[1] Sztafrowski D., Suchodolski J., Muraszko J., Sigler K., & Krasowska A.: The influence of N and S poles of static magnetic field (SMF) on Candida albicans hyphal formation and antifungal activity of amphotericin B, 2019 Folia Microbiologica, 64(6), 727-734

[2] Suchodolski, J., Muraszko, J., Korba, A., Bernat, P., & Krasowska, A. (2020). Lipid composition and cell surface hydrophobicity of Candida albicans influence the efficacy of fluconazole–gentamicin treatment. *Yeast*, *37*(1), 117-129

BADANIA TERENOWE WPŁYWU POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA WYNIKI POMIARU AKTYWNOŚCI ELEKTRODERMALNEJ

Dariusz SZTAFROWSKI[1], Edyta SZCZUKA[2]

[1] Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny

[2] Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław

Wstęp

Kluczowym problemem związanym z potencjalnym narażeniem ludzkiego organizmu na sztucznie wytworzone pole elektromagnetyczne (PEM) jest poszukiwanie obiektywnych metod, które mogłyby informować o stanie naruszenia homeostazy ustroju, która j~~est~~ istotnym czynnikiem dla zachowania zdrowia człowieka. Metody oceny potencjalnie bodźcowych oddziaływań na organizm powinny być na tyle czułe by mierzyły te wpływy i na tyle stabilne aby mieć pewność co do ich powtarzalności w warunkach nieustannie zmieniającego się stanu względnej równowagi czynnościowej ludzkiego organizmu [1].

Prezentowana praca jest kontynuacją wcześniej prowadzonych badań oceny wpływu PEM o częstotliwości 50 Hz na organizm dokonywanych w oparciu o wyniki pomiaru aktywności elektrodermalnej (ang. *electrodermal activity - EDA*) [2].

W prowadzonych obecnie badaniach terenowych dokonano wstępnych pomiarów EDA w biologicznie aktywnych punktach zlokalizowanych na dłoniach i stopach, w warunkach narażenia na środowiskowy wpływ PEM.

Materiały i metody

W badaniu uczestniczył zdrowy mężczyzna, który poddany został jednorazowej, 60 minutowej ekspozycji na pole elektromagnetyczne 50 Hz. Wartość składowej elektrycznej podczas ekspozycji wynosiła 4,5 kV/m, a wartości składowej magnetycznej mieściły się w przedziale od 1,5 do 2 μT. Eksperyment wykonano na terenach sąsiadujących ze stacją elektroenergetyczną w Pasikurowicach pod linią 400kV (Rys. 1).

Rys. 1. Miejsce przeprowadzenia badań terenowych obok stacji elektroenergetycznej w Pasikurowicach, woj. dolnośląskie

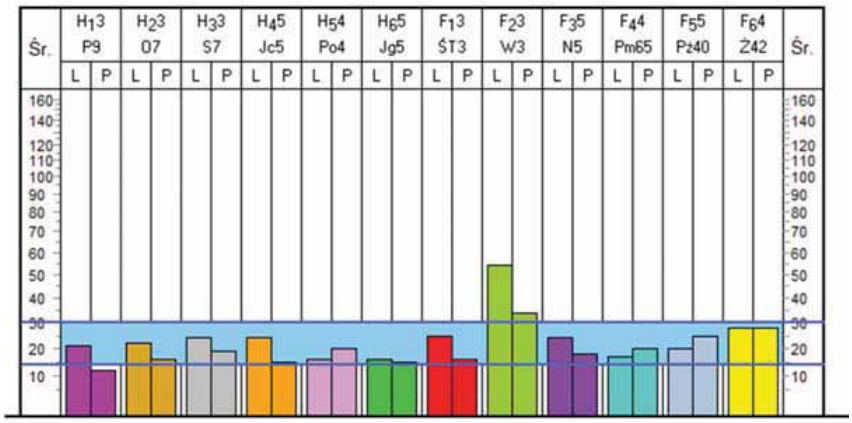
U badanego wykonano łącznie 6 pomiarów EDA tj. 60 minut przed ekspozycją na PEM, w trakcie ekspozycji oraz 60 minut po ekspozycji na PEM. Badania wykonywane były w 24 punktach biologicznie aktywnych na stopach i dłoniach. Pomiary wykonywano zgodnie z instrukcją użycia urządzenia pomiarowego dostarczoną przez jego producenta [3].

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 firma Kolmio-Kiełkowscy od 1 września 2003 roku posiada certyfikowany System Zarządzania Jakością, zgodny z normą EN ISO 13485.

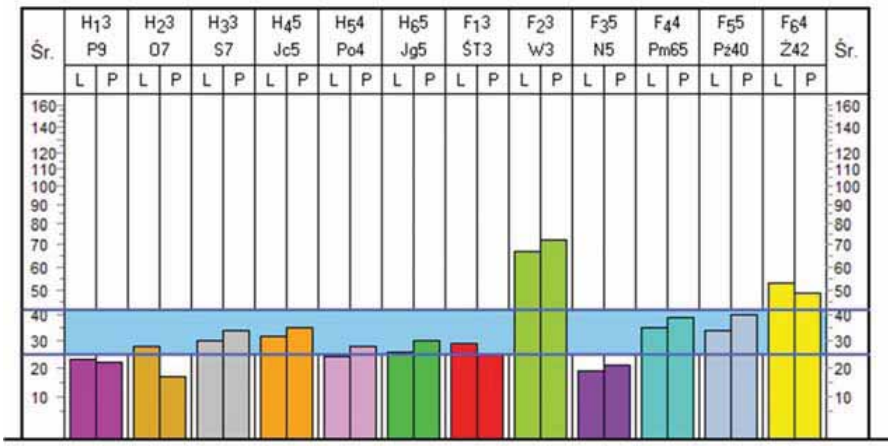
Aktywność elektrodermalna EDA – metodą Ryodoraku jest uznaną metodą oceny reaktywności zlokalizowanych na skórze punktów biologicznie aktywnych. Pomiar EDA odzwierciedla aktywność autonomicznego układu nerwowego (ang. *autonomic nervous system* ANS). Podwyższone, średnie wartości pomiarowe EDA wskazują na przewagę aktywności części współczulnej ANS. Długotrwałe podwyższenie średnich wartości pomiarowych EDA, wykraczające poza obszar homeostazy organizmu, może powodować zmęczenie organizmu, niekorzystnie wpływać na eksploatację zasobów organizmu oraz wywoływać reakcje stresowe. Sytuacja ta stanowić może istotny problem dla właściwej integracji układów samosterujących organizmu. W dłuższej perspektywie może to negatywnie wpływać na różne system organizmu, w tym układ immunologiczny, hormonalny, krążenia itp., co z kolei może stanowić istotne zagrożenie powstawania określonych problemów zdrowotnych [4].

Podsumowanie

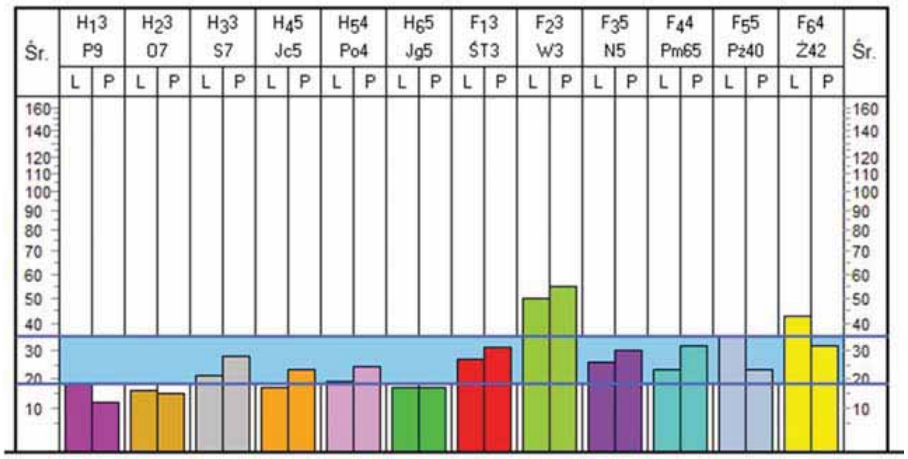
Przeprowadzona analiza EDA pod wpływem jednorazowej ekspozycji na PEM w warunkach terenowych wskazała na podwyższenie średnich wartości pomiarowych oraz zwiększenie odchylenia standardowego danych w trakcie ekspozycji na PEM, co świadczyłoby o pobudzeniu części współczulnej autonomicznego systemu nerwowego organizmu. Uśredniona wartość, powtarzanych dwukrotnie, pomiarów EDA wynosiła: przed ekspozycją na PEM - 21,7 mA, w trakcie ekspozycji - 33,3 mA, 60 minut po zakończeniu badań odnotowano wartość 25,9 mA. (Rys. 2,3,4).



Rys. 2. Przedstawienie graficzne wyników pomiaru punktów biologicznie aktywnych EDA przed ekspozycją na PEM



Rys. 3. Przedstawienie graficzne wyników pomiaru punktów biologicznie aktywnych EDA w trakcie ekspozycji na PEM



Rys. 4. Przedstawienie graficzne wyników pomiaru punktów biologicznie aktywnych EDA po ekspozycji na PEM

Jak wskazują dostępne badania pomiar EDA jest przydatną metodą obserwacji stanów naruszenia homeostazy ustroju związanych z ekspozycją na PEM [4,5]. W przypadku badań terenowych konieczne wydaje się stworzenie stabilnych warunków pomiaru a także długofalowa obserwacja zachowań organizmu pod kątem możliwości wysterowania przez niego, potencjalnie zaburzających go bodźców.

Literatura

[1] Szczuka E. Types of reactions to massage in the study of electrodermal activity. Polish Journal of Sports Medicine 2020; 36 (4): 175-188.
[2] Sztafrowski D, Szczuka E. Badania wpływu pola magnetycznego 50Hz na wyniki pomiaru aktywności elektrodermalnej. Przegląd Elektrotechniczny 2022; 98,1:119-122.
[3] Bohuń B, Jarosiński W, Kiełkowski M. Metoda Ryodoraku. KOLMIO Kiełkowscy, Gdańsk 2003.
[4] Posada – Quintero HF, Chon KH. Innovations in electrodermal activity data collection and signal processing: a systematic review. Sensors 2020; 15, 20 (2): 479.
[5] 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.

EWALUACJA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNO-EKONOMICZNEJ WYBRANYCH SYSTEMÓW GRZEWCZYCH WYKORZYSTUJĄCYCH ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Tomasz SZUL

Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Kraków

Wstęp

Według metodologii określania charakterystyki energetycznej [1], efektywność energetyczna budynku, czyli jego sprawność energetyczna, to stopień przygotowania budynku do zapewnienia komfortu jego użytkowania zgodnie z przeznaczeniem przy jednoczesnym możliwie najniższym zużyciu energii przez ten budynek. W związku z tym każdy budynek na etapie projektowania (przed realizacją obiektu) oprócz założeń konstrukcyjnych winien mieć sporządzoną charakterystykę energetyczną, która zawiera m.in.: informację właściwościach cieplnych przegród, bilans mocy urządzeń grzewczych oraz parametry sprawności energetycznej instalacji ogrzewania. Dodatkowo projektant jest zobligowany wybrać do analizy porównawczej dwa systemy grzewcze (system podstawowy i system alternatywny), dla których należy wykonać obliczenia optymalizacyjno-porównawcze celem wskazania rozwiązania charakteryzującego się wysoką efektywnością energetyczną zarówno pod względem technicznym jak i ekonomicznym. Potencjalny użytkownik powinien ocenić zarówno aspekty techniczne jak i ekonomiczne każdego z rozpatrywanych systemów i wybrać ten, który w perspektywie całkowitego okresu eksploatacji będzie najbardziej korzystny [2]. W literaturze przedmiotu można znaleźć informacje i analizy techniczno-ekonomiczne dotyczące systemów grzewczych wykorzystujących urządzenia elektryczne, przy czym głownie autorzy zajmują systemami wykorzystującymi różnego typu pompy ciepła [3-7], niemniej jednak brakuje prac, w których wykonana jest analiza techniczno-ekonomiczna elektrycznych systemów grzewczych współpracujących z buforem ciepła. Bufor ciepła stanowi magazyn energii cieplnej, która może być wyprodukowana w okresie obowiązywania niższych dobowych stawek za energię elektryczną i pozwala pobierać ją dokładnie wtedy, kiedy jest to potrzebne. Takie rozwiązanie może stanowić alternatywę dla systemów grzewczych z kotłami gazowymi ze względu na porównywalne koszty ogrzewania. Dlatego celem pracy była ewaluacja efektywności energetyczno-ekonomicznej systemów grzewczych, wykorzystujących bufor ciepła, który jest zasilany urządzaniami wykorzystującymi energię elektryczną, tak aby można było wskazać rozwiązanie, które w zakładanym okresie eksploatacji jest bardziej korzystne dla inwestora.

Omówienie wyników badań

Dla przykładowego budynku mieszkalnego o powierzchni użytkowej 90m^2, który znajduje się w bazie ogólnodostępnych darmowych projektów domów nie wymagających pozwolenia na budowę, wykonano obliczenia projektowej charakterystyki energetycznej, która zgodnie z przepisami powinna być wykonana dla dwóch wariantów systemu grzewczego (system podstawowy i system alternatywny), którego elementem składowym jest bufor – stanowiący magazyn ciepła. Do porównania przyjęte zostały dwa źródła ciepła, takie jak grzałki elektryczne oraz pompa ciepła typu powietrze/woda współpracujące z magazynem ciepła tak, aby mogły pracować w godzinach obowiązywania tzw. „strefy nocnej” grupy taryfowej G12w. Analiza techniczna objęła obliczenia zapotrzebowania na moc do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej, dobór pojemności bufora, jak również obliczenie rocznego zużycia energii końcowej w obiekcie. Aby określić zasadność montażu danego źródła ciepła służącego do pokrycia potrzeb cieplnych budynku, wykonano analizę ekonomiczną w oparciu o dwa wskaźniki oceny, takie jak: koszty cyklu życia LCC oraz koszt zaoszczędzonej energii CCE [9]. Jako poziom odniesienia przyjęto budynek z systemem grzewczym, którego źródłem ciepła

są grzałki elektryczne. Na potrzeby analizy ekonomicznej oszacowano koszty inwestycyjne oraz eksploatacyjne związane z użytkowaniem systemów grzewczych w 15 letnim okresie eksploatacji. Na tej podstawie można było wskazać wariant, który będzie bardziej korzystny dla inwestora w założonym okresie eksploatacji. Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić, że lepszym rozwiązaniem dla inwestora będzie, jeżeli zdecyduję się na montaż systemu ogrzewania z buforem ciepła, który współpracuje z grzałkami elektrycznymi. Przemawiają za tym niższe koszty inwestycyjne a także koszty obsługi i serwisowania systemu. Jednak wybierając ten wariant będzie musiał się liczyć z większymi kosztami ponoszonymi na zakup energii w porównaniu z systemem grzewczym wykorzystującym pompę ciepła. Wybór wariantu alternatywnego w postaci systemu, dla którego źródłem ciepła jest pompa ciepła typu powietrze/woda jest mniej korzystny. System ten mimo, iż charakteryzuje się ponad dwukrotnie większą efektywnością energetyczną, a tym samym niższymi koszami ponoszonymi na zakup energii, to przy obecnym poziomie nakładów inwestycyjnych oraz kosztów obsługi, wróci się dopiero około 12-13 latach eksploatacji. Okres zwrotu inwestycji przy zakładanym realnym 15 letnim okresie eksploatacji tego typu urządzeń jest zbyt długi a tym samym istnieje ryzyko, że po tym czasie może nastąpić zużycie techniczne i funkcjonalne rozpatrywanego źródła ciepła. Podobne wnioski można wyciągnąć analizując wynik drugiego wskaźnika oceny, gdzie koszt zaoszczędzonej energii jest nieznacznie wyższy od ceny płaconej za energię, tym samym istnieje przesłanka, że inwestycja może być nieopłacalna.

Literatura

[1] Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. z 2021 r. poz. 468).

[2] Bartnik R., Bartnik B.: Rachunek ekonomiczny w energetyce. Wydawnictwo WNT, 2014.

[3] Szul.T, Lis S., Tomasik M.: Ocena efektywności energetycznej i ekonomicznej systemu grzewczego opartego na pompach ciepła typu powietrze woda współpracującego z mikroinstalacją fotowoltaiczną Przegląd Elektrotechniczny nr 4, s. 49-97, 2020.

[4] Piotrowska-Woroniak J. , Baranowski B.: Analiza techniczno-ekonomiczna wyboru pomp ciepła dla zaspokojenia potrzeb cieplnych w budynku jednorodzinnym. Rynek Instalacyjny nr 4, s. 28-34, 2017.

[5] Szul, T. Analysis of heat source selection for residential buildings in rural areas. BIO Web Conf. vol. 10, pp.1–6, 2018.

[6] Piotrowska-Woroniak J., Załuska W., Woroniak G.: Analiza pracy poziomego gruntowego wymiennika ciepła współpracującego z pompą ciepła typu solanka-woda. Instal nr 10, s. 26–32, 2015.

[7] Drzymała A., Korzeniewska E.: Profitability of a hybrid heating system for a single-family house in Poland based on a heat pump and photovoltaics. Journal of Physics: Conference Series. (2021) Vol. 1782, No. 1, 2021.

