

XXXIII SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE PTZE

ZASTOSOWANIA ELEKTROMAGNETYZMU WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII I MEDYCYNIE

Szklarska-Poręba,
9–12 czerwca 2024 r.



MATERIAŁY KONFERENCYJNE



POLSKIE TOWARZYSTWO ZASTOSOWAŃ ELEKTROMAGNETYZMU

XXXIII SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE PTZE

Szklarska Poręba, 9–12 czerwca 2024 r.

ZASTOSOWANIA ELEKTROMAGNETYZMU WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII I MEDYCYNIE

Współorganizatorzy:

POLSKIE TOWARZYSTWO ZASTOSOWAŃ ELEKTROMAGNETYZMU

CENTRUM BADAWCZO-ROZWOJOWE NETRIX S.A.

POLITECHNIKA ŁÓDZKA – WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, ELEKTRONIKI, INFORMATYKI I AUTOMATYKI

POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA – WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY, POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

UNIwersytet Rolniczy, Kraków – WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI I ENERGETYKI

Warszawa, 2024

© Copyright by Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu

Warszawa 2024

ISBN 978-83-88131-06-6

Okładka: wykorzystana w projekcie okładki

Zdjęcie Andreus / iStocks, grafika i zdjęcie designed by Freepik



POLSKIE TOWARZYSTWO ZASTOSOWAŃ ELEKTROMAGNETYZMU

XXXIII SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE

ZASTOSOWANIA ELEKTROMAGNETYZMU WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII I MEDYCYNIE

Szklarska Poręba, 9–12 czerwca 2024 r.

KOMITET NAUKOWY

Przewodniczący:

Leszek Kasprzyk

Członkowie:

Paweł Bieńkowski

Liliana Byczkowska-Lipińska

Grzegorz Cieślar

Tomasz Drózd

Andrzej Jąderko

Paweł Kielbasa

Ewa Korzeniewska

Anna Koziarowska

Andrzej Krawczyk

Roman Kubacki

Marek Kuchta

Tomasz Rymarczyk

Mikołaj Skowron

Mykhaylo Zagirnyak

KOMITET ORGANIZACYJNY

Przewodnicząca:

Anna Zielińska

Członkowie:

Przemysław Adamkiewicz

Ewa Łada-Tondyra

Konrad Niderla

Alyona Nikitina

Roman Sikora

Mariusz Tomczyk

Dariusz Wójcik

SPIS TREŚCI

<i>Adres powitalny</i>	12
<i>Akinniyi Akinsunmade</i>	14
Soil physical properties evaluation from geophysical and remote sensing datasets	
<i>Akinniyi Akinsunmade, Paweł Pysz, Paweł Kiełbasa, Tomasz Drózdź, Anna Miernik, Maroš Korenko, Miroslav Žitňák</i>	18
Use of the GPR method for spatial identification of soil potential	
<i>Paulina Bałuszyńska, Marcin Tomasik</i>	21
Projekt opaski elektro-stymulującej do rehabilitacji kończyn zwierząt	
<i>Janusz Baran, Andrzej Jąderko</i>	23
Sterowanie kątem ustawienia łopat turbiny wiatrowej w zakresie dużych prędkości wiatru metodą LPV z programowanym wzmocnieniem	
<i>Karol Bednarz, Bartłomiej Garda</i>	25
Memristor-based adaptive leaky integrate-and-fire neuron model: a simulation study	
<i>Karol Bednarz, Bartłomiej Garda</i>	28
Testing the SDC memristors in three phase systems	
<i>Kamila Białek, Jacek Jakubowski, Anna Potulska-Chromik, Monika Nojszewska, Anna Kostyra-Pruszczyk</i>	31
Zastosowanie sekwencji zdań w rozpoznawaniu choroby Parkinsona na podstawie próbek pisma z wykorzystaniem konwolucyjnych sieci neuronowych	
<i>Kamila Białek, Jacek Jakubowski, Rafał Białek</i>	33
Zastosowanie konwolucyjnych sieci neuronowych w rozpoznawaniu osób starszych na podstawie próbek pisma	
<i>Paweł Bieńkowski</i>	35
Exposure systems for electromagnetic field biomedical experiments	
<i>Borys Borowik, Michał Tagowski, Marek Kęsy</i>	37
Proces elektrodynamicznego kształtowania aluminiowych wsadów rurowych w ujęciu błędów kształtu odkształconej powierzchni	
<i>Borys Borowik, Michał Tagowski, Michał Sobiepański</i>	39
Projekt robota typu DELTA o strukturze równoległej	

<i>Marcin Buczaj, Agnieszka Buczaj, Anna Rasmus</i>	41
Aspekt techniczny wykorzystania urządzeń typu eyetracker w diagnostyce medycznej i w procesach oceny stanu pacjenta	
<i>Marcin Buczaj, Andrzej Sumorek, Agnieszka Buczaj</i>	43
Wspomaganie procesów związanych z efektywnym zarządzaniem zapotrzebowaniem na energię elektryczną	
<i>Andriy Chaban, Marek Lis, Tomasz Perzyński, Andrzej Szafraniec, Vitaliy Levoniuk</i>	46
Model matematyczny nieliniowego obwodu elektromagnetycznego na podstawie zmodyfikowanej zasady Hamiltona-Ostrogradskiego	
<i>Andriy Chaban, Marek Lis, Tomasz Perzyński, Andrzej Szafraniec, Vitaliy Levoniuk</i>	48
Modelowanie matematyczne procesów niustalonych w sieci elektroenergetycznej wstanach niepełnofazowych	
<i>Maciej Chojowski, Robert Sosnowski, Marcin Baszyński, Mikołaj Skowron</i>	50
Porównanie i identyfikacja parametrów dławika zmierzonych analizatorem impedancji oraz w rzeczywistym układzie	
<i>Beata Chudy, Maciej Gliniak</i>	52
Zastosowanie pola elektromagnetycznego jako czynnika wspomagającego układ utleniający fentona	
<i>Grzegorz Cieślar, Jarosław Pasek, Sebastian Szajkowski</i>	54
Application of magnetostimulation and magnetoledtherapy in adjuvant treatment of venous leg ulcers	
<i>Paweł Czaja</i>	56
Badanie wpływu prądów obciążenia na skuteczność zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego	
<i>Arkadiusz Dobrzycki, Leszek Kasprzyk</i>	59
Odształcenia prądu i napięcia podczas ładowania pojazdów elektrycznych	
<i>Bartosz Dominikowski</i>	62
System kontroli poprawności działania obiektów wykorzystujący układy programowalne wspierane algorytmami inteligentnymi	
<i>Tomasz Drózdź</i>	64
Wpływ oddziaływania PEF na ilość fotonów w wybranych olejach spożywczych	
<i>Tomasz Drózdź, Paweł Pysz, Paweł Kiełbasa, Akinniyi Akinsunmade, Anna Miernik, Taras Shchur</i>	66
Monitorowanie wyładowań ESD przy zastosowaniu analizatora widma i zestawu anten	

<i>Joanna Dudala, Karolina Lechowicz, Tomasz Jakubowski, Aleksandra Jung</i>	69
Charakterystyka dozymetryczna pola promieniowania na stanowisku radiograficznym w aspekcie ekspozycji obiektów roślinnych	
<i>Andrzej Erd, Tomasz Ciszewski</i>	72
Analiza porównawcza wybranych homologacyjnych testów zasięgu pojazdów	
<i>Maciej Gliniak, Janusz Tabor, Krzysztof Górka</i>	74
Wpływ temperatury ogniwa fotowoltaicznego na sprawność wytwarzania energii elektrycznej	
<i>Andrey Grishkevich</i>	76
Wkład zbiorów krytycznych układu zasilania w wypadkowe wskaźniki niezawodności	
<i>Jacek Gumieła, Mateusz Kowal, Dariusz Szafrowski</i>	78
Analiza wpływu konfiguracji geometrycznej rozmieszczenia przewodów na wypadkowy rozkład składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego generowanego przez linię WN 400 kV	
<i>Damian Gzieł, Andrzej Jąderko, Tomasz Pawlikowski</i>	81
Weryfikacja eksperymentalna uproszczonego modelowania strat dławika pracującego w przekształtniku DC/DC z wykorzystaniem programu MATLAB-SIMULINK	
<i>Beata Jakubiec</i>	83
Implementacja komputerowych modeli algorytmów sterowania w sterownikach PLC	
<i>Andrzej Jąderko, Luiza Rakowska</i>	85
Model matematyczny strugi wiatru o różnych poziomach turbulencji działającej na turbinę wiatrową o pionowej osi obrotu (VAWT)	
<i>Robert Kaznowski, Dariusz Szafrowski</i>	87
Zastosowanie metod głębokiego uczenia w systemie ładowania samochodów elektrycznych z użyciem źródeł odnawialnych i magazynów energii	
<i>Paweł Kiełbasa</i>	89
Ocena stopnia biologizacji gleby na podstawie widma multispektralnego	
<i>Paweł Kiełbasa, Paweł Pysz, Akinniyi Akinsunmade, Anna Miernik, Tomasz Drózdź, Mirosław Zagórda, Pavol Findura</i>	91
Wykorzystanie georadaru w technologii rolnictwa precyzyjnego	
<i>Jarosław Knaga, Krzysztof Nęcka, Stanisław Lis, Piotr Łyszczarz, Miłosz Nicpoń</i>	93
Proces autokonsumpcji energii elektrycznej w systemach złożonych z instalacji PV i pompy ciepła	

<i>Michał Kobierski, Adrian Barasiński</i>	96
Zastosowanie kamer termowizyjnych do monitorowania stanu złącz w instalacjach fotowoltaicznych	
<i>Zinoviy Kohut, Markian Petriv</i>	98
Optymalizacja hybrydowego systemu fotowoltaicznego w nowoczesnym gospodarstwie domowym	
<i>Adam Komarnicki, Dariusz Szafrowski</i>	100
Rozkład składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego we wnętrzach wybranych pojazdów elektrycznych	
<i>Mirosław Kornatka</i>	102
Wpływ generacji źródeł wiatrowych i fotowoltaicznych na zapotrzebowanie energetyczne Polski	
<i>Anna Koziorowska, Natalia Gałka (Student), Ewelina Bator, Gabriela Betlej, Bartłomiej Peret, Marek Koziorowski</i>	104
Efekty oddziaływania pól elektromagnetycznych o częstotliwości 50 HZ na aktywność oksygenazy hemowej 2 (HO-2) w siatkówce oka sarny europejskiej	
<i>Marek Koziorowski, Patryk Kogut (Student), Gabriela Betlej, Ewelina Bator, Bartłomiej Peret, Anna Koziorowska</i>	106
Efekty oddziaływania pól elektromagnetycznych o częstotliwości 50 HZ na aktywność oksygenazy hemowej 1 (HO-1) w siatkówce oka sarny europejskiej	
<i>Andrzej Krawczyk, Ewa Łada-Tondyra, Józef Mróz, Agnieszka Iwaniszczuk, Włodzisław Kuliński, Ewa Korzeniewska</i>	108
Wpływ implantu metalowego na przebieg elektro-i magnetoterapii	
<i>Krzysztof Król, Grzegorz Rybak, Dariusz Majerek, Bartosz Przysucha, Tomasz Rymarczyk, Konrad Niderla</i>	110
Ultrasonic tomography and industrial production line integration for semi-finished products defectoscopy	
<i>Roman Kubacki, Dariusz Laskowski, Rafał Białek, Marek Kuchta</i>	113
Izotropowa sonda do pomiaru silnych pól mikrofalowych	
<i>Marek Kuchta, Jacek Jakubowski, Roman Kubacki, Rafał Białek, Piotr Paziewski</i>	115
Poligonowy miernik bardzo silnych, impulsowych pól elektromagnetycznych, PM-HPM1	
<i>Ewa Łada-Tondyra, Adam Jakubas, Ewa Stępień, Małgorzata Polz-Dacewicz</i>	117
Skuteczność redukcji mikrobiologicznej tekstronicznej maty higienicznej – analiza badań wirusologicznych	

<i>Marek Lis, Marek Chmiel, Michał Kobierski</i>	119
Symulacja oddziaływania temperatury cewki wykonawczej sensora prądu na działanie wykonawczego reluktancyjnego siłownika liniowego	
<i>Mariusz Mączka, Grzegorz Hałdaś, Stanisław Pawłowski, Ewa Korzeniewska</i>	122
Wpływ efektów kwantowych na konduktancję wybranych struktur tekstronicznych	
<i>Jacek Majcher</i>	125
Wyznaczanie widma przenikalności dielektrycznej nasion rzepaku z różną siłą kiełkowania	
<i>Jacek Majcher, Agnieszka Szyplowska, Małgorzata Budzeń, Marcin Kafarski, Andrzej Wilczek, Arkadiusz Lewandowski, Wojciech Skierucha</i>	127
Wykorzystanie reflektometrii w dziedzinie czasu do oznaczania wilgotności rzepaku	
<i>Michał Majka</i>	129
Metoda wyznaczania optymalnego prądu dla miedzianych krioprzepustów prądowych chłodzonych kontaktowo	
<i>Przemysław Markiewicz, Roman Sikora, Wiesława Malska</i>	131
Analysis of touch and step voltages for grounding systems used in temporary installations	
<i>Paweł A. Mazurek, Aleksander Chudy</i>	134
Analiza ekspozycji elektromagnetycznej na studentów kierunków inżynierskich	
<i>Mariusz Mazurek, Marcin Dziadosz, Tomasz Rymarczyk, Dariusz Wójcik, Michał Oleszek</i>	137
Integracja sztucznych sieci neuronowych z ubieralnymi czujnikami opartymi na elektrycznej tomografii impedancyjnej	
<i>Joanna Michałowska</i>	139
EMC testing of electromagnetic measurement system	
<i>Anna Miernik</i>	141
Wpływ stymulacji ultradźwiękami na strukturę jakościowo-ilościową drożdży <i>Candida</i>	
<i>Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Tomasz Drózd, Paweł Pysz, Akinniyi Akinsunmade, Stepan Kovalyshyn</i>	144
Wpływ stymulacji ultradźwiękami na wzrost bakterii gram dodatnich i gram ujemnych	
<i>Maryna Mikhalieva, Lubomyra Odosii, Krzysztof Przystupa, Artūras Kilikevičius, Yuryi Shabatura, Oleksandr Protsanyyn</i>	146
Research of the possibilities of controlling the composition of mixtures of organic and inorganic substances in a cyber-physical measurement system	

<i>Krzysztof Nęcka, Stanisław Lis, Jarosław Knaga, Piotr Łyszczarz</i>	148
Optymalizacja algorytmu sterowania silnikiem indukcyjnym w kontekście stabilizacji prędkości obrotowej	
<i>Marcjan Nowak, Adrian Barasiński</i>	150
Analiza strat przekształtnika napięcia z tranzystorami SiC MOSFET	
<i>Marcjan Nowak, Andrzej Popenda</i>	152
Porównanie dokładności odtwarzania prędkości kątowej silnika prądu stałego z wykorzystaniem obserwatora Luenbergera oraz sztucznej sieci neuronowej	
<i>Krzysztof Olesiak</i>	154
Planowanie trajektorii ruchu robota stacjonarnego z wykorzystaniem algorytmów logiki rozmytej	
<i>Stanisław Pawłowski, Mariusz Mączka, Jolanta Plewako, Ewa Korzeniewska, Marcin Lebioda</i>	156
Badania numeryczne wpływu procesu ścierania struktury tekstonej na jej właściwości przewodzące	
<i>Andrzej Popenda, Marcjan Nowak</i>	158
Porównanie modeli sprężystego wału napędowego	
<i>Rafał Przesmycki, Marek Bugaj, Roman Kubacki, Tomasz Piaścik</i>	161
Mikropaskowa antena do pracy w systemie DVB-T2	
<i>Paweł Pysz, Paweł Kiełbasa</i>	164
Wpływ metod przetwarzania sygnału georadarowego na stopień odzwierciedlenia zwięzłości gleby	
<i>Paweł Pysz, Paweł Kiełbasa, Akinniyi Akinsunmade, Tomasz Drózdź, Anna Miernik, Mirosław Zagórda</i>	167
Identyfikacja anomalii pod powierzchnią dróg z wykorzystaniem georadaru	
<i>Daniel Rataj</i>	169
Badanie wpływu kondensatora C-DUMP na parametry napędu SRM	
<i>Tomasz Rymarczyk, Mariusz Mazurek, Marcin Dziadosz, Grzegorz Kłosowski, Dariusz Wójcik, Krzysztof Król</i>	172
Application of electrical tomography in technological processes	
<i>Mikołaj Skowron, Tomasz Drózdź, Paweł Kiełbasa</i>	175
Koncepcja modelu oddziaływania Pulsacyjnego Pola Elektrycznego PEF na materiał uwodniony	

<i>Stanisław Mikołaj Słupski</i>	177
Metoda diagnostyczna wykorzystująca minicentra w diagnozowaniu samochodowych sieci cyfrowych	
<i>Andrzej Sumorek, Marcin Buczaj</i>	179
Wykrycie zagrożeń wtargnięcia w obiektach wyposażonych w systemy alarmowe SSWiN na podstawie analizy bieżących zmian przepływu powietrza w kanałach wentylacyjnych	
<i>Witold Sygocki</i>	182
Poszukiwanie czasopism do publikowania wyników badań naukowych – na przykładach nauk inżynierskich	
<i>Serhiy Syrotyuk, Volodymyr Halchak, Vasyl Lopushniak, Serhii Korobka, Hanna Syrotyuk, Taras Stanytskyi, Kateryna Yankovska, Tomasz Jakubowski, Jan Giełżecki, Boris Boltyanskyi, Paweł Sokołowski</i>	185
The application of fuzzy logic algorithms in controllers for controlling the use of renewable energy sources	
<i>Anna Szlachta, Stanisław Pawłowski, Ewa Korzeniewska, Jolanta Plewako</i>	187
Analiza wpływu liczby defektów i odległości elektrod na rezystancję cienkich ścieżek przewodzących	
<i>Tomasz Szul, Iveta Čabalová, Rupali Tiwari, Piotr Łyszczarz</i>	190
Właściwości termofizyczne i akustyczne płyt kompozytowych zawierających polimery odpadowe z izolacji kabli elektroenergetycznych	
<i>Grzegorz Tatoń, Kamila Undas, Gabriela Kanclerz, Artur Kacprzyk, Rafał Pawlak</i>	192
Nadwrażliwość elektromagnetyczna – doświadczenia i wiedza polskich lekarzy	
<i>Marcin Tomasik, Paulina Bałuszyńska</i>	194
Problematyka programowania systemów wizyjnych do identyfikacji owoców	
<i>Krzysztof Tomczewski</i>	196
Koncepcja rozbudowy mikroinstalacji fotowoltaicznej o generator wiatrowy	
<i>Agnieszka Wantuch, Filip Durlik</i>	198
Wpływ oświetlenia elektrycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka	
<i>Krzysztof Wróbel, Artur Śliwiński</i>	202
Ocena możliwości budowy małej przydomowej elektrowni wiatrowej	
<i>Mykhaylo Zagirnyak, Dmytro Moloshtan, Volodymyr Draholets, Dmytro Savelov, Viktoriia Kulynych</i>	204
Ways to increase the reliability and operational durability of vehicle electric equipment structure elements subjected to vibration	

<i>Mykhaylo Zagirnyak, Anatolii Oksanich, Serhii Pritchyn, Alyona Nikitina</i>	207
The development of a PEMF therapy device with rational inductor dimensions	
<i>Anna Zielińska</i>	210
Zastosowanie technologii blockchain w budowie zdecentralizowanych rynków energii elektrycznej	

Adres powitalny

Komitet Naukowy oraz Komitet Organizacyjny XXXIII Sympozjum PTZE serdecznie witają wszystkich uczestników konferencji.

Historia spotkań naukowych Polskiego Towarzystwa Zastosowań Elektromagnetyzmu rozpoczęła się w 1991 roku, kiedy to odbyło się pierwsze sympozjum PTZE w Mądralinie pod Warszawą. Od tego czasu co roku, członkowie PTZE oraz inni badacze z Polski i zagranicy gromadzą się każdego roku w innym miejscu w Polsce, aby w ciągu 3 dni dyskutować nad zastosowaniami pola elektromagnetycznego we współczesnej inżynierii, technologiach informatycznych i medycynie. Społeczność PTZE może poszczycić się najdłuższą tradycją w organizacji seminariów i konferencji naukowych w Polsce. Sympozja PTZE odbywają się miejscach ważnych z punktu widzenia historii kraju, jak Wrocław, Kraków, Zamość, lub w miejscach ważnych z powodu ich naturalnej urody, jak Roztocze, Mazury, Ziemia Lubuska, Wisła, czy Zakopane.

XXXIII Sympozjum PTZE odbywa się w Szklarskiej Porębie, malowniczej miejscowości położonej w sercu Karkonoszy. Słynie ona z zapierających dech w piersiach krajobrazów naturalnych, bogatej historii i ekscytujących atrakcji turystycznych. Niezależnie od tego, czy jest się miłośnikiem przyrody, miłośnikiem historii czy poszukiwaczem przygód, w Szklarskiej Porębie każdy znajdzie coś dla siebie.

Tematyka tegorocznej konferencji obejmuje tradycyjne obszary badawcze, takie jak maszyny i urządzenia elektryczne, urządzenia telekomunikacyjne, wykorzystujące bądź emitujące pole elektromagnetyczne, jak i obszary badawcze, związane z niekonwencjonalnymi źródłami energii, fotowoltaiką, siłowniami wiatrowymi i elektromobilnością. Od kilku lat, w wyniku bliskiej współpracy PTZE z uczelniami rolniczymi i przyrodniczymi, w tematyce sympozjum pojawiają się referaty z dziedziny biotechnologii, technologii rolnych i spożywczych. Istotnym tematem, istniejącym od lat w sympozjach PTZE i wyróżnionym w nazwie sympozjum, jest zastosowanie elektromagnetyzmu w medycynie. Tak urozmaicony tematycznie program konferencji pozwoli znaleźć jej uczestniczkom i uczestnikom taką tematykę, która jest im szczególnie bliska.

Tradycją konferencji jest też to, że uczestniczą w niej goście spoza Polski. Historycznie patrząc brali udział w naszych konferencjach Białorusini, Bułgarzy, Czesi, Grecy, Chorwaci, Japończycy, Macedończycy, Słowacy, Słoweńcy, Ukraińcy, Węgrzy i Włosi. W tym roku szczególnie serdecznie witamy naszych przyjaciół z Ukrainy.

Komitetowi Naukowemu przewodniczy Leszek Kasprzyk z Politechniki Poznańskiej, a Komitetowi Organizacyjnemu przewodniczy Anna Zielińska z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Wyrażamy przekonanie, że taki tandem zapewni wysoki poziom merytoryczny konferencji oraz atrakcyjność wydarzeń pozamerytorycznych.

W tym miejscu chcemy także podziękować wszystkim instytucjom, które współorganizują i wspierają organizację XXXIII Sympozjum PTZE, a więc firmie NETRIX z Lublina i jej prezesowi dr hab. Tomaszowi Rymarczykowi; Wydziałowi Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie; Wydziałowi Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej; Wydziałowi Elektrycznemu Politechniki Częstochowskiej. Pomoc logistyczna

i finansowa, której udzielają wymienione instytucje bez wątpienia przyczynia się do utrzymania wysokiego poziomu konferencji.

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

Mamy nadzieję, że wszyscy uczestnicy konferencji spędzą w Szkłarskiej Porębie czas bardzo owocny naukowo i pełen pozytywnych wrażeń. Życzymy Państwu udanej konferencji oraz spokojnej i szczęśliwej podróży do i z miejsca konferencji.

W imieniu Zarządu PTZE

Ewa Korzeniewska

Andrzej Krawczyk

SOIL PHYSICAL PROPERTIES EVALUATION FROM GEOPHYSICAL AND REMOTE SENSING DATASETS

Akinniyi AKINSUNMADE

University of Agriculture in Krakow, Faculty of Production and Power Engineering

Introduction

Soil plays significant roles in the ecosystem. It is what the plants depend upon to derive their nutrients, animals as well indirectly depend on it by grazing on the plants that grow on it. Activities of human being that constitute the sphere of life including procreation and extinction, and adverse environmental events directly or indirectly relate to it. Thus, the continuous assessment and the understanding of the soil attributes cannot be overemphasised. Conventional techniques soil assessment are available and are well documented in literature but they are characterized by some pitfalls. These include, the concealing nature of soil subparts makes thorough investigation cumbersome. The traditional methods of soil survey are expensive and time consuming. Thus, reliability on the outcome of these approaches of soil assessment cannot be guaranteed. On this premise is the conceptualization of the alternative approach that can mitigate the aforementioned gaps in soil assessment. Such alternative approach can be found in the use of geophysical and remote sensing methods of survey. Geophysical methods of survey involves the application of principle of physics to studying the earth surface using various forms of sensors and thus allows investigation hidden subsurface media. There are different methods of geophysical survey depending on the physical quantity to evaluate. Of the various types of the geophysical methods, the electromagnetic conductivity (EMC) and ground penetrating radar (GPR) which utilizes electromagnetic pulse energy in range of 10 MHz to 4 GHz [1] have been selected for this study. The choice of the methods is due to non-invasiveness, fast and possibility for continuous and repeated measurement which could ameliorate the gaps in the conventional soil survey methods. Hyperspectral imaging techniques - remote sensing method was also integrated with the geophysical methods with a view to control and substantiate their results. The field data acquisition were carried on some selected farmlands in part of Krakow, Poland where natural in-situ settings of the horizons have not been distorted.

Purpose and scope of work

The research study was aimed at utilizing integrated remote sensing and geophysical dataset to assess the physical properties of the soil particularly to circumvent the pitfalls of the traditional approaches hitherto used. The test sites were selected at random for the applicability of the chosen techniques and thus, the results are not the general representation of the soil properties of the area of measurement.

Material and methods

Modelling of the subsurface horizons and the simulation of corresponding response of the electromagnetic pulse energy that propagated through them was the first stage of the research study. This was carried out to ascertain the possibility of evaluating the sought parameters and also verify the effects of attenuation that may hinder depth of penetration. It was performed using gprMax- an open-source software developed by [2]; [3]. Figures 1 show models computed using the soil mixing ratio theory postulated by [4] and the corresponding GPR A scans generated using gprMax software. Sequel to the model results, substantial information such as possible input parameters and antenna frequency that may be used for field measurements were obtained. The actual field measurements were carried using both the constant offset and wide angle reflection and refraction techniques for the GPR method. Details of the GPR techniques are found in literatures [5]; [6]. The field layout and the survey traverses on which data were acquired is as shown in figure 2.

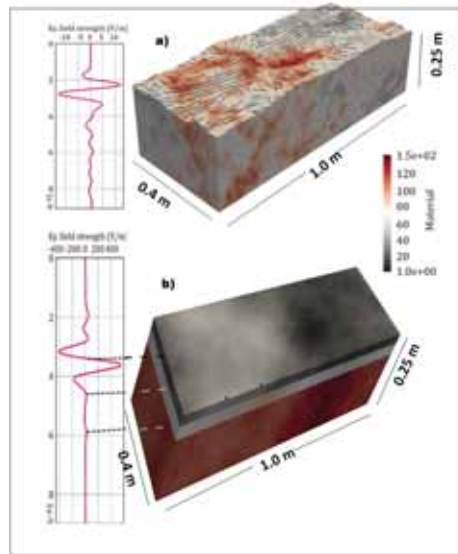


Fig. 1. 3D modeling of soil layers to GPR response (a) One layer (with mixed components) model (b) Three layers (with mixed components) model. With corresponding GPR A scan

Field data processing were carried using reflexW developed by Sandmeier incorporation and openTect developed by dGB earth science, with their associated accessories. Prior to the data processing was the qualitative examination, corrections through editing to ensure reduction in noise and guarantee high quality data. Subsequently, the data were processed where they were subjected to filtering stages particularly for the purpose of removing recalcitrant noise and clutters thus enhance the signal to noise ratio of the data. Furthermore, mathematical manipulation of the processed data also facilitated its enhancement and thus according to [7], allow the delineation of subtle features of the data that were concealed even after the filtering stages. Field data statistical analysis, mathematical decomposition such as wavelet transform (WT), power spectral density (PSD), as well as use of neural network algorithms were also incorporated to the processing of the field data. Inverse modelling technique was used to analyse the EMC data while the hyperspectral image data were presented and processed in MATLAB where the spectral reflectance variation with respect to the spectrum wavelength were displayed. Evaluated parameters from the field data were used as input in some petrophysical empirical equations xqqa- complex refractive index model (CRIM)[8][9] for the calculation of state variables such as volumetric water contents, and also the actual physical properties such as bulk density and porosity.

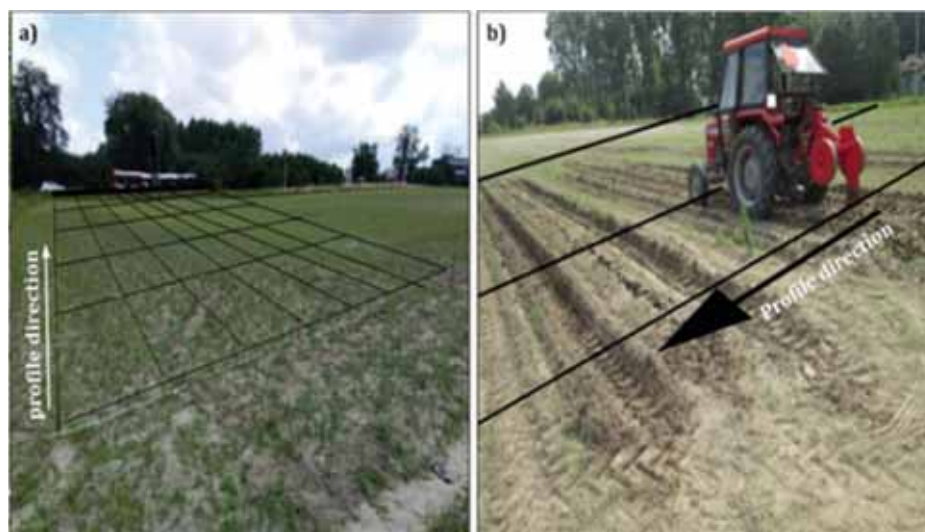


Fig. 2. Field data acquisition layout

Results

Analysis of the GPR processed field data enabled the delineation of the subsurface horizons at the test sites which was the first lead to further probe to understanding the physical properties. Figure 3 shows the processed and the transformed GPR data revealing the soil horizons. In figure 3b are the displayed results of the identified compacted zones from the GPR data. The technique allows the evaluation of the spatial variations in the compactness at the test sites and the reaction of the propagated EM pulse energy within the compacted zones via the power spectral density (PSD) plot (fig.3b(ii)). Correlation of the evaluated volumetric water content of the soil with the gravimetric technique is as shown in figure 3c. The positive correlation portrayed the similarity in the techniques. Similarly the results of the integrated techniques were compared as shown in figure 4a. The EMC and GPR evaluated results indicated good correlation. Hyperspectral Imaging data at some selected points within the test site were also in agreement with the other techniques deployed for the study. In figure 4b, the reflectance curves at different point of sampling indicated decrease in the soil moisture content with depth where similar trend was recorded from the EMC data at the same point.