[8] Drzymała A. J., Korzeniewska E.: Economic and Technical Aspects of a Hybrid Single-Family House Heating Based on Photovoltaic and Heat Pump Installation. IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), IEEE, 2020.

[9] Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 23 listopada 2021 r. w sprawie metody kalkulacji kosztów cyklu życia budynków LCC oraz sposobu przedstawiania informacji o tych kosztach (Dz.U. 2021 poz. 2276).

POTENCJAŁ GRUNTU WYWOŁANY PRZEPŁYWEM PRĄDÓW BŁĄDZĄCYCH W RZECZYWISTYCH UKŁADACH SIECI POWROTNYCH TRAKCJI ELEKTRYCZNEJ PRĄDU STAŁEGO

Jan SZYMENDERSKI, Leszek KASPRZYK, Agnieszka LEWANDOWSKA, Damian BURZYŃSKI, Robert PIETRACHO, Robert GOLONKA

Politechnika Poznańska

Wprowadzenie

Nazwa „prądy błądzące” odnosi się do wszelkiego rodzaju prądów elektrycznych, które odgałęziają się od obwodów roboczych i zamykają swój przepływ poprzez elementy przewodzące nieprzeznaczone do tego celu [1,2]. Szczególnym przypadkiem są prądy błądzące płynące w ziemi. Na swojej drodze wykorzystują nie tylko warstwy gruntu, ale także znajdujące się w niej konstrukcje metalowe [3]. Przepływając przez granicę faz pomiędzy metalem a ziemią uczestniczą w przebiegu procesów korozyjnych. Z prawa Faradaya wynika, że prąd stały o natężeniu 1 A w ciągu roku może roztworzyć około 10 kg żelaza [4]. Powszechnie znane jest oddziaływanie prądów upływających z instalacji prądu stałego (trakcje elektryczne, urządzenia spawalnicze, akumulatorownie, galwanizernie itp.). Za najgroźniejsze uważa się prądy błądzące upływające z trakcji elektrycznych prądu stałego (tramwajowej, kolejowej), w których szyny stanowią uziemiony na całej długości element roboczy obwodu powrotnego [5]. Ponieważ ani rezystancja wzdłużna szyn nie jest równa zeru, ani rezystancja przejścia z szyn do ziemi nie jest nieskończenie wielka, prądy błądzące w ziemi zawsze towarzyszą każdemu takiemu obwodowi trakcyjnemu [6]. Podczas diagnostyki sieci powrotnej pod kątem występowania prądów błądzących dokonuje się pomiarów potencjałów w gruncie w otoczeniu torowiska oraz w pewnej odległości od niego. Na tej podstawie wyznacza się korelację pomiędzy zmierzonymi parametrami, co pozwala ocenić stan sieci powrotnej [7].

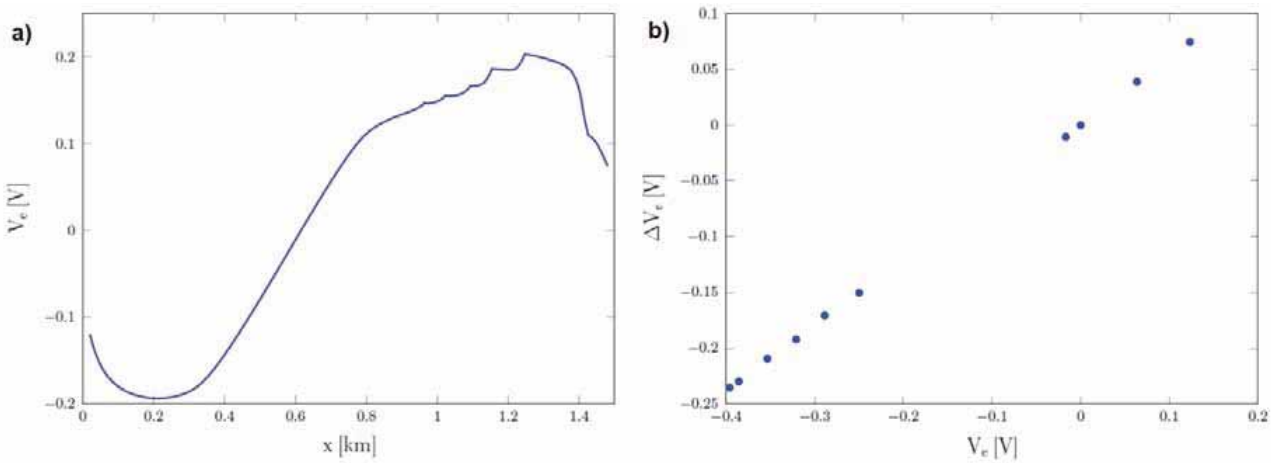
Wyznaczanie potencjału gruntu dla obszarów rzeczywistych

Elementem badań było przeprowadzenie symulacji mającej na celu wyznaczenie wartości potencjału gruntu dla różnych położeń i prądów pojazdu. Zastosowany model obliczeniowy opisano szczegółowo w pracy [1]. Jako odcinek doświadczalny wybrano fragment torowiska tramwajowego na ulicy Światowida w Warszawie od przystanku Mehoffera do przystanku Śreniawitów. Całkowita długość odcinka wynosi około 1,77 km. Odcinek zasilany jest z podstacji trakcyjnej w w odległości x_s = 0,4 km od punktu startowego trasy. Podczas symulacji przeprowadzono obliczenia dla pojedynczego przejazdu teoretycznego z uwzględnieniem różnych położeń i prądów pojazdu. Dane te przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Położenie oraz prądy pobierane przez pojazd podczas jazdy

Lp.	Położenie x_v [km]	Prąd I_v [A]
1.	0,3	-50
2.	0,4	-100
3.	0,5	-200
4.	0,6	-200
5.	0,7	280
6.	0,8	280
7.	0,9	280
8.	1,0	250
9.	1,1	200
10.	1,2	150

W celu wyznaczenia rzeczywistych przebiegów tras przejazdów wymagany jest odczyt oraz odpowiednia interpretacja danych geograficznych. W badaniach założono wykorzystanie map dostępnych w ramach projektu OpenStreetMap. Zapisane w tym systemie dane pozwalają określić dokładny przebieg trasy dla poszczególnych połączeń, a także liczbę linii kursujących na danym odcinku, umiejscowienie stacji przystankowych itp. Zastosowanie rzeczywistego układu połączeń komunikacyjnych jest rozwiązaniem wydajniejszym obliczeniowo, ze względu na sens otrzymanych wyników symulacji i odniesienie ich do rzeczywistej sytuacji występującej w badanym systemie komunikacyjnym.
Na rysunku 1a przedstawiono rozkład wyznaczonego potencjału skalarnego w gruncie tuż pod torowiskiem na całej długości trasy. Jego wartości zbliżone są do zakładanych wartości teoretycznych. Na rysunku 1b przedstawiono korelację potencjału spod torowiska z jego gradientem w punkcie oddalonym o 20 metrów od trasy. Charakterystyczne punkty układają się w linie prostą, co również stanowi prawidłowy obraz dla sieci pracującej w stanie normalnym.



Rys. 1. Rozkład potencjału (a) oraz korelacja (b) potencjału i jego gradientu dla przeprowadzonej symulacji

W dalszych pracach badawczych przewiduje się uwzględnienie w symulowanych przypadkach uszkodzeń powłok izolacyjnych torowiska (zmiana konduktancji przejścia szyna-ziemia dla wybranych fragmentów torowiska) lub zmiennych warunków pogodowych (zmiana konduktywności gruntu) oraz porównanie wyników badań symulacyjnych z pomiarami wykonanymi na obiekcie rzeczywistym.

Literatura

[1] Szymenderski J, Machczyński W, Budnik K. Modeling Effects of Stochastic Stray Currents from D.C. Traction on Corrosion Hazard of Buried Pipelines. Energies. 2019; 12(23):4570. https://doi.org/10.3390/en12234570
[2] Budnik K., Machczyński W., Szymenderski J.: Assessment of d.c traction stray currents effects on nearby pipelines, Compel : The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering - 2016, vol. 35, no. 4, s. 1-14
[3] Charalambous C.A., Cotton I., Aylott P.: A Simulation Tool to Predict the Impact of Soil Topologies on Coupling Between a Light Rail System and Buried Third-Party Infrastructure. IEEE Trans. Veh. Technol., Vol.57, No.3, 2008, pp. 1404-1416.
[4] Chrabąszcz I., Buda P., Prusak J.: Ocena zagrożenia prądami błądzącymi w obszarze miejskim dla wybranego odcinka zelektryfikowanej linii kolejowej, Technika Transportu Szynowego 10/2013, pp. 41-46
[5] Machczyński W., Szymenderski J.: Stochastic stray currents effects on earth return circuits (underground pipelines), Ochrona przed Korozją - 2016, t. 59, nr 8, s. 273-279
[6] Ogunsola A., Mariscotti A., Electromagnetic Compatibility in Railways, Analysis and management, Springer – Verlag, Berlin Heidelberg 2013.
[7] Ogunsola A., Mariscotti A., Sandrolini L.: Estimation of stray current from a dc-electrified railway and impressed potential on a buried pipe. IEEE Trans. on Power Delivery, Vol.27, No.4, 2012, pp. 2238-2246.

ANALIZA ROZKŁADU POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO GENEROWANEGO PRZEZ WYBRANE SAMOCHODY ELEKTRYCZNE I HYBRYDOWE

Ewelina ŚWIĘS, Adam KOMARNICKI, Dariusz SZTAFROWSKI[1]

[1] Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny W-5 Wrocław

Wstęp

Udział samochodów elektrycznych w rynku pojazdów ciągle wzrasta, a celem ustawodawców w Europie jest likwidacja samochodów spalinowych. Eksploatacja samochodów elektrycznych wiąże się z emisją pola elektromagnetycznego zarówno w ich wnętrzu jak i na zewnątrz pojazdu. Zmierzono i poddano analizie kilka samochodów elektrycznych i hybrydowych klasy Premium. Opisano zastosowaną metodykę pomiarów pozwalającą na badania porównawcze pojazdów elektrycznych.

Materiały i metody

Pole elektromagnetyczne zmierzono w kilku pojazdach elektrycznych i porównano do rozkładu pola w pojazdach hybrydowych. Dane techniczne pojazdów przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 1. Dane techniczne pojazdów elektrycznych użytych w badaniach

Model pojazdu	Przyspieszenie do 100km/h	Moc (kW)	Napęd	Pojemność akumulatorów	Napięcie systemu
Porsche Taycan Turbo S	2,8s	560	4x4	93,4 kWh	800V
Tesla Model S	3,1s	506	4x4	85 kWh	375V
Audi E-tron	5,7s	299	4x4	95,0kWh	396V

Pojazdy badano w trzech trybach pracy:

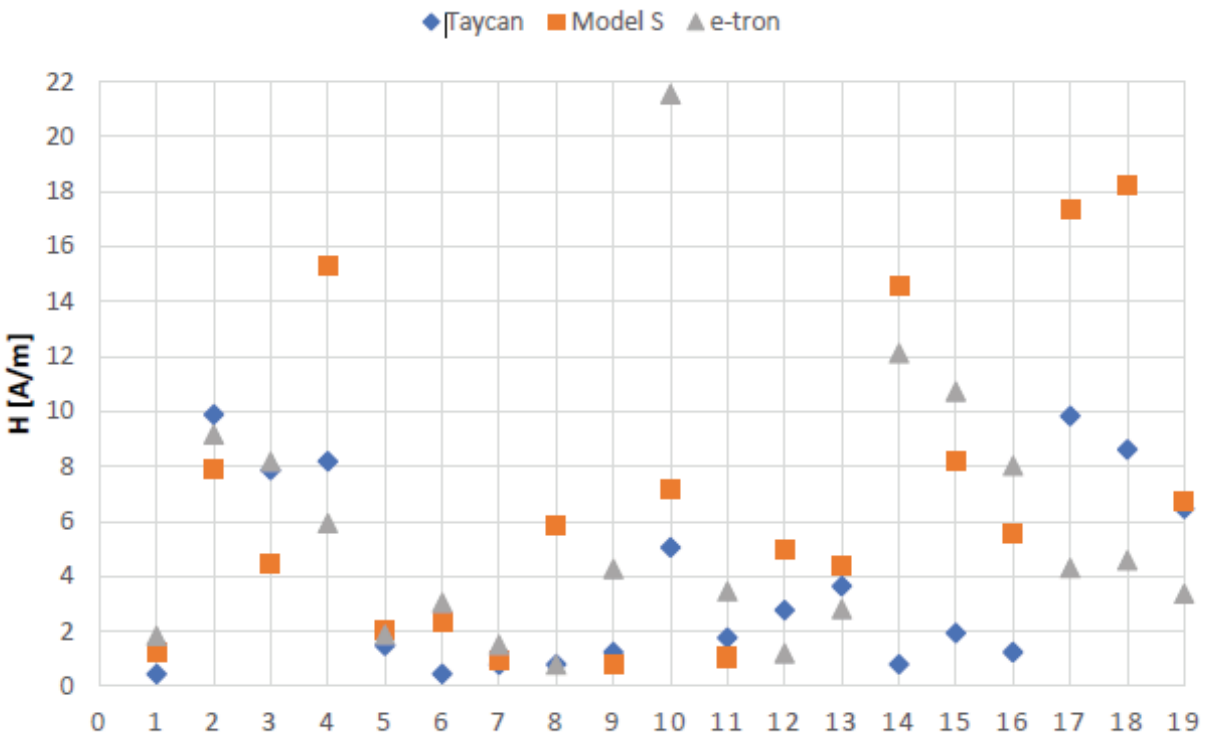
- W czasie postoju, przy włączonym układzie zasilania
- Podczas jazdy ze stałą prędkością 60 km/h
- Podczas przyspieszania oraz hamowania z prędkości 60 km/h

W każdym z badanych pojazdów dokonywano pomiarów wartości składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego w dziewiętnastu charakterystycznych punktach. Pomiary zostały wykonane przy użyciu miernika MicroRad NHT-310. Dokonano pomiaru wartości chwilowej, maksymalnej i średniej natężenia pola magnetycznego oraz wartości chwilowej dla każdego kierunku X,Y,Z.

Wyniki pomiarów

Punkty pomiarowe dobrano biorąc pod uwagę lokalizację silników elektrycznych, położenie akumulatorów w samochodzie, możliwe umiejscowienie pasażerów w samochodzie oraz możliwe oddziaływanie urządzeń elektronicznych samochodu takich jak np. monitor.

Porównano największe (podczas stanów dynamicznych) generowane wartości natężenia składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego trzech badanych modeli: Porsche Taycan, Tesla Model S oraz Audi e-tron. Wyniki zostały przedstawione na rysunku 1.



Rysunek 1 Porównanie wartości natężenia składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego w trzech badanych samochodach podczas przyspieszania. Na osi OX zaznaczono punkty pomiarowe

Podsumowanie

Największe wartości natężenia pola magnetycznego generował samochód Tesla Model S. Powodów takiej sytuacji może być kilka, jednak prawdopodobnie przyczyną jest wiek pojazdu i stopień jego zużycia. Audi oraz Porsche były samochodami nowymi, których przebiegi zamykały się w granicy do 100km. Natomiast Tesla Model S był samochodem, którego przebieg był znacznie większy. Wpływ „zużycia” samochodu elektrycznego na zwiększenie oddziaływania pola elektromagnetycznego zbadano w pozycji oznaczonej numerem 8 w bibliografii, gdzie udowodniono, że przebieg i kilkuletnie korzystanie z samochodu może mieć wpływ na wcześniej wspomniany problem.

Literatura

[1] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2019 poz. 2448)
[2] Tarkowski P., Siemionek E. Układy napędowe pojazdów elektrycznych – Postępy nauki i techniki nr 5, 2010r
[3] Jackson J.D. Classical Electrodynamics. Willey, 1999 ISBN-13-978-0471309321
[4] Larsson J. Electromagnetics from a quasistatic perspective. Amercian Journal of Physics, Vol 75, Issue 1, pp 35-43, 2015
[5] Gumiela J., Sztafrowski D., Sitnik L. Pomiarowa identyfikacja emisji pola elektromagnetycznego przez samochód elektryczny, doi:10.15199/48.2019.12.27
[6] Trentadue, G., Zanni, M. and Martini, G., Assessment of low frequency magnetic fields in electrified vehicles, EUR 30198 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-79-18458-4, doi:10.2760/056116, JRC120312.
[7] Moreno-Torres P., Lafoz M., Blanco M., Arribas J. Passenger exposure to magnetic fields in electric vehicles INTECH, 2016
[8] Hristov R., Stefanov S., Kostov P. Investigation of the electromagnetic field in electric and hybrid cars, Faculty of Mechanical Engineering and Technologies, Technical University of Varna, 1 Studentska Street, Varna 2010, Bulgaria Analysis of the electromagnetic field distribution generated by selected electric and hybrid cars

IS THE PREVALENCE OF ELECTROMAGNETIC HYPERSENSITIVITY DEPENDENT ON AIR POLLUTION AND THE LEVELS OF ELECTROMAGNETIC BACKGROUND?