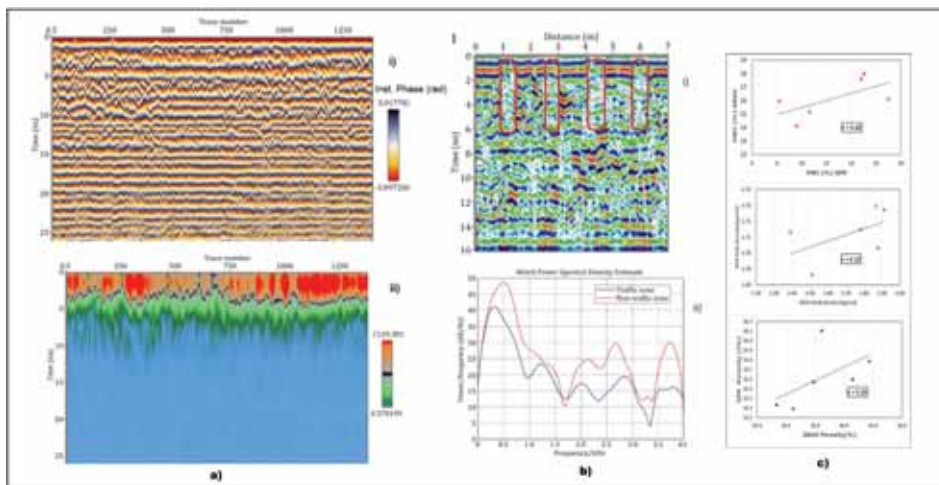


Fig. 3. Field data analysis and results: a) GPR data attributes depicting soil horizons(i&ii); b) Soil compactness delineation from the GPR data plot(i); c) scatter plot of the GPR and gravimetric VWC.

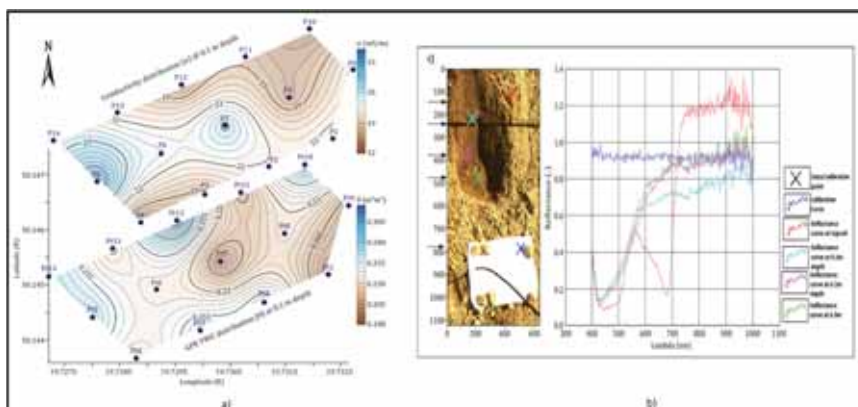


Fig. 4. Field data analysis and results: a) spatial comparison of the GPR and EMC results; b) Hyperspectral imaging reflectance plot of a selected point at a test site.

Conclusion

Attempts have been made in this research study to test the feasibility of adopting geophysical and remote sensing techniques to soil physical properties assessment with a view to circumvent the gaps in the traditional soil survey methods. The soil horizons are easily delineated using the techniques. Analysis of the pulse signals from the processed field data served as inputs to estimating the soil's state properties such as volumetric water content as well as other physical attributes such as bulk density and porosity. Findings from the experimental tests have shown a relatively positive correlation of the approaches' outcomes with the control test using the conventional methods. The swiftness of the adopted techniques coupled with the likelihood of continuous

measurement which may bridge the gaps of interpolation of results of traditional methods and at the same time enhance repeated field evaluations showed that they can be utilized in soil survey.

References

- [1] Forte, E., Dossi, M., Pipan, M. and Colucci, R. R., 2014. Velocity analysis from common offset GPR data inversion: theory and application to synthetic and real data. *Geophysical Journal International*, 197(3), pp.1471-1483.
- [2] Warren, C., Giannopoulos, A., Gray, A., Giannakis, I., Patterson, A., Wetter, L., and Hamrah, A., 2018. A CUDA-based GPU engine for gprMax: Open source FDTD electromagnetic simulation software, *Computer Physics Communications*, 237, 208-218, 10.1016/j.cpc.2018.11.007.
- [3] Giannakis, I., and Giannopoulos, A., (2014). A Novel Piecewise Linear Recursive Convolution Approach for Dispersive Media Using the Finite-Difference Time-Domain Method. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 62(5), 2669-2678, 10.1109/TAP.2014.2308549.
- [4] Peplinski, N. R., Ulaby, F. T. and Dobson, M. C., 1995. Dielectric properties of soils in the 0.3-1.3-GHz range. *IEEE transactions on Geoscience and Remote sensing*, 33(3), pp.803-807
- [5] Daniels D. J., 2004. *Ground penetrating radar*, 2nd edn. The Institution of Electrical Engineers, London.
- [6] Annan, A., 2003. *Ground penetrating radar principles, procedures, and applications*. Sensors and software, 278.
- [7] Akinsunmade, A., Tomecka-Suchoń, S. and Pysz, P 2019d. Complex analysis of GPR signals for the delineation of subsurface subtle features. *Geology, geophysics, and environment* 2019, vol. 45 (4): 257–267. <https://doi.org/10.7494/geol.2019.45.4.257>
- [8] Topp, G. C., Davis, J. L., and Annan, A. P., 1980. Electromagnetic determination of soil water content: Measurements in coaxial transmission lines. *Water resources research*, 16(3), pp.574-582.
- [9] Roth, K., Schulm, R., Flüßler, H. and Attinger, W., 1990. Calibration of time domain reflectometry for water content measurement using a composite dielectric approach. *Water resources research*, 26(10), pp.2267-2273.

USE OF THE GPR METHOD FOR SPATIAL IDENTIFICATION OF SOIL POTENTIAL

Akinniyi AKINSUNMADE¹, Paweł PYSZ¹, Paweł KIEŁBASA¹, Tomasz DRÓŹDŹ¹,
Anna MIERNIK¹, Maroš KORENKO², Miroslav ŽITŇÁK²

¹ University of Agriculture in Krakow, Faculty of Production and Power Engineering

² Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering

Introduction

Geophysical survey methods have long been predominantly adopted for the characterization of deep investigation targets such as groundwater resources, mineral explorations and oil and gas. However, due to recent advances in instrumentations, advancement in the computing system and significant improvement in data analytics, some of the conventional methods of geophysical assessment have been adapted for near-surface investigations. Among the various techniques of geophysical survey, the ground penetrating radar (GPR) stands out in its applicability to imaging the near-surface horizons. Some of the factors that enhances the versatilities of the GPR includes the fast and simplicity of its operation. Furthermore, the method allows the non-invasive and possibility of repeated assessment of the subsurface media [1]. These attributes have endeared the method to be the most sought method of subsurface investigation in recent years by professional in various fields of specialization. Essentially, the GPR system setup is made up of a central unit, a transmitting antenna, a receiving antenna, and a computer. The central unit generates an electromagnetic pulse energy in the range of 10 MHz and 4 GHz [2] which is radiated into the soil by the transmitting antenna. The reflected EM wave due to encounter of the transmitted EM wave at the points between two geological layers, a cavity, a zone with different humidity are recorded by the receiving antenna of the system. The possible interaction of the pulse EM energy with the media of propagation have made the GPR adoptable for soil layers investigation. Soil layers being concealed within the subsurface prevented the thorough evaluation using the traditional approaches and thus resulted in gaps in their outcomes, GPR technique is tested in this present study to depict its prowess in revealing soil attributes that may dictate its potentials. To make the optimum utilization of the potentials, its spatial variations need to be investigated.

Purpose and scope of work

Efforts are made in this study to utilize the principle of geophysics as applicable in the ground penetrating radar techniques to unravel some spatial inherent attributes of soil with a view to leverage on the gaps in the traditional soil investigation methods.

Material and methods

Randomly selected test sites were chosen for the field data acquisition where traverses were established prior to the actual field measurement. The field layout and the traverses are as shown in figure 1. Soil compactness was simulated using known weight tractor passing over some section of the test sites in order to induce variation of this state variable on the soil. Constant offset reflection and the wide angle reflection and refraction (WARR) techniques were deployed for the field data acquisition. Subsequent to field measurement, the data were processed and analysed using reflex.



Fig. 1. GPR field measurement layout: a) Measurement traverses across the compacted soil with tractor tires at different passes; b) soil matric potential test point software developed by Sandmeier incorporation

Statistical analysis of the field data and its decomposition using mathematical functions such as Hilbert transform allowed the enhancement of the raw data and thus aided delineation of indistinct characteristics of the soil horizons. Essentially, Time-frequency analysis of the data was performed which facilitated the identification of some of the subtle properties of the soil. According to [3], time-frequency representation of the signals entails analysis of their spectral strength with time and thereby revealing more of its characteristics.



Fig. 2. GPR field data acquisition techniques: a) constant offset reflection b) WARR

Results

Plots of the GPR signal amplitude variations with time allows the presentation of its interaction within the propagated subsurface soil. Figure 3(i a & b) show the delineation of the zone of the compacted soil distinguishing it from their surroundings. The signature is more pronounced in the zone with highest passes (10 times) of tractor. Moreover, analysis of the plots of the sum of the average amplitude value of the GPR signals also lend credence to the identification of the compacted zone, There is a decrease in the effect of the compaction with depth as depicted in figures 3 (i c). In addition, 3D plot of the GPR field data also gave a vivid delineation of the spatial variations in compacted zones (Figure 3 (i c,d,e & f)). This interpretation is based on the fact that soil compactness influences the bulk density that may alter the EM wave form as it propagate in the soil and thus reduces its velocity [4]. Hence, a distortion in the amplitude of the pulse signal is imminent at the zone of the soil compactness. Time-frequency plots in figure 3 (ii) show the results of test experiment on the qualitative evaluation of the soil matric potential. Variations in matric potential of the soil are easily discernible which may aid swift spatial characterization of the soil using the state attribute

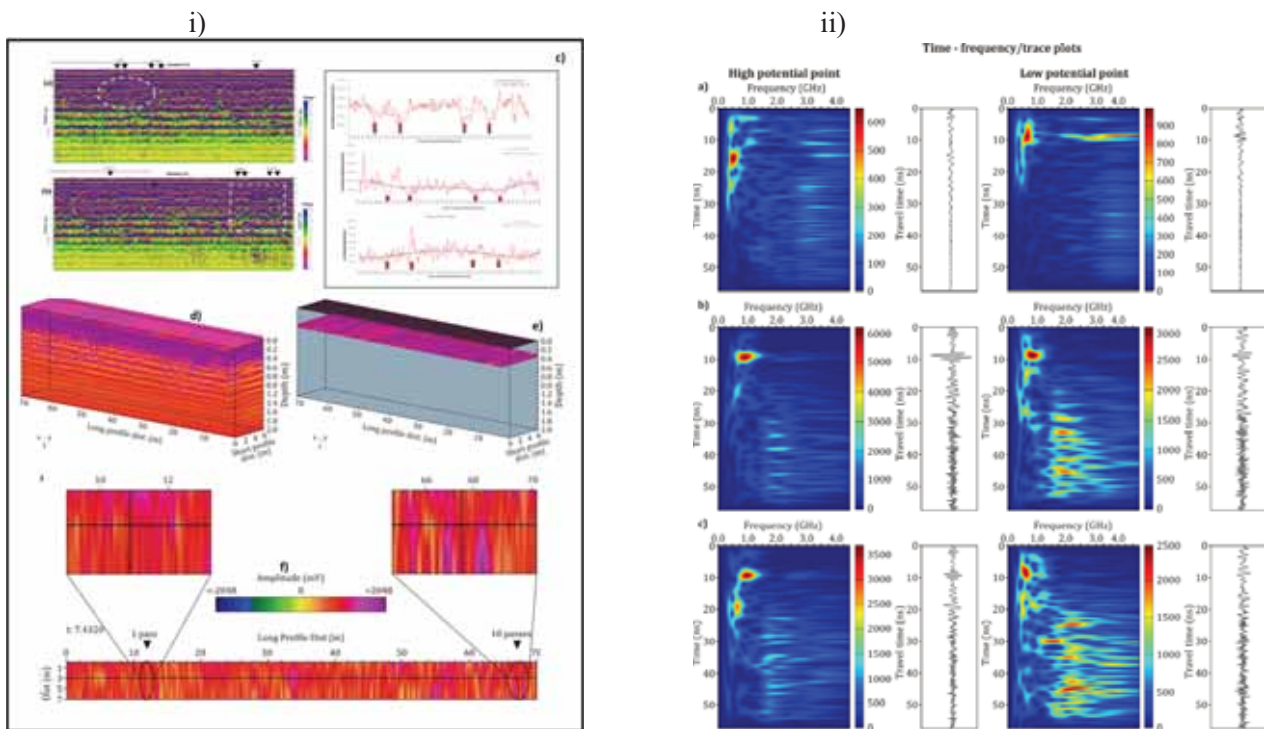


Fig. 3. GPR field data presentations: i) 2D and 3D representations, plots of sum of average amplitude values. ii) Time-frequency plots of the GPR data for the soil matric potential test

Conclusion

Possibility of the utilization of ground penetrating radar (GPR) - a geophysical survey method, for the delineation of subsoil potentials was experimented in this study. It has been found from the field data analysis results that characteristic signature of soil's compactness can be evaluated from the GPR field data. It can be also deduced from the complex analysis of the GPR data that subtle state variables of the soil such as matric potential can be assessed. The study has demonstrated that GPR may not only enhance non-invasive assessment of the soil potential but also allows quick spatial characterization.

References

- [1] Everett, M.E., 2013. Near-surface applied geophysics. Cambridge University Press.
- [2] Forte, E., Dossi, M., Pipan, M. and Colucci, R. R., 2014. Velocity analysis from common offset GPR data inversion: theory and application to synthetic and real data. *Geophysical Journal International*, 197(3), pp.1471-1483.
- [3] Sinha, S., Routh, P. S., Anno, P. D., and Castagna, J. P., 2005. Spectral decomposition of seismic data with continuous wavelet transforms. *Geophysics*, 70(6), 19-25. doi:10.1190/1.2127113
- [4] Wang, P., Hu, Z., Zhao, Y. and Li, X., 2016. Experimental study of soil compaction effects on GPR signals. *Journal of Applied Geophysics*, 126, pp.128-137.

PROJEKT OPASKI ELEKTRO-STYMULUJĄCEJ DO REHABILITACJI KOŃCZYN ZWIERZĄT

Paulina BAŁUSZYŃSKA, Marcin TOMASIK

Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy, Kraków

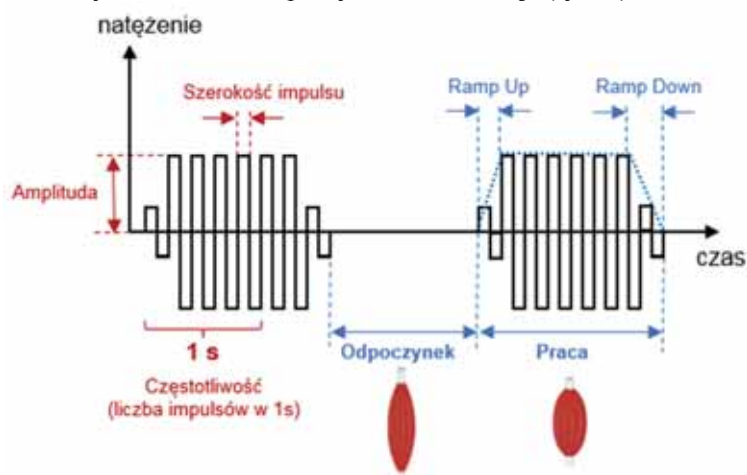
Elektrostymulacja nerwowo-mięśniowa (EMS) (ang. Electrical Muscle Stimulation), to metoda terapeutyczna polegająca na wywołaniu skurczu mięśnia za pomocą impulsów elektrycznych. Jej głównym celem jest wzmocnienie i przywrócenie prawidłowego funkcjonowania mięśni poprzez dostosowanie częstotliwości i intensywności impulsów elektrycznych do naturalnego sygnału nerwowego. Ta forma elektrostymulacji skupia się na zarówno mięśniach, jak i nerwach, co sprawia, że jest skuteczna w rehabilitacji, zapobieganiu atrofii mięśni oraz reedukacji neuromięśniowej [1,2].

W trakcie zabiegów EMS, jedną z elektrod umieszcza się w punkcie motorycznym, co odpowiada strefie dużej gęstości synaps nerwowo-mięśniowych, aby uzyskać maksymalny skurcz mięśnia przy minimalnym natężeniu. Natomiast druga elektroda jest umieszczana segmentalnie lub wzdłuż przebiegu nerwu motorycznego zaopatrującego dany mięsień. Dzięki temu możliwe jest precyzyjne działanie na wybrany mięsień lub grupę mięśni, co przyczynia się do skuteczności terapii elektrostymulacyjnej [3,4].

Realizowane prace konstrukcyjne i badawcze nakierowane są na budowę i optymalizację zaawansowanego prototypu, który umożliwi skuteczną elektrostymulację mięśni w celach rehabilitacyjnych zwierząt. Urządzenie to jest przeznaczone dla zwierząt, które wymagają rehabilitacji, a terapia ta może być przeprowadzana w miejscu ich przebywania, co usprawni proces powrotu do sprawności fizycznej po kontuzjach lub zaburzeniach mięśniowo-szkieletowych.

Celem tych prac jest opracowanie opaski ortopedycznej i sterowanego mikroprocesorowo generatora impulsów elektrycznych umożliwiających samodzielne przeprowadzenie elektrostymulacji mięśni u zwierząt w okresie rehabilitacji. Prototypu opaski ortopedycznej umożliwi opiekunom zwierząt wygodne i samodzielne przeprowadzanie terapii elektrostymulacją mięśni. Prototyp zostanie wykonany z elastycznego materiału, zapewniając wygodę noszenia oraz precyzyjne umiejscowienie elektrod na ciele.

Stosowany w symulacji sygnał prądowy składa się z serii impulsów odpowiedzialnej za pracę mięśnia podczas skurczu a pomiędzy seriami pracy występuje odpoczynek mięśni tak zwana relaksacja [5,6]. Parametry stymulacji możemy podzielić na dwie grupy: parametry impulsowe – częstotliwość, amplituda, szerokość impulsów, parametry czasowe: czas pracy, czas relaksacji (rys. 1).



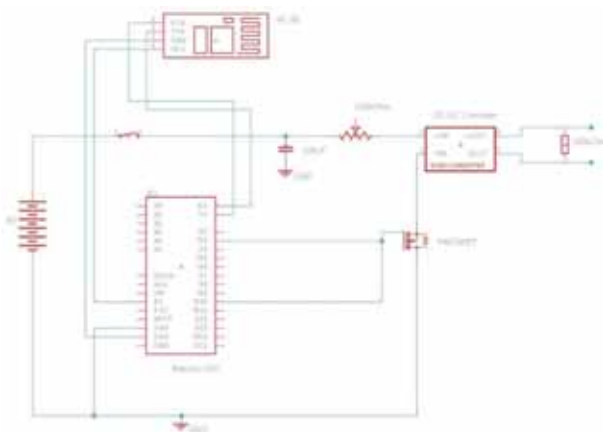
Rys. 1. Zalecany przebieg impulsów w elektro-stymulacji

Częstotliwość impulsów elektrycznych wywołuje trzy rodzaje skurczów mięśniowych:

- impulsy o częstotliwości 2-10 Hz (nietężcowe - pojedyncze) odstępy między impulsami są dużo większe niż czas trwania całego pojedynczego skurczu mięśnia,
- impulsy o częstotliwości 10-20 Hz (tężcowe niepełne) docierają do mięśnia w czasie dłuższym niż skurcz, kiedy mięsień zaczyna się rozkurczać,
- impulsy o częstotliwości 20-80 Hz (tężcowe) docierają do mięśni w czasie krótszym niż zdąży nastąpić rozkurcz mięśnia [7].

Amplituda impulsu elektrycznego odpowiada w największym stopniu za intensywność symulacji. Amplituda impulsu musi być wyższa niż próg pobudzenia, aby wywołać skurcz mięśnia. Stopniowo zwiększając natężenie prądu wywołuje się zaangażowanie większej ilości miocytów w procesie skurczu. Po osiągnięciu wartości 100mA mięsień nie będzie się już bardziej kurczyć [7].

Prace konstrukcyjne oraz badawczo-rozwojowe realizowane są w ramach projektu NCBiR „Studenckie koła naukowe tworzą innowacje”, obejmują: budowę funkcjonalnego prototypu opaski ortopedycznej zastosowaniem technologii skanowania i druku 3D, opracowania efektywnego oprogramowania sterującego i monitorującego urządzenie EMS, przeprowadzenia badań klinicznych pod nadzorem specjalistów. Część z tych prac została zrealizowana, rysunki 2 i 3 przedstawiają schemat układu sterowania oraz kod programu odpowiedzialnego za sterowanie funkcjami opaski.



Rys. 2. Schemat układu sterującego

```
1 // Pin odpowiadający generowaniu impulsu
2 const int pinA = 3;
3 const int pinB = 11;
4
5 // Parametry impulsu
6 const float czasTrwaniaImpulsow = 20.0; // Liczba impulsów na sekundę (częstotliwość)
7 const int szerokoscA = 150; // Szerokość impulsu w µs
8 const int czasPrzerywek = 10; // Czas trwania impulsu w sekundach
9 const int czasRelaksacji = 50; // Czas relaksacji w sekundach
10 const int iloscImpulsow = 100; // Liczba impulsów do wygenerowania
11
12 void setup() {
13   pinMode(pinA, OUTPUT);
14   pinMode(pinB, OUTPUT);
15 }
16
17 void loop() {
18   // Obliczenie czasu trwania jednego impulsu w mikrosecondach
19   float czasImpulsow = 1000000.0 / czasTrwaniaImpulsow;
20
21   // Generowanie impulsów
22   for (int i = 0; i < iloscImpulsow; i++) {
23     // Wysła pinA i pinB na stan wysoki impuls
24     digitalWrite(pinA, HIGH);
25     digitalWrite(pinB, HIGH);
26     delayMicroseconds(szerokoscA);
27
28     // Wyśle pinA i pinB na stan niski w określony sposób
29     digitalWrite(pinA, LOW);
30     digitalWrite(pinB, LOW);
31     delayMicroseconds(czasImpulsow - szerokoscA);
32   }
33
34   // Czas relaksacji
35   delay(czasRelaksacji * 1000);
36 }
37 }
```

Rys. 3. Schemat

Literatura

- [1] Aleksiewicz R., Ramisz G., Gałuszka A.M.: Case of cutaneous sterile pyogranuloma/granuloma syndrome in a Standard Schnauzer, *Medycyna Weterynaryjna, POLISH SOC VETERINARY SCIENCES EDITORIAL OFFICE*, nr 78 (11), pp. 581-583, 2022
- [2] Turek W., et al.: CT review of upper respiratory disorders in domestic cat, *Medycyna Weterynaryjna, POLISH SOC VETERINARY SCIENCES EDITORIAL OFFICE*, nr 78 (5), pp. 222-228, 2022
- [3] Wieczorek J., et al.: Abundance of estrogen receptors involved in non-canonical signaling in the dog testis, *Animal Reproduction Science*, nr 235, pp. 1-12, 2021
- [4] Lasoń A., et al.: Ocena i trening zaburzeń równowagi u dzieci z MPD z zastosowaniem platformy i systemu Wii Balance Board – doniesienia wstępne. *Medycyna Manualna*, 20(3-4), pp. 48-57, 2016
- [5] Villamil-Cabello E, et al.: Study of the Effects of Individualized Home Dual Task Training by Mobile Health Technology in People with Dementia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 20(8), pp. 5464, 2023
- [6] Dybczyńska M, et al.: Selected Techniques for Physiotherapy in Dogs. *Animals*. 12(14), pp. 1760, 2022
- [7] Weyer S, et al.: Development of an Adaptive Multi-Sensor to Prevent Venous Stasis. *Sensors*. 16(4) pp. 428, 2016

STEROWANIE KĄTEM USTAWIENIA ŁOPAT TURBINY WIATROWEJ W ZAKRESIE DUŻYCH PRĘDKOŚCI WIATRU METODĄ LPV Z PROGRAMOWANYM WZMOCNIENIEM

Janusz BARAN, Andrzej JĄDERKO

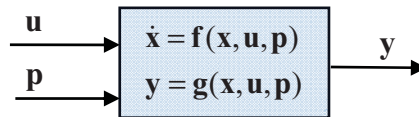
Politechnika Częstochowska, Częstochowa

Wstęp

W turbinach wiatrowych, w zależności od strefy pracy, stosuje się kilka sposobów regulacji prędkości obrotowej wirnika, a co za tym idzie mocy wytwarzanej przez generator w zależności od aktualnej prędkości wiatru. Przy silnym wietrze (powyżej prędkości znamionowej) w dużych jednostkach stosuje się regulację kąta natarcia łopat (*pitch control*). Zwiększenie kąta natarcia powoduje zmniejszenie siły nośnej powstającej na płatach wirnika, co sprawia, że można zmniejszyć prędkość obrotową wirnika do bezpiecznej wartości. W pracy przedstawiono wyniki badań symulacyjnych układu regulacji prędkości obrotowej, momentu i mocy elektrycznej generatora oraz kąta ustawienia łopat wirnika elektrowni wiatrowej z turbiną typu VSVP (variable-speed variable-pitch) w zakresie dużych prędkości wiatru. Zaproponowano sterowanie odporne na zakłócenia dla układów opisanych lokalnie modelem liniowym o zmiennych parametrach (LPV). Postać nieliniowa modelu jest linearyzowana w dyskretnych punktach pracy układu (prędkości wiatru).

Metoda LPV

Istotną klasą zadań projektowania układów regulacji jest projektowanie sterowania dla nieliniowych układów dynamicznych zależnych od pewnego parametru, jak pokazano na rysunku 1.



Rys. 1. Nieliniowy układ dynamiczny z wejściami sterującymi $u(t)$ i wejściami $p(t)$, traktowanymi jako pochodzące z zewnątrz parametry; $x(t)$ jest wektorem zmiennych stanu

Metoda LPV (*Linear Parameter - Varying*) [1, 2] polega na modelowaniu tego typu układu nieliniowego w sąsiedztwie punktu równowagi za pomocą *liniowego* układu dynamicznego, którego lokalna reprezentacja zmiennych stanu zależy od pochodzących z zewnątrz niestacjonarnych parametrów $p(t)$:

$$(1) \quad \begin{aligned} \dot{x} &= \underbrace{f(x_0, u_0)}_{\delta_0} + A(p)(x - x_0) + B(p)(u - u_0) \\ y &= \underbrace{g(x_0, u_0)}_{y_0} + C(p)(x - x_0) + D(p)(u - u_0) \end{aligned}$$

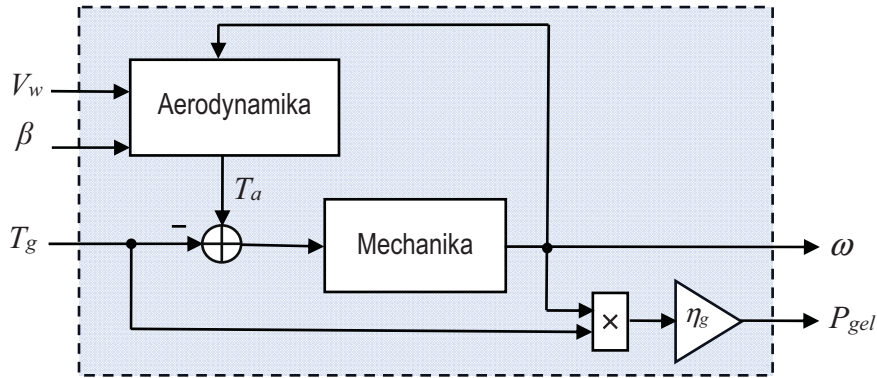
gdzie: $A = \left. \frac{\partial f}{\partial x} \right|_{(x_0, u_0, p_0)}$, $B = \left. \frac{\partial f}{\partial u} \right|_{(x_0, u_0, p_0)}$, $C = \left. \frac{\partial g}{\partial x} \right|_{(x_0, u_0, p_0)}$, $D = \left. \frac{\partial g}{\partial u} \right|_{(x_0, u_0, p_0)}$.

Wartości δ_0 , x_0 , u_0 , y_0 są przesunięciami punktu pracy, które należy uwzględnić przy zmiennym p . Liniowa reprezentacja (1) umożliwia projektowanie z wykorzystaniem lokalnie liniowych regulatorów (np. PID), których parametry sterujące są zależne od parametrów *programujących* p (stąd nazwa *gain-scheduling* –

programowane wzmocnienie). Badania symulacyjne wykonano za pomocą oprogramowania Matlab Simulink dla układu generator-turbina WinPact 1,5 MW [3, 4, 5].

Model elektrowni wiatrowej

Podstawowy nieliniowy model elektrowni wiatrowej przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Nieliniowy model elektrowni wiatrowej. Kąt ustawienia łopatek wirnika turbiny wiatrowej β i moment generatora T_g są wejściami sterującymi, efektywna prędkość wiatru V_w jest zewnętrznym (zmiennym w czasie) parametrem p . Prędkość obrotowa wirnika turbiny ω i moc elektryczna generatora są wyjściami modelu, η_g – sprawność generatora

Moment aerodynamiczny (moment mechaniczny wytwarzany przez turbinę):

$$(2) \quad T_a = \frac{P_a}{\omega} = \frac{1}{2} \pi \rho R^5 \frac{C_p(\lambda, \beta)}{\lambda^3} \omega^2, \quad \lambda = \frac{\omega R}{V_w}$$

gdzie: ρ – gęstość powietrza, R – promień koła wiatrowego turbiny, V_w – efektywna, uśredniona prędkość wiatru, $C_p(\lambda, \beta)$ – współczynnik wykorzystania mocy wiatru, β – kąt ustawienia łopatek turbiny (kąt natarcia, *blade pitch angle*), λ – wyróżnik szybkobieżności turbiny (*tip-speed ratio, TSR*), ω – prędkość kątowna wirnika turbiny.

Zależność współczynnika wykorzystania mocy wiatru $C_p(\lambda, \beta)$ jest zależnością konstrukcyjną turbiny podawaną często w formie tabelaryzowanej.

Do modelowania dynamiki układu generator-turbina zastosowano prosty model jednomasowy pomijający sprężystość wału (J_{eq} – zastępczy moment bezwładności po stronie wolnoobrotowej):

$$(3) \quad J_{eq} \frac{d\omega}{dt} = T_a - T_g.$$

Literatura

- [1] Bianchi F., De Battista H., Mantz R., Wind Turbine Control Systems. Principles, Modelling and Gain Scheduling Design, Springer-Verlag, 2007
- [2] Adegas F., Sloth Ch., Stoustrup J., Structured Linear Parameter Varying Control of Wind Turbines, Rozdz. 12 w *Control of Linear Parameter Varying Systems with Applications*, pod red. Mohammadpour J., Scherer C., Springer-Verlag, pp. 303-338, 2012
- [3] Rinker J., Dykes K., WindPACT Reference Wind Turbines, National Renewable Energy Laboratory, NREL/TP-5000-67667, 2018
- [4] Control System Toolbox. User's Guide R2023b, The Mathworks Inc., Natick, 2023
- [5] Simulink Control Design. User's Guide R2023b, The Mathworks Inc., Natick, 2023

MEMRISTOR-BASED ADAPTIVE LEAKY INTEGRATE-AND-FIRE NEURON MODEL: A SIMULATION STUDY

Karol BEDNARZ, Bartłomiej GARDA

Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie

Introduction

Conventional computers, based on the von Neumann architecture, face limitations due to the separation of processing and memory units, resulting in the von Neumann bottleneck. To overcome this issue, neuromorphic computing has been proposed, promising faster computing speeds and more energy-efficient systems [1]. The leaky integrate-and-fire (LIF) spiking model effectively mimics the firing patterns and information propagation of biological neurons, making it a valuable tool in neural networks, cognitive computing, and brain-inspired computing [2]. The Adaptive Leaky Integrate-and-Fire model is superior to the standard Leaky Integrate-and-Fire (LIF) model due to its additional adaptation variable and exponential voltage dependence. This allows it to accurately emulate a wider range of neuronal firing patterns, like adapting, bursting, delayed spike initiation, initial bursting, fast spiking, and regular spiking, providing a more comprehensive and flexible model for neuronal behavior [3].

In this paper, an Adaptive LIF neuron model based on a memristor is proposed, which will simplify circuits and increase the density of packing them into artificial neural network circuits directly in the hardware. The controlled resistance of the internal memristor allows the neural function to be regulated by controlling the current leakage rate.

LIF neuron model

Hodgkin and Huxley proposed the membrane electrical circuit to mimic the electrophysiological behaviors of the biological cell membrane based on their experiments on the squid giant axon [1]. The LIF spiking neural model simplifies the complex Hodgkin-Huxley (HH) model, making it easier to construct large-scale neural networks while maintaining biological plausibility [4], [5].

The cell membrane, consisting of a lipid bilayer (capacitor) and ionic channels (resistor), can be modeled using an electrical circuit (Figure 1). The LIF model includes external stimulus i_{in} , membrane capacitance C_n , resistance R_n , resting voltage u_{rest} , resistive voltage $u - u_{rest}$, and currents passing through the capacitor i_C and resistor i_R [6]. When the membrane potential u_c will increase its value to the threshold voltage u_{th} , then capacitor should be discharged and output spike should be generated.

The dynamics of the LIF neuron model are described by the state equation:

$$\frac{du_c}{dt} = \frac{1}{C} i_{in} - \frac{u_c}{RC} - \frac{u_{rest}}{RC} \quad (1)$$

Adaptive LIF neuron model

Described LIF model, which dynamics is described by single equation is, however, not sufficient to describe the variety of firing patterns that neurons exhibit in response to a step current. It doesn't put under consideration, its threshold adaptation based on the input current, and therefore spike generation frequency [1], [7]. Hence, it was decided to propose a new memristor-based adaptive LIF model based on the [8]. The proposed schematic diagram of the adaptive LIF neuron model is shown in Figure 2.

The dynamics of the proposed model are described by the following system of algebraic-differential equations:

$$\begin{cases} \frac{du_c}{dt} = \frac{1}{C} \left(i_{in} - \frac{u_c - u_{res}}{R_m(x_m) + R_s} \right) \\ \frac{dx_m}{dt} = f(x, i_m(t)) \end{cases} \quad (2)$$

In order to best represent the physical memristors, the mean metastable switch (MMS) [9] of a memristor model was used in the simulations, whose parameters were matched to the actual measurement of SDC memristors data through numerical optimization.

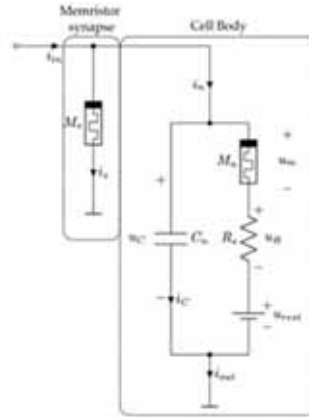
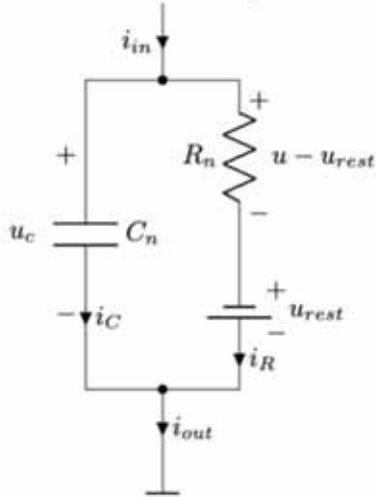


Figure 1. Proposed electrical circuit of LIF neuron model **Figure 2.** Proposed electrical circuit of Adaptive LIF neuron model

The considered neuron models were implemented both in the Matlab environment, where the system of differential equations was solved using the Runge-Kutta method, specifically RK4, and in the LTSpice environment, where a circuit for possible physical implementation of the discussed neuron was proposed. Example simulation results are presented in Figure 3 and 4.

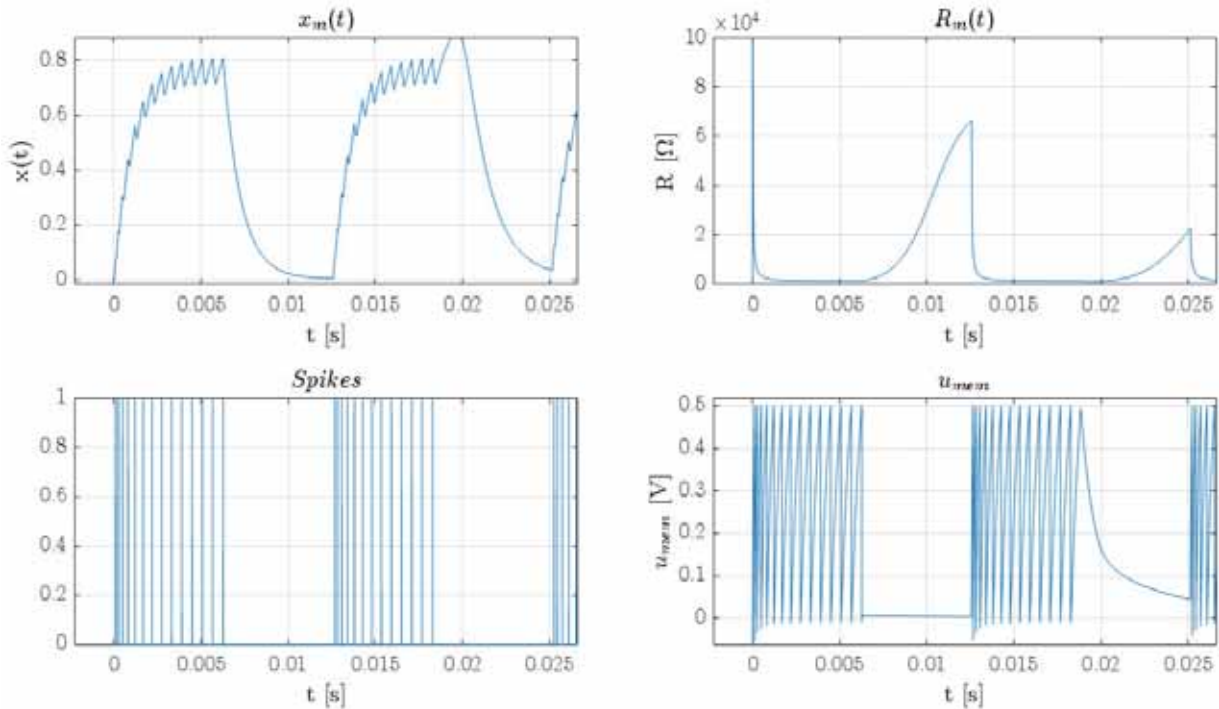


Figure 3. Example simulation results in the MATLAB environment. Starting from the top left corner: a) memristor state variable trajectory, b) memristor resistance trajectory, c) digital signal of generated spikes, d) voltage across the memristor

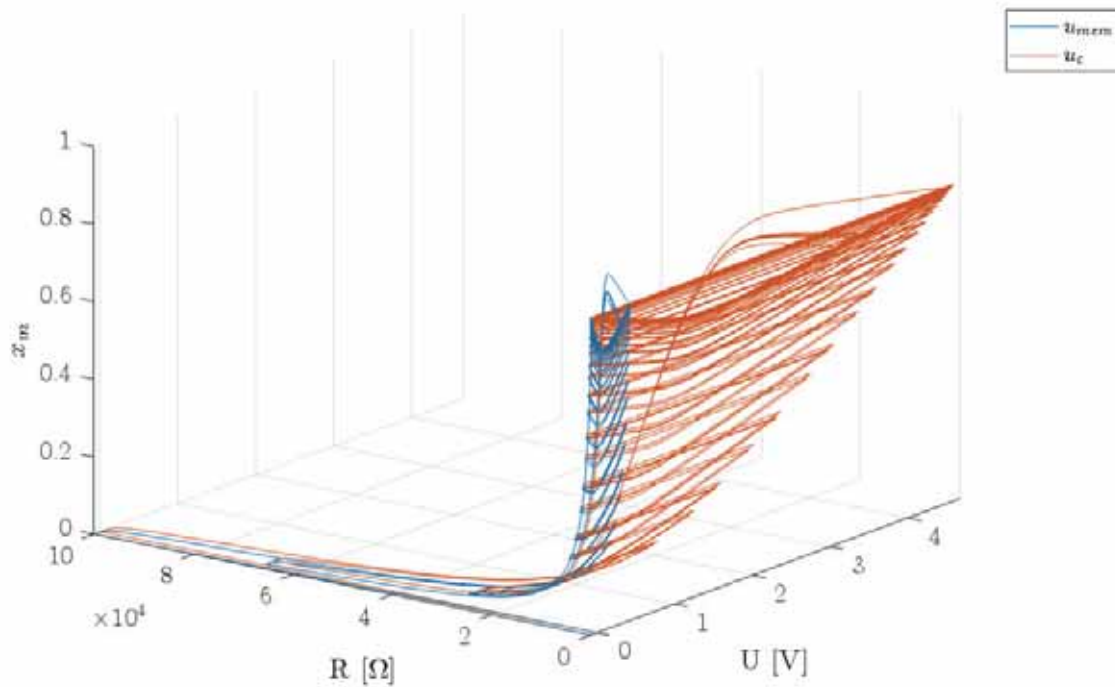


Figure 4. Mutual characteristics in the form of a 3D plot, where the X-axis represents the memristor resistance, the Y-axis represents the voltage, and the Z-axis represents the value of the state variable

Bibliography

- [1] T. Guo *et al.*, “Adjustable Leaky-Integrate-and-fire neurons based on memristor-coupled capacitors,” *Mater Today Adv*, vol. 12, p. 100192, Dec. 2021, doi: 10.1016/J.MTADV.2021.100192.
- [2] Y.-H. Liu and X.-J. Wang, “Spike-Frequency Adaptation of a Generalized Leaky Integrate-and-Fire Model Neuron,” *J Comput Neurosci*, vol. 10, no. 1, pp. 25–45, 2001, doi: 10.1023/A:1008916026143.
- [3] R. Brette and W. Gerstner, “Adaptive Exponential Integrate-and-Fire Model as an Effective Description of Neuronal Activity,” *J Neurophysiol*, vol. 94, no. 5, pp. 3637–3642, Nov. 2005, doi: 10.1152/jn.00686.2005.
- [4] W. Teka, T. M. Marinov, and F. Santamaria, “Neuronal Spike Timing Adaptation Described with a Fractional Leaky Integrate-and-Fire Model,” *PLoS Comput Biol*, vol. 10, no. 3, p. e1003526, Mar. 2014, doi: 10.1371/journal.pcbi.1003526.
- [5] A. L. Hodgkin and A. F. Huxley, “A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve,” *J Physiol*, vol. 117, no. 4, pp. 500–544, Aug. 1952, doi: 10.1113/jphysiol.1952.sp004764.
- [6] X. Fang, D. Liu, S. Duan, and L. Wang, “Memristive LIF Spiking Neuron Model and Its Application in Morse Code,” *Front Neurosci*, vol. 16, Apr. 2022, doi: 10.3389/fnins.2022.853010.
- [7] W. Gerstner and R. Brette, “Adaptive exponential integrate-and-fire model,” *Scholarpedia*, vol. 4, no. 6, p. 8427, 2009, doi: 10.4249/scholarpedia.8427.
- [8] R. Yuan *et al.*, “A neuromorphic physiological signal processing system based on VO₂ memristor for next-generation human-machine interface,” *Nat Commun*, vol. 14, no. 1, p. 3695, Jun. 2023, doi: 10.1038/s41467-023-39430-4.
- [9] T. W. Molter and M. A. Nugent, “The Generalized Metastable Switch Memristor Model,” in *CNNA 2016; 15th International Workshop on Cellular Nanoscale Networks and their Applications*, 2016, pp. 1–2.

TESTING THE SDC MEMRISTORS IN THREE PHASE SYSTEMS

Karol BEDNARZ, Bartłomiej GARDA

Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie

Introduction

The successful discovery of the feasible memristor device in 2008, reported by HP Laboratories [1], marked a significant turning point, sparking considerable interest among scientific researchers. Faced with the limitations of computer memories, the primary focus shifted towards utilizing memristors as memory cells. Memristors, serving as non-volatile memory with the potential for multistability, emerged as promising candidates. Numerous research papers have explored this avenue, suggesting that the integration with CMOS technology may soon supplant current solutions. Beyond memory applications, research has unveiled various other potential implementations for memristors, such as electrostatic discharge protection [2], regulation elements in signal amplifiers [3], oscillators [4,5], and even overvoltage protection [6], where the memristor is connected in series with a spark gap.

The objective outlined in the paper is to conduct reliable measurement tests on memristor behaviour in three-phase systems. Memristors, acting as nonlinear elements, exhibit intriguing phenomena within such systems. Various configurations, including Delta and Wye connections with three and four wires, have been tested. The collected data has been analyzed and presented, with additional frequency analysis using FFT and assessment of total harmonic distortion factors. Furthermore, Clarke ($\alpha\beta\gamma$) and dq0 transformations have been performed and documented.

Measurement

Authors used the three channel generator NI-9263 and all data has been acquired by the compact 12-bit NI-9201 device. The synchronisation and acquisition process has been done using the LabVIEW environment. The tested device were chalcogenide ion-conducting resistive device commonly known as SDC memristors. To reduce the current all memristors have been connected in series with the linear resistors. All tests have been performed automatically for different frequencies and amplitudes of three phase signal. The three memristive loads has been connected in Delta and Wye, with and without the neutral wire. The example of Wye conception without the neutral is shown on the figure 1.

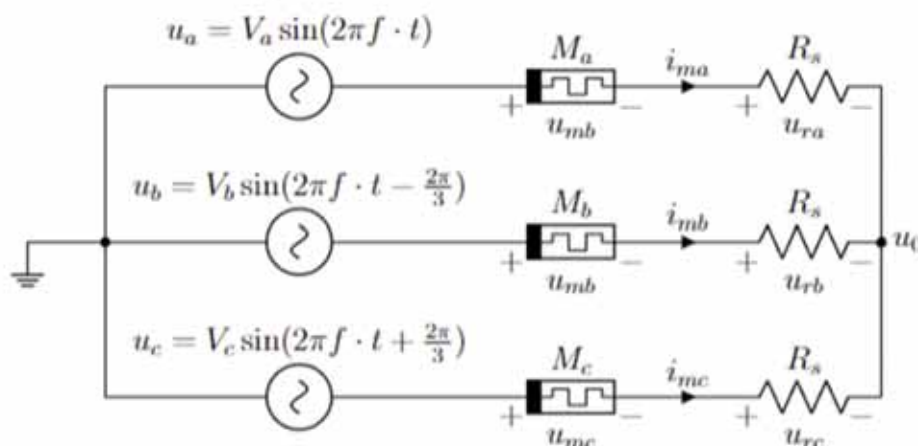


Figure 2. The example of three wire Wye connection setup

Data analysis

For the obtained waveforms, parameter optimization was carried out for the MMS memristor model [7], and then simulation was performed in individual circuits in the Simulink package, based on the previously prepared model in the SimsCape language. This allowed the comparison of the memristors quality. Example of such waveform can be seen on Figures 2 and 3.

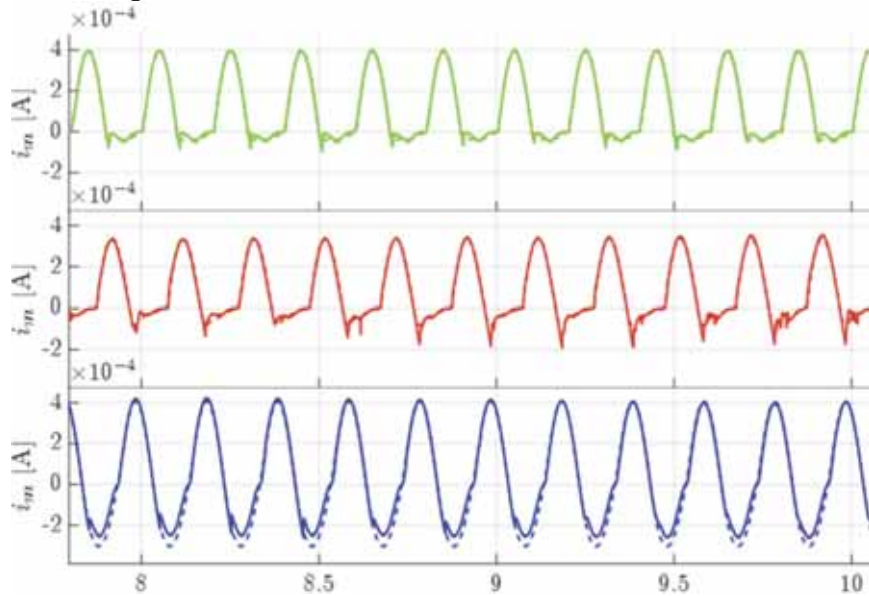


Figure 2. Sample simulation results for the four wire Wye system, where the dashed line represents the MMS modelled data results, for each phase

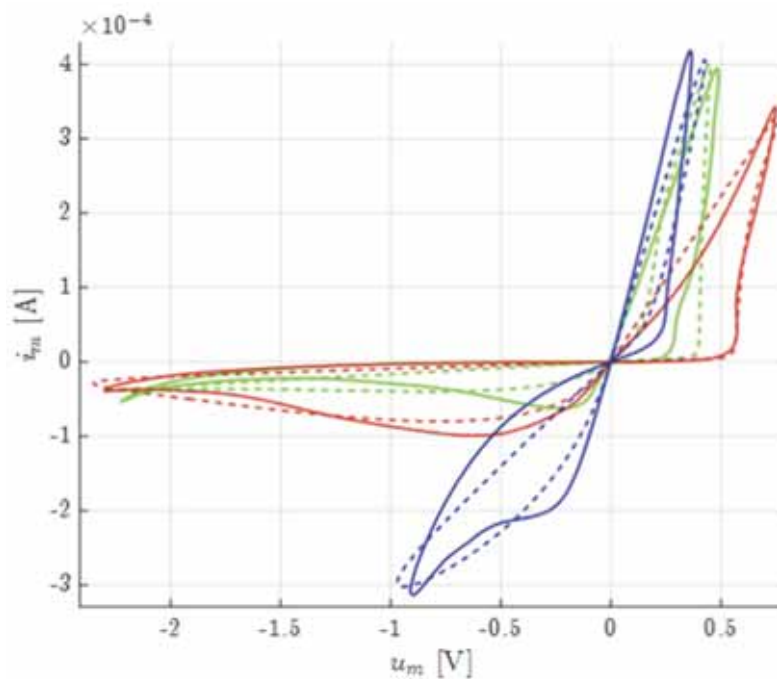


Figure 3. The corresponding to the Figure 2 data presented in the i-v plane. The characteristic memristor hysteresis loop can be observed

A Fast Fourier Transform (FFT) is applied to chosen signals in order to provide a frequency spectrum, presented in the Figure 4. It can be seen the also all first harmonics are present including DC, and interesting phenomenon is that harmonic amplitudes for phase a current is slightly bigger than for the other two phases.

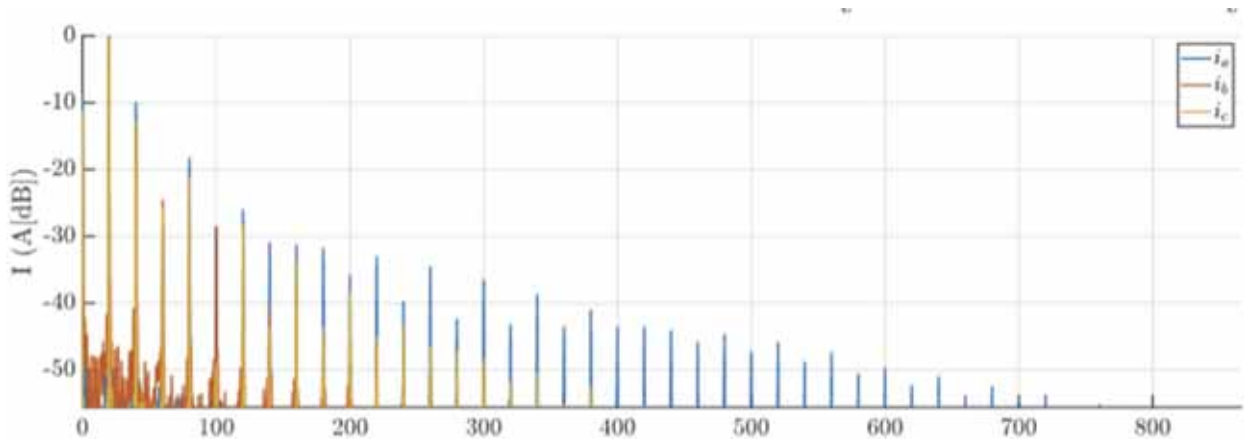


Figure 4. Fast Fourier Transform of three phases currents for input signal frequency $f = 20$ Hz

Bibliography

- [1] Strukov D., Snider G., Steward D., Williams R.: The missing memristor found, *Nature*, vol. 453, no. 7191, pp. 80–83, 2008.
- [2] G. Elmer, I. Perjési-Hámori, Z. Kvasznicza and I. Horváth, "Design thinking for innovation in 3D VR Over-Voltage Protection with Memristor," 11th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications, Mariehamn, Finland, pp. 417-424, 2020, doi: 10.1109/CogInfoCom50765.2020.9237879.
- [3] Q. Li, H. Xu, H. Liu and X. Tian, "Study of the Noninverting Amplifier Based on Memristor with Linear Dopant Drift," 2012 Second International Conference on Intelligent System Design and Engineering Application, Sanya, China, 2012, pp. 1136-1139, doi: 10.1109/ISdea.2012.663.
- [4] Weiheng S., Chunfu Li and Juebang Yu, "A memristor based chaotic oscillator", 2009 International Conference on Communications, Circuits and Systems, Milpitas, CA, USA, 2009, pp. 955-957, doi: 10.1109/ICCCAS.2009.5250351.
- [5] Chunfu Li, Min Wei and Juebang Yu, "Chaos generator based on a PWL memristor," 2009 International Conference on Communications, Circuits and Systems, Milpitas, CA, USA, 2009, pp. 944-947, doi: 10.1109/ICCCAS.2009.5250375.
- [6] Elmer G.: A Possible Application of Memristors for Secondary Lightning Protection, *Recent Advances in Electrical & Electronic Engineering*, Vol 8, Issue 2, pp. 130-134, 2015, doi: 10.2174/2352096508999150616105536
- [7] T. W. Molter and M. A. Nugent, "The Generalized Metastable Switch Memristor Model," in CNNA 2016; 15th International Workshop on Cellular Nanoscale Networks and their Applications, 2016, pp. 1–2.

ZASTOSOWANIE SEKWENCJI ZDAŃ W ROZPOZNAWANIU CHOROBY PARKINSONA NA PODSTAWIE PRÓBEK PISMA Z WYKORZYSTANIEM KONWOLUCYJNYCH SIECI NEURONOWYCH

**Kamila BIAŁEK¹, Jacek JAKUBOWSKI², Anna POTULSKA-CHROMIK²,
Monika NOJSZEWSKA², Anna KOSTYRA-PRUSZCZYK²**

¹ Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

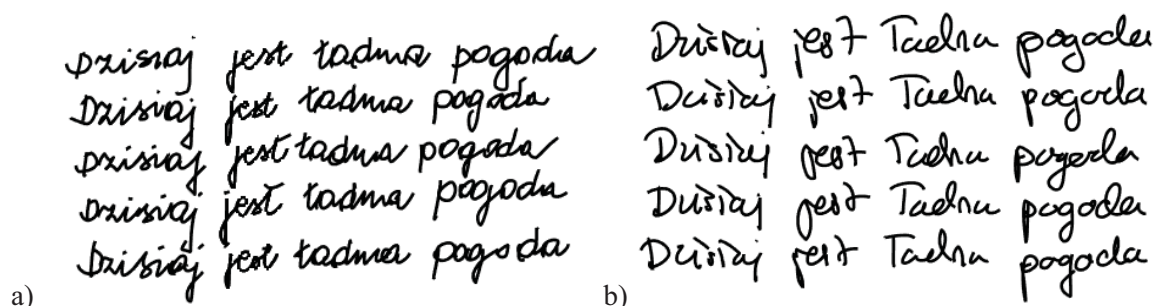
² Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa

Choroba Parkinsona jest to postępujące zaburzenie neurodegeneracyjne, charakteryzujące się osłabieniem funkcji motorycznych. Według danych światowej organizacji zdrowia obecnie na świecie choruje na nią ponad 8,5 mln ludzi, co czyni z niej drugą po chorobie Alzheimera najczęstszą chorobą neurozwyrodnieniową [1]. Do głównych objawów choroby Parkinsona należą: drżenie spoczynkowe, sztywność kończyn, spowolnienie ruchowe oraz niestabilność postawy ciała. Jednak występowanie tych objawów w stopniu wystarczającym do jednoznacznego jej zdiagnozowania następuje dopiero na późnym etapie rozwoju choroby [2]. Rozpoznawanie choroby Parkinsona na podstawie wczesnych objawów bywa trudne, o czym świadczy duże opóźnienie (średnio 10 lat) między pierwszym zauważalnym objawem a momentem postawienia diagnozy [3]. W związku z tym prowadzone są liczne badania wykorzystujące metody inżynierskie w zakresie wczesnego rozpoznawania choroby Parkinsona na podstawie różnych modalności. Umiejętnością człowieka, która niesie w sobie potencjał diagnostyczny jest pismo odręczne. Pisanie jest czynnością prostą i naturalną. Dodatkowo jego rejestracja nie wymaga specjalnych warunków środowiskowych, wycucia czasu ani wielu wyczerpujących powtórzeń. Motywacją do badań w tym zakresie jest fakt, że choroba Parkinsona jest zaburzeniem neurologicznym wywołującym problemy ze sprawnością aparatu ruchu. W konsekwencji pojawienie się któregośkolwiek z motorycznych objawów może wpłynąć na grafomotorykę, czyli umiejętność pisania odręcznego. Badania pokazują, że osoby chore piszą wolniej, niż osoby zdrowe z grupy kontrolnej [4]. Ich pismo charakteryzuje się większą niedokładnością linii bazowej, jest bardziej chaotyczne i nieregularne [5]. Osoby chore nie kontrolują siły nacisku podczas pisania w takim stopniu jak osoby zdrowe [6]. Dodatkowo jedną z najbardziej charakterystycznych cech choroby Parkinsona jest zjawisko mikrografii polegające na stopniowym zmniejszaniu rozmiaru czcionki w trakcie pisania [7]. W związku z powyższym zmiany w piśmie oraz problemy z pisaniem mogą być pierwszymi zauważalnymi oznakami występowania choroby Parkinsona.

Niniejsza praca dotyczy zastosowania konwolucyjnych sieci neuronowych (CNN) w rozpoznawaniu choroby Parkinsona na podstawie próbek pisma odręcznego. Obecne w literaturze badania podjęte w tym zakresie bazują na powstałej już wcześniej bazie danych PaHaW, zawierającej próbki pisma zarejestrowane podczas wykonywania 8 różnych zadań m.in. rysunek spirali, pojedyncze litery, całe zdanie [8, 9]. We współczesnej literaturze brakuje natomiast wykorzystania konwolucyjnych sieci neuronowych do analizy pisma pod kątem choroby Parkinsona na nowych próbkach pisma prezentujących słowa lub zdania, bez uwzględniania dodatkowych zadań jak na przykład rysunek spirali, który nie jest typowym pismem odręcznym.