Grzegorz TATOŃ[1], Artur KACPRZYK[1], Tomasz ROK[1], Rafał PAWLAK[2], Eugeniusz ROKITA[1]

[1] Jagiellonian University Medical College, Kraków

[2] National Institute of Telecommunications, Warszawa

Introduction

Previous studies [1]-[3] focused on the search for objective and quantitative parameters that describe the impact of radiofrequency electromagnetic field (RF-EMF) on humans did not produce positive effects. On the other hand, numerous observations led to the conclusion that the mechanisms responsible for the influence of RF-EMF are psychological rather than physical. This shifted our interest towards the study of electromagnetic hypersensitivity (IEI-EMF – Idiopathic Environmental Intolerance Attributed to Electromagnetic Field). In particular, we focus on the characteristics of people suffering from this syndrome and its prevalence in our country [4] – [6].

Some authors suggest the dependence between the development of the IEI-EMF and other environmental factors such as air pollution [7]. This connection can be real or as well a psychological problem, as it is possible that people suffering from IEI-EMF are more concerned about environmental factors than other people. Despite the character of the mechanism of EI-EMF development, a higher prevalence of IEI-EMF would be expected in areas more polluted.

If the EMF impacts really human health, then the higher levels of environmental EMF background should be reflected by a higher IEI-EMF frequency.

The aim of the study was to check the correlation between the prevalence of IEI-EMF, the level of air pollution and the level of the background EMF in Poland.

Materials and methods

Based on a previously conducted survey [6] the number of people who are potentially hypersensitive to EMF was evaluated in 12 Polish cities. The parameters that describe air pollution and its changes over the past 10 years were determined on the basis of data published by the Polish General Inspectorate of Environmental Protection [8], [9]. Four factors were taken into account: PM2.5, PM10, SO_2, and NO_2. The descriptive statistics of the concentrations observed between 2011 and 2020 were considered, as well as trends in changes of the parameters mentioned above.

The levels of EMF intensity from the telecommunication infrastructure in the analyzed towns were determined using the Polish EMF monitoring system (SI2PEM) [10]. The amplitudes of the electrical EMF component were calculated. The correlations between parameters describing air pollution, EMF levels, and IEI-EMF prevalence in chosen cities were analyzed.

Results and discussion

Our results showed that a causal relationship can only be suspected in the case of a dependence between the number of people hypersensitive to EMF and PM10 pollution. The remaining parameters that describe air pollution taken into account do not show statistically significant correlations with the prevalence of IEI-EMF.

There was also no correlation between the IEI-EMF frequency and the quantitative descriptors of the background level of EMF.

The observation that only PM10 could possibly be related to the prevalence of IEI-EMF can be easily explained. The higher concentration of PM10 in the air is more easily noticeable in the human senses than in the case of other agents. A high concentration of larger dust particles is directly visible as a haze. Furthermore, such particles accelerate the condensation of water vapor because dust particles are excellent condensation nuclei. The effect of the high concentration of PM10 is a rapidly appearing fog that has been identified for many years in public consciousness as 'smog'. A person who is more concerned than others about his health and the risks associated with environmental factors may be more afraid of both types of 'smog'. The real one in the air, observed as the emerging fog and the electromagnetic, observed indirectly as telecommunications devices appearing around us. It is worth noting that the harmful and inappropriate concept of the so-called "electromagnetic smog" has been present in public consciousness for some years and equalizes the threats of EMFs and chemical air pollutions.

These latest conclusions were confirmed by the results of the survey. In one of the questions, respondents were asked to indicate factors that adversely affect human health. The respondent had several factors to choose from the list, among which was also air pollution. A much higher percentage of respondents belonging to the potentially IEI-EMF suffering group (82-95% depending on the inclusion criterion) indicated air pollution than in the group of non-sensitive people (60-80%).

Our results are consistent with those of other researchers. For example, Martens at al. [11] showed that in the case of air pollution, noise, and IEI-EMF syndromes, the number of health effects depends on perceived but not real exposure to environmental factors.

Conclusions

The fact that the prevalence of IEI-EMF correlates only with a factor whose perception is easy, and the lack of correlation to factors whose observation is difficult and requires specialized measurements may indicate the psychological basis of the IEI-EMF syndrome. This is also supported by the observation that the number of people hypersensitive to EMF does not correlate with the background levels of EMF.

Literature

[1] T. Rok, K. Basta-Klonowska, B. Lisowski, G. Tatoń, and E. Rokita, “Thermal effects of auricle region exposed on smartphones,” *Prz. Elektrotechniczny*, vol. 96, no. 1, 2020, doi: 10.15199/48.2020.01.44.

[2] G. Tatoń *et al.*, “The influence of electromagnetic wave originating from wifi router on water viscosity,” *Prz. Elektrotechniczny*, vol. 94, no. 12, pp. 278–280, 2018, doi: 10.15199/48.2018.12.64.

[3] A. Kacprzyk, T. Stefura, M. Krzysztofik, T. Rok, E. Rokita, and G. Tatoń, “The Impact of Mobile Phone Use on Tinnitus: A Systematic Review and Meta-Analysis,” *Bioelectromagnetics*, vol. 42, no. 2, pp. 105–114, 2021, doi: 10.1002/bem.22316.

[4] G. Tatoń, P. Kuterba, B. Lisowski, T. Rok, and E. Rokita, “The influence of electromagnetic fields on the human health - Survey studies,” *Prz. Elektrotechniczny*, vol. 95, no. 12, 2019, doi: 10.15199/48.2019.12.51.

[5] E. Rokita, T. Rok, and G. Tatoń, “Thermographic measurements of allergen-induced skin reactions,” in *IFMBE Proceedings*, 2009, vol. 25, no. 13, pp. 120–123, doi: 10.1007/978-3-642-03895-2-36.

[6] G. Tatoń, A. Kacprzyk, T. Rok, M. Pytlarz, R. Pawlak, and E. Rokita, “A survey on electromagnetic hypersensitivity: the example from Poland,” *Electromagn. Biol. Med.*, vol. 00, no. 00, pp. 1–8, 2021, doi: 10.1080/15368378.2021.1995873.

[7] Y. Stein and I. G. Udasin, “Electromagnetic hypersensitivity (EHS, microwave syndrome) – Review of mechanisms,” *Environ. Res.*, vol. 186, p. 109445, Jul. 2020, doi: 10.1016/J.ENVRES.2020.109445.

[8] Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, “Pięcioletnia ocena jakości powietrza w strefach w Polsce wykonana za lata 2014-2018 według zasad określonych w art. 88 ust. 2 ustawy – Prawo ochrony środowiska. Zbiorczy raport krajowy z wynikami oceny,” 2019. http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/publications/card/19053.

[9] Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, “Bank Danych Pomiarowych,” 2021. https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives#.

[10] SI2PEM, “Mapa pola ekletromagnetycznego.” https://si2pem.gov.pl/.

[11] A. L. Martens *et al.*, “Modeled and perceived RF-EMF, noise and air pollution and symptoms in a population cohort. Is perception key in predicting symptoms?,” *Sci. Total Environ.*, vol. 639, pp. 75–83, 2018, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.05.007.

PROBLEMATYKA EKSPLOATACJI AUTONOMICZNYCH ROBOTÓW MOBILNYCH AMR

Marcin TOMASIK, Stanisław LIS

Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy, Kraków

Wstęp

Zadania stawiane robotom mobilnym AMR (ang. Autonomous Mobile Robots) obejmują dynamiczną manipulację i mobilność, które są realizowane zarówno na liniach produkcyjnych, jak i wspomagając człowieka w obszarach usługowych, zastosowaniach medycznych, rehabilitacji, opiece nad osobami starszymi, a także w ratownictwie i zadaniach specjalnych (Rys. 1 i 2). Do tych ostatnich należeć mogą nowe zastosowania, jako platformy wyposażone w ramiona robotów kolaborujących. Zadania te wymagają osiągnięcie mobilności oraz zdolności manipulacyjnych, których nie zapewniały dotychczasowe systemy zrobotyzowane. Bieżące badania obejmują rozwój systemów sterowania, nowe podejścia do planowania ścieżki, koncepcje interakcji człowiek-maszyna i nowe czujniki, które zapewniają robotom możliwości sensoryczne często bardziej wyrafinowane. W ramach projektu badawczego budowany jest robot do zbioru owoców jagodowych, którego bazą będzie właśnie platforma robota autonomicznego, na niej zamontowane zostaną dwa ramiona zbierające truskawki. Z założenia robot AMR jest przeznaczony do bezpiecznej i wydajnej pracy wśród ludzi i wykonywania manewrów w bardzo dynamicznym środowisku.

Rys. 1. Robot mobilny MOBOT® Transporter U1 (WoBit)

Rys. 2. Robot mobilny MiR 100 (ASTOR)

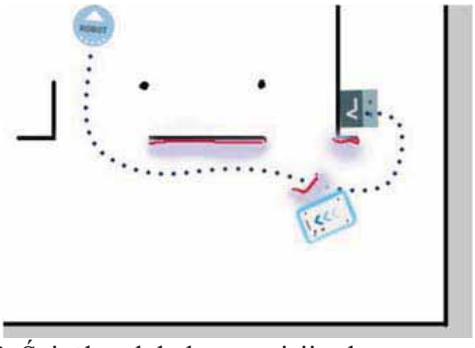
PROBLEMATYKA NAWIGACJI W ROBOTACH AMR

System nawigacji i sterowania odpowiada za doprowadzenie robota do pozycji docelowej unikając przeszkód. Zadaniem systemu nawigacji i sterowania jest obliczenie (zaplanowanie) toru jazdy robota z jednej pozycji na mapę do innej pozycji. Użytkownik systemu tworzy mapę i wybiera pozycję celu.

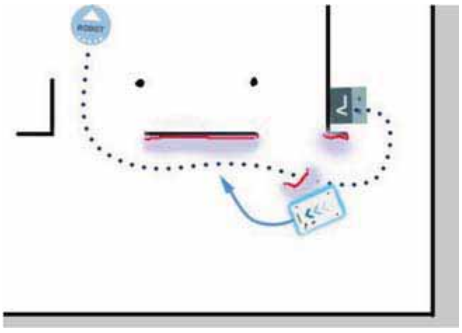
Główne komponenty systemu nawigacji to:

– globalny planista. Proces nawigacji zaczyna się od określenia przez „globalnego planistę” najlepszej ścieżki dla robota, aby przemieścić go z jego aktualnej pozycji do pozycji docelowej. Program komputerowy planuje trasę tak, aby uniknąć ścian i struktur określonych na etapie tworzenia mapy. Następnie globalny planista realizuje algorytm zapisany w komputerze robota, który generuje ścieżkę do pozycji docelowej. Nosi ona nazwę tzw. „ścieżki globalnej”, jest tworzona tylko na początku ruchu lub jeśli robotowi nie udało się osiągnąć pozycji celu i musi stworzyć nową ścieżkę. Wygenerowana ścieżka omija tylko przeszkody, które robot wykrył podczas wyznaczania ścieżki oraz przeszkody zaznaczone na mapie. Globalną ścieżkę można zobaczyć w interfejsie robota jako kropkowaną linię od początkowej pozycji robota do pozycji celowej (rys. 3);

– lokalny planista. Robot prowadzony jest przez system globalnego planisty, jednakże kiedy napotka przeszkodę, do pracy włącz się lokalny planista. Używany jest w sposób ciągły podczas jazdy robota, aby kierować go wokół przeszkód dynamicznych, podążając globalną ścieżką. Podczas gdy globalny planista tworzy jedną ścieżkę od początku do końca, planista lokalny kontynuuje tworzenie nowych ścieżek, które dostosowują się do aktualnej pozycji robota i przeszkód wokół niego. Lokalny planista przetwarza tylko obszar, który jest bezpośrednio w okolicy robota, wykorzystując dane wejściowe z czujników robota (rys. 4).

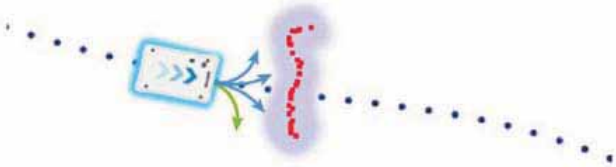


Rys. 3. Ścieżka globalna w misji robota



Rys. 4. Ścieżka lokalna w celu modyfikacji misji

Po określeniu ścieżki lokalnej komputer robota wylicza żądany obrót i prędkość każdego koła napędowego w celu ominięcia przeszkody (rys. 5). Aby robot podążał lokalną ścieżką, komputer musi wysyłać sygnał sterujący do każdego sterownika silnika. Gdy robot osiągnie pozycję docelową, uruchamiane są hamulce do zatrzymania robota.



Rys. 5. Omijanie przeszkody poprzez system ścieżek lokalnych

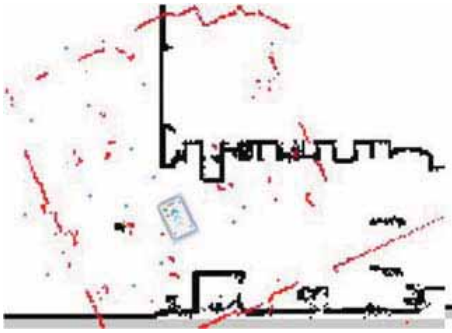
Za wykrywanie przeszkód w środowisku pracy odpowiadają: laserowe skanery bezpieczeństwa, kamery 3D i czujniki ultradźwiękowe. Czujniki te wykorzystywane są w procesie tworzenia mapy (wykrywają ściany, drzwi, meble i inne przeszkody), a następnie w trakcie ruchu robota wykrywają przeszkody dynamiczne (czerwone kropki na rys. 5).

PROBLEMY LOKALIZACYJNE

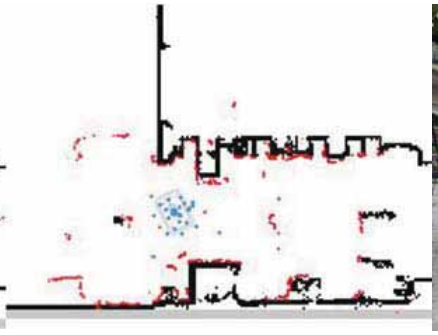
Celem procesu lokalizacji jest ustalenie przez robota, gdzie aktualnie się znajduje na mapie – robot może wykorzystać trzy informacje do określania pozycji:

- początkowa pozycja robota (powstała w procesie mapowania);
- dane systemu IMU (ang. Inertial Measure Unit) oraz enkoderów silników napędu kół. Służy do określania odległości i szybkości robota, który przemieszczała się z pozycji początkowej;
- pomiary skanera laserowego – służy do określania prawdopodobnych pozycji robota poprzez porównanie danych aktualnych z zapisanymi na mapie. Komputer robota porównuje dane wejściowe (pomiarowe) ze skanerów laserowych z ścianami na mapie, aż znajdzie najlepsze dopasowanie. Odbywa się to za pomocą algorytmu filtracji cząstek.

Realizując projekt zauważono w trakcie mapowania, że występują problemy z lokalizacją na dużych przestrzeniach przy niewielkiej liczbie obiektów stanowiących czytelne ściany (rys. 6 a, b, c).



Rys. 6a. Błędna lokalizacja



Rys. 6b. Poprawna lokalizacja

Rys. 6c. Problem z lokalizacją

CHARAKTERYSTYKA ULTRASŁABEJ EMISJI FOTONOWEJ Z SUBSTRATÓW DO PRODUKCJI CZEKOLADY ORAZ WYROBÓW KOŃCOWYCH

Karolina TRZYNIEC

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja, Kraków

Wstęp

Dzięki zawartości flawonoidów pochodzenia roślinnego, a zwłaszcza epikatechiny należącej do grupy polifenoli, spożywanie czekolady pozytywnie wpływa na zdrowie człowieka [1, 2]. Czekolada ciemna, zawierająca większe ilości kakao, charakteryzuje się wyższym stężeniem polifenoli niż czekolada mleczna czy biała [3]. Na tej podstawie uznaje się, że czekolada gorzka jest zdrowsza niż jej mleczne odpowiedniki. Pozytywny związek flawonoidów na organizm zachodzi poprzez działanie mechanizmów: produkcji tlenku azotu, działania antyoksydacyjnego, przeciwpłytkowego, przeciwzapalnego, spadku poziomu lipidów, a także redukcji insulinooporności [4]. Kolejnym wartościowym składnikiem czekolady jest tryptofan i powstająca z niego serotonina. Czekolada z zawartością 85% kakao posiada więcej serotoniny – 2,9 mikrograma na gram, natomiast czekolada z zawartością 70-85% kakao bogatsza jest w jej prekursor – tryptofan – 13,3 mikrograma na gram [5]. Ciemna czekolada oprócz wprowadzania serotoniny zawartej w swoim składzie podnosi również jej poziom w organizmie, przez cukry, które pobudzają tkanki do jej produkcji. Serotonina jest ponadto aminą biogenną, popularnie nazywaną „hormonem szczęścia” [6]. Jest też neuroprzekaźnikiem pełniącym wiele funkcji w centralnym układzie nerwowym, m.in. reguluje ośrodek głodu, sen, nastrój, procesy pamięci i uczenia, dlatego jej niedobór może być przyczyną zachorowania na depresję [7].