Zastosowanie narzędzia, jakim są konwolucyjne sieci neuronowe w tego typu zagadnieniach wymusza posiadanie wystarczająco dużego zbioru danych uczących, co w przypadku zdobycia danych pochodzących od osób chorych nie jest zadaniem trywialnym. W takich przypadkach, chcąc poprawić wyniki rozpoznawania autorzy korzystają z technik augmentacyjnych celem sztucznego zwiększenia liczby danych. Najczęściej odbywa się to poprzez modyfikacje już istniejących przykładów. Przewidując powyższy problem na etapie opracowywania koncepcji badań, możliwe jest inne podejście, polegające na zarejestrowaniu od jednej osoby badanej więcej niż jednej próbki. Pozwala to zwiększyć liczbę autentycznych danych bez jednoczesnej

potrzeby angażowania nowych pacjentów. Dlatego materiał do niniejszych badań składa się z próbek pisma prezentujących pięć jednakowych zdań zapisanych w ramach tej samej rejestracji przez poszczególnych pacjentów. Badania przeprowadzono w Klinice i Katedrze Neurologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego w Warszawie. Przebadano łącznie 48 osób, spośród których 24 miały stwierdzoną chorobę Parkinsona. Tak zaplanowany sposób rejestracji danych wynika przede wszystkim z faktu, że zmiany w piśmie odręcznym wynikające z obecności choroby u osób na wczesnym stadium jej występowania, mogą uwidocznić się dopiero w skutek długotrwałego procesu pisania. W dotychczasowych pracach podjętych w tym temacie, ze względu na dysponowanie konkretną bazą danych, skupiano się wyłącznie na analizie pojedynczych słów lub zdań. Wykorzystanie w procesie uczenia sieci konwolucyjnych wszystkich obrazów poszczególnych zdań zapisanych jeden po drugim, pochodzących z tej samej rejestracji, może skutkować osiągnięciem wysokich wyników rozpoznania choroby, wyższych niż w przypadku wykorzystania tradycyjnych metod augmentacyjnych czy użycia większej liczby zdań, ale zarejestrowanych w pewnych odstępach czasu, które nie uwzględniają zmian w piśmie, będących skutkiem pisania w sposób ciągły.



Rys. 1. Przykładowe próbki pisma a) osoba chora, b) osoba zdrowa

W niniejszej pracy przedstawione zostaną wyniki badań nad wykorzystaniem wybranej struktury sieci CNN w procesie transfer learningu do rozpoznawania osób chorych na chorobę Parkinsona na podstawie próbek pisma w postaci sekwencji zdań. Uzyskane wyniki zostaną porównane z wynikami otrzymanymi przez autorów prac o podobnej tematyce, ale wykorzystujących w procesie uczenia sieci obrazów pojedynczych zdań.

Literatura

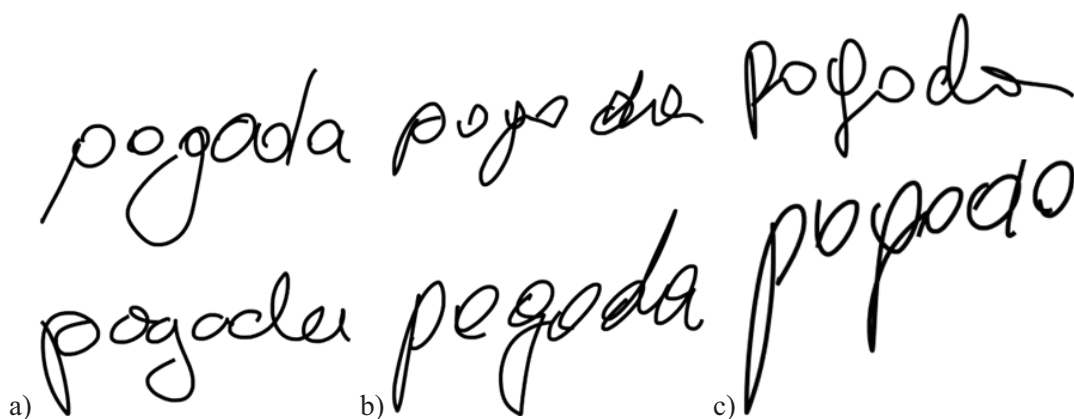
- [1] Feigin V. L., et al.: Global, regional, and national burden of neurological disorders, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016, *The Lancet Neurology* 18.5, pp. 459-480, 2016
- [2] Bloem B. R., Okun M. S., Klein C.: Parkinson's disease." *The Lancet* 397.10291, pp. 2284-2303, 2021
- [3] Gaenslen A., et al.: The patients' perception of prodromal symptoms before the initial diagnosis of Parkinson's disease, *Movement Disorders* 26.4 pp. 653-658, 2011
- [4] Teulings H. L., Stelmach G. E.: Force amplitude and force duration in parkinsonian handwriting, *Tutorials in motor neuroscience*, Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 149-160, 1991
- [5] Broderick M. P., et al.: Hypometria and bradykinesia during drawing movements in individuals with Parkinson's disease, *Experimental brain research* 197, pp. 223-233, 2009
- [6] Broeder S., et al.: The effects of dual tasking on handwriting in patients with Parkinson's disease, *Neuroscience* 263, pp.193-202, 2014
- [7] Shukla A. W., et al.: Micrographia and related deficits in Parkinson's disease: a cross-sectional study, *BMJ open* 2.3, 2012
- [8] Moetesum M., et al.: Assessing visual attributes of handwriting for prediction of neurological disorders—A case study on Parkinson's disease, *Pattern Recognition Letters* 121, pp.19-27, 2019
- [9] Diaz M., et al.: Dynamically enhanced static handwriting representation for Parkinson's disease detection, *Pattern Recognition Letters* 128, pp. 204-210, 2019

ZASTOSOWANIE KONWOLUCYJNYCH SIECI NEURONOWYCH W ROZPOZNAWANIU OSÓB STARSZYCH NA PODSTAWIE PRÓBEK PISMA

Kamila BIAŁEK, Jacek JAKUBOWSKI, Rafał BIAŁEK

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

Pisanie odręczne jest jedną z podstawowych umiejętności człowieka wykorzystywanych w życiu codziennym. Proces ten polega na precyzyjnych, sekwencyjnych ruchach ręką z jednoczesną koordynacją wzrokowo-ruchową, przez co wymaga odpowiednich zdolności manualnych. Pismo odręczne, może zatem dostarczać biologicznie istotnych informacji na temat stanu zdrowia pacjenta. W szczególności choroby neurodegeneracyjne jak np. choroba Parkinsona, mogą w znaczący sposób wpływać na grafomotorykę [1]. Jednocześnie grafizm czyli zespół graficznych cech pisma, zwany potocznie charakterem pisma jest bardzo indywidualny i zależy od wielu innych czynników m.in zdolności plastycznych, prawo-leworęczności, sposobu trzymania długopisu, wieku czy po prostu poczucie estetyki osoby piszącej. Szczególnie istotny wpływ na grafizm ma wiek, co wiąże się ze zmianami zarówno psychicznymi jak i fizycznymi. Pierwsze odrębności w piśmie pojawiają się już po około 2 latach nauki w szkole podstawowej. W miarę postępów w sztuce pisania następuje coraz większe zróżnicowanie cech pisma poszczególnych osób, wynikające przede wszystkim z konieczności szybszego pisania, stosowania skrótów i uproszczeń. W okresie od ukończenia nauki do osiągnięcia wieku starczego pismo stabilizuje się, a sposób pisania staje się trwałym nawykiem. Stabilizacja ta wynika z systematycznego posługiwania się piśmie oraz z braku szczególnych czynników mogących mieć wpływa na pismo jak np. pogorszenie wzroku czy kalectwo. W piśmie osób starszych stopniowo pojawiają się cechy świadczące o zmniejszeniu sprawności psychofizycznej wykonawców. Typowe dla pisma starczego są: powiększenie się rozmiarów pisma i odległości między znakami, zmniejszanie się swobody i płynności przebiegu linii, zmniejszanie czytelności, zmniejszanie nacisku środka pisarskiego na podłoże i in. [2].



Rys. 1. Przykładowe próbki pisma osób: a) poniżej 30 roku życia, b) ok. 50 roku życia, c) powyżej 80 roku życia

Badania identyfikacyjne, których celem jest typowanie grupowej przynależności wykonawcy pisma ze względu na wiek, mają szerokie zastosowanie [3]. W przypadku badań diagnostycznych nad wpływem objawów chorób neurodegeneracyjnych na pismo odręczne, ważne jest odróżnienie zmian w piśmie wiążących się z normalnymi procesami starzenia się, a tymi wynikającymi z występowania choroby. W prezentowanej pracy autorzy na podstawie obrazów pisma, zarejestrowanych za pomocą tabletu graficznego, podjęli próbę

wykorzystania konwolucyjnych sieci neuronowych do rozpoznawania przynależności osób biorących udział w badaniu do odpowiedniej grupy wiekowej.

W badaniach wykorzystano próbki pisma zapisane za pomocą tabletu graficznego, umożliwiającego rejestrację danych takich jak: czas rejestracji, położenie pióra, siłę nacisku oraz kąt nachylenia pióra do powierzchni tabletu. Dzięki wykorzystaniu takiego narzędzia możliwa jest różnorodna reprezentacja danych na obrazie. Zobrazowany może zostać pełny ślad zostawiony na kartce lub tylko zarejestrowane punkty o odpowiedniej grubości czy kolorze zależnym np. od przykładanego nacisku na podłoże podczas pisania.



Rys. 2. Reprezentacje danych na obrazie: a) tylko punkty, b) z zastosowaniem interpolacji punktów, c) z uwzględnieniem siły nacisku

Zastosowanie konwolucyjnych sieci neuronowych (CNN) w niniejszym badaniu podyktowane jest tym, że bazują one na całych obrazach, bez potrzeby ich przetwarzania w poszukiwaniu wektora cech, przez co wydają się być odpowiednim narzędziem do analizy pisma odręcznego. Jednak zastosowanie własnej odpowiednio rozbudowanej struktury sieci CNN wymaga użycia dużej bazy wzorców. W przypadku braku takiej bazy możliwe jest zastosowanie tzw. transfer learningu, polegającego na wykorzystaniu sieci nauczonej do rozwiązywania zupełnie innego zadania jako struktury bazowej i douczenie jej za pomocą nowej bazy danych uczących. Użycie gotowej struktury wymaga jednak odpowiedniego przygotowania danych wejściowych oraz dostosowania sieci do rozwiązywania nowego problemu.

W niniejszej pracy przedstawione zostaną wyniki badań nad wykorzystaniem wybranej struktury sieci CNN w procesie transfer learningu do identyfikacji osób starszych i młodszych na podstawie próbek pisma.

Literatura

- [1] Shukla A.W., et al.: Micrographia and related deficits in Parkinson's disease: a cross-sectional study, *BMJ open* 2.3, 2012
- [2] Koziczak A.: Metody pomiarowe w badaniach pismoznawczych. Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych, 1997
- [3] Alaei F., Alireza A.: Review of age and gender detection methods based on handwriting analysis, *Neural Computing and Applications* 35.33, 2023
- [4] Osowski S.: Sieci neuronowe do przetwarzania informacji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2020.

EXPOSURE SYSTEMS FOR ELECTROMAGNETIC FIELD BIOMEDICAL EXPERIMENTS

Paweł BIEŃKOWSKI

Wroclaw University of Science and Technology

The paper presents a review of exposure systems used in research of interaction between electromagnetic field (EMF) and living organisms. Typical systems ranging in frequency from static field to microwaves and simple methods of exposure estimation are described.

Introduction

In recent years, many studies have been conducted on the impact of electromagnetic fields on living organisms. The demand for this type of research is growing rapidly with the growing interest in the impact of electromagnetic fields, especially those related to new technologies, on living organisms. This interest is due to the rapid increase in the number of sources of electromagnetic fields and concerns about the potentially harmful effects of EMF. One of the basic criteria for the reliability of bioelectromagnetic research is knowledge of the parameters of the generated electromagnetic field: its frequency, polarization, intensity and uniformity. And these parameters should be confirmed by measurements ensuring measurement traceability. Moreover, it should be noted that these tests are interdisciplinary in nature (they concern biology, medicine and PEM engineering).

Exposure systems for static and low frequencies field

Within low frequencies it is possible to make a clear distinction between EMF components generated in the exposure systems. The sources of the magnetic field are usually coils in different configurations. The sources of the electric field are plate condensers.

The most simple H-field exposure system is a single loop antenna. A more uniform field in the large area can be obtained inside air solenoid, but the best solution there are Helmholtz coils.

The ideal Helmholtz coils consists of two coaxial circular current loops with the same radius, separated from each other by one radius. Magnetic field at any point on the axis of the Helmholtz coil is described by formula (4). The direction of the field is perpendicular to the plane of the loops and field is very uniform - in region about 0.6 coils radius relative field deviation is less than 10%.

To generate of E-field a plate condenser is usually used (fig.1). The field is uniform within the large area inside the condenser. The lower plate of the condenser can be grounded or the condenser can be powered symmetrically so that the influence of the ground and the objects in vicinity is eliminated. It is possible to combine the exposure systems of electric and magnetic fields to obtain the exposure of E or H.

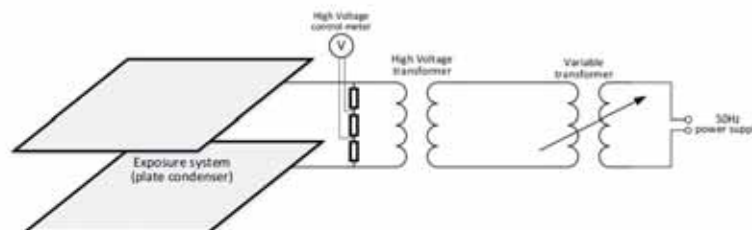


Fig. 1. Exposure plate condenser set-up for ELF E-Field

Radio waves

For the radio waves (up to a few hundred MHz) exposure systems with line antennas and segments of transmission lines – especially TEM cells are used.

To obtain high intensities of the EMF, the examined object is placed the close to the antenna (Figure 5), in its near field. In such a case, it is very difficult to estimate the intensity of the field using analytical methods, due to the nature of the near field and interactions between the antenna and the object. Therefore, researchers apply numerical analysis and verify the results using measurements with near-field probes

The advantage of using the TEM cell as an exposure system is broadband bandwidth, no dependency between the intensity of the field and its frequency, as well as a relatively simple method of estimating the field strength based on geometry and voltage applied to the line. By using the system presented in Figure 2, it is possible to experimentally determine whole body SAR by measuring the input power and the transmitted power by power-meters on each side of the TEM cell with and without tested object load.

The basic limitation in using the EMF cell is a limited septum, the size of which corresponds with high frequency of the work. The width of the cell must be less than a half of the wavelength. The examined object should not take more than a 1/3 of the space inside the cell due to possible disturbance within the field distribution.

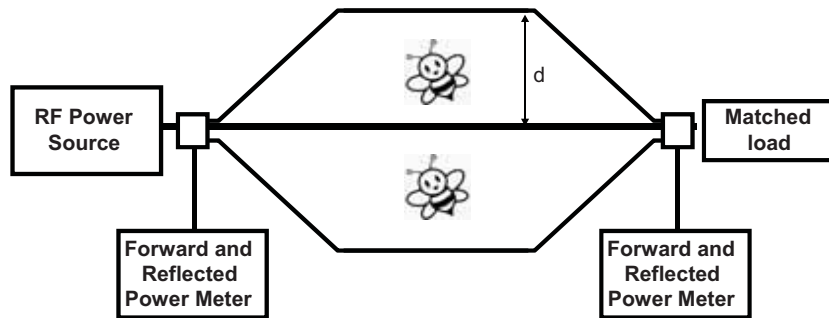


Fig. 2. Exposure TEM set-up with SAR measurement

Microwaves

In the microwaves range aperture antennas (Figure 3) and wave guides are usually used as basic sources of EMF.

Power density within distance d from the antenna is defined by formula (6) applicable for far field, i.e. when $d \gg A/\lambda$ (A - aperture of antenna).

$$|S| = \frac{P \cdot G}{4\pi d^2} \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (7)$$

where:

P – input power [W],

G – antenna gain in [W/W],

d – the distance between antenna and object [m].

When the system does not meet this condition, analytically or experimentally defined correction factors should be used.

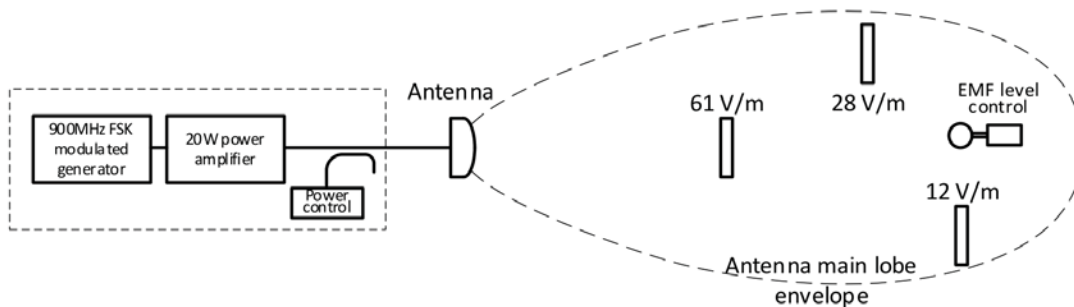


Fig. 3. Microwave exposure system for simultaneous exposure of different field strengths

PROCES ELEKTRODYNAMICZNEGO KSZTAŁTOWANIA ALUMINIOWYCH WSADÓW RUROWYCH W UJĘCIU BŁĘDÓW KSZTAŁTU ODKSZTAŁCONEJ POWIERZCHNI

Borys BOROWIK¹, Michał TAGOWSKI², Marek KĘSY³

¹ Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

^{2,3} Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki

Wstęp

W procesie elektrodynamicznego formowania metali, kształtowana powierzchnia (wsad rurowy) umieszczona jest w niewielkiej odległości od usztywnionego mechanicznie induktora, a wywierane na nią ciśnienie wykorzystuje się do swobodnego lub wymuszonego jej odkształcenia. W czasie formowania następują przemiany różnych rodzajów energii. Energia zgromadzona w kondensatorze jest przekształcana podczas jego wyładowania w energię pola magnetycznego w układzie induktor – powierzchnia wsadu, a ta z kolei zostaje zamieniona na energię ruchu kształtowanej powierzchni oraz ciśnienie niezbędne do jej plastycznego odkształcenia. Najczęściej odbywa się to przy udziale matrycy kształtującej, umieszczonej na drodze ruchu odkształcanego wsadu. [1-5].

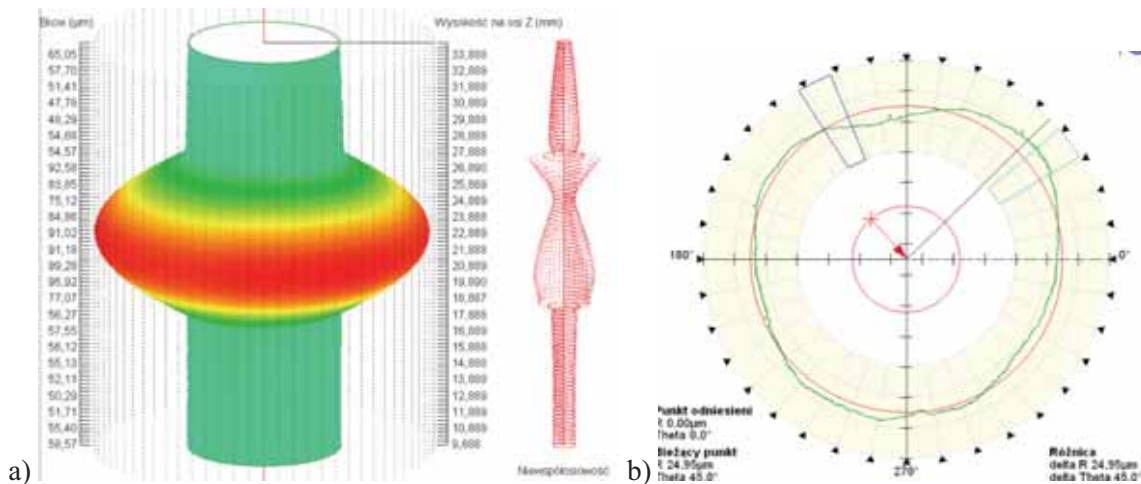
Struktura geometryczna powierzchni

Struktura geometryczna powierzchni wytwarzanych wyrobów jest uwarunkowana kształtem, wymiarami oraz jakością uzyskiwanych powierzchni. Jak wykazują doświadczenia produkcyjne, zapewnienie odpowiedniej jakości wytwarzanych wyrobów odnosi się szczególnie do problemów dotyczących zapewnienia dokładności wymiarowo – kształtowej i odpowiedniej jakości powierzchni [6-8]. Powyższy problem szczególnie dotyczy powierzchni walcowych, których dokładność odwzorowania kształtu oceniana jest głównie na podstawie odchyłek zarysów okrągłości w wybranych przekrojach poprzecznych. W rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych często wyznacznikiem jakości współpracy poszczególnych elementów jest dokładność całej powierzchni. Z tego względu współczesne procesy technologiczne wymagają kontroli całych powierzchni walcowych [6].

Rys.1 przedstawia, zarejestrowany na przyrządzie pomiarowym firmy Taylor HobsonTalyround, kształt odkształconej w procesie elektrodynamicznym powierzchni aluminiowego wsadu rurowego oraz przyjęty do wstępnej analizy przekrój poprzeczny z zarysem okrągłości. Rys.1a prezentuje rejestrowane wartości bicia promieniowego oraz niewspółosiowość wyszczególnionych poziomów pomiarowych. W tab. 1 zaprezentowano zestawienie wybranych parametrów opisujących błędy walcowości odkształconej powierzchni. Z kolei analizę wstępną błędów okrągłości oparto na zarejestrowanych zarysach przekrojów poprzecznych (rys.1b) oraz podstawowym parametrze walidacyjnym – odchyłce okrągłości RONt oraz parametrach pozycyjnych opisujących rozkład zarysu okrągłości (tab. 1).

Tabela 1. Zestawienie wybranych parametrów opisujących rozkład zarysu okrągłości w wybranym przekroju analizowanej powierzchni

Parametr okrągłości	Wartość	Parametr pozycyjny	Wartość
RONp	31,11 μm	Poz. RONp	48° 18'
RONv	25,27 μm	Poz. RONv	102° 12'
RONt	56,38 μm	Poz. Ecc	311° 5'
Bicie promieniowe	57,21 μm		



Rys. 1. Widok zarejestrowanego kształtu (a) oraz zarys okrągłości w wybranym przekroju powierzchni (b)

Tabela 2. Zestawienie wybranych parametrów opisujących błędy walcowości odkształconej powierzchni

Parametr okrągłości	Wartość	Parametr pozycyjny	Wartość
CYLp	1172,98 μm	Poz. CYLp	133° 24'
		Poz. CYLpZht	23,14 mm
CYLv	415,80 μm	Poz. CYLv	248° 36'
		Poz. CYLvZht	34,14 mm
CYLt	1588,78 μm	-	-
CYLtt	294,03 μm	Poz. CYLtt	133° 35'
Bicie całkowite	1588,78 μm	Współosiowość DIN	86,78 mm

Wnioski

Pomiary zarysów okrągłości jak i całych zarysów walcowości są ważnym czynnikiem walidacyjnym w ocenie użyteczności eksploatacyjnej wytwarzanych wyrobów. Informują one o odkształceniach geometrycznych półwyrobów, co umożliwia ocenę dokładnej odległości powierzchni od środka, czyli czy półwyrob spełnia założenie okrągłości (rys 1.b).

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] 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.
- [4] Bednarczyk J., Załuski T., Analiza numeryczna elektrodynamicznej obróbki blach z wykorzystaniem pośredniego elementu sprężystego, Mechanik, 7/2010, pp. 477-483.
- [5] Borowik B., Kęsy M., Analiza struktury geometrycznej powierzchni obszaru odkształcenia kształtowanego w procesie elektrodynamicznego formowania metali, Przegląd Elektrotechniczny., 12/2022 pp. 200-204
- [6] Adamczak S., Pomiary geometryczne powierzchni. Zarysy kształtu, falistość i chropowatość, WNT, Warszawa 2008.
- [7] Oczó K., Liubimov V., Struktura geometryczna powierzchni. Podstawy klasyfikacji z atlasem charakterystycznych powierzchni kształtowanych, OW PRz, Rzeszów 2003.
- [8] Górecka R., Polański Z., Metrologia warstwy wierzchniej, WNT, Warszawa 1983.

PROJEKT ROBOTA TYPU DELTA O STRUKTURZE RÓWNOLEGŁEJ

Borys BOROWIK¹, Michał TAGOWSKI², Michał SOBIEPAŃSKI

¹ Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

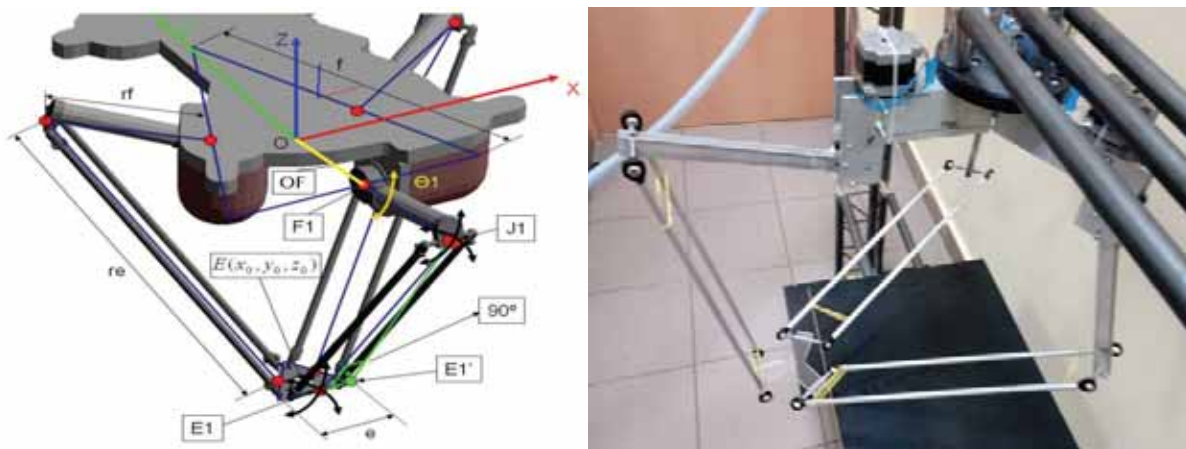
² Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki

Wstęp

W ostatnich latach notuje się znaczny wzrost produkcji robotów o kinematyce równoległej. Roboty te posiadają charakterystyczną konstrukcję. Dzięki umiejscowieniu napędów w części nieruchomej robota i przeniesieniem na ramiona są one relatywnie lekkie. Wspólne połączenie ramion powoduje większą sztywność robota. Ich konstrukcja wymaga zamontowania nad przestrzenią pracy. To wszystko powoduje, że roboty te mają niewielką bezwładność i mogą pracować z dużymi prędkościami. [1-5]

Konstrukcja robota typu DELTA

Model wykorzystywany do obliczeń został uproszczony, zastąpiono równoległobok przegubowy ramieniem pojedynczym połączonym przegubami krzyżakowymi z platformą mobilną i dźwignią, jak podczas obliczania ruchliwości (rys. 1).



Rys. 1. Projekt oraz realizacja praktyczna robota typu DELTA [6]

Aby przyjrzeć się dokładniej zagadnieniu wpływu parametrów konstrukcyjnych robota delta na wielkość przestrzeni roboczej, w jakiej może pracować, wygenerowano szereg wykresów przestrzeni roboczej, dla różnych parametrów budowy tego robota. Korzystając z wyprowadzonych wyżej wzorów na kinematykę robota delta, napisano program odpowiedzialny za generowanie przestrzeni roboczej, w formie punktów przestrzeni. Program ten następnie zapisywał wszystkie punkty w pliku tekstowym, z którego następnie dane pobierał skrypt napisany w programie Matlab, odpowiedzialny za generowanie wykresów i zapisywanie ich w formie plików graficznych. W obliczeniach przyjęto, że kąt obrotu ramion górnych robota $\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3 \in (20^\circ, -115^\circ)$. [6]

Z powyższych rozważań wynika, że przestrzeń robocza maleje wraz ze zmniejszaniem maksymalnego kąta obrotu przegubów. Podobnie gdy zwiększymy parametr OF , czyli odległość osi obrotu dźwigni od środka płyty (rys. 1). Zwiększenie długości dźwigni rf powoduje zwiększenie przestrzeni roboczej po osi z .

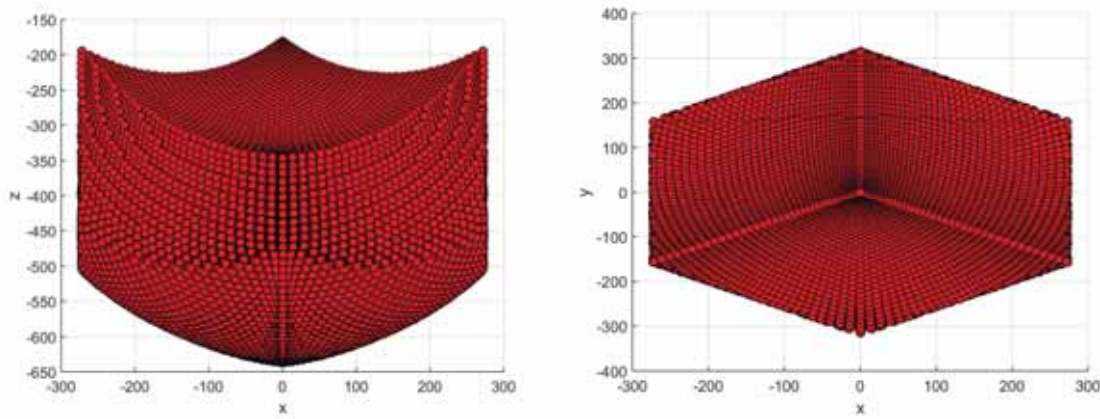
Wydłużenie ramienia r_e pozwala na zwiększenie przestrzeni roboczej robota we wszystkich osiach. Natomiast zwiększenie powierzchni platformy mobilnej robota e spowoduje zmniejszenie przestrzeni roboczej.

Ponieważ chcemy, aby wykonany robot działał płynnie i aby jego przestrzeń robocza była jak największa należy zaprojektować jak najmniejszą platformę mobilną e . Jej wymiary powinny umożliwić jedynie zainstalowanie końcowego efektora. Długość parametru OF powinna być jak najmniejsza, a długość ramienia r_f powinna być maksymalnie połową długości r_e . Należy wybrać przeguby o możliwie jak największym kącie obrotu. Kąty obrotu $\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3$ powinny być możliwie jak największe, ale należy uważać żeby nie doprowadzić do kolizji dźwigni z ramieniem dolnym. [6]

Uwzględniając powyższe założenia przyjęto następujące parametry:

$r_f = 225$ mm, $r_e = 424$ mm, OF = 176 mm, $e = 50$ mm, $\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3 \in (-115^\circ, 20^\circ)$, $\alpha = 40^\circ$.

Przestrzeń robocza pokazana jest na rys. 2.



Rys. 2. Przestrzeń robocza robota typu DELTA [6]

Wnioski

Na podstawie badań nad teoretyczną przestrzenią roboczą robota delta udało się zdefiniować czynniki wpływające na jej wielkość i na ich podstawie zbudować robota o wymaganej przestrzeni roboczej. Zagadnienia te mogą posłużyć w przyszłości do budowy przemysłowej wersji robota, zbudowany model zaś może posłużyć do budowy i testowania bardziej zaawansowanego systemu sterowania zawierającego ruchy po wyznaczonej trajektorii. Wyprowadzone wzory kinematyczne doprowadzono do postaci, w której łatwo przełożyć je na algorytm wykorzystywany w programie sterującym.

Zastosowanie w takiej konstrukcji robota systemów wizyjnych zdolnych rozpoznawać (wykrywać wady) i lokalizować produkty przemieszczające się np. po linii produkcyjnej umożliwia zastosowanie go w dowolnych zakładach przemysłowych. Jego szybkość działania i lekka konstrukcja powoduje, że może on konkurować z pracą człowieka oraz innymi konstrukcjami robotów np. typu SCARA

Literatura

- [1] Rygałło A., Robotyka dla mechatroników, Częstochowa: Politechnika Częstochowska, 2008.
- [2] Honczarenko J., Roboty przemysłowe. Budowa i zastosowanie. Warszawa WNT 2004
- [3] Borowik B., Analiza kinematyki manipulatorów na przykładzie robota liniowego o czterech stopniach swobody. Mechanik 7/2015, pp. 45-50
- [4] Borowik B., Pyrc M. Gruca M. Projekt oraz analiza kinematyczna robota pomagającego w rehabilitacji. Przegląd Elektrotechniczny 1/2023, pp. 290-293
- [5] Borowik B. Sobiepański M., Projekt oraz analiza kinematyczna robota typu równoległa SCARA. Przegląd Elektrotechniczny 12/2023, pp. 272-275
- [6] Toton Robert, Budowa robota typu delta - Praca Inżynierska, Częstochowa 2017

ASPEKT TECHNICZNY WYKORZYSTANIA URZĄDZEŃ TYPU EYETRACKER W DIAGNOSTYCE MEDYCZNEJ I W PROCESACH OCENY STANU PACJENTA

Marcin BUCZAJ¹, Agnieszka BUCZAJ², Anna RASMUS³

¹ Politechnika Lubelska, Lublin

² Uniwersytet Przyrodniczy, Lublin

³ Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

Wstęp

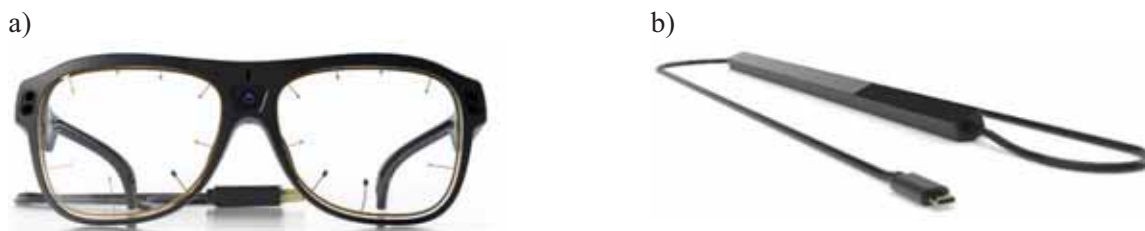
Eyetracker (okulograf) to urządzenie służące do określania położenia i ruchu gałek ocznych. Śledzenie wzroku w urządzeniach typu Eyetracker to proces związany z określaniem punktów skupienia spojrzenia lub ruchu oka względem głowy, a także interpretacji wyników związanych z tymi stanami. Ze względów analitycznych rozróżnia się dwa rodzaje czynników związanych z analizą i śledzeniem wzroku, są to fiksacje i sakkady. Fiksacje są to wyróżnione punkty na widzianym obrazie, na których w określonym przedziale czasu skupił się (zatrzymał) pacjent. Natomiast sakkady to ścieżki ruchu gałek ocznych pomiędzy kolejnymi punktami fiksacji [1, 2].

Duży walor wykorzystania Eyetrackerów w diagnostyce medycznej jest niewielkie oddziaływanie na badanego pacjenta oraz fakt, że badanie może być wykonywane w sposób nieświadomy dla pacjenta. Ważnym aspektem prowadzonych takich badań jest nie tylko określenie intensywności ruchu gałki ocznej, ale również interpretacja na jakie elementy prezentowanego obrazu skupia się pacjent. Są to techniki związane z przetwarzaniem danych oraz rozpoznawaniem wzorców. Stąd też tak duży potencjał ich zastosowania w badaniach medycznych z pacjentami w stanach zaburzeń świadomości, gdzie określenie i wyznaczenie istotnych punktów jest trudne do przekazania pacjentowi.

Układy z zastosowaniem okulografów są też często wykorzystywane do budowy bardziej zaawansowanych układów diagnostycznych [3].

Okulografia i sposoby analizy rejestrowanego obrazu

Okulografia to metoda badawcza, która polega na śledzeniu ruchów gałki ocznej podczas postrzegania i przetwarzania informacji odbieranej drogą wzrokową przez specjalistyczne urządzenia wyposażone w dedykowaną kamerę oraz promiennik podczerwieni [2]. Okulografy (eyetrackery), obecnie najczęściej fotoelektryczne umożliwiają obserwację ruchu gałek ocznych lub ich spoczynek na podstawie zmian w ilości rejestrowanego promieniowania podczerwonego. Ze względu na budowę i sposób wykorzystania eyetrackery (okulografy) występują w dwóch odmianach: mobilnej oraz stacjonarnej. Eyetrackery mobilne wykonane w formie nagłownej w postaci najczęściej okularów umożliwiają obserwację zachowań wzrokowych w dowolnej przestrzeni wokół pacjenta. Natomiast eyetrackery typu stacjonarnego to specjalnie zbudowane stanowisko, które oprócz samego okulografu wyposażone jest w stosowny monitor, na którym prezentowane są dopasowane do potrzeb badania treści. Na rys. 1 przedstawiono urządzenia typu eyetracker w wykonaniu nagłownym (okulary) i stacjonarnym (listwa eyetrackera z kamerą i promiennikiem podczerwieni) firmy Tobii.



Rys. 1. Eyetrackery firmy Tobii: a) nagłowny Tobii Pro Glasses 3, b) stacjonarny Tobii Pro Fusion [1]

Ważnym aspektem prowadzenia badań z zastosowaniem urządzenia typu Eyetracker jest określenie istotnych kryteriów oceny i dobór odpowiednich algorytmów i współczynników analizy sygnałów w interpretacji otrzymanych wyników. Główne z nich to próbka spojrzenia, czas pierwszej fiksacji, czas trwania fiksacji, liczba punktów fiksacji. Są to wskaźniki bezpośrednio związane są technikami analizy sygnału oraz interpretacji informacji. Przy określaniu punktów fiksacji i sakkad zastosowane są techniki umożliwiające wykrycie, pomiar przemieszczenia się i ruchu gałki ocznej u pacjenta o także wykrywanie zmian ustawienia kąta patrzenia oka. Podczas badań z pacjentami z utrudnionym kontaktem trzeba pamiętać, że dodatkową trudnością są zaburzenia wzroku jakie mogą wystąpić po urazie mózgu. Najczęściej występują schorzenia w postaci pomijania stronnego, ślepoty korowej, anizokorii, neuropatii optycznej, zaburzeń ruchów sakadowych, a także zaburzenia akomodacji.

Wykorzystanie urządzeń okulografcich w ocenie stanu pacjenta

W przypadku testów diagnostycznych i ocenie stanu pacjenta dobrym urządzeniem do prowadzenia badań jest okulograf stacjonarny Tobi eyetracker x-120 współpracujący z monitorem komputerowym służącym do wyświetlania obrazów testowych. Ważnym parametrem tego urządzenia jest również odpowiednio duża częstotliwość pomiaru, która wynosi 120 Hz. Rejestrowany z okulografu obraz może być poddany analizie zachowań wzrokowych za pomocą programu Tobi Studio version 3.4.8. Program ten umożliwia wybranie określonych wskaźników zachowań wzrokowych do potrzeb testu. Podczas testów pacjent pozostaje w pozycji siedzącej przed ekranem 19 calowym, w odległości około 50 cm. Urządzenie kalibruje się jednopunktowo, dla każdego pacjenta. W ocenie wyników przydatne są dostępne w programie funkcje graficzne w postaci map ciepła (heatmapami) oraz map gazeplotowych (ścieżek wzroku) oraz funkcje analityczne takie jak: czas do pierwszej fiksacji, czas trwania pierwszej fiksacji, obecność pierwszej fiksacji na ekranie, ilość punktów fiksacji na ekranie, całkowita ilość fiksacji i procent fiksacji na ekranie.

W przypadku badań na pacjentach (przez prezentację testowego materiału wideo), którzy są w stanie nieresponywnym, minimalnej świadomości lub w stanie „na wyjściu” ocenę stanu pacjenta można wykonywać za pomocą skali CRS-R. Jest to jedna z części stosownych skal oceny świadomości po uszkodzeniu mózgu w Polsce i na świecie.

Podsumowanie

Eyetrackery wykorzystywane są w badaniach diagnostycznych jako systemy rejestrujące i analizujące zachowania pacjentów, wspierając m.in. proces leczenia i ocenę stanu zdrowia pacjenta. Zastosowanie systemu analizy ruchu i odpowiednio ukierunkowanego oprogramowania w eyetrackerach może służyć do wykrywania reakcji człowieka na określone bodźce zewnętrzne i wskazywania aktywności mózgu, a także do badania funkcji poznawczych poszczególnych elementów w różnych stanach świadomości.

Literatura

- [1] <https://www.tobii.com/products/eye-trackers> - witryna internetowa firmy Tobii
- [2] <http://www.lelo.uw.edu.pl/it/okulografia> - witryna internetowa Laboratorium Eksperymentalnej Lingwistyki Okulograficzne Politechniki Warszawskiej
- [3] Tarnowski P., Kołodziej M., Majkowski A., Rak R., A system for synchronous acquisition of selected physiological signals aimed at emotion recognition, Przegląd Elektrotechniczny, nr 12/2016 s. 327-331.

Finansowanie: FD-20/EE-2/402 i FD-20/EE-2/802

WSPOMAGANIE PROCESÓW ZWIĄZANYCH Z EFEKTYWNYM ZARZĄDZANIEM ZAPOTRZEBOWANIEM NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

Marcin BUCZAJ¹, Andrzej SUMOREK¹, Agnieszka BUCZAJ²

¹ Politechnika Lubelska, Lublin

² Uniwersytet Przyrodniczy, Lublin

Wstęp

Infrastruktura techniczna budynku pracuje w sposób subtelny, a do jej głównych zadań należą zapewnienie prawidłowego funkcjonowania budynku, umożliwienie bezproblemowego zasilania i wykorzystania zainstalowanych urządzeń oraz działanie w sposób jak najbardziej efektywny i ekonomiczny [2]. W celu zapewnienia pracownikom, studentom oraz interesantom dogodnych warunków pracy, rozwoju intelektualnego i kulturalnego oraz bezpieczeństwa wdrażane i realizowane są przedsięwzięcia związane z rozbudową i doposażaniem istniejącej infrastruktury technicznej w budynkach o układy generowania i magazynowania energii elektrycznej oraz w systemy umożliwiające ciągły monitoring parametrów zasilania. Dzięki specjalistycznym programom umożliwiającym rejestrację i analizę bieżących informacji o stanie układów zasilania i danych o aktualnym zużyciu, produkcji oraz poziomie zmagazynowania energii elektrycznej możliwe jest bardziej świadome i zasadne zarządzanie wykorzystaniem energii elektrycznej przez wpływ na jej bieżący pobór, magazynowanie lub wprowadzanie do sieci, uzyskując w ten sposób odpowiedni rezultat ekonomiczny. Praktyczne możliwości oddziaływania użytkownika na aktualny przebieg zmienności obciążenia są związane z zarządzaniem funkcjonowaniem wybranych grup urządzeń, a profil energetyczny jest zgodny z przepływem energii między użytkownikiem a siecią przez dokonywanie świadomych decyzji. Takie zaplanowane działania idą w zgodzie z wprowadzanymi nowymi regulacjami prawnymi, trendami na rynku energii elektrycznej, nowoczesnymi możliwościami technicznymi oraz koniecznością związaną z osiągnięciem założonych wskaźników normatywnych. Dodatkowo w 2024 r. wchodzi na rynek tzw. taryfy dynamiczne, gdzie odbiorca będzie kupował energię elektryczną, której cena zmieniać się będzie wraz z ceną notowaną na giełdzie energii.

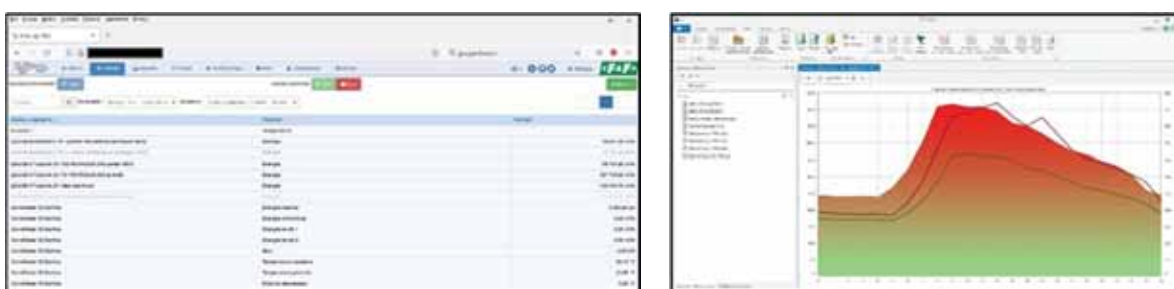
Modele funkcjonowania odbiorców energii elektrycznej w sieci elektroenergetycznej

Przesyłanie energii elektrycznej między dostawcą energii elektrycznej a jej odbiorcą to proces wymagający spełnienia szeregu wymagań technicznych, organizacyjnych i prawnych [1, 3]. W klasycznym modelu struktury zasilania, energia elektryczna w całości jest przesyłana od źródła do odbiorcy za pomocą sieci elektroenergetycznych. W tym przypadku istnieje tylko jeden kierunek przesyłu energii elektrycznej z sieci do odbiorcy. Rola administratora obiektu ogranicza się do określenia najbardziej korzystnej taryfy (np. wielostrefowej) oraz w pewnym zakresie wpłynie na kształtowanie krzywej obciążenia. Od kilku lat, coraz częściej można zaobserwować model prosumencki. W tym modelu użytkownik energii elektrycznej jest zarówno jej producentem, jak i konsumentem. W zależności od modelu funkcjonowania odbiorcy (typ. net-metering lub net-billing) odbiorca może dodatkowo wprowadzać do sieci nadwyżki produkowanej energii i ją wirtualnie magazynować lub sprzedawać po określonej cenie. W tym przypadku dużą rolę odgrywa aspekt autokonsumpcji, gdzie najkorzystniejsze jest takie kształtowanie profili użytkownika, żeby szczyt obciążenia pokrywał się z czasem produkcji energii elektrycznej. Aktualnie coraz większy nacisk kładzie się na model prosumenta wyposażonego dodatkowo w magazyn energii, gdzie administrator obiektu może decydować i ustalać najkorzystniejszy dla niego aktualny przepływ energii (magazynowanie, sprzedaż czy pobór). W niedalekiej przyszłości (po wprowadzeniu tzw. taryf dynamicznych) pewną rolę mogą odegrać również aktywni prosumenci posiadający magazyny energii. Taki prosument, określane mianem fleksumenta, czyli

odbiorca nie tylko wytwarzający i zużywający energię według własnych potrzeb, ale mogący się dostosowywać do potrzeb sieci energetycznej w celu realizacji własnego, założonego celu ekonomicznego.

Monitorowanie zużycia energii elektrycznej w wybranych programach

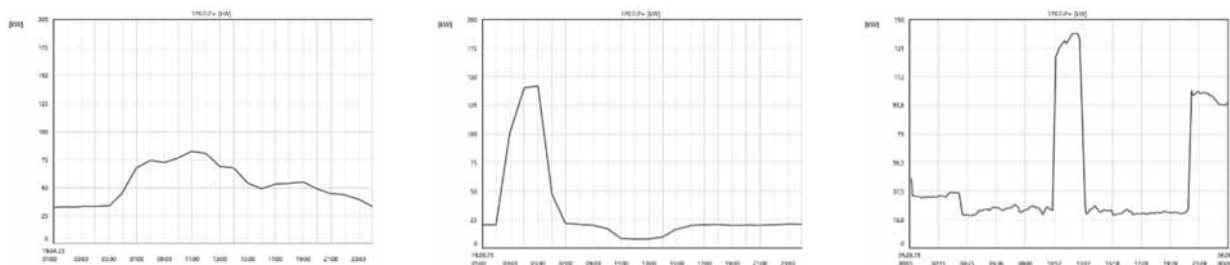
Racjonalne funkcjonowanie układów infrastruktury technicznej to w dużej mierze ustawienie odpowiednich parametrów pracy urządzeń oraz opracowanie odpowiednich dla nich czasowych harmonogramów pracy dostosowanych do sposobu użytkowania budynku. W zależności od sposobu realizacji zadańysterowania układów generacyjnych, magazynujących i odbiorczych systemy zarządzania mogą realizować funkcje sterujące lub regulujące. Przykładem programów do monitorowania parametrów układów zasilania są: program Meternet PRO firmy F&F służący do monitorowania zużycia mediów energetycznych oraz program Eneria4 firmy Numeron służący do analizy danych pomiarowych, generowania raportów i wspomagający proces określania strategii efektywnego ekonomicznie rozliczania mediów. Na rys. 1 przedstawiono front panele wymienionych programów.



Rys. 1. Okna użytkownika z danymi o stanie liczników (program Meternet PRO) i krzywą obciążenia użytkownika (Eneria4)

Kształtowanie krzywych obciążenia przez wykorzystanie zasobów infrastrukturalnych (ogniw fotowoltaicznych i magazynów energii) przez użytkownika

Funkcjonowanie u odbiorcy układu paneli fotowoltaicznych oraz magazynu energii umożliwia elastyczne wykorzystanie tych układów w celu racjonalnego kształtowania krzywych zmienności obciążenia. Za pomocą programów do monitorowania parametrów układu zasilania możliwe jest określenie najkorzystniejszej ekonomicznie strategii funkcjonowania układów generowania i magazynowania energii elektrycznej. Na rys. 2 przedstawiono wpływ użycia magazynu energii i układu paneli fotowoltaicznych na kształtowanie krzywej obciążenia.



Rys. 2. Aktywne zarządzanie krzywą obciążenia: profil naturalny i dwa profile zmodyfikowane

Podsumowanie

Zastosowanie magazynu energii i układu paneli fotowoltaicznych daje możliwość realnego wpływu na kształtowanie dobowej zmienności obciążenia. Dzięki zastosowaniu tych rozwiązań technicznych odbiorca

może stać się aktywnym uczestnikiem rynku, dostosowanym do roli fleksumenta. Rola fleksumenta w niedalekiej przyszłości może być wymuszona dla prosumentów wraz z wprowadzeniem na rynek tzw. taryf dynamicznych.

Literatura

- [1] Wiatr J., Miegoń M.: Zasilanie budynków użyteczności publicznej oraz budynków mieszkalnych w energię elektryczną – Część I. Dom Wydawniczy MEDIUM, Warszawa 2012.
- [2] Buczaj M., Michalak D.: Smart City - Elementy zarządzania środowiskiem i infrastrukturą miasta inteligentnego. Wydawnictwo Texter, Warszawa 2018.
- [3] Majka K.: Systemy rozliczeń i taryfy w elektroenergetyce, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2005.

Finansowanie: FD-20/EE-2/402 i FD-20/EE-2/802

MODEL MATEMATYCZNY NIELINIOWEGO OBWODU ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA PODSTAWIE ZMODYFIKOWANEJ ZASADY HAMILTONA-OSTROGRADSKIEGO

Andriy CHABAN^{1,3,4}, Marek LIS², Tomasz PERZYŃSKI¹,
Andrzej SZAFRANIEC¹, Vitaliy LEVONIUK³

¹ Uniwersytet Radomski, Radom

² Politechnika Częstochowska, Częstochowa

³ Lwowski Narodowy Uniwersytet Przyrodniczy, Lwów

⁴ Narodowy Uniwersytet Politechnika Lwowska, Lwów

Wstęp

W elektrotechnice stosowanej równania nieliniowych obwodów magnetycznych zajmują bardzo ważne miejsce. Podczas tworzenia modelu matematycznego należy uwzględnić procesy fizyczne w magnetoprzewodach maszyn i urządzeń zasilanych napięciem przemiennym. W przeciwieństwie do procesów fizycznych zachodzących w elementach nieferromagnetycznych w obwodach ferromagnetycznych procesy magnesowania i od magnesowania zachodzą zgodnie z charakterystyką nazywaną pętlą histerezy.

Jednym z podstawowych praw elektrotechniki stosowanej są prawa Kirchhoffa, które dotyczą zarówno obwodów elektrycznych jak i magnetycznych. W pracy niniejszej przedstawiono sposób otrzymania postaci analitycznej drugiego prawa Kirchhoffa dla nieliniowych obwodów magnetycznych nie poprzez podejścia klasyczne, a w inny sposób – wykorzystując podejścia wariacyjne [1, 2]. Taka procedura daje nam podstawy twierdzić o fundamentalnych zasadach praw Kirchhoffa z punktu widzenia zasady najmniejszego działania Maupertuis’a. W tym celu została wykorzystana uogólniona metoda wariacyjna [1, 3], która opiera się na modyfikacji znanej zasady Hamiltona-Ostrogradskiego drogą rozszerzenia funkcji Lagrange’a o dwa dodatkowe składniki, które uwzględniają zewnętrzne i wewnętrzne rozproszenie energii oraz energię sił niepotencjalnych dla układów zarówno o parametrach skupionych, jak i rozłożonych [1]. Taka modyfikacja umożliwiła wykorzystywanie podejść wariacyjnych praktycznie do rozwiązania dowolnych zadań z fizyki stosowanej. Tak więc, **celem pracy** jest wyznaczenie równania nieliniowych obwodów magnetycznych na podstawie podejść wariacyjnych, a także przedstawienie na tej podstawie koncepcji modelowania matematycznego procesów nieustalonych w nieliniowych obwodach elektromagnetycznych. Do realizacji tego celu została wykorzystana zmodyfikowana zasada Hamiltona-Ostrogradskiego.

Model matematyczny. Na podstawie prawa przyływu prądu obliczamy siłę magnetomotoryczną – SMM w k -tym obwodzie magnetycznym [1]:

$$F_k = \sum_{j=1}^{M_k} w_{k,j} i_{k,j}, \quad j = 1, \dots, M_k, \quad (1)$$

gdzie M_k – liczba uzwojeń w k -tym obwodzie, $w_{k,j}$ – liczba zwojów w j -tym uzwojeniu k -tego obwodu.

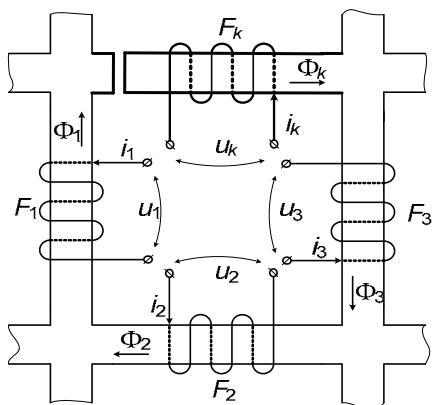
Rozszerzony funkcjonal działania wg Hamiltona-Ostrogradskiego określa równanie [2, 3]:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} L dt = \int_{t_1}^{t_2} (\tilde{T} - P + \Phi - D) dt, \quad L = \tilde{T} - P + \Phi - D, \quad (2)$$

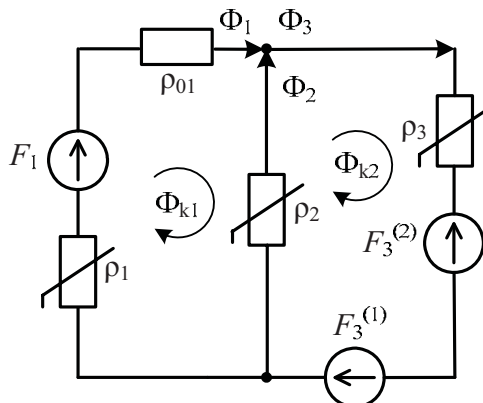
gdzie L – rozszerzona funkcja Lagrange’a, \tilde{T} – koenergia kinetyczna, P – energia potencjalna, Φ – energia rozproszenia, D – energia zewnętrznych sił o charakterze niepotencjalnym.

Z uwzględnieniem wzoru (2) model matematyczny urządzenia elektromagnetycznego przedstawionego na rys. 1, 2 w postaci macierzowo-wektorowej opisuje równanie:

$$\mathbf{F} = (\mathbf{P}_0 + \mathbf{P})\Phi, \quad (3)$$



Rys. 1. Schemat podstawowy fragmentu obwodu



Rys. 2. Schemat obliczeniowy analizowanego fragmentu obwodu magnetycznego

Dla dwuobwodowego układu magnetycznego z trzema SMM w pierwszej i trzeciej gałęzi na rysunku 2 równania będą następujące:

$$\begin{bmatrix} w_1 i_1 \\ w_3^{(2)} i_3^{(2)} - w_3^{(1)} i_3^{(1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_{01} + \rho_1(B_1) + \rho_2(B_2) & \rho_2(B_2) \\ \rho_2(B_2) & \rho_3(B_3) + \rho_2(B_2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Phi_{k1} \\ -\Phi_{k2} \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} \Phi_1 \\ \Phi_2 \\ \Phi_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & & \\ -1 & 1 & \\ & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Phi_{k1} \\ \Phi_{k2} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

Równania elektrycznej części urządzenia zapiszemy w klasyczny sposób:

$$\frac{d\Psi_1}{dt} = u_1 - r_1 i_1, \quad \frac{d\Psi_3^{(1)}}{dt} = u_3^{(1)} - r_3^{(1)} i_3^{(1)}, \quad \frac{d\Psi_3^{(2)}}{dt} = u_3^{(2)} - r_3^{(2)} i_3^{(2)}, \quad (5)$$

$$\Psi_1 = L_{\sigma 1} i_1 + w_1 \Phi_1, \quad \Psi_3^{(1)} = L_{\sigma 3}^{(1)} i_3^{(1)} + w_3^{(1)} \Phi_3, \quad \Psi_3^{(2)} = L_{\sigma 3}^{(2)} i_3^{(2)} + w_3^{(2)} \Phi_3, \quad (6)$$

Oporności magnetyczne gałęzi rdzenia obliczamy w klasyczny sposób:

$$\rho(B) = \frac{v(B)l}{S}, \quad \rho_0 = \frac{l}{\mu_0 S} = \frac{v_0 l}{S}, \quad v(B) = \frac{1}{\mu(B)} = \frac{H(B)}{B}, \quad v^{\partial}(B) = \frac{\partial H(B)}{\partial B}. \quad (7)$$

Obliczenia indukcji pola magnetycznego w gałęziach rdzenia prowadzimy na podstawie:

$$\Phi = \iint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \Rightarrow \Phi_j = B_j S_j \Rightarrow B_j = \frac{\Phi_j}{S_j}, \quad j=1,2,3, \quad (8)$$

gdzie S_j – przekrój magnetoprzewodu.

Wspólnemu rozwiązaniu podlega układ nieliniowych równań algebraiczno-różniczkowych (4) – (8).

Wniosek

Na podstawie interdyscyplinarnej metody wariacyjnej wyznaczono prawa Kirchhoffa dla nieliniowych obwodów magnetycznych.

Literatura

- [1] Chaban A.: Hamilton-Ostrogradski Principle in Electromechanical Systems, Soroki, Lviv, Ukraine; p. 488, 2015.
- [2] Ortega R., Loria A., Nicklasson P., Sira-Ramirez H.: Passivity-Based Control of Euler-Lagrange Systems: Mechanical, Electrical and Electromechanical Applications, Springer Verlag: London, England; p. 543, 1998.
- [3] Chaban A., Lis M., Szafranec A., Levoniuk, V.: An application of the Hamilton-Ostrogradsky principle to the modeling of an asymmetrically loaded three-phase power line, Energies vol. 15, is. 21, p. 8255, 2022.