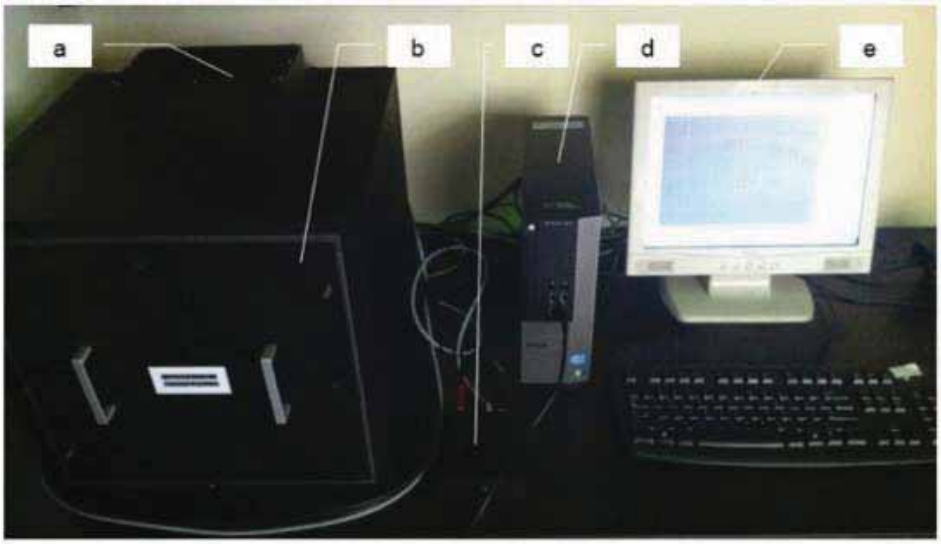
Cel badań

Zjawisko emisji fotonowej oznacza zdolność organizmów żywych do emitowania przez nie ultrasłabego promieniowania elektromagnetycznego. Pomiar pojedynczych fotonów emitowanych przez produkt może być wykorzystywany jako alternatywna do tradycyjnych metod analizy jakości żywności, ponieważ liczne badania [8,9, 10,11, 12] potwierdziły zależność jakości produktów biologicznych od zgromadzonej w nich energii świetlnej. Na przykładzie różnych surowców i artykułów żywnościowych udowodniono, że produkty zdrowsze charakteryzowały się większą emisją fotonów [13, 14, 15].

Celem badań było określenie poziomu emisji fotonów z substratów do produkcji czekolady gorzkiej (tj. miazgi z ziaren kakaowca i cukru) oraz z gotowych wyrobów powstałych z badanych składników. Zakres pracy obejmował badanie ultrasłabej emisji fotonowej z ziaren kakaowca dwóch odmian, cukru oraz powstałych z tych składników czekolad o różnej zawartości miazgi kakaowej (70%, 80%, 90%), a także statystyczną analizę otrzymanych wyników. Wyniki badań posłużyły do weryfikacji hipotezy badawczej, że zawartość miazgi kakaowej, która świadczy o poziomie zdrowotności czekolady, może być przewidywana na podstawie liczby fotonów emitowanych z czekolady.

Metodyka

Do przeprowadzenia badań został wykorzystany autorski układ pomiarowy (rys. 1) pozwalający na rejestrację oraz zliczanie uwalnianych fotonów z badanej próbki. Urządzenie składa się z komory pomiarowej i wbudowanego fotopowielacza, dzięki któremu realizowany jest pomiar emisji fotonów. Emitująca światło próbka jest umieszczona w centralnej części komory pomiarowej, w osi symetrii szczeliny fotopowielacza. Ten światłoczuły element zamienia sygnały świetlne pochodzące od badanego obiektu na impulsy elektryczne. Impulsy elektryczne, przekształcane w dyskryminatorze na impulsy logiczne, są następnie zliczane w liczniku [15].



Rys. 1. Układ pomiarowy: a – fotopowielacz, b- komora pomiarowa, c – interfejs, d – komputer, e – oprogramowanie BioLumi

Porównano wyniki pomiarów emisji fotonowej z ziaren kakaowca, cukru oraz czekolad wyprodukowanych z tych surowców i sprawdzono korelację pomiędzy zebranymi danym. Podjęto próbę wykorzystania sztucznych sieci neuronowych do przewidywania poziomu emisji fotonowej z czekolad na podstawie wartości emisji z surowców oraz klasyfikacji czekolad pod względem zawartości miazgi kakaowej na podstawie danych o emisji fotonów z jej próbek.

Literatura

[1] Manach C., Scalbert A., Morand C. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability, The American Journal of Clinical Nutrition.
[2] Richelle M., Tavazzi I., Enslen M., Offord E. 1999. Plasma kinetics in man of epicatechin from black chocolate. European Journal of Clinical Nutrition.
[3] Miller K., Stuart D., Smith N. 2006. Antioxidant activity and polyphenol and procyanidin contents of selected commercially available cocoa-containing and chocolate products in the United States. Journal of Agricultural and Food Chemistry.
[4] Ding E., Hutfless S., Ding X., Girotra S. 2006. Chocolate and prevention of cardiovascular disease: a systematic review. Nutrition & Metabolism.
[5] Guillén-Casla V, Rosales-Conrado N, León-González ME. 2012. Determination of serotonin and its precursors in chocolate samples by capillary liquid chromatography with mass spectrometry detection.
[6] Berger M., Gray J., Roth B. 2009. The expanded biology of serotonin. Annual Review of Medicine.
[7] Mutschler E, Geisslinger G, Heyo K. 2013. Farmakologia i toksykologia. MedPharm Polska, Wrocław.
[8] Lambing K. 1992. Biophoton measurements as a suplement to the conventional consideration of food quality. [In:] Popp F.A., Li K.H., Gu Q. (ed.). Recent advances in biophoton research and its applications. World Scientific Publications, p. 393-413.
[9] Popp F.A. 2010. Przekaz jedzenia, czyli co nas odżywia? Wydawnictwo Virgo, Warszawa
[10] Stalenga S. 2002. Nowe metody oceny jakości ziemiopłodów w rolnictwie ekologicznym. Materiały konferencyjne Warsztatów pt. Jakość żywności a rolnictwo ekologiczne, organizowanych 18.11.2002 r. w Krakowie.
[11] Vogtmann H. 1992. New approaches to the determination of food quality. [In:] Food quality: Concepts and Methodology. Elm Farm Research Centre, Newbury, UK, p. 44-49.
[12] Wang Y-y., Wang J-g., Ma Y-q., Su Z., Zhao K-j., Zhang Z-l., Zheng Y-y., Liu Ch-x. 1998. Kinetics of low level chemiluminescence from plant leaf smoked by air pollutants. J. Environ. Sci., No. 10, pp. 43–48.
[13] Oziembłowski M., Dróżdż M., Juliszewski T., Trzyniec K. 2018. Wpływ naświetlania światłem białym lub niebieskim na wielkość emisji fotonów w wybranych produktach spożywczych. Przegląd Elektrotechniczny, nr 2, s. 104-107.
[14] Oziembłowski M., Dróżdż M., Kiełbasa P., Dróżdż T., Gąsiorski A., Nawara P., Tabor S. 2017. Ultrasłaba luminescencja (USL) jako potencjalna metoda oceny jakości żywności tradycyjnej. Przegląd Elektrotechniczny, nr 12, s. 131-134.
[15] Trzyniec K., Kiełbasa P., Oziembłowski M., Dróżdż M., Nawara P., Posyłek Z., Leja R. 2017. Wykorzystanie emisji fotonów do oceny jakości jabłek. Przegląd Elektrotechniczny, nr 12, s. 183-186.

WYKORZYSTANIE ELEKTROENCEFALOGRAFII DO ANALIZY POZIOMU KONCENTRACJI UWAGI U KIEROWCÓW

Karolina TRZYNIEC

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja, Kraków

Wstęp

Rozwój mechanizacji i automatyzacji pracy oraz zwiększenie udziału pracy umysłowej w wielu gałęziach gospodarki niejednokrotnie niemal całkowicie eliminuje wysiłek fizyczny pracownika, jednocześnie zwiększając ryzyko nadmiernego wysiłku umysłowego. Obecnie, od pracownika nie wymaga się fizycznej wytrzymałości, ale zwiększonej pamięci, zdolności długotrwałej koncentracji uwagi i odporności na stres. Skutkiem takiego wzmożonego wysiłku umysłowego i psychicznego może być nadmierne zmęczenie umysłowe, powodujące obniżenie wydajności pracownika. Jednym z czynników istotnie wpływających na poziom tego obciążenia jest uwaga, będąca stanem koncentracji umysłu (np. na obiektach, faktach, przeżyciach). Uwaga odgrywa ważną rolę w pracy umysłowej. Przegląd literatury podejmującej problematykę funkcjonowania uwagi ukazuje wielość i niejednoznaczność definicji zjawiska uwagi. Jedne z nich akcentują związek uwagi z procesami percepcji, drugie zaś łączą ją z kontrolą wykonawczą [1, 2]. Współcześnie najczęściej definiuje się uwagę jako system odpowiedzialny za selekcję informacji i zapobieganie negatywnym skutkom przeładowania systemu poznawczego przez nadmiar danych. W literaturze przedmiotu często podkreśla się, iż istotą funkcjonowania tak pojmowanej uwagi jest selekcja, przy czym dotyczy ona zarówno spostrzegania, jak i wyższych funkcji psychicznych [3, 4].

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) [5]. Psychodiagnostyka od dawna dysponuje szeregiem metod, przede wszystkim prób klinicznych, które z powodzeniem są wykorzystywane w badaniu neuropsychologicznym przeprowadzanym wedle paradygmatu kliniczno-eksperymentalnego. Istnieje mnóstwo technik badania uwagi, a jedną z najpopularniejszych jest elektroencefalografia, czyli badanie, którego celem jest rejestracja elektrycznej aktywności mózgu.

Cel badań

Celem badań było zbadanie różnicy w poziomie koncentracji uwagi u kierowców podczas prowadzenia pojazdu oraz prowadzenia pojazdu i jednoczesnego korzystania z telefonu (tj. prowadzenia rozmowy telefonicznej). Podstawą do ustalenia poziomu koncentracji były wybrane, zmierzone podczas jazdy sygnały EEG.

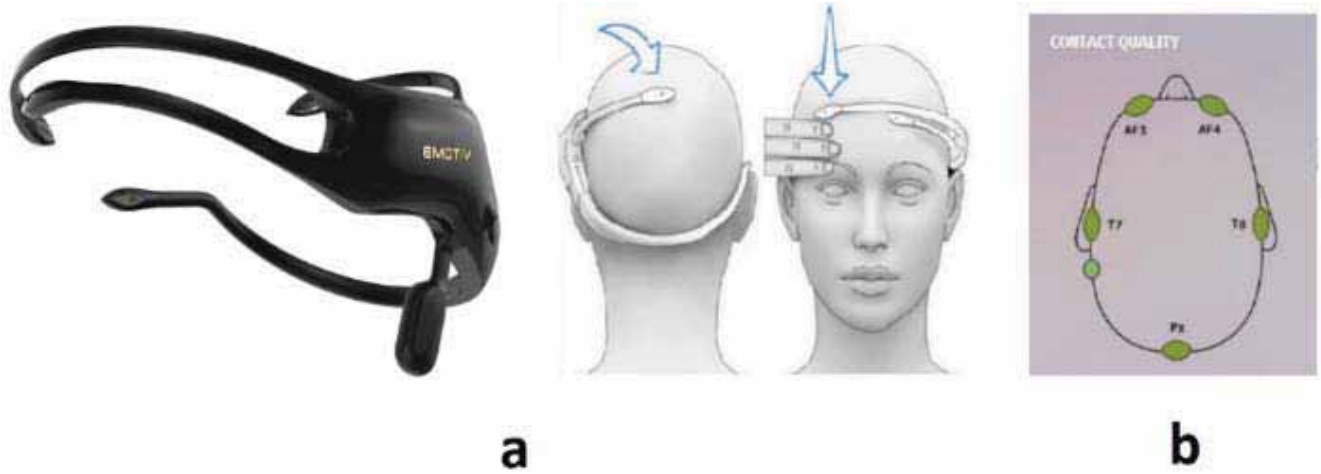
Poznawcze i utylitarne uzasadnienie celu badań:

Najczęstszą przyczyną wypadków drogowych są niebezpieczne zachowania kierowców [6], w większości inicjowane przez ludzi w wyniku utraty kontroli nad zagrożeniem i nad sobą samym [7, 8]. Sytuacje te wynikają zazwyczaj z błędów spostrzegania oraz błędów uwagi. Zaburzenia uwagi występują częściej w takich sytuacjach jak pośpiech, rozmowa przez telefon komórkowy, skupienie na czynnościach towarzyszących (jak np. programowanie nawigatora [9]. Transport Research Laboratory przeprowadził eksperyment pokazujący jak na bezpieczeństwo jazdy wpływa pisanie krótkich wiadomości tekstowych (SMS) podczas prowadzenia pojazdu. Próby przeprowadzono w symulatorze. Wynik tego eksperymentu pokazał, że podczas pisania SMS, szybkość reakcji na wydarzenia drogowe zmniejszyła się aż o 35 proc. Z kolei badania zespołu Drewsa [10] i Strayera [11] wykazały, że jazda samochodem połączona z prowadzeniem rozmowy telefonicznej obniża koncentrację kierowcy w tym samym stopniu co stężenie alkoholu we krwi na poziomie 0,8 promila. Badania te potwierdzają słuszność postawionej hipotezy, że każde użycie telefonu zmniejsza poziom koncentracji uwagi skierowanej na prowadzenie pojazdu, a tym samym powoduje większe zagrożenie na drodze.

Przedstawienie charakterystyki przebiegu stopnia skupienia na zadaniu w dwóch przypadkach (prowadzenia i nieprowadzenia rozmowy podczas jazdy) może znacząco poszerzyć stan wiedzy z zakresu ergonomii kognitywnej i wpłynąć bezpośrednio na świadomość bezpieczeństwa uczestników ruchu.

Metodyka

Badania obejmowały przejazdy samochodem osobowym prowadzonym przez kierowców różnych płci i z różnym doświadczeniem. Podczas jazdy każdy kierowca miał na głowie neurohełm Emotiv Insight (rys.1a).



Rys. 1. a – neurohełm Emotiv Insight, b – schemacie rozmieszczenia elektrod na głowie (zielony kolor oznacza dobrą jakość sygnału)

Oprogramowanie współpracujące z aparaturą umożliwia kontrolę jakości sygnału rejestrowanego przez każdą elektrodę, obserwację sygnału EEG pochodzącego z elektrod (rys.1b) oraz poziomu zaangażowania wybranych stanów poznawczych (takich jak koncentracja uwagi na zadaniu) i emocjonalnych (jak np. frustracja lub ekscytacja). Wyniki badań zapisane w formie filmowej poddano analizie, wyznaczając charakterystykę zmian poziomu skupienia uwagi u każdego z kierowców w dwóch analizowanych sytuacjach.

Literatura

[1] Baddeley, A.D. (2001). Is working memory still working? European Psychologist, 7, pp.85-97.
[2] Posner, M.I.; Peterson, S.E. (1990). The attention system of the human brain; Annual Review of Neuroscience, 13, pp.25-30.
[3] Nęcka, E.; Orzechowski, J.; Szymura, B. (2013). Psychologia poznawcza, 1st ed.; PWN: Warsaw, Poland.
[4] Nowotnik, A. (2012). Funkcjonowanie uwagi u dzieci w wieku wczesnoszkolnym: grupy ryzyka; Edukacja, 1, pp.87-103.
[5] Matracki T. (2020). Nowe metody diagnostyczne zaburzeń uwagi u osób dorosłych. Forum Logopedy, Nr 35.
[6] McSween, T. (1995). The values – based safety process. Improving your safety culture with a behavioral approach. New York, Wiley.
[7] Studenski, R. (2000), Kultura bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie. Bezpieczeństwo Pracy, 9, 1-4.
[8] Milczarek, M. (2005). Osobowościowe i społeczne uwarunkowania kultury bezpieczeństwa jednostki. Katowice, Uniwersytet Śląski, niepublikowana praca doktorska.
[9] Łuczak, A., Najmiec, A. (2009). Badania sprawności psychofizycznej kierowców wypadkowych i bezwypadkowych w aspekcie prewencji wypadkowej i zwiększania kultury bezpieczeństwa w transporcie drogowym. Praca naukowo-badawcza z zakresu prewencji wypadkowej zrealizowana na podstawie umowy nr TZ/370/37/09/P/9 z dnia 4.08.2009 r. zawartej pomiędzy ZUS i CIOP-PIB.
[10] Drews, F.A., Pasupathi, M., Strayer, D.L. (2008). Passenger and Cell Phone Conversations in Simulated Driving. Journal of Experimental Psychology: Applied., 14(4), 392–400
[11] Strayer D. (2015). Attention and Driving, [w:] The Handbook of Attention. J. Fawcett, E. Risko, A. Kingstone (red.). Mass., The MIT Press, Cambridge.