MODELOWANIE MATEMATYCZNE PROCESÓW NIEUSTALONYCH W SIECI ELEKTROENERGETYCZNEJ W STANACH NIEPEŁNOFAZOWYCH

Andriy CHABAN^{1,3,4}, Marek LIS², Tomasz PERZYŃSKI¹,
Andrzej SZAFRANIEC¹, Vitaliy LEVONIUK³

¹ Uniwersytet Radomski, Radom

² Politechnika Częstochowska, Częstochowa

³ Lwowski Narodowy Uniwersytet Przyrodniczy, Lwów

⁴ Narodowy Uniwersytet Politechnika Lwowska, Lwów

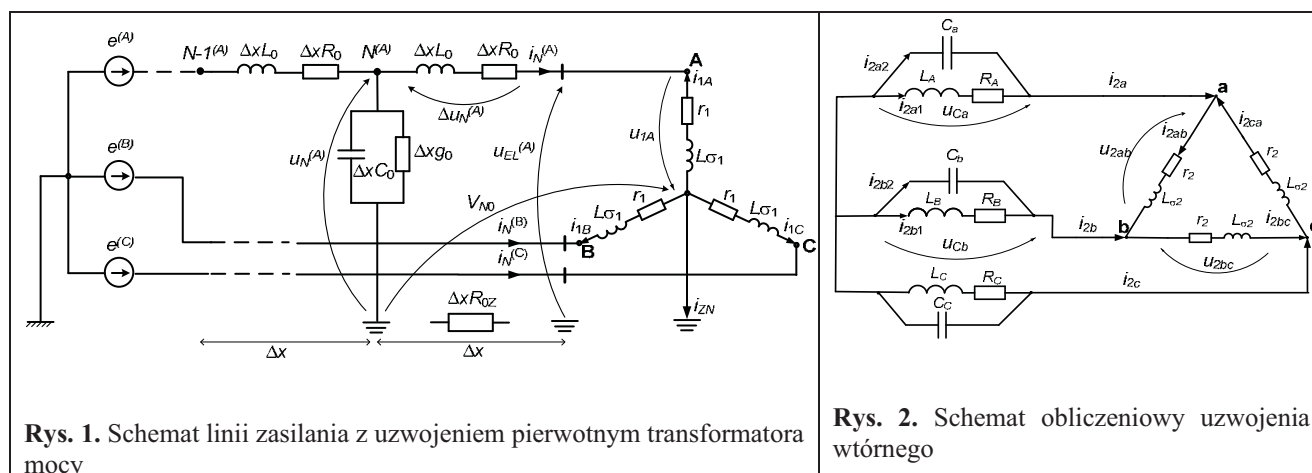
Wstęp

Sieci elektroenergetyczne są jednym z najbardziej ważnych obiektów strategicznych każdego państwa. Dzięki optymalizacji systemu elektromagnetycznego zazwyczaj przesył energii odbywa się w sieciach trójfazowych. Oznacza to, że w stanach ustalonych energia elektryczna przesyłana jest za pomocą symetrycznego układu napięć trójfazowych. Natomiast w procesie przesyłu energii możliwe są różnego rodzaju zakłócenia zarówno od strony linii zasilania, jak i urządzeń elektrycznych w układzie elektroenergetycznym. Wymienione zjawiska prowadzą do asymetrycznych stanów pracy rozpatrywanego obiektu, co z kolei prowadzi do powstania energii elektrycznej, której parametry różnią się od wartości znamionowych.

Jednym z dość często występujących zakłóceń, oprócz różnego rodzaju zwarć, są stany niepełnofazowej pracy linii zasilania. Z punktu widzenia energetyki stosowanej wymienione stany zazwyczaj są traktowane jako awaryjne, co wymusza działanie układów automatyki zabezpieczeniowej. Analizujemy trójfazową linię zasilania przedstawioną na rys. 1 w której występują tylko dwa napięcia fazowe zasilające odbiorniki energii elektrycznej. Zakładamy, że zwarcie w linii elektroenergetycznej nie występuje.

Celem pracy jest modelowanie nieustalonych procesów elektromagnetycznych we fragmencie sieci energetycznej, która składa się z linii elektroenergetycznej, zasilanej z asymetrycznego źródła napięć oraz trójfazowego transformatora mocy podłączonego do zastępczego asymetrycznego obciążenia.

Na rysunkach 1, 2 przedstawiono schematy obliczeniowe pierwotnego oraz wtórnego uzwojenia transformatora mocy. Do uzwojenia pierwotnego podłączono linię zasilania wysokiego napięcia, a do uzwojenia wtórnego podłączono zastępcze obciążenie.



Model matematyczny fragmentu sieci jest przedstawiony w postaci polowo-obwodowej. W takim przypadku model linii opisuje się za pomocą równań różniczkowych o pochodnych cząstkowych o parametrach rozłożonych. Model transformatora mocy opisuje się za pomocą równań różniczkowych o pochodnych zwyczajnych. W sensie matematycznym równania stanu są zadaniem mieszanym o warunkach brzegowych trzeciego rodzaju Poincaré'a.

Końcowe równania w postaci macierzowo-wektorowej opisane są równaniami [1, 2]:

$$\frac{d\mathbf{i}_N}{dt} \equiv \mathbf{I}_t = (\mathbf{1} + \Delta x \mathbf{L}_0)^{-1} \left[\mathbf{A}_{11} (\mathbf{u}_N - (\Delta x \mathbf{R}_0 + \mathbf{r}_1) \mathbf{i}_N + \mathbf{V}_0) + \mathbf{A}_{12} (\mathbf{B}_1 \mathbf{u}_{2L} - \mathbf{r}_2 \mathbf{B}_1 \mathbf{i}_{2L}) \right], \quad (1)$$

$$\frac{d\mathbf{i}_{2L}}{dt} = \mathbf{A}_{21}^{(2 \times 3)} (\mathbf{u}_N - \Delta x \mathbf{L}_0 \mathbf{I}_t - (\Delta x \mathbf{R}_0 + \mathbf{r}_1) \mathbf{i}_N + \mathbf{V}_0) + \mathbf{A}_{22}^{(2 \times 3)} (\mathbf{B}_1 \mathbf{u}_{2L} - \mathbf{r}_2 \mathbf{B}_1 \mathbf{i}_{2L}) \quad (2)$$

$$\frac{d\mathbf{u}_2}{dt} = \mathbf{C}_2^{-1} (\mathbf{B}_1 \mathbf{i}_2 - \mathbf{i}_{22}), \quad \frac{d\mathbf{i}_{22}}{dt} = \mathbf{L}_2^{-1} (\mathbf{u}_2 - \mathbf{R}_2 \mathbf{i}_{22}), \quad \mathbf{i}_2 = \mathbf{B}_3 \mathbf{i}_{2L}, \quad \mathbf{u}_{2L} = \mathbf{B}_2 \mathbf{u}_2 \quad (3)$$

gdzie $\mathbf{B}_1 - \mathbf{B}_3$ – macierze topologiczne.

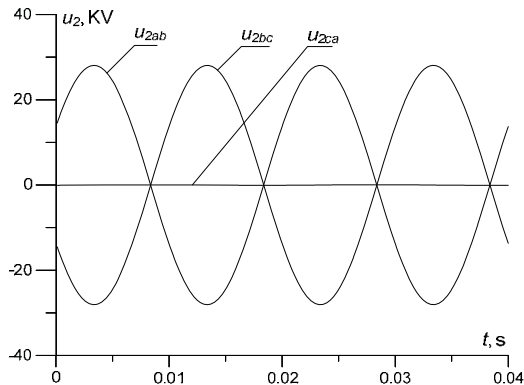
Dyskretyzując metodą prostych równania trójfazowej linii zasilania otrzymamy:

$$\frac{d\mathbf{v}_j}{dt} = (\mathbf{L}_0 \mathbf{C}_0)^{-1} \left(\frac{1}{(\Delta x)^2} (\mathbf{u}_{j+1} - 2\mathbf{u}_j + \mathbf{u}_{j-1}) - (\mathbf{L}_0 \mathbf{g}_0 + \mathbf{r}_0 \mathbf{C}_0) \mathbf{v}_j - \mathbf{r}_0 \mathbf{g}_0 \mathbf{u}_j \right), \quad \frac{d\mathbf{u}_j}{dt} = \mathbf{v}_j, \quad j=1,2,\dots,N, \quad (4)$$

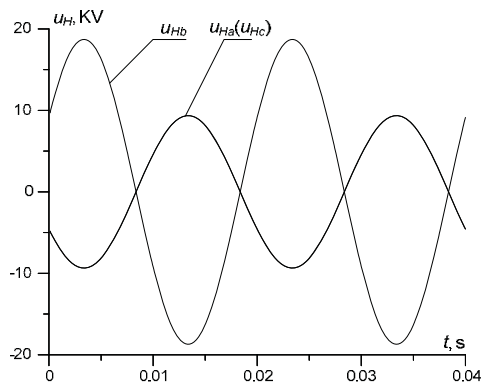
$$\mathbf{u}_{N+1} = -\frac{1}{2\Delta x} (\mathbf{R}_0 \mathbf{i}_N + \mathbf{L}_0 \mathbf{I}_t) + \mathbf{u}_{N-1} \quad (5)$$

Wspólnemu rozwiązaniu podlegają równania (1) – (4) z uwzględnieniem (5).

Wyniki symulacji komputerowej. Eksperyment badawczy przeprowadzono w przypadku zaniku zasilania fazy C w linii. Przebiegi czasowe napięcia wtórnego uzwojenia transformatora mocy 330/35 kV przy rezystancyjnym obciążeniu przedstawiono na rysunkach 3 i 4.



Rys. 3. Napięcie fazowe uzwojenia wtórnego transformatora mocy



Rys. 4. Napięcie fazowe na odbiornikach energii elektrycznej

Wniosek

Przedstawiony polowo-obwodowy model fragmentu sieci elektroenergetycznej daje możliwość analizy procesów przejściowych w analizowanym układzie włącznie z przypadkami pracy w stanach niepełnofazowych.

Literatura

- [1] Chaban A.: Hamilton-Ostrogradsky Principle in Electromechanical Systems, Soroki: Lviv, Ukraine; p. 488, 2015.
- [2] Chaban A., Lis M., Szafraniec A., Levoniuk V.: An application of the Hamilton-Ostrogradsky principle to the modeling of an asymmetrically loaded three-phase power line, Energies vol. 15, is. 21, p. 8255, 2022.

PORÓWNANIE I IDENTYFIKACJA PARAMETRÓW DŁAWIKA ZMIERZONYCH ANALIZATOREM IMPEDANCJI ORAZ W RZECZYWISTYM UKŁADZIE

Maciej CHOJOWSKI, Robert SOSNOWSKI, Marcin BASZYŃSKI, Mikołaj SKOWRON

Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, AGH Kraków

Dławiki w układach energoelektronicznych często pracują z napięciem prostokątnym o wysokiej częstotliwości (od kilku do kilkaset kHz). Przepływ prądu o dużej częstotliwości powoduje straty energii w uzwojeniu oraz rdzeniu dławika. Istotnym elementem jest określenie strat na etapie produkcji dławika lub ekwiwalentnego modelu rezystancyjnego indukcyjnego. Do tego celu można wykorzystać metody elektryczne. Napięcie wzbudzające może być uzyskane na cztery sposoby:

- z wykorzystaniem analizatora impedancji,
- z wykorzystaniem generatora funkcji i wzmacniacza mocy odpowiednio wysokiej częstotliwości,
- w układzie energoelektronicznym, do pracy w którym przeznaczony jest element,
- w układzie energoelektronicznym opracowanym specjalnie do badania strat w elementach indukcyjnych.

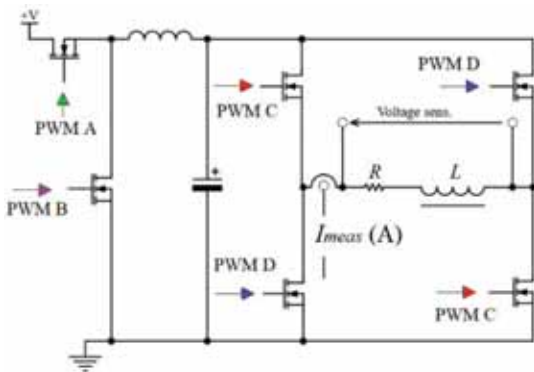
Analizator impedancji lub LCR meter pozwalają na wygenerowanie sinusoidalnego prądu o małej amplitudzie. Taki sygnał probierczy znacząco różni się od warunków pracy badanego dławika w praktycznym układzie energoelektronicznym przewidywanego prądu trójkątnego. Analizator lub mostek pozwalają na określenie zastępczego modelu RL dławika, który umożliwi wyznaczenie indukcyjności oraz rezystancji reprezentującej pełne straty w dławiku.

W zaprezentowanym artykule sprawdzono zbieżność wyników pomiaru parametrów dławika otrzymanych z analizatora z wynikami, uzyskanymi przez urządzenie wymuszające napięciowo – prądowe warunki pracy badanego dławika zbliżone do rzeczywistych warunków pracy w układzie energoelektronicznym, w szczególności wymuszającym prąd o dużej wartości. Urządzenie wymusza napięcie o kształcie prostokątnym z współczynnikiem wypełnienia 50% i pozwala utrzymać wartość peak to peak prądu na stałej wartości.

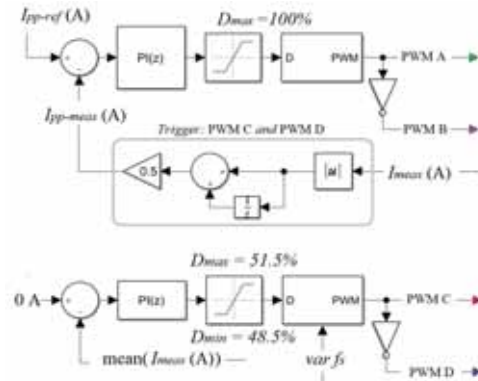
Układ składa się z przekształtnika buck oraz falownika poziomowego. Falownik pozwala na wygenerowanie sygnału prostokątnego o dowolnej częstotliwości impulsowania (f_s) z zakresu od 1 do 200 kHz. Układ bucka dba o odpowiednią wartość napięcia do zapewnienia stałej wartości peak to peak prądu (I_{pp}). Urządzenie pozwoliło zbadać dławik w szerokim zakresie częstotliwości oraz zmiennej wartości prądu.

Schemat blokowy regulacji przedstawiono na rysunku 2. Sprzężenie zwrotne wymaga prądu dławika i synchronizacja pomiaru z sygnałem PWM dla falownika f_s , co pozwala na precyzyjne określenie wartości szczytowej prądu. Uchyb trafia na regulator PI, a następnie do generatora PWM dla synchronicznego przekształtnika typu BUCK.

Do opracowania modelu przekształtnika (Rys. 1.) wraz z zaproponowanym układem sterowania (Rys. 2.) wykorzystano środowisko Matlab/Simulink i bibliotekę SimPowerSystem. Układ sterowania zrealizowano w postaci w pełni syntezywalnej. W modelu wprowadzono bloki torów pomiarowych, reprezentujące pomiary napięcia i prądu wraz z ich opóźnieniami. Opracowano blok przetwornika analogowo-cyfrowego (12 bitowego) oraz przyjęto, że wszystkie pomiary w układzie posiadają szum biały dla najmłodszego bitu. Na rysunku 9 przedstawiono wyniki symulacji pełnego modelu. Podczas symulacji zmieniano zadane referencyjne wartości parametrów: zmiennej I_{pp-ref} prądu oraz częstotliwości f_s .

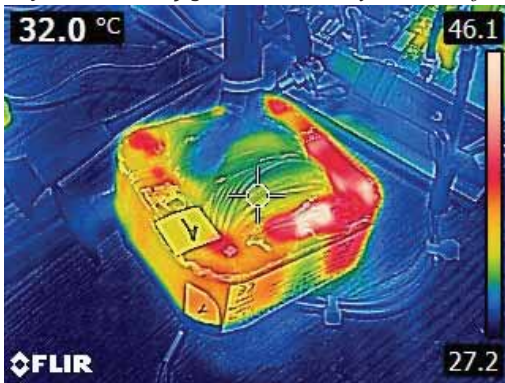


Rys. 1. Buck converter with H inverter – variable DC source and frequency adjuster

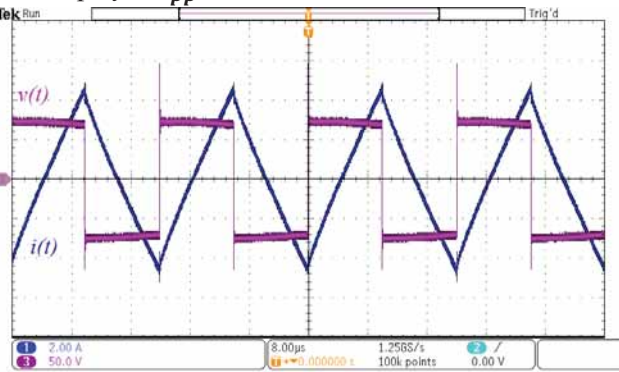


Rys. 2. Buck converter with H inverter – control algorithm

Przebadano dławik z rdzeniem z materiału FINEMET w zakresie pracy z częstotliwością od 25 do 200 kHz dla wartości $I_{pp} = 10$ A. Temperatura była utrzymywana w przedziale od 35 do 45 stopni (Rys. 3). Na Rys. 4 można zaobserwować przykładowe wyniki pomiaru napięcia i prądu dławika dla ustawionej wartości częstotliwości $f_s = 50$ kHz i wymuszonej wartości prądu $I_{pp} = 10$ A.

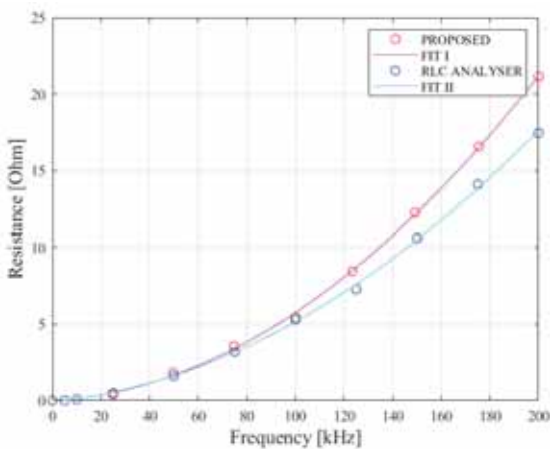


Rys. 3. Nagrzewanie dławika podczas pracy dla wysokiej częstotliwości 200 kHz i prądu 10 A

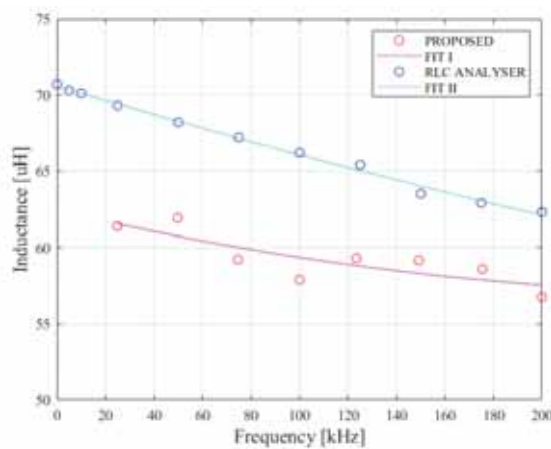


Rys. 4. Prąd i napięcie cewki dla 50 kHz i 10 A

Wyniki zebrano dla przedziału częstotliwości od 25 kHz do 200 kHz i wartości peak to peak 10 A. W rezultacie otrzymano charakterystykę w funkcji częstotliwości, która została porównana z wynikami otrzymanymi przez analizator impedancji dla podobnego przedziału częstotliwości. Wyniki zaprezentowano na Rys 5 dla rezystancji i 6 dla indukcyjności dławika.



Rys. 5. Wartość rezystancji w funkcji częstotliwości



Rys 6. Wartość indukcyjności w funkcji częstotliwości

ZASTOSOWANIE POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO JAKO CZYNNIKA WSPOMAGAJĄCEGO UKŁAD UTLENIAJĄCY FENTONA

Beata CHUDY, Maciej GLINIĄK

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Ścieki z “przydomowych” zakładów przemysłowych stanowią część zrzutu ścieków komunalnych, ponieważ procesy utrzymania warunków higienicznych w tych obiektach powodują duże zużycie wody. Wysoki poziom substancji zawieszonych i środków chemicznych, anionowych środków powierzchniowo czynnych, substancji organicznych często przewyższają normy dotyczące jakości ścieków komunalnych. Środki powierzchniowo czynne, używane do czyszczenia, są głównymi zanieczyszczeniami w ściekach przemysłowych. W ostatnich latach, powszechnie propaguje się potrzebę zmniejszenia stężeń środków chemicznych, zwłaszcza powierzchniowo czynnych, w strumieniach ścieków ze względu na bardziej rygorystyczne warunki środowiskowe i przepisy prawne. Najczęściej stosowane procesy oczyszczania tego rodzaju ścieków to konwencjonalne procesy, takie jak koagulacja, flotacja oraz utlenianie chemiczne lub ich kombinacje [1, 2]. Często są one niewystarczające do usunięcia środków powierzchniowo czynnych, zawiesin i ChZT.

Wykorzystanie różnych technik utleniania (AOP) ma synergistyczny wpływ na usuwanie zanieczyszczeń [3-5]. Perokson jest stosowany do oczyszczania gleby, wód gruntowych i zanieczyszczonych ścieków z lotnymi związkami organicznymi, policyklicznymi związkami aromatycznymi, węglowodorami, węglowodorami ropopochodnymi, rozpuszczalnikami chlorowanymi oraz metalami, amunicją, olejem napędowym, eterem metylo-*tert*-butylowym (MTBE), BTEX (benzen, toluen, etylobenzen i ksylen), trinitrotoluen (TNT) i innymi składnikami rozpuszczalnymi z odpadów [6].

Badania wykonano dla czasów reakcji wynoszących 0-90 min z 30 min interwałem, wartość EMF 50 mT oraz przy regulowanym odczynie początkowym ścieku w zakresie pH 5-7. Do analizy przyjmowano wartości uśrednione ze wszystkich pomiarów, po odrzuceniu wyników skrajnych (wartość średnia \pm 2-krotność odchylenia standardowego).

Pomiary odczynu wykazują nieznaczne zmniejszanie się wartości wraz z dłuższym upływem czasu. Próba ślepa, próba po 30 minutach wykazują pH równe 2,9, natomiast próba po 60 minutach oraz po 90 minutach uzyskują wartość 2,8. Następuje spadek o około 3,5%. Zawartość siarczanów w badaniach wykazywała zmiany (zawartość początkowa 551 000 $\mu\text{g/l}$). Po 30 minutach delikatnie zmniejszyła się, aby ponownie lekko zwiększyć się po 60 minutach osiągając najwyższą wartość 565 000 $\mu\text{g/l}$ (wzrost o 2,5% od próby ślepej). Po upływie 90 minut naświetlania wartość spadła do 552 000 $\mu\text{g/l}$ i była niewiele wyższa od początkowej wartości w próbie ślepej (spadek o 0,18% od początkowej wartości). Chemiczne zapotrzebowanie na tlen wykazało spadek o 60% w odniesieniu do wartości początkowych. Po 30 i 60 minutach wartość ChZT wzrasta, a następnie po 90 minutach oddziaływania zmalała o około 43% wartości początkowej. Zawartość żelaza była stała niezależnie od czasu oddziaływania pola.

Literatura

- [1] Šostar-Turk S., Petrinić I., and Simonić M. “Laundry wastewater treatment using coagulation and membrane filtration”, *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 44, pp. 185–196, 2005.
- [2] Ciabattia I., Cesaro F., Faralli L., Fatarella E., and Tognotti F. “Demonstration of a treatment system for purification and reuse of laundry wastewater”, *Desalination*, vol. 245, pp. 451–459, 2009.

- [3] Gliniak M., Grabowski Ł., and Polek D. “Ozone aeration impact on the maturation phase in the process of green waste composting”, *Contemporary Research Trends in Agricultural Engineering*, Book series: BIO Web of Conferences, vol. 10, UNSP 01005, 2018.
- [4] Gliniak M., Lis A., Polek D., and Wołosiewicz-Głąb M. “Advanced oxidation treatment of composting leachate of food solid waste by ozone-hydrogen peroxide”, *J. Ecol. Eng.*, vol. 20, pp. 203-208, 2019.
- [5] Merenyi G., Lind J., Naumov S., and Sonntag C.V. “Reaction of ozone with hydrogen peroxide (peroxone process): a revision of current mechanistic concepts based on thermokinetic and quantum-chemical considerations”, *Environ. Sci. Technol.*, vol. 44, pp. 3505–3507, 2010.
- [6] Prousek J. “Advanced oxidation processes for water treatment. Chemical processes”, *Chem. List*, vol. 90, pp. 229-237, 1996.

APPLICATION OF MAGNETOSTIMULATION AND MAGNETOLED THERAPY IN ADJUVANT TREATMENT OF VENOUS LEG ULCERS

Grzegorz CIEŚLAR¹, Jarosław PASEK², Sebastian SZAJKOWSKI³

¹ Medical University of Silesia, Katowice

² Jan Długosz University, Częstochowa

³ Medical University of Mazovia, Warsaw

The aim of the study was to compare the therapeutic efficacy of two methods of physical medicine – magneto-LED therapy and magnetostimulation applied as adjuvant treatment to standard compression therapy and adequate dressing in the treatment of venous leg ulcers.

The study included 81 patients, 37 male (45.6%) and 44 female (54.3%) with chronic venous leg ulcers hospitalized in the Department of Internal Medicine, Angiology and Physical Medicine in Bytom.

Inclusion criteria were as follows: voluntary consent of patient to participate in the study, venous leg ulcers located in the area of the right or left lower limb, age ≥ 45 and ≤ 90 years. Exclusion criteria were as follows: lack of consent of patient to participate in the study, etiology of ulceration other than venous, deep vein thrombosis, performed operation on venous system, acute ischemia of the lower limbs, age < 45 years and > 90 years, comorbidities (diabetes mellitus and hypertension), generalized infection requiring systemic antibiotic therapy and contraindications to the use of procedures with variable magnetic fields with the parameters of magnetostimulation and light therapy

Patients were assigned to two study groups by blind simple randomization using a computer program that created a random number database. In group 1, consisting of 41 patients (22 women and 19 men), magneto-LED therapy treatments were performed and in group 2, consisting of 40 patients (22 women and 18 men), magnetostimulation treatments were performed.

For magneto-LED therapy procedures (group 1) Viofor JPS Standard device (Med&Life, Komorów, Poland) with two-section panel-type applicators emitting a variable magnetic field of intensity 8 (magnetic field induction 380-520 mT) in the M2P2 (M2 – application with a constant magnetic field induction value throughout the procedure, P2 – JPS system generating magnetic field pulses with a frequency of 180-195 Hz, using the phenomenon of ion cyclotron resonance) and visible light radiation in the red range (wavelength 630 nm, energy density 0.32 J/cm²) and infrared radiation (wavelength 855nm, energy density 3.6 J/cm²) in the MAGNETIC & LIGHT operating mode which means that the light pulses were emitted simultaneously with the magnetic field pulses. The treatments were performed in a sitting position, every day (except Saturdays and Sundays) for a total of 40 days in two series of 20 treatments each. The interval between the series of treatments was 4 weeks. Both physical agents were applied locally to the ulceration area in a non-contact form at a distance of approximately 5 cm from the ulceration surface, with the treated limb placed between two panel applicators [1].

For magnetostimulation procedures (group 2) Viofor JPS Clinic device (Med&Life, Komorów, Poland) with a large ring magnetic applicator emitting a variable magnetic field of intensity 8 (magnetic field induction 100 μ T) in the M2P2 operating mode (M2 - application with a constant magnetic field induction throughout the procedure, P2 - JPS system generating magnetic field pulses with a frequency of 180-195 Hz using the phenomenon of ion cyclotron resonance). Treatments were performed similarly as in group 1 in a sitting position, daily (except Saturdays and Sundays) for a total of 40 days in two series of 20 treatments (Figure 1). The interval between the series of treatments was 4 weeks. The alternating magnetic field was applied locally in a non-contact form to the ulceration area, with the lower limb being treated inside the applicator [1].

During a cycle of physical procedures in both groups of patients similar conventional pharmacological treatment including micronized purified flavonoid fraction, pentoxifylline and acetylsalicylic acid in standard doses was applied. In addition, Allevyn Adhesive Ag dressing (Smith&Nephew) was applied topically to the ulcers in order to maintain required humidity and sterility of the wound, and allow for an antibacterial effect

and enhanced wound cleaning. Compression bandaging with the use of Codoban bandage (Tricomed, Łódź, Poland) (compression class 3) was applied for 17 hours daily on leg in between physical therapy procedures. No other physiotherapy procedures were used during the therapeutic cycle [1].

Intensity of ulcer healing was evaluated with the use of original computer software for planimetric assessment of the ulceration surface area basing on analysis of standardized picture of ulcer. Intensity of pain was assessed using a 10-point numeric rating scale.

As a result of the applied treatment in group 1, 4 patients (9.75%) achieved complete healing of ulcers, 28 patients (68.30%) the area of ulcers reduced by at least 50% and 9 patients (21.95%) the reduction of the area of ulcers did not exceed 50%. In group 2 no patient had complete ulcer healing, 4 patients (10%) had a reduction in ulcer area of at least 50% and 36 patients (90%) had a reduction in ulcer area of less than 50%. Before the treatment cycle, the mean ulceration area in group 1 ($6.34 \pm 1.29 \text{ cm}^2$; min. 3.60 cm^2 and max. 8.20 cm^2) was not statistically significantly different from the mean ulceration area in group 2 ($6.52 \pm 1.2 \text{ cm}^2$; min. 4.50 cm^2 and max. 8.80 cm^2) ($p=0.753$). After the completing series of physical procedures in both groups of patients, a statistically significant reduction in the area of ulceration was obtained from $6.34 \pm 1.29 \text{ cm}^2$ to $2.31 \pm 1.25 \text{ cm}^2$ in group 1 ($p<0.001$) and from $6.52 \pm 1.20 \text{ cm}^2$ to $4.79 \pm 1.17 \text{ cm}^2$ in group 2 ($p<0.001$). The average value of the area of ulcers after the end of the therapeutic cycle in group 1 was statistically significantly lower compared to group 2 ($p<0.001$).

As a result of the applied treatment in group 1, 8 patients (19.51%) achieved complete relief of pain and in 33 (80.49%) patients the intensity of pain was reduced by at least 50%. In group 2, complete pain relief was obtained in 2 patients (5%) and in 38 patients (95%) pain intensity was reduced by at least 50%. Before the treatment cycle the pain intensity assessed with the use of numeric rating scale before the start of the therapeutic cycle in group 1 (7.85 ± 1.01 points; min. 6 points and max. 10 points) did not differ statistically significantly from the intensity of pain in group 2 (7.47 ± 0.87 points; min. 5 points and max. 9 points) ($p=0.137$). After the completion of the series of physical procedures in both groups of patients, a statistically significant reduction in the pain intensity was obtained from 7.85 ± 1.01 points up to 2.56 ± 1.62 points in group 1 ($p<0.001$) and with 7.47 ± 0.87 points up to 2.67 ± 1.11 points in group 2 ($p<0.001$). The average level of pain intensity after the end of the therapeutic cycle did not differ statistically significantly in both groups ($p=0.892$).

The percentage change in the ulcer surface area in group 1, which was $64.21 \pm 17.94\%$ on average, was statistically significantly higher compared to group 2, which was $25.87 \pm 14.07\%$ on average ($p<0.001$). In turn, the percentage change in the level of pain intensity assessed using the numeric rating scale in group 1, amounting to an average of $68.24 \pm 20.24\%$, did not differ statistically significantly compared to group 2, in which it was $64.93 \pm 12.76\%$ ($p=0.472$).

Both forms of treatment were well tolerated by the patients, and no side effects or complications were observed during the physical treatment.

It was concluded that magneto-LED therapy and magnetostimulation procedures added to standard compression therapy with adequate dressing caused a significant improvement of the healing process of venous leg ulcers and alleviation of pain ailments associated with ulcerations. Magneto-LED therapy treatments have a significant advantage in terms of stimulation the ulceration healing process and regression of pain as compared to magnetostimulation.

Literature

- [1] Pasek J., Szajkowski S., Cieślak G.: Comparison of the therapeutic efficacy of magneto-LED therapy and magnetostimulation applied as the adjuvant treatment of venous leg ulcers – preliminary study. *Electromagn. Bio. Med.*, DOI: 10.1080/15368378.2024.2325414, pp. 1-12, Mar. 2024.

BADANIE WPŁYWU PRĄDÓW OBCIĄŻENIA NA SKUTECZNOŚĆ ZADZIAŁANIA WYŁĄCZNIKA RÓŻNICOWOPRĄDOWEGO

Paweł CZAJA

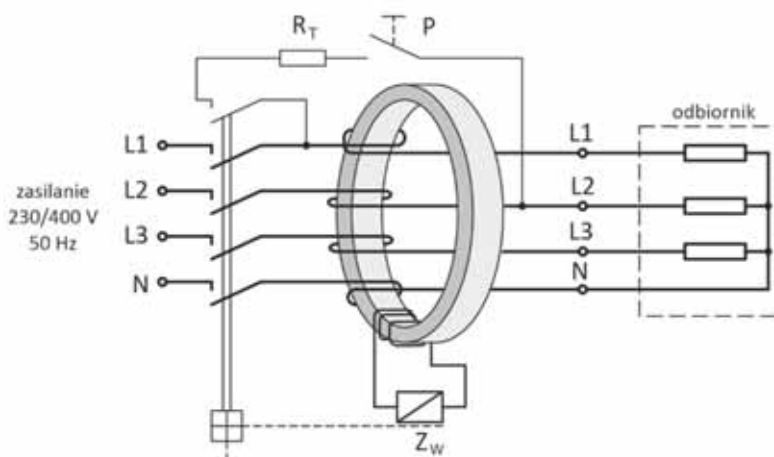
Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, Częstochowa

Wstęp

Standardy bezpieczeństwa wynikające z obowiązujących norm, optymalizują proces projektowania i budowy instalacji elektrycznych, ograniczając do minimum ryzyko wystąpienia porażenia prądem w trakcie ich eksploatacji. Podstawowa zasada ochrony przeciwporażeniowej określa, że części czynne niebezpieczne instalacji elektrycznej nie powinny być dostępne a części przewodzące nie powinny być niebezpieczne w warunkach normalnej eksploatacji oraz w przypadku pojedynczego uszkodzenia [1]. Wyłączniki różnicowoprądowe (RCD), są urządzeniami mogącymi zapewnić bardzo dobrą ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym, ale mogą również powodować zbędne wyłączenia zasilania w chronionych obwodach. W artykule opisano wpływ prądów obciążenia, płynących przez uzwojenia pierwotne przekładnika sumującego na generowany sygnał w obwodzie wtórnym, połączonym bezpośrednio z wyzwaczem elektromagnetycznym.

Budowa wewnętrzna wyłączników RCD

W produkowanych obecnie wyłącznikach RCD o działaniu niezależnym od napięcia, przekładnik sumujący oprócz detekcji prądu różnicowego, dostarcza również odpowiednią wartość energii do wyzwacza elektromagnetycznego, aby nastąpiło mechaniczne rozłączenie styków (rys. 1). W wyłącznikach RCD tego typu, rdzeń przekładnika sumującego powinien być wykonany z materiału o bardzo dużej przenikalności magnetycznej oraz o odpowiednich wymiarach geometrycznych.



Rys. 1. Konstrukcja wyłącznika RCD o działaniu niezależnym od napięcia;
1 - przekładnik prądowy sumujący, 2 - obwód wyzwacza elektromagnetycznego,
3 - mechanizm zatraskowy styków, P - przycisk test, RT - rezystor testowy

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

- wyzwalacz elektromagnetyczny powinien rozłączyć styki główne przy przepływie pierwotnego prądu różnicowego w zakresie $(0,5 \div 1)I_{\Delta n}$ wyłącznika [2], oraz
- napięcie uchybowe pojawiające się przy przepływie maksymalnego długotrwałego prądu obciążenia wyłącznika, nie powinno powodować zbędnych wyłączeń.

W przypadku wyłączników RCD mających zapewnić ochronę uzupełniającą w obwodach niskiego napięcia, 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 rezystancją R_{Fe} , albo
- uwzględnia się dopasowanie impedancyjne obciążenia wtórnego przekładnika sumującego do impedancji gałęzi magnesowania przekładnika, aby zapewnić wydzielanie maksymalnej mocy na wyzwalaczu elektromagnetycznym.

O wartości sygnału w obwodzie wtórnym przekładnika sumującego decyduje rozpiętość zmian indukcji magnetycznej w jego rdzeniu, jaką wywołuje pierwotny prąd różnicowy [3, 4]. W przypadku wyłączników RCD o $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, moc uzyskiwana w obwodzie wtórnym przekładnika jest bardzo mała [5]. W tabeli 1, zestawiono podstawowe parametry wyzwalaczy elektromagnetycznych spolaryzowanych, stosowanych w wyłącznikach RCD typu AC i A.

Tabela 1. Podstawowe parametry wyzwalaczy spolaryzowanych stosowanych w RCD typu AC i A

Prąd długotrwały wyłącznika RCD	≤ 40 A	≥ 63 A
Prąd różnicowy wyłącznika RCD	30 mA	30 mA
Liczba zwojów cewki wyzwalacza	160	500
Prąd wyzwalający	$7 \div 9$ mA	$2 \div 3$ mA
Napięcie wyzwalające	$15 \div 20$ mV	$40 \div 60$ mV
Impedancja wyzwalacza	$2,5 \div 4,6$ Ω	$30 \div 45$ Ω
Rezystancja wyzwalacza	$1,3 \div 1,6$ Ω	$8,6 \div 8,9$ Ω
Siła pchnięcia popychacza	$h = 0,5$ mm $F \geq 0,7$ N	$h = 0,5$ mm $F \geq 0,7$ N
	$h = 1,0$ mm $F \geq 0,4$ N	$h = 1,0$ mm $F \geq 0,4$ N
	$h = 1,6$ mm $F \geq 0,2$ N	$h = 1,6$ mm $F \geq 0,2$ N
Skok popychacza	1,8 mm	1,8 mm

Do uzyskania zadziałania wyzwalacza elektromagnetycznego, w obwodzie wtórnym przekładnika sumującego należy uzyskać odpowiednie wartości prądu oraz napięcia. Związane jest to bezpośrednio z budową rdzenia toroidalnego przekładnika sumującego oraz liczbą zwojów, uzwojenia pierwotnego oraz wtórnego.

Badania laboratoryjne wyłączników RCD

Badaniom laboratoryjnym poddano kilkanaście wyłączników RCD różnych producentów, jedno oraz trójfazowych typu AC i A, o dopuszczalnym długotrwałym prądzie $I_n = 25$ A, znamionowym prądzie różnicowym $I_{\Delta n} = 30$ mA. Są to powszechnie montowane wyłączniki w instalacjach niskiego napięcia w celu zapewnienia przeciwporażeniowej ochrony dodatkowej i uzupełniającej, zgodnie z wymogami normy [1]. W trakcie badań przez wyłączniki RCD przepływały prądy obciążenia, wynikające z mocy odbiorników podłączonych do chronionych obwodów. Prowadzono pomiary prądów we wszystkich przewodach czynnych oraz w przewodzie ochronnym (PE), chronionego obwodu instalacji. Równocześnie wykonywano pomiary napięcia i prądu w obwodzie wtórnym przekładnika sumującego, z którego bezpośrednio zasilany był wyzwalacz elektromagnetyczny. Dla każdego wyłącznika RCD wykonywano pomiary w dwóch przypadkach:

- braku uszkodzenia w chronionym obwodzie instalacji – wyznaczenie napięcia niezrównoważenia w obwodzie wtórnym przekładnika sumującego;
- symulowanie prądów upływowych w przewodach fazowych – wyznaczanie progu zadziałania wyzwalacza elektromagnetycznego dla różnych wartości prądów upływu oraz różnej konfiguracji uszkodzeń w przewodach fazowych.

Literatura

- [1] Norma PN-HD 60364-4-41:2017-09 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
- [2] Norma PN-EN 61008-1:2010 Wyłączniki różnicowoprądowe bez wbudowanego zabezpieczenia nadprądowego do użytku domowego i podobnego (RCCB). Część 1: Postanowienia ogólne.
- [3] Czaja P., Pluta W., Właściwości magnetyczne rdzeni przekładników sumujących wyłączników różnicowoprądowych, *Przegląd Elektrotechniczny*, 2019, 12, str. 109-112.
- [4] Czaja P., Influence of the design of a residual current device on its break time, *Energies*, 2022, 15(23), 9054, doi.org/10.3390/en15239054.
- [5] Czapp S., Horiszny J., Badania symulacyjne układu wyzwalania wyłącznika różnicowoprądowego w warunkach zwiększonej częstotliwości prądu różnicowego, *Przegląd Elektrotechniczny*, 88 (2012), n.2, 242-247.

ODKSZTAŁCENIA PRĄDU I NAPIĘCIA PODCZAS ŁADOWANIA POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH

Arkadiusz DOBRZYCKI¹, Leszek KASPRZYK¹

¹ Politechnika Poznańska, Poznań

Wstęp

W erze dekarbonizacji, badania naukowców koncentrują się na ograniczaniu emisyjności i udoskonalaniu procesu produkcji energii elektrycznej przez źródła ekologiczne, zarówno w aspekcie ich wydajności jak i późniejszej utylizacji. W tym aspekcie jednym z kluczowych obszarów jest transport, z którego pochodzi ponad 30% emisji gazów cieplarnianych. Dlatego wiele analiz dotyczy śladu węglowego związanego z cyklem życia pojazdów elektrycznych i akumulatorów [1,2] oraz tego, w jaki sposób można zoptymalizować strategię ładowania w celu zmniejszenia emisji [3]. Często analizowana jest skumulowana emisja CO₂ w całym cyklu życia samochodów elektrycznych i spalinowych dla poszczególnych rynków samochodowych [4,5]. Drugi obszar zainteresowań związany jest z redukcją zużycia energii i zwiększeniem wykorzystania zielonych technologii w produkcji energii elektrycznej. Badania dowodzą, że pojazdy elektryczne mogą być szansą na redukcję emisji gazów cieplarnianych [6,7,8].

Istotnym tematem do rozważenia jest również wpływ pojazdów elektrycznych na sieć elektroenergetyczną, który dotyczy kilku obszarów. Jednym z nich jest analiza możliwości zwiększenia zapotrzebowania na moc domów jedno- i wielorodzinnych oraz opracowania strategii zarządzania energią [9,10]. Tematyka ta związana jest z minimalizacją strat przesyłowych [11] oraz poszukiwaniem sposobów zwiększania zasięgu pojazdów elektrycznych, co może mieć także wpływ na ograniczoną potrzebę zagęszczania publicznych stacji ładowania na poszczególnych obszarach [12]. Inną koncepcją jest zbudowanie skojarzonego systemu elektroenergetycznego, łączącego elektrownie, odnawialne źródła energii i pojazdy elektryczne, który przyczyni się do redukcji emisji gazów cieplarnianych z sektora transportu oraz związanej z nim potrzeby produkcji energii [13]. Kolejnym ważnym i popularnym tematem jest trwałość akumulatorów, który dotyczy zarówno ich produkcji, efektywnego wykorzystania, prognozowania ich żywotności i ekologicznej utylizacji [14-16].

Prowadzone przez autorów badania związane są z analizą wybranych parametrów jakościowych energii elektrycznej. Parametry te mogą przekraczać wartości dopuszczalne, szczególnie gdy do domowej instalacji elektrycznej podłącza się dodatkowy odbiornik o znacznej mocy, jakim jest stacja ładowania samochodu. Jest ona obciążeniem nieliniowym, a z analizy literatury wynika, że podczas projektowania instalacji elektrycznej przeznaczonej do zasilania systemu ładowania, a także podczas eksploatacji ładowarki, należy się spodziewać szeregu problemów, w szczególności zmian parametrów energii elektrycznej (np. pojawienie się wyższych harmonicznych), które mogą mieć wpływ na poprawność działania innych urządzeń.

Badanie jakości energii elektrycznej podczas ładowania pojazdu

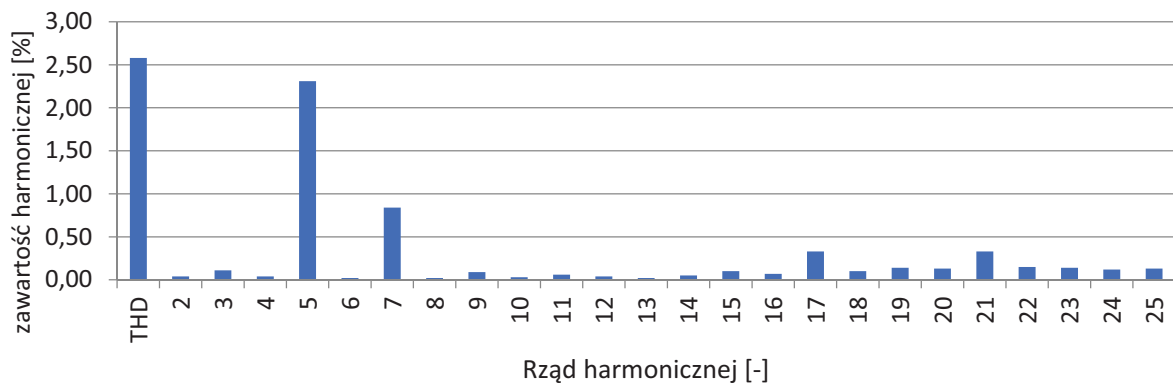
Na potrzeby badań opracowano i zbudowano stanowisko pomiarowe wyposażone w układ do ładowania pojazdu z sieci niskiego napięcia (tzw. wallbox) o mocy znamionowej 22 kW. Stanowisko badawcze zostało wyposażone w niezbędną liczbę gniazd jedno- i trójfazowych, co pozwala na zasilenie jej z dowolnego punktu sieci elektroenergetycznej. Stacja wyposażona jest także w dwa analizatory firmy Fluke model 434 oraz 435-II umożliwiające ciągłą rejestrację wybranych parametrów jakościowych energii elektrycznej przesyłanej podczas ładowania pojazdu. Widok stanowiska badawczego przedstawiono na rysunku 1.

Prezentowane badania związane były z analizą zawartości wyższych harmonicznych napięcia i prądu w procesie ładowania pojazdu z trójfazowej stacji ładowania AC. Przekształtnik AC/DC o mocy 11 kW stanowi integralną część badanego pojazdu. Element ten stanowi bezpośrednie źródło odkształceń. Badania prowadzono wg następującej procedury: pomiar rozpoczynano w momencie gdy bateria była naładowana

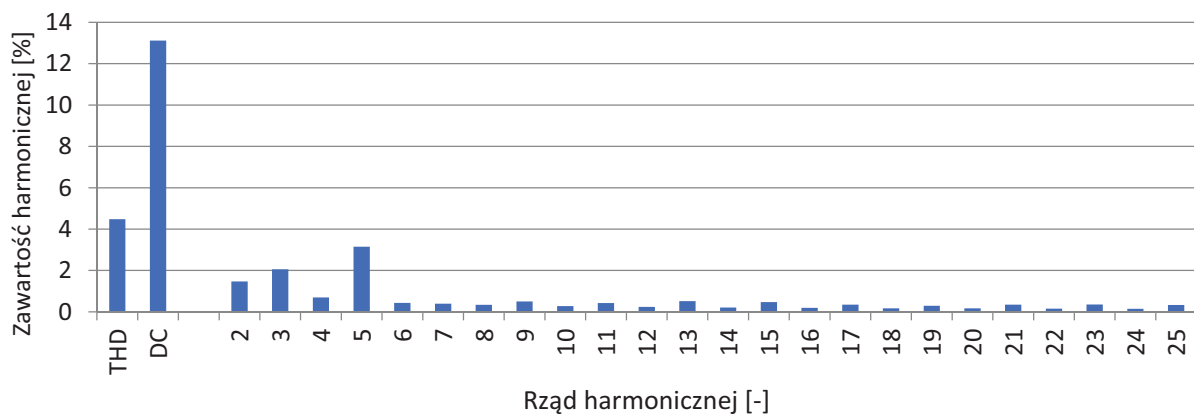
w ok. 20 %, a kończono gdy bateria była naładowana w 100%. Taka procedura miała odzwierciedlać przygotowanie pojazdu do dłuższej transy. Wg dokumentacji i wytycznych producentów pojazdu zalecany poziom stanu naładowania powinien utrzymywać się w przedziale 20 – 80% lub 10 – 90%, zależnie od zastosowanych ogniw. Z tym, że zalecane jest również naładowanie baterii do 100% co kilka ładowań. Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono przykładowe wartości harmonicznych napięcia i prądu, zarejestrowane w trakcie ładowania pojazdu elektrycznego.



Rys. 1. Widok stanowiska pomiarowego



Rys. 2. Przykładowe widmo harmonicznych napięcia w czasie ładowania pojazdu elektrycznego



Rys. 3. Przykładowe widmo harmonicznych prądu w czasie ładowania pojazdu elektrycznego

Podsumowanie

Przeprowadzone badania potwierdziły wpływ ładowania pojazdu na jakość energii elektrycznej w instalacji, w szczególności poprzez obecność wyższych harmonicznych prądu, związanych z nieliniowością układu ładowania pojazdu. Skutkiem tego są odkształcenia napięcia zasilającego inne odbiorniki w instalacji, co może wpływać na pracę tych wrażliwych. Szczególnie istotny jest wysoki poziom piątej harmonicznej napięcia, nieco przekraczający wartość dopuszczaną przez normę EN 50160, tj. 2%, a stanowiącą układ kolejności przeciwniej. Jej niekorzystny wpływ na odbiorniki trójfazowe to np. wymuszanie przeciwnego do założonego kierunku wirowania maszyn, co skutkuje zwiększonym poborem mocy i wyższą temperaturą ich pracy. Obecność wyższych harmonicznych prądu wpływa również na bezpieczeństwo użytkowania instalacji, związane z możliwością niewłaściwej pracy powszechnie stosowanych wyłączników różnicowo-prądowych typu AC lub A. W przypadku tego typu odbiorników należy zastosować wyłączniki różnicowoprądowe o charakterystyce typu B lub B+ zdolne pracować przy prądach upływu o wyższych częstotliwościach niż sieciowa. Podsumowując, podczas planowania instalacji punktu ładowania w domu należy zminimalizować wpływ tego odbiornika na pracę innych urządzeń i bezpieczeństwo użytkowania, np. wykorzystując dedykowany obwód. Ponadto planując ładowanie pojazdu należy zwrócić uwagę na to, czy w tym samym czasie nie korzysta się z innych odbiorników dużej mocy, ponieważ może się okazać, iż została przekroczona wartość mocy przyłączeniowej. To może spowodować zadziałanie zabezpieczenia przedlicznikowego, a użytkownik może zostać obciążony opłatą za ponadumowny pobór mocy z sieci.

Literatura

- [1] Li P., Xia X., Guo J., A review of the life cycle carbon footprint of electric vehicle batteries. Separation and Purification Technology, 121389. (2022).
- [2] Fattler S., Regett A., Environmental Impact of Electric Vehicles: Influence of Intelligent Charging Strategies. In Electrified Mobility 2019: including Grid Integration of Electric Mobility, 167-176, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2022
- [3] Zimakowska-Laskowska, M., & Laskowski, P., Emission from internal combustion engines and battery electric vehicles: Case study for Poland, Atmosphere, 13(3), 401, 2022
- [4] Neugebauer M., Żebrowski A., Esmer, O., Cumulative Emissions of CO₂ for Electric and Combustion Cars: A Case Study on Specific Models, Energies, 15(7), 2703, 2022
- [5] Sheldon T. L., Dua R., Alharbi O. A., How Cost-effective are Electric Vehicle Subsidies in Reducing Tailpipe-CO₂ Emissions? An Analysis of Major Electric Vehicle Markets, Energy Journal, 44(3), 2023
- [6] Elkelawy M., Alm EIDin Mohamad H., Samadony M., Elbanna A. M., Safwat A. M., A Comparative Study on Developing the Hybrid-Electric Vehicle Systems and its Future Expectation over the Conventional Engines Cars, Journal of Engineering Research, 6(5), 21-34., 2022
- [7] Morfeldt J., Shoman W., Johansson D. J., Yeh S., Karlsson, S., If Electric Cars Are Good for Reducing Emissions, They Could Be Even Better with Electric Roads, Environmental Science & Technology, 56(13), 9593-9603, 2022
- [8] Alimujiang A., Jiang P., Synergy and co-benefits of reducing CO₂ and air pollutant emissions by promoting electric vehicles—A case of Shanghai, Energy for Sustainable Development, vol.55, 2020
- [9] Manzolli J. A., Trovão J. P., Antunes C. H., A review of electric bus vehicles research topics—Methods and trends, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 159, 112211, 2022
- [10] De Cauwer C. et al., Electric vehicle use and Energy consumption based on real-world electric vehicle fleet trip and charge data and its impact on existing EV research models, World Electric Vehicle Journal Vol. 7, 2015.
- [11] Electric power transmission and distribution losses, The World Bank, <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS?locations=1W-EU> (13.07.2023)
- [12] Charging time summary for EVs, The Mobility House, https://www.mobilityhouse.com/int_en/knowledge-center/charging-time-summary (13.07.2023)
- [13] Evtimov I. et al., Life cycle assessment of electric and conventional cars Energy consumption and CO₂ emissions, MATEC Web of Conferences 234, 02007 (2018).
- [14] Majeau-Bettez G., Hawkins T. R., Strömman A. H., Life Cycle Environmental Assessment of Lithium-Ion and Nickel Metal Hydride Batteries for Plug-In Hybrid and Battery Electric Vehicles, Norwegian University of Science and Technology (NTNU).
- [15] Dunn J. B. et al., The significance of Li-ion batteries in electric vehicle life-cycle Energy and emissions and recycling's role in its reduction, Energy & Environmental Science, 2015, 8, 158.
- [16] Dunn J. et al., Life Cycle Analysis Summary for Automotive Lithium-Ion Battery Production and Recycling, Argonne National Laboratory, 2016.

SYSTEM KONTROLI POPRAWNOŚCI DZIAŁANIA OBIEKTÓW WYKORZYSTUJĄCY UKŁADY PROGRAMOWALNE WSPIERANE ALGORYTMAMI INTELIGENTNYMI

Bartosz DOMINIKOWSKI

Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej, Łódź

Wstęp

Układy o programowalnych blokach funkcyjnych analogowych i cyfrowych w systemach pomiarowych są coraz częściej stosowane. Główną ich zaletą jest możliwość projektu systemu pomiarowego bez użycia wielu zewnętrznych elektronicznych komponentów, które są dostępne w strukturze mikrokontrolera. Takie rozwiązanie daje możliwości poprawienia niezawodności systemu pomiarowego. Jest to związane przede wszystkim z łatwą możliwością monitorowania parametrów podzespołów toru pomiarowego. Dzięki temu w łatwy sposób można sprawdzić poprawności ich działania oraz awarii. System taki ma możliwość rekonfigurowania obwodów pomiarowych programowo. Zastosowanie proponowanego mikrokontrolera jest podyktowane niską jego ceną. Zaletą programowalnych układów analogowych oraz cyfrowych jest mały pobór energii elektrycznej potrzebnej do ich działania oraz małe zajęcie miejsca na płycie montażowej. Dużym problemem tych układów jest wpływ zewnętrznych czynników środowiskowych na: stabilność, napięcie offsetu oraz wartość szumów ze względu na ich lokalizację w jednym miejscu. Na rynku urządzeń elektronicznych jest duży dostęp do różnych programowalnych systemów pomiarowych. Główna różnica pomiędzy nimi jest język programowania a co za tym idzie czasów wykonania poszczególnych instrukcji. Proponowany system sprawdza się jako część pomiarowa dla różnych sygnałów napięciowych w układzie kontroli poprawności działania badanego urządzenia.

Ze względu na procesy starzeniowe oraz czynniki zewnętrzne urządzenie elektryczne pogarszają swoje właściwości eksploatacyjne. Z tego względu monitorowanie odpowiednich fragmentów urządzeń jest istotne. Do oceny poprawności działania autor artykułu zastosował algorytmy oparte na sztucznej inteligencji. W tym celu autor artykułu wykorzystał oddzielny mikroprocesor dedykowany do obliczeń inteligentnych. System inteligentny otrzymuje dane z programowalnego układu pomiarowego i po przetworzeniu ich wprowadza je do algorytmu inteligentnego. Algorytm weryfikuje w jaki sposób eksploatuje się urządzenie. Nadzorowanie poprawności działania urządzeń jest istotne ze względu na możliwość uniknięcia awarii całego systemu. Rozwój elektroniki i komunikacji pozwolił na działanie systemów jako rozproszone. Niezawodność systemu jest duża ponieważ kontroli podlega także system pomiarowy.

Przegląd literatury

Problem pomiarów układów interfejsów analogowych przetworników jest określony w [1].

Autorzy tego artykułu określili sposób doboru elementów analogowych torze pomiarowym. Zastosowanie systemów *PSoC* (Programmable System-on-Chip) można znaleźć w literaturze [2-4]. Inteligentna diagnostyka systemów jest opisana w [5-6].

Materiały i metody

Proponowany system został zaprogramowany za pomocą języka schematów składającego się z: portu wejściowego, wzmacniacza oraz przetwornika sigma delta o programowalnej rozdzielczości 20-bitów skonfigurowanego jako wejście pojedyncze, przetwornika o sukcesywnej aproksymacji (*SAR*) oraz multipleksera i układu *DAC*. W torze pomiarowym układu programowalnego wpływającym na dokładność

w dużym stopniu jest wzmacniacz operacyjny dla sygnału zewnętrznego z napięciem offset 2,5 mV odniesionym do wejścia. Parametry zmiennoprądowe użytego wzmacniacza to iloczyn pasmo-wzmocnienie GBW wynoszące 5.4 Mhz, szybkość zmian napięcia wyjściowego SR 2,4V/ μ s oraz poziom gęstości szumów e_n na poziomie 45 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$. Do portu wejściowego systemu podano testowe sygnały z generatora w celu weryfikacji poprawności jego działania. Drugim systemem jest inteligentny układ weryfikacji działania analizowanego urządzenia na podstawie dostarczonych pomiarów. Układ ten został odpowiednio dobrany do obliczeń inteligentnych. System pomiarowy ma możliwość badanie paru sygnałów napięciowych z różnych lokalizacji badanego urządzenia. Dane te podawane są do wektora i w tej postaci przekazywane są do jednostki inteligentnej. Ponieważ system pomiarowy zawiera dwa przetworniki ADC o różnych rozdzielczościach pozwala to na detekcję różnych sygnałów diagnozujących poszczególne elementy badanego urządzenia.

Rozłożenie systemów na dwa oddzielne: pomiarowy oraz inteligentny, pozwala na lepsze wykonywanie poszczególnych zadań. Algorytm inteligentny określa poprawność działania analizowanego urządzenia.

Rezultaty

Głównym problemem pomiarów testujących poprawność działania urządzenia jest odpowiednie przetworzenie sygnału na drodze od źródła do systemu cyfrowego. Utrata danych pomiarowych powoduje pogorszenie dokładności w algorytmach inteligentnych określających stan analizowanego urządzenia. Przeprowadzona analiza działania proponowanego systemu pomiarowego określiła jego optymalne granice działania z błędem minimalnym. Analiza ta pozwoliła na dołączenie z badanego układu różnej dokładności przetworników. W teście laboratoryjnym sprawdzającym sposób działania proponowanego systemu podano na port wejściowy różne wartości z generatorów sygnałów. Badania laboratoryjne dowiodły skuteczność działania systemu.

Dyskusja

Autor artykułu przedstawił możliwości stosowania układów programowalnych oraz wskazał główne źródła błędów pomiarowych i określił je zależnościami matematycznymi. Określenie zakresów zmienności stanowi główny problem pomiarowy dla sygnałów stałych o małych wartościach oraz sygnałów o dużych częstotliwościach. Brak wyspecjalizowanych torów pomiarowych może spowodować błędne przetwarzanie sygnałów pochodzących z badanego urządzenia. W proponowanym systemie wykorzystany jest 20-bitowy przetwornik typu delta-sigma dla napięcia referencyjnego 5V. Jest to duża zaleta tego układu ze względu na możliwość wykorzystania dużej rozdzielczości bitowej w pomiarze.

System weryfikacji poprawności działania urządzenia jest bardzo istotny. Błędne działanie urządzenia może doprowadzić do awarii całego systemu.

W artykule porównano proponowany system programowalny z zawansowaną kartą pomiarową oraz dedykowanymi zewnętrznymi wzmacniaczami operacyjnymi. Układy te zostały sprawdzone laboratoryjnie przy użyciu precyzyjnej aparatury pomiarowej.

Literatura

- [1] Carter Bruce, Mancini Ron.: Op amps for everyone, fifth edition, Elsevier Ltd. Oxford, 2002
- [2] P D P Adi, A Kitagawa, V Sihombing, G J Silaen, N E Mustamu, V M M Siregar, F A Sianturi, W Purba.: A Study of Programmable System on Chip (PSoC) Technology for Engineering Education., Journal of Physics: Conference Series, Volume 1899, 2nd Workshop on Engineering, Education, Applied Sciences and Technology (WEAST) 2020 5 October 2020, Makassar, Indonesia, 2020
- [3] Sayani Singha, Apurva Sitesh Singh, Santashraya Prasad, Aftab Alam.: A Study on Power Optimization Techniques in PSoC, International Conference on Communication and Signal Processing, April 4-6, 2019, India, IEEE, 2019
- [4] Bun B.: Prattana Lopin1, Kyle V. Lopin2.: PSoC-Stat: A single chip open source potentiostat based on a Programmable System on a Chip, PLOS ONE, July 25, 2018
- [5] Tianshu Wu, Shuyu Chen, Peng Wu.: Intelligent fault diagnosis system based on big data, 7th International Symposium on Test Automation and Instrumentation (ISTAI 2018), The Journal of Engineering, 2018
- [6] Gustavo Pérez Alvarez.: Real-Time Fault Detection and Diagnosis Using Intelligent Monitoring and Supervision Systems, Fault Detection, Diagnosis and Prognosis, IntechOpen, 2020

WPŁYW ODDZIAŁYWANIA PEF NA ILOŚĆ FOTONÓW W WYBRANYCH OLEJACH SPOŻYWCZYCH

Tomasz DRÓŹDŹ

Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie,
Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Człowiek potrzebuje 49 składników odżywczych (wody, białka składającego się z aminokwasów, kwasów tłuszczowych, mikro- i makroelementów oraz witamin) do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Niedostateczne spożywanie co najmniej jednego składnika prowadzi do poważnych zaburzeń metabolicznych, złego stanu zdrowia, zahamowania rozwoju u dzieci i generuje wysokie koszty ekonomiczne dla całego społeczeństwa [1]. Odpowiedzią na ten problem może być produkcja żywności funkcjonalnej uzupełnionej o składniki pokarmowe. Wzbogacanie żywności o składniki odżywcze dozwolone jest we wszystkich krajach Unii Europejskiej [2].