ANALIZA PORÓWNAWCZA WYBRANYCH ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA

Agnieszka WANTUCH, Gabriela BLICHARZ

AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Wstęp

Przełom XVIII i XIX wieku to okres największego rozwoju elektrotechniki. Dzięki elektryfikacji pojawia się także elektryczne oświetlenie. Prototyp pierwszej żarówki powstał już w 1841 roku, a patent na nią uzyskał Fryderyk Moleyns. Jednak powszechnie znanym wynalazcą żarówki, który rozpropagował wynalazek na cały świat jest Thomas Edison. Żarówka elektryczna została pokazana w 1879 roku, a szeroko stosowana była od 1882 roku [1]. Na początku lat 20. XX wieku, fizyk francuski Georges Claude stworzył lampę, która emitowała światło dzięki wyładowaniom elektrycznym atomów umieszczonego wewnątrz niej neonu [2]. Kolejnym postępem w rozwoju oświetlenia elektrycznego było skonstruowanie żarówek halogenowych Dzięki rozwojowi materiałów półprzewodnikowych w latach 60. rozpoczęto wykorzystywanie diod, jako źródeł promieniowania świetlnego.

Parametry charakteryzujące źródła światła

W czasach konstruowania coraz to nowych elektrycznych źródeł światła istotną rolę ma rzetelna ocena parametrów, które je opisują. Podstawowe parametry związane ze źródłami światła to: strumień świetlny ϕ [lm], światłość I_v [cd], luminancja L_v [nt], natężenie oświetlenia E [lx], skuteczność świetlna η [lm/W], wskaźnik oddawania barw, temperatura barwowa [K]. Ważnym parametrem jest także trwałość źródeł światła, określona czasem świecenia [h]. Niestety, parametr ten jest trudny do potwierdzenia w warunkach laboratoryjnych.

Źródła światła

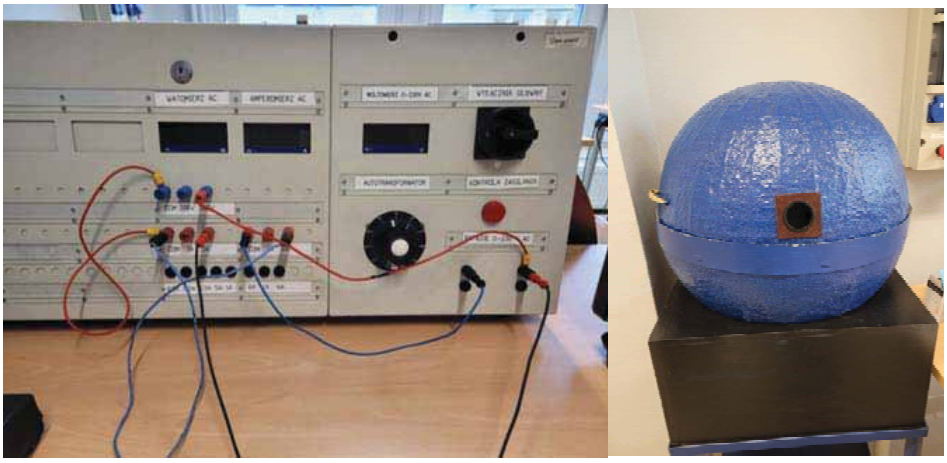
Główne zadanie elektrycznych źródeł światła to przetwarzanie prądu elektrycznego na promieniowanie widzialne. Współcześnie wykorzystywane są dwie grupy źródeł światła: żarowe i wyładowcze. Do grupy pierwszej należą żarówki tradycyjne i halogenowych. Do grupy drugiej natomiast zalicza się świetlówki, lampy rtęciowe, sodowe oraz indukcyjne [3].

Unijne przepisy [4] nakazały rezygnację z żarówek wolframowych i zamienić je na inne, mniej energochłonne, a przy tym skuteczniejsze źródła światła. Stosowanie lamp ma na celu uzyskanie zamierzonego efektu oświetleniowego, który można ocenić metodami analitycznymi (obiektywne pomiary) oraz subiektywnie. Znaczenie ma wartość natężenia oświetlenia, rozkład luminancji w polu widzenia, barwa światła itp.

Badania laboratoryjne

W celu wykonania analizy porównawczej wybranych lamp konieczne było przeprowadzenie pomiarów poszczególnych parametrów dla źródeł światła. Zmierzono prąd oraz moc pobierane przez kolejne lampy, a także natężenie oświetlenia. Następnie na podstawie przeprowadzonych pomiarów obliczono wartości takich parametrów, jak strumień świetlny, skuteczność świetlna i współczynnik mocy. Otrzymane wartości zostały porównane z danymi podanymi przez producentów. Przeprowadzono także pomiary oraz porównano wyniki dla dziesięciu żarówek o tych samych parametrach dostępnych od jednego producenta. Dodatkowo przeprowadzono pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych dla wybranych źródeł światła.

Układ pomiarowy przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Rzeczywisty układ pomiarowy – przyrządy pomiarowe oraz kula Ulbrichta

Wśród badanych źródeł znalazły się dwie lampy zawierające źródła LED, dwie żarówki tradycyjne, świetlówka kompaktowa oraz żarówka halogenowa. Wszystkie pomiary zostały wykonane dla napięcia zasilania U_z = 230 V. Zmierzone wartości zaprezentowano w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie wartości zmierzonych oraz obliczonych dla poszczególnych źródeł światła

Lp.	Rodzaj źródła światła	U_z [V]	I [A]	P [W]	E [Lx]	Φ [lm]	η [lm/W]	cosφ
1.	SMD LED LED LAMP E27 9W WARM WHITE	230	0,068	6	3220	800	133,3	0,38
2.	PILA 60W STANDARDOWE ŚWIATŁO	230	0,260	58	2170	539	9,3	0,97
3.	ECONOMY ENERGY SAVER E27 20W BARWA 827 1160lm	230	0,155	20	5100	1267	63,4	0,56
4.	GE HALOGEN 70W E27 1200lm	230	0,314	71	4170	1036	14,6	0,98
5.	GENERAL ELECTRIC CLASSIC 100W E27 Klasa G	230	0,450	102	5190	1289	12,6	0,98
6.	SYSTEMLED ŻARÓWKA LED	230	0,015	2	390	97	48,5	0,58

Podsumowanie

Pomiary parametrów fotometrycznych oraz elektrycznych potwierdziły dla większości badanych lamp zgodność parametrów zmierzonych z deklarowanymi przez producenta. Największe rozbieżności występowały w przypadku deklarowanego strumienia świetlnego lampy. Dla trzech źródeł światła strumień został zawyżony.

Dla 10 lamp o tych samych parametrach tego samego producenta pomiary natężenia światła wykazały znaczne rozbieżności: od 1520 – 1900 lx.

Literatura

[1] https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/elektroluminescencja;3897369.html, dostęp: 14.06.2022
[2] Roskal Zenon E.: Historia naturalna światła elektrycznego. Od lampy żarowej do lampy LED-owej? Światło w dziejach człowieka, sztuce, religii, nauce i technice, Tom II, Krosno 2018
[3] Wantuch A., Janowski M., Elektryczne źródła światła – wpływ na zdrowie człowieka, Przegląd Elektrotechniczny, R. 92, Nr 3/2016, p. 173-176.
[4] Dyrektywa 2005/32/ WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lipca 2005 r. ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów wykorzystujących energię.

ULTRASOUND AND IMPEDANCE DEVICE FOR LOWER URINARY TRACT TOMOGRAPHY

Dariusz WOJCIK[1], Tomasz RYMARCZYK[1,2], Michał GOŁĄBEK[1]

[1] Netrix S.A. Research and Development Center, Lublin
[2] University of Economics and Innovation, Lublin

Abstract
The paper presents two innovative devices, the first one being ultrasound tomograph that uses beamforming technique for image acquisition. The second technique is impedance tomography. We the use of innovative algorithms a novel hybrid tomography method was developed that will be used for monitoring lower urinary tract. The information obtained with the system will be used to detect disease entities and present them to medical staff. As a result, the device should contribute to faster diagnosis and earlier detection of diseases.

Introduction
Urinary tract disorders are a common problem in the pediatric population. It is estimated that they may affect more than 20% of children up to 5 years of age and up to 2-4% of adolescents. Functional disorders may accompany many urinary tract abnormalities, constipation, central nervous system defects (spina bifida, cerebral palsy), with a significant number of children suffering from functional disorders only. Lack of non-invasive diagnostic methods for functional and comprehensive analysis of the urinary tract status reduces the likelihood of correct diagnosis and effective treatment, may also increase the number of children treated without a clear clinical problem.

Fig. 1. Artistic vision of the EIT-UST hybrid monitoring system

Fig. 2. Measurement system based on MAX2082

Methods
The aim of the presented project is to develop and im-plement into clinical practice a system for non-invasive monitoring and diagnosis of functional urinary tract disor-ders in children using electrical impedance tomography (EIT) and ultrasound (UST).
Electrical impedance tomography aims to image the elec-trical conductivity of an object using electrical impedance measurement data at its periphery. Ultrasound Tomography is an imaging method that can generate images of an object's mechanical properties in terms of acoustic impedance chang-es. Both UST and EIT have great potential in a variety of medical applications.
The system that is under development consists of two parts, the electronics containing the EIT and UST tomograph and the wearable measuring part which consist of 16 textile electrodes and 16 ultrasound receivers. The artistic vision of the solution is shown in figure 1.

In this abstract we present a solution where both the UST and EIT are used to generate high resolution tomography images of the lower urinary tract. The use of EIT and UT fusion seems to be an ideal solution for the diagnosis of urinary tract dysfunction and for the evaluation of treatment progress. Its advantages are: low invasiveness, long-term assessment of urinary tract function, relatively low price of the equipment and the examination itself.

Hardware

The main control system is a microcontroller, which communicates via a USB 2.0 serial bus with an external control system, which can be for example a minicomputer. The USB bus in the presented model of the measuring system operates in HS (HIGH SPEED) mode and reaches speeds of up to 480 Mbps. USB – (Universal Serial Bus) as the name suggests is a universal bus, which is of great importance because it allows to connect the measuring module with almost any computer or mobile device. Additionally, the USB communication in the virtual serial port mode does not require the installation of drivers.

We build a UST measurement system based on a multi-board structure using a dedicated MAX2082 high-speed measurement chip, which was used to build the prototype device. MAX2082 – it is an ultrasonic 8 channel BGA with integrated pulsers, T/R switches, LNA, VGA amplifiers, AAF filters, ADC (12-bit 50MSPS), digital filters.

The connection card with transmitters (Fig. 2 left) has 8 measurement channels. The control device (Fig. 2 right) can handle 4 cards, which translates into 32 measurement paths.

Internal communication between the microcontroller and the FPGA in the UST module is via a parallel bus using the FMC (Flexible Memory Controller). The FPGA chip emu-lates the operation of RAM memory, so that for the micro-controller, the communication with memory is done entirely in hardware. The use of the FMC controller allows for the development of much larger data transmissions compared to purely software methods. Communication through the FMC has a parallel address bus, a parallel data bus, and several signals that control the directionality of transmission.

Summary

The system supporting diagnostics will be based on advanced, modern algorithms of computational intelligence. Based on collected test results, the system will support the diagnostic process of urological diseases and the process of planning individual therapy and rehabilitation dedicated to a particular patient. The developed system will be a tool supporting a doctor's work. The system will work on the basis of measurement data coming from the device devel-oped within the project and other diagnostic methods.

References

[1] Wójcik D., Rymarczyk T., Kozłowski E., Gołabek M., Guzik.: Ultrasound Tomography for Monitoring the Lower Urinary Tract. In Proceedings of the 19th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys '21). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 388–390, 2021 [https://doi.org/10.1145/3485730.3492887]

[2] Mazurek M., Kania K., Rymarczyk t., Wójcik D., Cieplak T., Gołąbek P,, "Implementation of Block-Wise-Transform-Reduction Method for Image Reconstruction in Ultrasound Transmission Tomography," IEEE INFOCOM 2021 - IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS), 2021, 1-2,
[10.1109/INFOCOMWKSHPS51825.2021.9484433]

[3] Majerek, D., Rymarczyk, T., Wójcik, D., Kozłowski, E., Rzemieniak, M., Gudowski, J., Gauda, K.: Machine Learning and Deterministic Approach to the Reflective Ultrasound Tomography. Energies, 2021, 14, 7549. [https://doi.org/10.3390/en14227549]

IMPEDANCE BASE TOMOGRAPHY FOR LONG TERM LUNG MONITORING

Dariusz WOJCIK[1], Tomasz RYMARCZYK[1,2], Michał OLESZEK[1]

[1] Netrix S.A. Research and Development Center, Lublin

[2] University of Economics and Innovation, Lublin

Abstract
The study presents a modern device for monitoring lungs and heart with the use of impedance tomography and body surface potential mapping technique. The paper presents developed hardware and software that can collect and analyse biodata from patients' body and give invaluable advice to the doctor. The developed a system passed all necessary certifications and is in the middle of clinical trials. LETS is able to speed up critical decisions that are made by medical staff and is able to analyse BSPM and EIT data that are directly connect to the status of the heart and lungs.

Introduction
Nowadays, doctors give a diagnosis based on their knowledge and experience which sometimes can lead to misdiagnosis. Even the most experienced doctors are not prone to diagnostic errors. The diagnosis of heart disease is based on a series of tests. The most popular tests include blood pressure, heart rate, and breathing rate. To minimize the chance of misdiagnosis the need for the computerized system has emerged. We developed a medical system that is designed to assist in the diagnosis. With the use of the available public data along with the own patient records and other information, it is possible to decide on which treatment would be best suited for the patient. This is a very important step for the health care system as it allows experts to make more informed decisions about their patients and help patients to improve their quality of life.

Fig. 1. Wiring of the measuring vest containing 102 electrodes

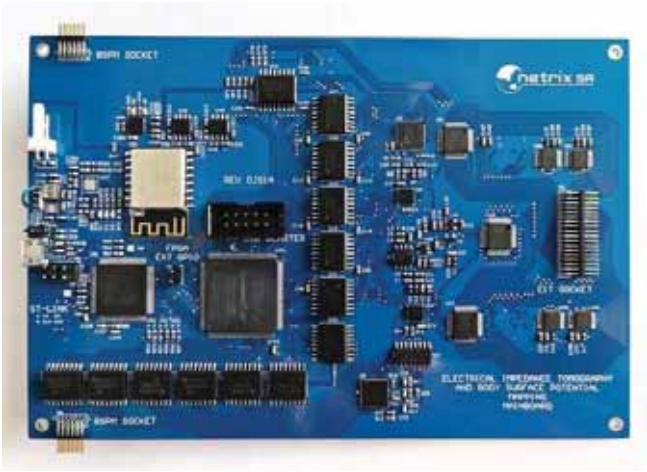


Fig. 2. The main electronic board for the system

LETS System
We present work that is focused on the development of software and hardware for monitoring the lungs and heart disorder detection (LETS – Lung Electrical Tomography System). Our system is divided into two big parts. The mobile measuring device and the intelligent cloud framework. The main module is an integral section of the mobile measuring device. Its functionality includes acquisition and preliminary processing of measurement data, calibration of active electrodes, sending the data to the web-server system and power the entire system. The interior of data acquisition device (DAD) consists of a smart clothing that monitor the vital sings shown in Fig. 1. The DAD is in form of a wearable vest that is lightweight and do not constraint patent movement as show in Fig. 3.

It performs ECG measurements through the body surface potential mapping (BSPM) and electrical impendence tomography (EIT) and thus monitors the lungs. This wearable system is designed in such a way that it is not constraining the movement of the patient while at the same time take reliable data. The garment is equipped with 102 electrodes. The 32 of them are arranged in two rows (16 electrodes in each row) and are distributed uniformly in a plane around the chest perimeter. These electrodes are used for the EIT measurements. The rest of electrodes are being used for BSPM.

Data processing

The signals are processed in the Analog Front-End ana-log module. Generally, its task is to amplify a weak signal to the level required by the analog-to-digital converter (ADC) to provide the desired quality of the digital data. Addition-ally, the module should provide pre-filtering of the signal. Next, the digital signal is processed by the FPGA which is a signal processing unit. The board is shown in figure 2.

Fig. 3. The measuring vest on the test subject

Summary

We report on development of the distributed health monitoring architecture, that fulfils the requirements of modern healthcare. It involves current achievements of material science, electronics, and computer technology in order to provide reliable and highly personalized health service. The data gathered by the system is analyzed with machine learning algorithm and the interpretation of results will be very informative for the medical staff.

References

[1] Wójcik D., Rymarczyk T., Oleszek M., Maciura Ł., Bednarczuk P.: Diagnosing Cardiovascular Diseases with Machine Learning on Body Surface Potential Mapping Data. In Proceedings of the 19th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys '21). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2021, 379–381. [https://doi.org/10.1145/3485730.3492883]

[2] Kłosowski G. Rymarczyk T., Wójcik D., Cieplak T., Adamkiewicz P.: Efect of features extraction on improving LSTM network quality in ECG signal classification, Przegląd Elektrotechncizny, 2021

[3] Wójcik D., Kozłowski E., Woś M., Rymarczyk T., Wośko E..: Machine learning pathology detection with a body surface potential mapping. In 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. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2020, 151–155. [https://doi.org/10.1145/3410530.3414404]

[4] Kłosowski G. Rymarczyk T., Wójcik D., Cieplak T., Adamkiewicz P.: Efect of features extraction on improving LSTM network quality in ECG signal classification, Przegląd Elektrotechncizny, 2021

SMALL FOOTPRINT WEARABLE IMPEDANCE TOMOGRAPHY FOR LOWER URINARY TRACT

Dariusz WOJCIK[1], Tomasz RYMARCZYK[1,2], Michał OLESZEK[1]

[1] Netrix S.A. Research and Development Center, Lublin

[2] University of Economics and Innovation, Lublin

Abstract
The paper presents innovative small impedance tomograph that was developed in order to monitor lower urinary tract. The device is based on the FPGA chip and low noise ADC that allows for fast and accurate measurements. This on the other hand allowed for precise bladder reconstruction which is crucial for bladder volume estimation. The developed device is a part of a system that will inform the user in case of urinary incontinence.

Introduction
The aim of the study is to develop a new device for non-invasive monitoring and diagnosis of functional disorders of the lower urinary tract. The device will enable measurement of muscle tension (EMG) with the possibility of electrostimulation and biofeedback therapy. At the same time, the device will be enriched with a modern, unique in the world, system for diagnosing functional disorders of the urinary system, based on Electrical Impedance Tomography (EIT) and algorithms of computational intelligence.

Fig. 1. Artistic vision of the complete system

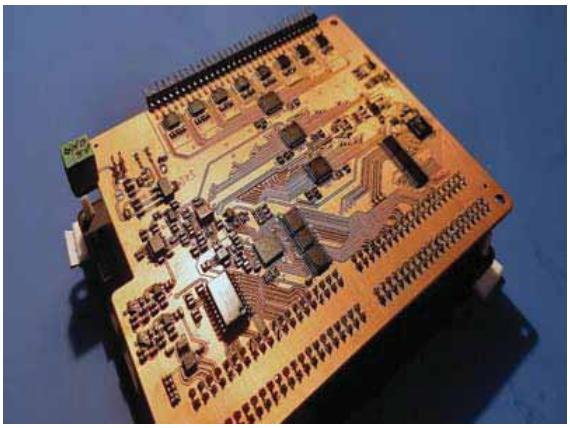


Fig. 2. The main electronic board for the system

Hardware
Due to its compact size, the device will be used not only in specialized health care centers, but also at home. Conditions associated with functional disorders of the lower urinary tract are increasingly common and reduce the quality of life of those affected. It is estimated that up to 50% of the population will have various forms of incontinence at some stage in their lives. In some cases, spontaneous regression occurs, but in about 70% of this group permanent incontinence of varying degrees of severity occurs.
We present a solution that was developed for monitoring the lower urinary tract. The system consists of a wearable component equipped with the 16 electrodes along with the small electronic part where the electric impedance tomograph is contained as shown in figure 1. The solution is based on the authors implementation of the impedance tomograph with 16 electrodes. The prototype board for this solution is shown in figure 2. The paper describes the challenges of the design and measurement of the impedance tomography in the monitoring the lower urinary tract.

Software

Due to the nature of the problem, we developed three methods for solving the inverse problems in the electrical tomography:

1. Deterministic method involving solving the deferential equation with the use of methods for inverting non-square matrices.
2. Machine learning methods involving use of models such as LARS and ELASTICNET.
3. Deep convolutional neural networks trained on the real and simulated data to solve inverse problem.

The example solution with the use of deterministic methods is shown in the fig 3. In the presented case, the reconstruction of bladder was made with the use of the data collected from the electrical impedance tomography (EIT). The electrodes in this case were located on the patient belly.

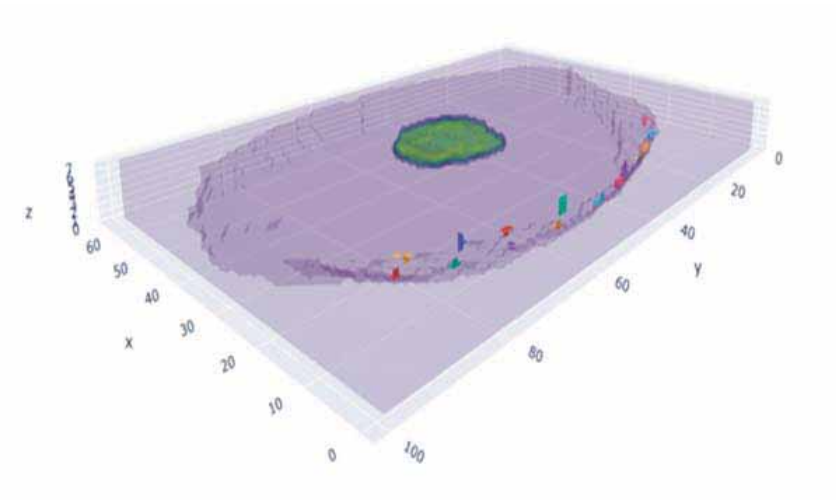


Fig. 3. Reconstruction of bladder

Summary

Thanks to the implementation of this project, it will be possible to significantly improve the rehabilitation processes. During the visit at the physiotherapist's office, the patient will receive a specially prepared program of exercises, which will then be performed at home on their own.

During the follow-up visit the therapist will check in a diary whether the exercises are performed correctly and will correct the exercise regimen. The software will also make it possible to conduct such therapy online. The solution will allow for detailed verification of the exercises performed and progress in therapy. At the same time, thanks to the use of the technique of Electrical Impedance Tomography, diagnostics unavailable in the currently used commercial solutions will be possible.

References

[1] Fan Y., Ying L.: Solving electrical impedance tomography with deep learning, Journal of Computational Physics, Volume 404,2020

[2] E. Kozłowski, T. Rymarczyk, G. Kłosowski, T. Cieplak, Logistic regression in image reconstruction in electrical impedance tomography, Przegląd Elektrotechncizny, 2020

[3] Kłosowski, G., & Rymarczyk, T. (2017). Using neural networks and deep learning algorithms in electrical impedance tomography. Informatyka, Automatyka, Pomiary W Gospodarce I Ochronie Środowiska, 7(3), 99-102 https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.5226

A SYSTEM OF PUMPING PLANT CONTROLLABILITY IMPROVEMENT IN THE EVENT OF AN EMERGENCY POWER OUTAGE

Mykhaylo ZAGIRNYAK, Tetyana KORENKOVA, Viktoriya KOVALCHUK, O. SERDIUK

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine

Introduction

A sudden shutdown of a pump electric drive (ED) from the power grid without preliminary closing the head stopcock or rotary valve in the pipeline is one of the most negative consequences of emergency modes during the operation of pumping plants (PP). This results in long downtime of pumping equipment, reduced efficiency and imbalance of pumping units (PU); the occurrence of increased or decreased pressure waves in the pumping mains; the destruction of shut-off and control and safety valves, pipeline networks, increased vibration of hydrodynamic equipment [1, 2].

The analysis [3] revealed that, in most cases, hydroprotection of water PP and drainage installations by dumping part of the transported liquid is the most common way to artificially reduce the surge magnitude. This function is performed by safety valves, bursting discs, overflow columns. Such hydraulic protection means are characterized by operation upon the fact of an accident, and their alternate opening/closing contributes to maintaining shock pressure in the system. Taking into account the above said, it is relevant to search for effective ways to improve PP controllability in the event of a sudden interruption in the power supply.

Research method and results

Fig. 1 contains a block diagram of the system for improving PP controllability during an emergency power outage. The principle of the system operation consists in switching the power supply of the pump electric motors and shut-off and control valves to capacitive storage devices installed in the power circuits of the corresponding EDs. At the same time, there is a simultaneous smooth decrease in the rotational speed of the motor of the turbomechanism and shutting of the stopcock at the PU outlet without unacceptable pulsations of pressure and discharge in the hydraulic system. The proposed system includes: centrifugal pump 1 with induction electric drive 2; switches 3, 4; frequency converters 4, 5 with intermediate DC links, consisting of rectifiers 6, 7 with constant voltage capacitive filters $C1_p$, $C1_v$ and autonomous voltage inverters 9 and 10; valve 11 with induction electric motor 12; pressure sensors 13 and discharge sensors 14 at the pump outlet; two blocks 15, 16 setting the maximum allowable pressure H_{maxall} and the minimum allowable feed rate Q_{minall}, respectively; control device 18 with two computing units 20, 21 for determining the derivatives and the direction of change of the head and discharge signals, as well as the time to reach the maximum allowable pressure Δt_1 and the minimum allowable discharge rate Δt_2 at the pump outlet, respectively; a step-down transformer 24. Voltage sensor 17 records the moment of PP power outage. Control device 18 with built-in backup power supply 19 generates control signals U_1, U_2 to actuate keys 22, 23 in the power circuits of the corresponding frequency converters and transfer the power supply of the pump electric drives and the outlet valve to capacitive storage $C2_p$, $C2_v$. The size of the storage is selected based on maintaining the minimum allowable pump rotation frequency excluding the liquid counterflow mode. The stopcock shutting time must not be less than the shock phase in order to prevent the occurrence of a surge in the system. Control device 18 generates control signal U_3 to an autonomous voltage inverter 9 for a smooth decrease in the rotation frequency of the pump motor and control signal U_4 to an autonomous voltage inverter 10 for smooth closing of the throttle valve without unacceptable pressure and discharge pulsations.

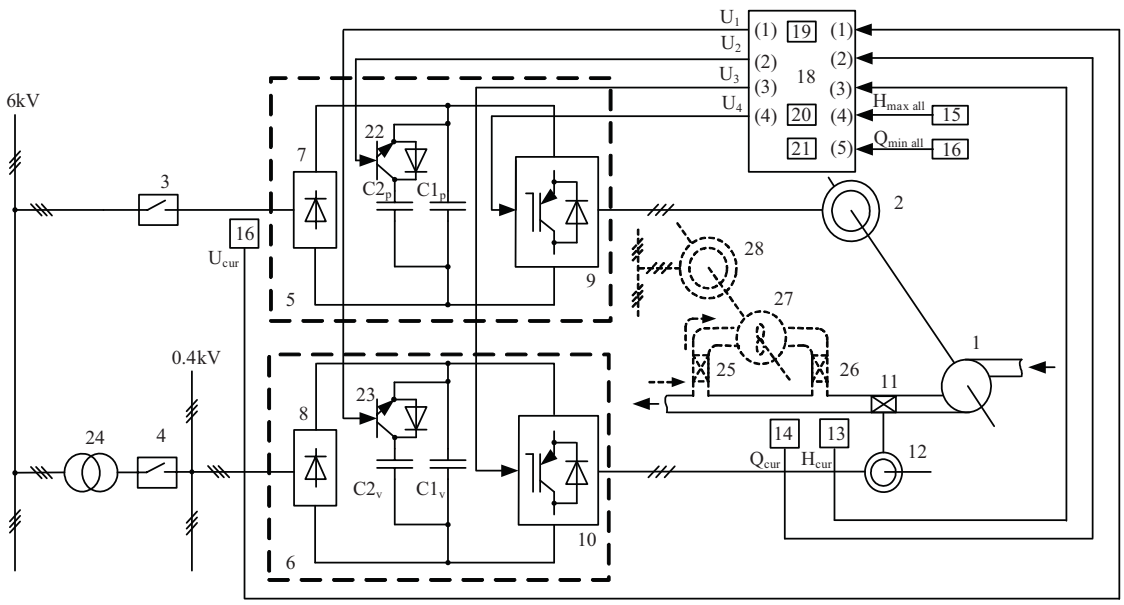


Fig. 1. The block diagram of the system for improving PP controllability in the event of an emergency power outage

Taking this into account, the energy required for PU soft stop:

$$W_p = P_0 T_f \tag{1}$$

where P_0 – power consumed by PU, equal to the idling power of the turbomechanism (with a flow rate at the pump outlet $Q_p = 0$); T_f – surge phase.

The value of the capacitive storage in the power circuit of the pump ED:

$$C2_p = 2W_p \big/ U_d^{\,2} \tag{2}$$

where U_d – voltage supplied to the voltage inverter.

Similarly calculated the value of the capacitive storage in the power circuit of the control valve frequency converter.

The possibility of using an active hydraulic flow regulator in the system is noteworthy, as it allows reducing the excess pressure at the pump outlet caused by an emergency power outage. For this purpose, hydraulic turbine 27 with induction machine 28 on the shaft is installed in the PP bypass pipeline (dotted line Fig. 1). The main task of the hydroturbine unit is to dampen the energy of the reverse wave of the fluid flow with subsequent recovery to the power grid. The resulting electricity can be used to power the PP auxiliary electrical equipment or for additional charge of capacitive storage.

Conclusions. It has been shown that the developed system of hydrodynamic protection of a pumping plant in case of an emergency power outage makes it possible to prevent the occurrence of a surge in the pipeline, liquid backflow, and increased pressure pulsations by simultaneous control of the pump motor rotation frequency and the position of the throttle valve. This will improve the controllability of the electro-hydraulic equipment of pumping plants and extend its service life.

References

[1] J. Ellis, Pressure transients in water engineering: A guide to analysis and interpretation of behavior, London, United Kingdom, Thomas Telford Publishing Ltd 2008, 540 p.

[2] S. Pejović, A. P. Boldy, D. Obradović, Guidelines to hydraulic transient analysis, Belgrade, Technical Press, 1987, 146 p.

[3] J. K Roy, P. K. Roy, P. Basak Water hammer protection in water supply system: A new approach with practical implementation. Proceedings of ICCIA Kolkata, 2011. PP. 1–6.

ALGORITHM FOR CALCULATING THE ELECTRIC COMPONENT OF WIRE ANTENNA ELECTROMAGNETIC FIELD

Mykhaylo ZAGIRNYAK, Viktor LYASHENKO, Elena KOBILSKAYA

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University,
Kremenchuk

Introduction

In modern radio systems there are tendencies for improvement, which causes interest in modeling the electromagnetic field of antennas and studying their characteristics. In this paper we consider a vertical wire antenna in the form of an asymmetric vibrator. It should be noted that in most papers the wire antenna is analyzed on the basis of the Gallen integral equation or the Pocklington integral equation, for which the method of moments is usually used [1]. In [2], using the Fourier method, the authors managed to obtain an analytical solution for determining the azimuthal component of the magnetic field strength of a wire antenna in the form of an infinite series. This paper is a continuation of [2]. The characteristics of the electromagnetic field of the wire antenna, in particular the electric field strength, current, were obtained in this paper using the solution of the problem for the magnetic field strength, which was obtained in [2].

Purpose of the paper

The purpose of the paper consists in modeling the electromagnetic field of a wire antenna, obtaining an analytical representation for the electric field strength and calculating the current of a wire antenna.

Materials and research results

A wire antenna represented by an asymmetric vibrator located above the ground at a distance $d$is considered. L_A is the length of the antenna housing (Fig. 1). Given the axial symmetry of the antenna, the following assumptions are valid: surface electric currents together with magnetic equivalent currents are represented as an infinite function to be calculated; the earth surface is taken as a surface with reflective properties, which determines the symmetry of the scalar field of electric and magnetic field strengths relative to this surface. The magnetic field of a wire antenna (Fig. 1) is a transverse magnetic field, or, in other words, the magnetic field has only one curvilinear component in the φ-direction [2], and the electric field has two orthogonal rectilinear components of the cylindrical coordinate system (Fig. 1.).

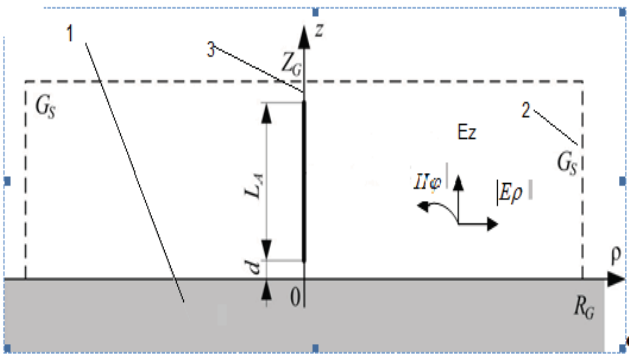


Fig. 1. Scheme of an asymmetric vibrator in the form of a wire antenna.
1–surface of the earth, 2–external border, 3–axis of symmetry

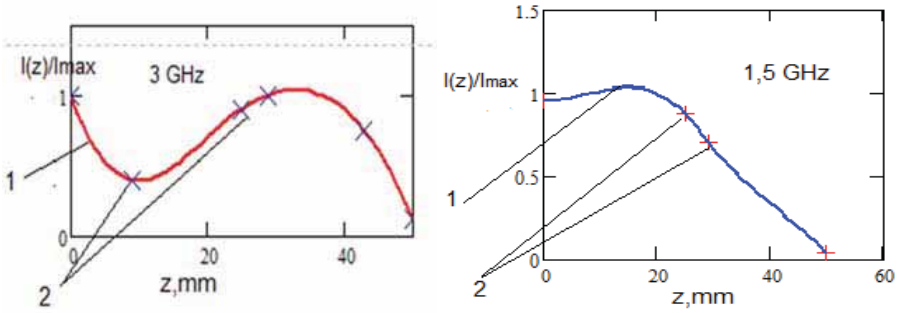
Taking into account the analytical representation for the magnetic field strength [2], the components of the electric field strength vectors, namely the normal component E_ρ of the electric field strength vector and the tangential component E_z of the electric field strength vector, are found:

$$E_z = \frac{1}{j\omega\varepsilon}\frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial\rho}\left[\rho H_\varphi\right],$$
$$E_\rho = -\frac{1}{j\omega\varepsilon}\frac{\partial H_\varphi}{\partial z}. \tag{1}$$

The magnetic field strength on the surface of the vibrator determines the current in the antenna [3], and the normal component of the electric field strength vector on the boundary surface determines the linear charge density along the antenna

$$I(z) = 2a\pi H_\varphi(a,z),$$
$$Q(z) = 2\pi a\varepsilon E_\rho(a,z). \tag{2}$$

Fig. 2 shows a comparison of the calculated value of the normalized current with the current obtained experimentally [4].



a *b*

Fig. 2. Normal current distribution along the antenna
at a frequency value of (a) 3 Hz and (b) 1.5 Hz, respectively

1–calculated value of normalized current, 2–value of normalized current obtained experimentally. Calculations were made for the following parameter values and geometric dimensions $L_A = 0{,}05m$, $d = 0{,}005m$, $a = 0{,}0015\text{m}$, $R_G = 3L_A$, $Z_G = 3L_A$, ω=1000Hz. The control values of the current obtained experimentally (points 2 in Fig. 2) are close to the values obtained by calculation (curve 1, Fig. 2).

Conclusion

Analytical representations for the normal and tangential components of the electric field intensity have been obtained, which allows calculating the current along the antenna, as well as the linear charge density.

References

[1] Parhizgar N. Calculating surface current distribution in antenna array in the presence of mutual coupling by analytical solving of Pocklington's integral equation. Archives of Electrical Engineering, vol. 67. pp. 65–79, 2018
[2] Zagirnyak M., Branspiz Y., Kuczmann M. Calculation of magnetic component of wire antenna electromagnetic field. Przeglad Elektrotechniczny, vol. 89, no. 2b. pp. 21–24, 2013.
[3] Shusheng Wei, Wusong Wen Antenna Current Calculation Based on Equivalent Transmission Line Model. Micromachines, vol. 13, pp. 714-724, 2022.
[4] Kuczmann M. Feeding models of wire antennas. Przeglad Elektrotechniczny (Electrical Review), vol. 3, pp. 107 – 110, 2011.

EFFICIENT DYNAMIC LOADING SYSTEMS OF HIGHLY USED INDUCTION MOTORS

Mykhaylo ZAGIRNYAK, Viacheslav PRUS, Alyona NIKITINA

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine

Introduction

A feature of electric machines (EM) with a high mean time between failures (MTBF) and/or intensive operating conditions is the resulting change in most operational parameters and characteristics. This specifies the relevance of redetermination or clarification of nameplate data, electromagnetic parameters, energy factors and losses component, as well as basic operating characteristics [1]. As a rule, this is possible based on the results of post-repair acceptance tests. Their typical regulation requires conducting a number of measurements of the desired parameters directly and the implementation of idle and short-circuit experiments, as well as tests under load [2].

Such a regulation allows obtaining the necessary information for further determination of the searched parameters and characteristics using existing calculation methods. The main problem of its application is the low efficiency and high complexity of implementing static load modes due to the need for mechanical aggregation of EM shafts with different values of the axis rotation height, high power consumption in the load mode, and also due to the use of a large number of loading EMs on different power ranges [3].

This determines the prospects for the use of so-called dynamic load systems, in which the static moment is formed as an averaged value of changes in electromechanical parameters in transient modes. At the same time, the transient modes themselves are formed according to certain laws of changing the task voltage. The widespread use of such systems was until recently limited by the need to build complex multifunctional modules that were integrated into the structure of controlled converters implementing the necessary dynamic EM modes. Today, the industry uses a wide range of multifunctional semiconductor converters with extended functionality, which can independently provide such functions.

Considering that most of them are controlled frequency converters, and induction motors (IM) of various types and applications are the most often used in production, this determined the urgency of developing high-efficiency dynamic load systems of IM.

Materials and research results

Implementation of dynamic motor load systems during post-repair tests allows obtaining a whole class of loads, including diagnostic ones, not used in static systems. At the same time, the application of the dynamic load method, according to [4], permits implementing a mode with a sign-changing moment on the motor shaft in the complete absence of any loading device on the shaft. Using different control influences on the supply stator voltage, it is possible to obtain a frequency change of phase currents different from the mains one. Moreover, quite simply by varying the control laws, it is possible to achieve different load levels of the tested machine that correspond to or differ from the nominal one, that is, to bring the test conditions as close as possible to the real operating conditions of IM in production.

The conducted analysis showed that a change in the properties of the main structural units and elements is the main reason for the decrease in the performance of IM with a high MTBF and intensive operation. This determines the redistribution of losses component and thermal load characteristics in the conditions of the existing mechanical load.

Thus, the determination of the real load capacity of IM due to the comparison of real thermal processes in the electric machine during operation with the load mode data is another important issue. This is further complicated by the fact that in the course of pre-repair and repair operations, not only the heat release due to general heat

losses changes, but also the heat transfer due to the peculiarities of the applied repair technology and the introduction of structural changes in the existing cooling system.

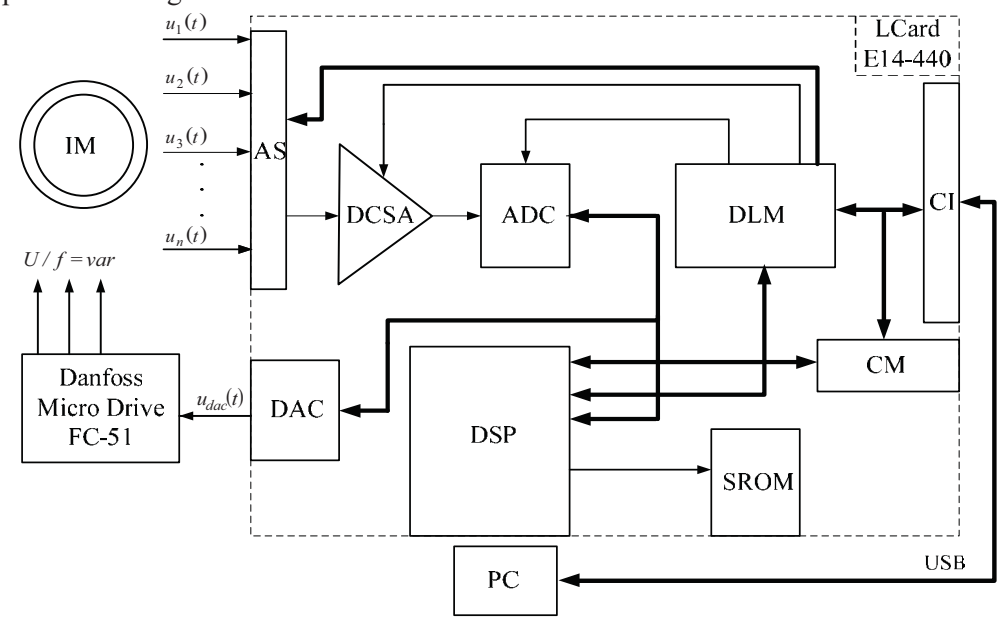
In IM systems, an effective dynamic load mode can be obtained by periodically changing the idle speed [5], i.e. subsynchronous speed, which can be obtained when the motor is powered from a source with a variable frequency.

Such IM load is implemented by various methods of modulating the supply voltage and its frequency. At the same time, the existing dependence of the stator current on the frequency and the method of its modulation allow achieving the required parameters of the current load.

The conducted theoretical substantiation and the obtained results of mathematical modeling of dynamic load systems of induction motors with frequency modulation of the supply voltage led to the idea of creating automated test complexes of a generalized structure for researching the main characteristics of induction electric machines, which ensure obtaining the entire amount of information about the tested machine while minimizing technical, economic and time expenses.

The development of practical devices and complexes for IM loading, determining the parameters of the loading mode and the necessary settings of the protection system, implemented in the conditions of electrical repair units, was based on the conducted research:
– energy modes of IM when modulating the supply voltage as a method of creating a dynamic load;
– thermal modes of IM under dynamic load with the division of losses in the stator and rotor circuits.

In the process of research, refined calculation ratios were tested and methods of determining particular losses components for IM with magnetic system defects were investigated [6]. The adequacy of the proposed method and the possibilities of its use in practice were checked by the structure of the information and testing complex, presented in fig. 1.



IM – induction motor:
AS – analog switch of measuring channels;
DCSA – digital control scaling amplifier;
ADC – analog-digital converter;
DSP – digital signal processor;
DAC – digital-analog converter;
DLM – digital logic module;
CM – communication microcontroller;
CI – communication interface;
PC – computer;
SROM – serial non-volatile memory device

Fig. 1. Structure of the dynamic load information and testing complex based on the Danfoss Micro Drive FC-51 inverter and the E14-440 LCard IOM

Its ground is a computerized system based on the E14-440 analog-digital input-output module (IOM) manufactured by LCard. The controlled $u_1(t)...u_n(t)$ parameters in the loading process are the magnitudes of the stator voltages and currents and the rotation frequency of IM rotor. The use of DAC channel of this module to form the task $u_{dac\,1}(t)$ signal at the input of the frequency converter allows implementing the necessary modulation modes that cause a certain dynamic load of IM. Convenience and efficiency of solving such a task

is provided on the basis of a frequency converter of the Danfoss Micro Drive FC-51 type, the capabilities of the built-in programmable logic controller of which are sufficient to form the necessary test modes.

As a result, the system of indicators characterizing the dynamic load system as an electrical energy-saving complex was clarified, the method of analyzing the energy processes in the motor with frequency modulation and different degrees of stator electrical steel saturation was substantiated, and the requirements and principles of building measuring and diagnostic complexes were developed for the study of load modes, evaluation thermal modes and IM parameters diagnostics.

At the same time, it has been proven that the real load capacity information allows solving the following tasks of ensuring energy-efficient IM operation:

- formation of loading of technological equipment in accordance with the real loading capacity of IM, which increases the reliability of its operation and reduces non-production costs for repairs;
- determination of the specified parameters of the protection systems, which additionally contributes to increasing the reliability of the equipment functioning;
- development of measures of an operational nature to create conditions for compliance with technological modes and operational characteristics of electrical equipment.

Conclusions

1. Effective ways of modulating the supply voltage during the implementation of a dynamic load on the basis of a frequency converter in the framework of the improved program of acceptance IM tests have been established and investigated, and the possibility of forming the required value of the load current with their application has been proven.
2. The structure and principles of joint use of a frequency converter with a programmable logic controller and IOM for the implementation of a dynamic load of a three-phase IM have been developed. During the conducted experiments, using the developed method, the numerical values of particular components, total losses and energy factors were determined, which prove the adequacy of the theoretical assumptions and calculations.
3. The results of model calculations and physical experiments can be used in the implementation of feedback loops for energy parameters in controlled electric drive systems and in the methods of refined calculations of IM parameters when powered by a frequency converter, including in dynamic load modes.

References

[1] Prus V. An Integrated Approach to the Analysis of the Aging of Electric Machines. *Proceedings of the 25th IEEE International Conference on Problems of Automated Electric Drive. Theory and Practice, PAEP 2020*, September. Kremenchuk, Ukraine, 2020, pp. 271–274.
[2] 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.
[3] Kotelenets N.F., Kuznetsov N.L. Testing and reliability of electric machines. – M.: *Vysshaia shkola*, 1988, 232 p. (in Russian).
[4] Rodkin D.J. Systems of dynamic loading and diagnostics of electric motors during post-repair tests. – M.: *Nedra*, 1992. (in Russian).
[5] Rodkin D.J., Mastierovy V.Ya., Velychko T.V., Bogodist F.Ye. Installation for simulating the load of electric motors during their post-repair tests. Declaration patent of Ukraine for the invention 62492 A. G 01 R31/34. No. 69012 A; Application 25.11.2003; Publ. 16.08.2004, Bull. No. 8. – 25 p. (in Ukrainian).
[6] Prus V. The alteration of the energy parameters and losses components of electric machines in the process of their aging. *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)*. Kremenchuk, Ukraine, 2017. pp. 44–47.

WYKORZYSTANIE SYSTEMÓW TELEMATYCZNYCH DO OPTYMALIZACJI PRACY MASZYN ROLNICZYCH

Mirosław ZAGÓRDA[1], Paweł KIEŁBASA[1], Michał RAD[2]

[1]Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy, Kraków
[2] AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Wstęp

Rozwój satelitarnych systemów nawigacyjnych (GPS oraz GLONASS), w połączeniu z możliwością lokalizowania położenia odbiornika przez 24 h na dobę i 7 dni w tygodniu przyczynił się do rozwoju techniki i stosowania lokalizatorów w różnych dziedzinach życia [1]. Powstawanie kolejnych systemów nawigacyjnych (GALILEO, BEIDOU) w niedługim czasie przyczyni się do znacznej poprawy dostępności sygnału nawigacyjnego i poprawy dokładności wyznaczenia pozycji [1,2,3]. Oprócz podstawowych urządzeń, których zadaniem jest wyznaczenie pozycji i podanie jej użytkownikowi, pojawiły się urządzenia pozwalające na realizację bardziej złożonych funkcji [1]. Zastosowanie odbiorników pozwala na rejestrację przejazdu środków transportowych lub przemieszczania się towarów i wspomaga zarządzanie. Oprogramowanie w zależności od stopnia zaawansowania umożliwia przeprowadzanie różnorakich analiz informując użytkownika o ich wyniku, istnieje również możliwość wysyłania wiadomości sms. Dzięki integracji wielu technologii cała flota tworzy wspólnie funkcjonujący „organizm”, który potrafi komunikować się miedzy sobą sygnalizując przede wszystkim stany anormalne wymagające interwencji

Cel zakres i metodyka badań

Celem badań było była analiza pracy środków technicznych wykorzystywanych w rolnictwie przy pomocy rejestratora służącego do zbierania danych z systemu informatycznego ciągnika w czasie rzeczywistym. Zakres badań dotyczył czynności technologicznych oraz czynności transportowych realizowanych w wybranych procesach produkcyjnych. Badania przeprowadzono w gospodarstwie o powierzchni 400 ha, natomiast szczegółową analizą objęto dwa pola o sumarycznej powierzchni wynoszącej 35 ha usytuowanego w okolicy Krakowa (rys.1a). Interwał czasowy zbierania informacji był adekwatny do czasu pracy ciągnika i obejmował całą jego aktywność. Do zbierania danych z systemu informatycznego ciągnika wykorzystano dwa urządzenia GPS Tracer oraz MyCar (rys. 1b).

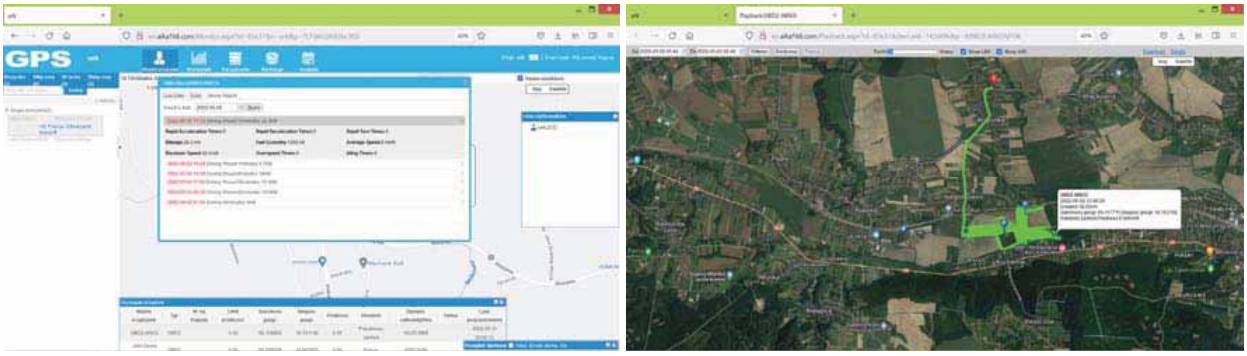
a b

Rys. 1. Poligon doświadczalny (a) oraz urządzenia transmitujące sygnał z systemu informatycznego ciągnika (b)

Wyniki badań i podsumowanie

Dane o parametrach pracy ciągnika są dostępne przez stronę internetową dając możliwość śledzenia wybranych parametrów w czasie rzeczywistym (rys. 2), co umożliwia interaktywną korekcję realizacji procesu przez operatora ciągnika. Istnieje również możliwość korekty pracy w sposób asynchroniczny, po szczegółowym przeanalizowaniu parametrów pracy ciągnika i wyciagnięciu wniosków, które można zaimplementować do systemu informatycznego ciągnika. Istnieje również możliwość korekty realizowanego

procesu technologicznego poprzez wytyczne dla operatora ciągnika. Zastosowanie sytemu pozwala zidentyfikować parametry pracy oraz nakład energetyczny w postaci zużycia paliwa i umiejscowić w/w wielkości w konkretnym miejscu pola. Jest to warunek konieczny do realizacji technologii rolnictwa precyzyjnego a optymalizacja pracy maszyn dotyczy przede wszystkim przestrzeni pola (Rys. 2).



Rys. 2. Interfejs operatora systemu (a) oraz ślad ruchu ciągnika w obrębie poligonu doświadczalnego i drogi transportowej (b)

Odnotowano zwiększenie wykorzystania ciągnika a tym samym wydajności pracy maszyn na analizowanym poligonie doświadczalnym w czasie rzeczywistym oraz kolejnych zabiegów, których realizacja uwzględniała strukturę przestrzenną informacji zebranych przy zabiegach poprzedzających. Dodatkowo odnotowano zmniejszenie jednostkowego zużycia paliwa a także w przypadku niektórych zabiegów analiza pozwoliła zracjonalizować kierunek jazdy agregatu.

Literatura

[1] Walczykova M, Kiełbasa P., Zagórda M. Pozyskanie i wykorzystanie informacji w rolnictwie precyzyjnym. Monografia. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej. ISBN 978-83-64377-03-7, 2016.
[2] Komorek A., Kowalik R., Bieńczak R., Wyznaczenie dokładności pozycji obiektów ruchomych w przestrzeni 3D, „Autobusy” 12, s. 1038-1042, ISSN 1509-5878, 2016.
[3] Mirosław Zagórda, Paweł Kiełbasa, Tadeusz Juliszewski, Tomasz Dróżdż, Maria Szczuka. Rejestracja pracy środków transportowych z wykorzystaniem systemu GPS. Autobusy-eksploatacja i testy Autobusy-eksploatacja i testy, nr 6, s. 1298-1301, 2017.
[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).

TOKENIZACJA I TOKENOMIA PROCESÓW ŁADOWANIA POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH

Anna ZIELIŃSKA, Mikołaj SKOWRON, Andrzej BIEŃ

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Elektromobilność, pojazd elektryczny, tokenizacji, Smart Grid, Blockchain – pojęcia te od dłuższego czasu pojawiają się w obszarze gospodarki i jak słowa klucze, nieustannie powtarzane, cieszą się niesłabnącym zainteresowaniem w ramach dyskursu naukowego, debat politycznych oraz w mediach. Takie zainteresowanie widać również w sektorze energii elektrycznej i sektorze związanym z jej zarządzaniem i obrotem. Elektromobilność można zdefiniować jako całokształt zagadnień związanych z użytkowaniem pojazdów z napędem elektrycznym (ang. electric vehicles, EV). O pojęciu handlu energią w procesie ładowania EV, można powiedzieć że odnosi się zarówno do aspektów elektrotechnicznych i eksploatacyjnych dotyczących EV, jak również do technologii i infrastruktury ładowania, Smart Grid, oraz do kwestii społeczno-gospodarczo-prawnych związanych z projektowaniem, produkcją, nabywaniem i używaniem pojazdów elektrycznych i ich ładowaniem. Tokenizacja i tokenomia związana z technologią Blockchain to zagadnienie które również coraz częściej można znaleźć w sektorach rozliczających dane procesy i wspierających sprzedaż i kupno towarów, w tym energii elektrycznej [1]. Połączenie tych dziedzin nauki i technologii, stanowi możliwość synergii pomiędzy elektrotechniką a branżą IT, dając nowe możliwości dla procesu elektryfikacji transportu. Powiązanie blockchain z pracami dotyczącymi dystrybucji, rozliczeń i przepływów energii elektrycznej są obecnie w trendach światowego rozwoju, ale również stanowią mocny punkt wzajemnego wsparcia.

Prezentowany artykuł skupia się na pokazaniu możliwości tokenizacji i tokenomii rozliczania handlu energią elektryczną podczas procesu ładowania pojazdu elektrycznego. Tokenizacja to forma cyfryzacji biznesu w obrębie technologii Blockchain, a tokemonia to tworzenie tokenów i nadawania im określonych wartości na podstawie aktywów, które reprezentują. Na potrzeby wspomnianej pracy zbudowany został model matematyczny, który wykorzystuje technologię Blockchain i możliwości tokenizacji procesu zarządza przepływami, bilansowaniem i rozliczaniem energii elektrycznej pobranej w procesie ładowania pojazdu elektrycznego. Opracowany model matematyczny, symulujący proces rozliczania energii elektrycznej w procesie ładowania, skupia się na możliwości tokenizacji procesu, tokenomii, oraz na zwiększeniu liczby stacji ładowania i rozwoju elektromobilności. Wraz z szeregiem założeń, wytycznych oraz zebranych wyników pomiarów, opracowany model procesu ładowania prezentuje wybrane scenariusze rozwiązań. Na podstawie tych scenariuszy, określa możliwość tokenizacji procesu ładowani EV, tokenomii tokenu, ekspansji rynku ładowarek, a tym samym pojazdów elektrycznych na polskich drogach.

Tokeny to jeden z elementów technologii Blockchain. W modelu służą jako element ustanawiający wartość. Można określić je jako jednostka wartości zapisana cyfrowo w bazie danych blockchain. W obrębie opracowanych zasad działających w konkretnej bazie danych blockchain, tokenom może zostać nadana wartość, dlatego też tokeny potocznie nazywane są wirtualną walutą [2]. Biorąc po uwagę cechy tokenów, ich specyfika pozwala na wykorzystanie ich w każdym z rodzajów kontraktów i rozliczeń – w tym do rozliczeń handlu energią elektryczną. Do zalet tokenów możemy zaliczyć ich policzalność, możliwość ich przenoszenia przez osoby lub urządzenia IoT (ang. Internet of Things), brak możliwości zdublowania tokenu poprzez zdublowanie w tym samym czasie transakcji, podzielność, tj. możliwość podzielenia tokenu do dowolnej liczby zer po przecinku [3]. Charakter i zasady tokenu ustala się każdorazowo, są one osobliwe w każdym z przypadków – w opisywanej pracy było podobnie, skupiono się na procedurach związanych z handlem i obrotem energią elektryczną. Model zakłada możliwość rozliczania procesu handlu energią elektryczna z wykorzystaniem tokenów jako środka płatniczego za wolumen pobranej energii elektrycznej.

W pracy wykorzystano również wskaźniki ekonomiczne, tak aby zobrazować opłacalność opisywanego procesu tokenizacji handlu energią na rozwój elektromobilności. Do odpowiedzi na pytanie o opłacalności posłużono się wielkościami opisującymi wartości przepływów finansowych. Skupiono się główne na takich wskaźnikach jak NPV(ang: Net Present Value; to jest wartość bieżąca netto, wartość zaktualizowana netto) oraz IRR (ang: Internal Rate of Return; wewnętrzna stopa zwrotu).

W artykule podjęto analizę rozwoju elektromobilności przy pomocy modelu i możliwości wykorzystania w nim tokenizacji. Do tego celu posłużono się symulacją matematyczną danych zawartych w modelu i procesem tokenomii. Elementem pracy było przeprowadzenie wspomnianych symulacji mogących odzwierciedlać scenariusze w jakich pobierana i rozliczana może być energia elektryczna w procesie ładownia pojazdu.
W pracy opisano kilka takich scenariuszy, wykorzystując różne warianty założeń co do tokenizacji procesu i rozliczania go poprzez generowanie i spalanie generowanych w procesie tokenomii tokenów. Wybrano najbardziej obrazowe przykłady oraz ten który dał najlepsze możliwe wyniki finansowe dla wszystkich stron transakcji. Uzyskane wyniki modelowania pozwoliły osiągnąć cel postawiony w pracy, oraz wysnuć wnioski na temat najbardziej korzystnych rozwiązań modelu. W pracy pokazano możliwie najlepsze spodziewane wyniki finansowe dla uczestników modelu, tym samym przedstawiono obraz pozytywnego wpływu wykorzystania technologii blockchain i tokenizacji na rozwój rynku pojazdów elektrycznych i elektromobilność.

W pracy przedstawiona została również predykcja rozwoju opracowanego modelu. Upatrując tym samym kierunków aplikacyjnych dla takich rozwiązań. Autorzy przedstawili również inne funkcjonalności i elastyczność modelu jako narzędzia do rozliczania procesów związanych z obrotem energią elektryczną. Pokazują również jak Blockchain jako zdecentralizowana platforma transakcyjna może wyprzeć lub przynajmniej dać alternatywę dla standardowych rozwiązań w dziedzinie rozliczania procesów, w tym procesu ładowania pojazdów elektrycznych. W pracy zaznaczone zostało również, że rozwijając podobne praktyki można mieć nadzieje na wsparcie tego typu nowatorskich zastosowań, oraz łączenie Internetu rzeczy z technologiami Blockchain.

[1] Zielińska, „Application possibilities of blockchain technology in the energy sector”, *E3S Web Conf.*, t. 154, s. 07003, 2020, doi: 10.1051/e3sconf/202015407003K.
[2] Piech, „Leksykon pojęć na temat technologii blockchain i kryptowalut”, 2016
[3] „Raport PIIT: Blockchain w Polsce. Możliwości i zastosowania”. https://www.piit.org.pl/wazne/raport-piit-blockchain-w-polsce.-mozliwosci-i-zastosowania (dostęp 7 październik 2021).

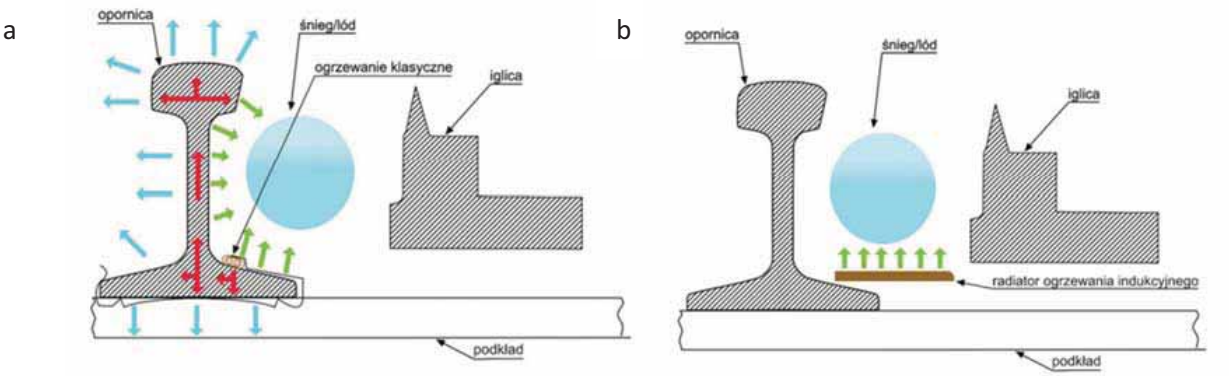
ROZPŁYW CIEPŁA W ROZJEŹDZIE KOLEJOWYM OGRZEWANYM GRZEJNIKIEM INDYKCYJNYM

Robert ŻELAZNY, Ewa ŁADA-TONDYRA,
Paweł JABŁOŃSKI, Waldemar MINKINA

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Wprowadzenie

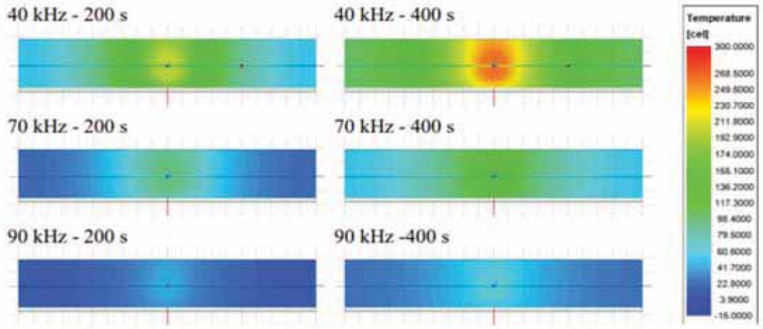
Rozjazdy kolejowe stanowią istotny element infrastruktury kolejowej. Ważne jest utrzymanie ich w stanie pozwalającym na pracę niezależnie od warunków atmosferycznych, co wiąże się z tym, że w okresach zimowych nie może w nich zalegać śnieg i lód. W tym celu w Polsce stosuje się elektryczne ogrzewanie rozjazdów (EOR) z grzejnikiem rezystancyjnym w postaci owalnego pręta przymocowanego do stopki szyny [1]. Metoda ta ma jednak tę wadę, że znaczna ilość ciepła jest rozprzestrzeniana poza obszar roboczy rozjazdu (rys.1a). Aby zapobiegać stratom ciepła, zaproponowano prototypowe urządzenie indukcyjnego ogrzewania rozjazdów (IOR), którego konstrukcja powoduje zmianę dystrybucji ciepła w procesie wytapiania śniegu lub lodu (rys.1b). Dodatkowo urządzenie pozwala na programowe sterowanie częstotliwości pracy, od której zależy intensywność ogrzewania. Dla wybranych częstotliwości pracy przeprowadzono badania symulacyjne i pomiary kamerą termowizyjną.



Rys. 1. Dystrybucja ciepła pomiędzy iglicą a opornicą rozjazdu EOR (a) oraz IOR (b) [2]

Numeryczna analiza pola temperatury urządzeń IOR

Numeryczną analizę pola temperatury wokół urządzenia indukcyjnego przeprowadzono w programie Ice Pak należącym do pakietu obliczeniowego Ansys Electronic Desktop 2021 R1.
Symulacje wykonano dla częstotliwości pracy 40 kHz, 70 kHz oraz 90 kHz dla temperatury otoczenia -10 °C.

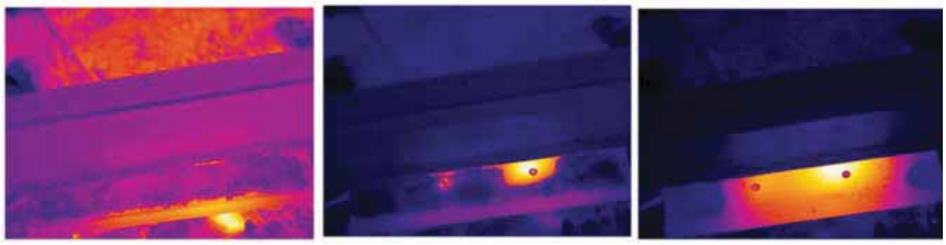


Rys. 2. Rozkład temperatury na powierzchni radiatora układu IOR dla wybranych czasów od chwili rozpoczęcia nagrzewania dla częstotliwości 40 kHz, 70 kHz i 90 kHz przy temperaturze początkowej -10 °C. [2]

Na rysunku 2 przedstawiono przykładowe rozkłady temperatury na powierzchni radiatora układu IOR dla badanych częstotliwości. Dla częstotliwości 40 kHz temperatura uśredniona ustalona wynosi około 170 °C, dla częstotliwości 70 kHz - około 100 °C, a dla częstotliwości 90 kHz - około 52 °C.

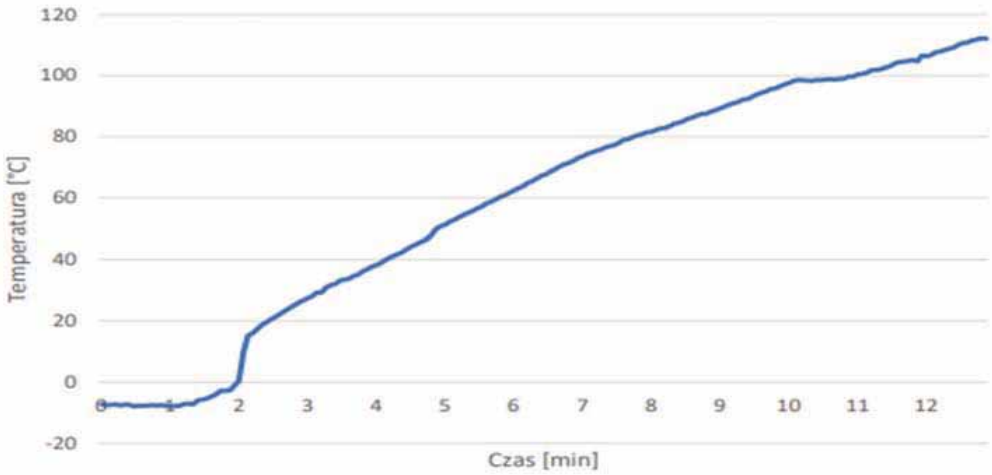
Pomiary kamerą termowizyjną urządzeń IOR

Zarejestrowano przebieg nagrzewania układów IOR za pomocą kamery termowizyjnej T1020 v. 2.3 firmy FLIR. Przykładowe termogramy zostały przedstawione na rysunku 3.



Rys. 3. Termogramy grzejnika IOR w chwili 0, po 4 i po 8 minutach dla częstotliwości układu 40 kHz [2]

Na rysunku 4 zostały przedstawione wyniki pomiarów temperatury układu IOR wykonywanych kamerą termowizyjną. W trakcie pracy temperatura układu IOR wzrosła do około 112 ºC.



Rys. 4. Temperatura grzejnika dla układu IOR [2]

Wnioski

Przeprowadzone pomiary i symulacje pokazują, że temperatura ustalona radiatora układu IOR może sięgać od kilkudziesięciu do nawet kilkuset stopni Celsjusza. Największa temperatura uzyskiwana jest przy niższych częstotliwościach z uwagi na większy pobór mocy (mniejsza impedancja cewki i obudowy grzejnika). Również dynamika zmian temperatury jest największa dla niższych częstotliwości – wydaje się zasadne, aby mniejsze częstotliwości stosować jedynie w fazie nagrzewania, jeśli wymagają tego warunki środowiskowe, a w dalszej fazie stosować wyższą częstotliwość.

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] Kiraga K., Szychta E., Andrulonis J.: Wybrane metody ogrzewania rozjazdów kolejowych – artykuł przeglądowy, Przegląd Elektrotechniczny, nr 2/2010
[2] Żelazny Robert, Poprawa efektywności energetycznej ogrzewania rozjazdów kolejowych z wykorzystaniem urządzeń indukcyjnych, Rozprawa doktorska, Politechnika Częstochowska, 2021

XXXI SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE PTZE

4–7 września 2022 r.

ISBN 978-83-88131-04-2