Olej słonecznikowy posiada bardzo niekorzystną dla zdrowia proporcję kwasów omega-3 do 6, wstępne badania po oddziaływaniu PEF pozwalają stwierdzić że stosunek ulega zmianie na korzystniejszy. Wszystkie kwasy omega są potrzebne, ale najważniejsze jest aby dostarczać je we właściwej proporcji. Idealnie, stosunek kwasów omega-6 do kwasów omega-3 powinien wynosić między 2:1 a 5:1.

Tradycyjne metody przetwarzania żywności nie umożliwiają zachowania wymaganych cech organoleptycznych wraz ze składnikami odżywczymi. Producenci żywności w chwili obecnej mają możliwość korzystania z szybkich metod obróbki, które ograniczają do minimum utratę wartości odżywczych produktów, do jednej z tych metod należy pulsujące pole elektryczne. Jest to technologia uważana za alternatywę dla tradycyjnych metod obróbki termicznej, zyskująca coraz bardziej na popularności [3]. Zastosowane napięcie (PEF) powoduje powstanie wysokiego pola elektrycznego, które doprowadza do rozbicia błon komórkowych produktu na które oddziałuje.

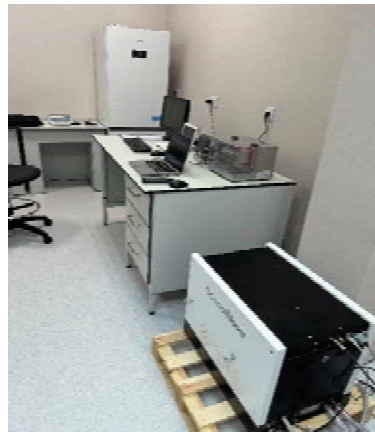
Przeprowadzone badania potwierdziły działanie PEF na rozbicie komórek olejów spożywczych, co powodowało uwalnianie fotonów zawartych w komórkach. Zwiększając napięcie oddziaływania i czas oddziaływania następowało zmniejszanie ilości emitowanych fotonów z próbek oleju rzepakowego i słonecznikowego.

Jedną z koncepcji badania jakości żywności ekologicznej jest pomiar emisji fotonów emitowanych z produktów spożywczych, która coraz bardziej zyskuje na popularności. Pomiar emisji fotonów stał się możliwy dzięki temu, że wszystkie organizmy żywe stale emitują słabe światło zwane luminescencją, z tej przyczyny dowiedziono, że produkty o wyższej jakości mają większą zdolność do kumulowania światła. Zatem jakość żywności jest zależna od skumulowanej energii świetlnej w postaci fotonów [4,5,6,7]. Jest to nowa metoda pozwalająca na ocenę jakości żywności w szczególności po kątem jej stopnia przetworzenia.

Badania w pracy dotyczyły pomiaru emisji fotonów z oleju słonecznikowego oraz oleju rzepakowego poddanego wcześniej oddziaływaniu PEF w różnych konfiguracjach. Zmianom ulegało napięcie oddziaływania, czas trwania pojedynczego impulsu jak również ilość impulsów w czasie. Urządzenia wykorzystane do badań znajdują się na wyposażeniu Katedry Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych, Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie na Wydziale Inżynierii Produkcji i Energetyki.

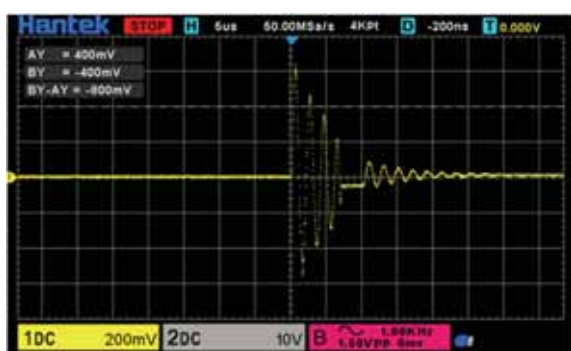
Opis stanowiska PEF

Laboratoryjne urządzenie do oddziaływania Pulsed Electric Field (PEF) -MODULATOR M100 Stand Opta-Med z Komorą oddziaływania PG050 PEF rok produkcji 2023. - szerokość impulsu oddziaływania od 1ns do 10 ns., zakres napięcia oddziaływania od 2 kV do 56 kV, częstotliwość podawania impulsów od 0.01 Hz do 100 Hz, ilość impulsów od 1 do 10 000 szt. (rys. 1,2,3).

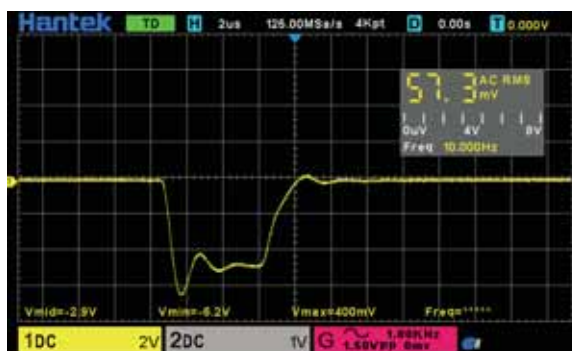


Rys. 1. Widok komory oddziaływania PEF

Rys. 2. Widok Modulatora PEF



a)



b)

Rys. 3. a,b. Przebieg napięcia oddziaływań w różnych wariantach ustawień urządzenia.

Wnioski

1. Olej rzepakowy niepoddany oddziaływaniu PEF charakteryzuje się większą ilością zawartości fotonów w stosunku do oleju słonecznikowego.
2. Zastosowanie PEF powoduje zmniejszenie liści fotonów zarówno w oleju rzepakowy jak również w słonecznikowym.
3. Oddziaływanie PEF na wpływa na parametry charakterystyczne olejów takich jak: barwa oleju, liczba anizydynowa, jodowa, kwasowa, nadtlenowa i zmydlania, zawartość kwasów tłuszczowych, steroli, tokoferoli i polifenoli.

Literatura

- [1] Welch, R.M, Graham, R.D. (2004). Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. *Journal of Experimental Botany*, 55 353-356.
- [2] Godfrey, D., Tennant, D., Davidson, J. (2004). The impact of fortified foods on total dietary consumption in Europe. *Nutrition Bulletin*, 29, 188-198.
- [3] Krzysztofik, B. (red.). (2015). *Metody zabezpieczania i utrwalania surowców oraz produktów żywnościowych – studium przypadku*. Kraków, Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej.
- [4] Trzyniec, K., Popardowski, E., Juliszewski, T., Baran, D., Miernik, A., (2019). Wykorzystanie ultrasłabej emisji fotonowej do klasyfikacji i oceny jakości czekolad. *Przegląd Elektrotechniczny*. ISSN 0033-2097, R. 95 Nr 12/2019
- [5] Oziembłowski, M., Drózdź, M., Kielbasa, P., Drózdź, T., Gąsiorski, A., Nawara, P., Tabor, S. (2017). Ultra słaba luminescencja (USL) jako potencjalna metoda oceny jakości żywności tradycyjnej. *Przegląd Elektrotechniczny*, R. 93, Nr 12/2017.
- [6] Oziembłowski, M., Drózdź, T., Kurytnik, I. P., Bobak, Ł., (2014). Effect of Pulsed Electric Field strength and number of pulses on fatty acid profile of liquid whole egg.
- [7] Oziembłowski, M., Maksimowski, D., Miernik, A., Tabor, S., Nawirska-Olszańska, A., Trenka, M. (2020). Wpływ pulsacyjnego pola elektrycznego (PEF) na parametry ultrasłabej luminescencji oraz redukcję liczby komórek wybranych drobnoustrojów w ekstraktach kawy typu cold brew. *Przegląd Elektrotechniczny*, R. 96, Nr 1/2020.

MONITOROWANIE WYŁADOWAŃ ESD PRZY ZASTOSOWANIU ANALIZATORA WIDMA I ZESTAWU ANTEN

Tomasz DRÓŹDŹ¹, Paweł PYSZ¹, Paweł KIEŁBASA¹,
Akinniyi AKINSUNMADE¹, Anna MIERNIK¹, Taras SHCHUR²

¹ Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

² Cyclone Manufacturing Inc, Mississauga, Ontario, Canada

Wstęp

Współczesne środowisko naturalne zmagają się z zagrożeniami wynikającymi z rozwoju technologii pozwalających na rozwój cywilizacyjny ale generujących niepożądane oddziaływanie elektromagnetyczne. Obecnie świadomość społeczeństwa wymaga precyzyjnych informacji dotyczących w/w zagrożeń i odpowiedzialnych działań zapobiegawczych niepożądanym skutkom środowiskowym i technologicznym [1,2,3]. Prawie każdy współczesny człowiek, żyjący w naszym kręgu cywilizacyjnym, zetknął się z przykrymi lub bolesnymi wyładowaniami elektrostatycznymi, jednak tylko nieliczni zdają sobie sprawę, że wyładowania, te zauważalne jak również te znacznie słabsze, nie odczuwalne, zdolne są wywołać zapłon znacznej liczby różnych atmosfer palnych, z którymi możemy się spotkać także w życiu codziennym. Ochrona przed zagrożeniami elektrostatycznymi jest stosunkowo trudna, gdyż bardzo często nie można przewidzieć ich intuicyjnie, kierując się życiowym doświadczeniem. Zapobieganie im wymaga odpowiedniej wiedzy, która z reguły nie jest łatwo dostępna. Dlatego też, mimo wymagań stawianych przez odpowiednie przepisy, normy i procedury ochronne, ciągle jeszcze dochodzi na świecie i w kraju do groźnych pożarów i wybuchów, z ofiarami w ludziach, inicjowania przez wyładowania elektrostatyczne [6,7]. Szczególną formą zaniku ładunku ES są wyładowania elektrostatyczne (ang. ESD), czyli krótkie impulsy prądowe pojawiające się w przestrzeni pomiędzy obiektami o odpowiednio dużej różnicy potencjałów elektrostatycznych, prowadzące do całkowitego lub częściowego zaniku ładunku ESD na tych obiektach. Ponieważ czas trwania wyładowań jest stosunkowo krótki, od kilkudziesięciu nanosekund do kilkuset mikrosekund, to dochodzi do powstawania impulsów o bardzo dużych mocach, wystarczających do zapłonu atmosfer wybuchowych, rażenia pracowników, uszkodzeń przyrządów półprzewodnikowych. Przez zagrożenia elektrostatyczne rozumie się potencjalną możliwość zaistnienia wymienionych skutków wyładowań elektrostatycznych [8]. Gwałtowna miniaturyzacja i masowość wprowadzanych rozwiązań urządzeń elektronicznych wpływa w znaczący sposób na ich odporność na wyładowania elektrostatyczne (ESD). Nie jest to spowodowane wzrostem liczby wyładowań a raczej miniaturyzacją powodującą, iż energia potrzebna do zniszczenia danego układu elektronicznego zdecydowanie zmalała w ostatnim okresie. W wielu przypadkach wskazane jest dysponowanie informacją o występowaniu wyładowań elektrostatycznych w danym obszarze chronionym, pozwala to na monitorowanie podejmowanych działań zapobiegawczych [9,10].

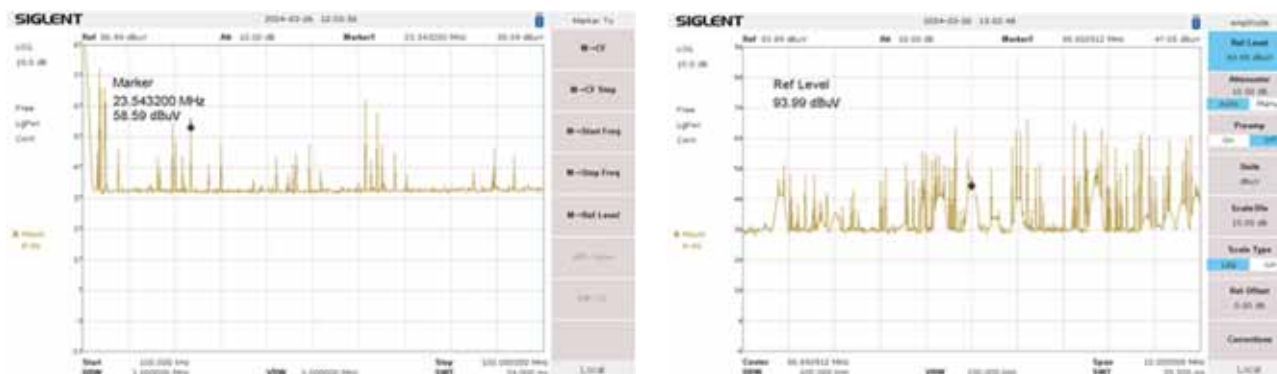
Układ wstępnego monitorowania wyładowań ESD

Wstępne pomiary emisji przeprowadzono za pomocą analizatora analizator widma Siglent SSA3021 współpracującego z antenami zamontowanymi w odległości około 2 m od układu wytwarzającego zaburzenia. Charakterystyki anten przedstawiono na rysunki 1a oraz 1 b.



Rys. 1. a,b. Charakterystyki anten stosowanych do pomiarów emisji

Przed wykonaniem pomiarów, podczas zadawania uderów ESD wykonywano pomiary tła w celu oszacowania jego wartości. Na rysunkach 2 a,b przedstawiono przykładowe wyniki pomiarów. Zaprezentowane wyniki odnoszą się dla wyładowania ESD przy wartościach napięcia wyładowania wynoszącego 30 kV.



Rys. 2. a,b. Przykładowe wyniki pomiarów dla wyładowania ESD

Podsumowanie

Przeprowadzone wstępne badania potwierdzają możliwość stworzenia systemu monitorowania i detekcji wyładowań ESD. Analiza wyników badań widma impulsów ESD pozwoliła określić zakres częstotliwości pracy układu, który wynosi od 40 do 80 MHz. Zaprojektowany i zbudowany system może wspomagać ochronę przed wyładowaniami ESD w obiektach i przestrzeniach wymagających ścisłej kontroli.

Literatura

- [1] Hasse L., Kołodziejcki J., Konczakowska A., Spiralski L., „Zakłócenia w aparaturze elektronicznej”, Radioelektronik sp. z o. o., Warszawa 1995, ISBN 83-858910-1-3.
- [2] Ruszel P., „Kompatybilność elektromagnetyczna elektronicznych urządzeń pomiarowych”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2008, ISBN 978-83-7493-423-7.
- [3] Morgan D. „A handbook for EMC testing and measurement”, The Institution on Engineering and Technology, London 2007, ISBN 978-0-86341- 756-6
- [5] PN-EN61000-4-2:2011 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - Część 4-2: Metody badań i pomiarów - Badanie odporności na wyładowania elektrostatyczne
- [6] PN-EN 61340-2-3:2002. Elektryczność statyczna. Część 2-3: Metody badań stosowane do wyznaczania rezystancji i rezystywności płaskich materiałów stałych, używanych do zapobiegania gromadzeniu się ładunku elektrostatycznego.
- [7] IEC 61340-4-10:2012. Electrostatics – Part 4-10: Standard tests methods for specific applications – Two-point resistance measurement.

- [8] PN-EN 61340-5-1:2009. Elektryczność statyczna. Część 5-1: Ochrona przyrządów elektronicznych przed elektrycznością statyczną. Wymagania ogólne.
- [9] PKN-CLC TR 61340-5-2:2014. Elektryczność statyczna. Część 5-2: Ochrona przyrządów elektronicznych przed elektrycznością statyczną – Przewodnik użytkownika.
- [10] PN-EN 61340-5-3:2015-11. Elektryczność statyczna – Część 5-3: Ochrona przyrządów elektronicznych przed elektrycznością statyczną – Właściwości i wymagania dotyczące klasyfikacji opakowań przeznaczonych dla przyrządów wrażliwych na wyładowania elektrostatyczne.

CHARAKTERYSTYKA DOZYMETRYCZNA POLA PROMIENIOWANIA NA STANOWISKU RADIOGRAFICZNYM W ASPEKCIE EKSPOZYCJI OBIEKTÓW ROŚLINNYCH

Joanna DUDAŁA¹, Karolina LECHOWICZ¹, Tomasz JAKUBOWSKI², Aleksandra JUNG¹

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

² Uniwersytet Rolniczy, Kraków

Wstęp

Istnieje szereg agrotechnicznych zabiegów, które wpływają na przebieg wegetacji roślin, oraz pośrednio na strukturę uzyskiwanych z tych roślin plonów. Oprócz powszechnie stosowanych metod chemicznych i biologicznych, metody fizyczne również mogą być stosowane do stymulacji wzrostu i rozwoju roślin [1-4]. Ciekawym aspektem jest hormetyczne oddziaływanie niskich dawek promieniowania jonizującego na wzrost roślin [5,6].

Cel pracy

Celem pracy było zbadanie rozkładu dawki w polu promieniowania jonizującego, generowanego z lampy rentgenowskiej. Wyniki przedstawionych badań zostaną wykorzystane do zaplanowania eksperymentów z napromienianiem obiektów roślinnych zadaną dawką promieniowania rentgenowskiego.

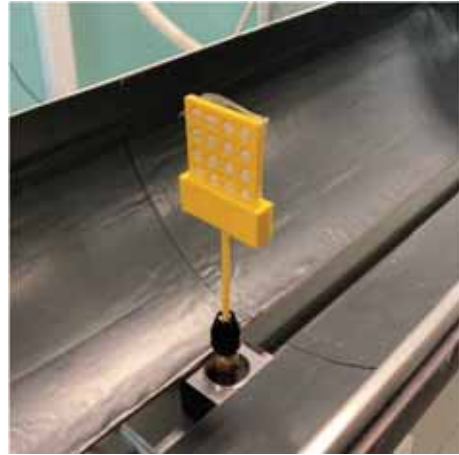
Metodyka badań

Badania zostały wykonane w Katedry Fizyki Medycznej i Biofizyki Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej. Pomiar dawek na stanowisku radiograficznym – rys.1 (w Pracowni Rentgenowskiej Laboratorium Fluorescencji Rentgenowskiej) wykonano przy użyciu detektorów termoluminescencyjnych (TLD) typu MCP-N [7], zamontowanych w matrycy z tworzywa sztucznego – rys. 2, których wstępna obróbka oraz proces odczytu zostały zrealizowane w Laboratorium Dozymetrii Środowiskowej i Indywidualnej.

Źródłem promieniowania rentgenowskiego była lampa rentgenowska typu dyfrakcyjnego ze stałą anodą molibdenową, przeznaczona do pracy ciągłej. Wiązka promieniowania r_g wychodzi z lampy przez okienko berylowe o grubości 0,3 mm. Lampa pracowała przy prądzie 10 mA natomiast wartości napięcia zmieniano w zakresie od 20 kV do 40 kV co 10 kV. Pomiary wykonano zarówno bez filtracji dodatkowej jak i z filtrem aluminiowym o grubości 0,5 mm.



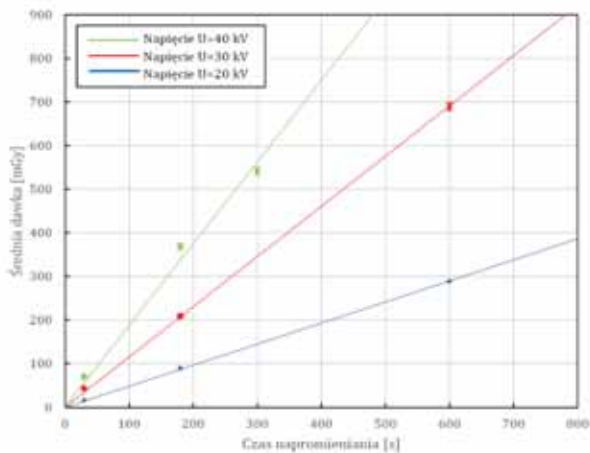
Rys. 1. Wielofunkcyjne stanowisko pomiarowe w Pracowni Rentgenowskiej Laboratorium Fluorescencji Rentgenowskiej Katedry Fizyki Medycznej i Biofizyki WFiIS AGH



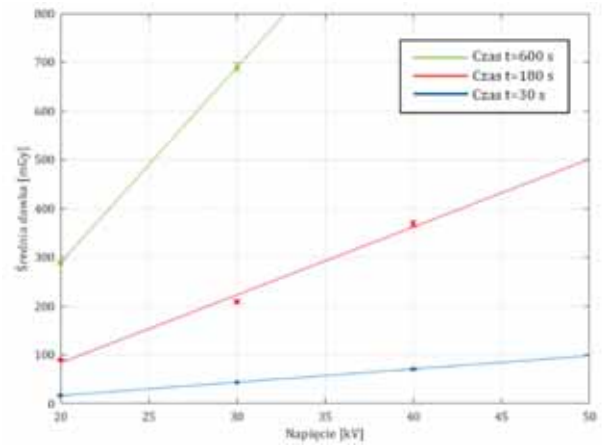
Rys. 2. Sposób zamocowania matrycy na stanowisku pomiarowym

Wyniki

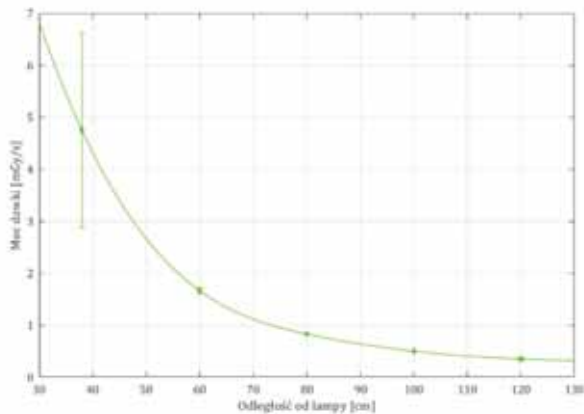
Na podstawie wyników określono optymalną odległość do napromieniania (100 cm od ogniska lampy); wyznaczono zależność dawki od czasu napromieniania – rys. 3, napięcia zasilającego lampę – rys. 4, oraz mocy dawki od odległości detektorów TL od ogniska lampy – rys. 5.



Rys. 3. Zależność dawki od czasu napromieniania dla pomiarów bez filtra



Rys. 4. Zależność napięcia od dawki dla pomiarów prowadzonych bez filtra



Rys. 5. Zależność mocy dawki od odległości od ogniska lampy

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] Volkova P. Yu., Bondarenko E.V., Kazakova E. A. Radiation hormesis in plants. *Current Opinion in Toxicology*, 30 (2022) 100334.
- [6] Villegas D., Sepúlveda C., Ly D. 2023. Use of Low-dose Gamma Radiation to Promote the Germination and Early development in Seeds. *Seed Biology – New Advances*. In *techOpen*. Available at: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.1003137>.
- [7] Gordon P., Matusiak K., Obryk B., Kłosowski M., Jung A. 2022, książka abstraktów: XVII kongres Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej <https://indico.ifj.edu.pl/event/785/book-of-abstracts.pdf>

ANALIZA PORÓWNAWCZA WYBRANYCH HOMOLOGACYJNYCH TESTÓW ZASIĘGU POJAZDÓW

Andrzej ERD, Tomasz CISZEWSKI

Uniwersytet Radomski, Radom

Wstęp

Wobec ogromnej różnorodności pojazdów oferowanych na rynku samochodowym, od dawna istnieje konieczność korzystania z miar pozwalających na obiektywne porównanie właściwości. Klasyfikacja pojazdów pod kątem obciążenia środowiska umożliwia realizację polityki krajowej lub organizacji międzynarodowych. Temat testowania pojazdów samochodowych, jako całości jest pozornie odległy od zagadnień elektromagnetyzmu, jednak mając na uwadze dążenia do zamiany podstawowego medium energetycznego z paliw kopalnych na źródła odnawialne ma to istotne znaczenie również w dziedzinie przetwarzania energii, w której elektromagnetyzm gra rolę podstawową.

Zakres tematyczny przepisów homologacyjnych dotyczących pojazdów jest ogromny, stąd w niniejszej pracy zostaną przedstawione jedynie zasady prowadzenia wybranych testów emisji i opartych na nich testów zasięgu pojazdów elektrycznych przyjętych w dokumentach międzynarodowych. Następnie zostaną przedstawione przykłady wyników testów uzyskane w trakcie laboratoryjnych badań homologacyjnych bądź w warunkach rzeczywistych przeprowadzonych przez organizacje niezależne i ich porównanie.

Testy zasięgu

Problem metodycznego testowania pojazdów był początkowo związany z zagadnieniami emisji spalin. Wówczas istotne były przede wszystkim normy emisji CO₂, węglowodorów, oraz tlenków azotu. Z czasem rozszerzono te testy o badanie emisji pyłów. W celu ustandaryzowania badań przyjęto, że będą one prowadzone w warunkach laboratoryjnych na hamowniach, pozwalających w dużej mierze odwzorować warunki rzeczywiste, a ponadto wraz z pomiarami emisji będzie odbywał się pomiar zużycia paliwa. Wraz z masowym pojawieniem się pojazdów elektrycznych przyjęto, że ich testy zasięgu będą odbywały się według tych samych procedur testowych jak pojazdów spalinowych. Przyjęto też narzucenie pewnych dodatkowych warunków związanych z pomiarem zużycia energii elektrycznej i ładowaniem akumulatorów. Testy te były tworzone na różnych kontynentach oddzielnie.

W USA uzyskał przewagę test opracowany przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska (U.S. Environmental Protection Agency) EPA [1]. Zasadniczo test ten składa się z dwóch cykli: UDDS (Urban Dynamometer Driving Schedule) – dla ruchu miejskiego oraz autostradowej jazdy ekonomicznej HWFEDT (Highway Fuel Economy Driving Test). Przebieg jego obejmuje: ładowanie akumulatora do pełna w przeddzień badań, systematyczne powtarzanie cykli UDDS i HWFEDT w proporcji 55% do 45%, aż do całkowitego wyczerpania akumulatora. W celu dostosowania do wartości rzeczywistych przebieg uzyskany w pomiarach mnożony jest przez współczynnik korekcyjny 0,7. Następnie ponownie jest ładowany akumulator do pełna i w trakcie tego ładowania mierzone jest zużycie energii.

W Europie przyjęto w 1997 roku cykl NEDC (New European Driving Cycle) powstały z czterech cykli ECE15- (zwany też UDC – Urban Driving Cycle – pochodzący z 1970 roku), oraz jednego EUDC (Extra Urban Driving Cycle) opracowanego kilka lat później. Opis szczegółowy jest zawarty w UN ECE Regulations 83 i 101 [2]. W praktyce pojawiło się wiele zastrzeżeń co do adekwatności tego cyklu do warunków rzeczywistych. Pod auspicjami ONZ wprowadzono stopniowo w przepisach normalizacyjnych, homologacyjnych oraz związanych z ochroną klimatu cykl testowy WLTP (Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure) [3]. Jest on obowiązujący od 2018 roku i stosowany do teraz. W Chinach w roku 2020 wprowadzono własny standard CLTC zastępujący przejściowy test CATC będący cyklem opartym na teście NEDC. Cykl CLTC składa się z trzech części z których pierwsza obejmuje siedem przejazdów i odpowiada próbom przy niskiej prędkości. Część druga

składa się z trzech przejazdów odbywających się z prędkościami średnimi. Ostatnia trzecia część to pojedynczy przejazd przy prędkościach najwyższych. Szczegółowe omówienie różnic pomiędzy testami oraz wykresy przebiegów zostaną zamieszczone w pełnej wersji pracy.

Porównanie wyników testów

Zestawienie wyników pomiarów zasięgu kilku pojazdów pokazuje rozbieżności między wartościami otrzymanymi według różnych algorytmów EPA, WLTP, CLTC.

Tabela 1. Przykłady zasięgów deklarowanych przez producentów

Pojazd	EPA (km)	Δ EPA/WLTP (%)	WLTP (km)	CLTC (km)	Δ CLTC/WLTP (%)
1	2	3	4	5	6
Tesla 3 Long Range	518	-23%	678	713	5,1
Nio EL7 100kWh	b.d.	b.d	513	620	20,8
Volvo EX30 Performance	426	-7,3°	460	540	17,3
BMW i3 /66,1 kWh	428	-11,1	481	526	9,3
Ford Mustang Mach-E ER	505	-7,8	548	619	11,4
Średnia odchyłka		-12,3			12,7

W kolumnach 3 i 6 tabeli 1 pokazano, że uzyskane wyniki różnią się od -23% do +20,8 % w zależności od modelu pojazdu. Dla porównania według wyliczeń autorów [4] wyniki CLTC są zawyżone w porównaniu do EPA o około 35%. Natomiast wyniki EPA są niższe od WLTP o około 20%. Z kolei autorzy [5] wykazują, że wyniki według EPA są również niższe niż według WLTP i procentowa różnica wynosi 11%. Odchyłka pomiędzy CLTC a WLTP zawiera się w granicach pomiędzy 15 a 25%. Reasumując można przyjąć, że procedury testowe dają wyniki różniące się znacząco między sobą i odchyłka wartości zasięgów deklarowanych wynosi od 11 do 20% w dół dla EPA oraz od 12,7 do 35% dla CLTC w górę. Oznacza to, że wyniki uzyskane przy różnych testach są wzajemnie nieporównywalne.

Kolejnym istotnym czynnikiem zmieniającym zasięg pojazdu elektrycznego jest temperatura otoczenia. Testy NEDC, WLTP, CLTC oraz standardowy EPA są prowadzone w temperaturze 23°C, jednak zmiana temperatury zarówno w dół jak i w górę wiąże się z uruchomieniem ogrzewania bądź klimatyzacji. Ponadto własności akumulatora również się zmieniają w szerokim zakresie w funkcji temperatury. Cenne wyniki dotyczące wpływu temperatury pokazano w [6], gdzie porównano zmiany zasięgu deklarowane przez oprogramowanie samochodu z danymi rzeczywistymi – zostanie to przedstawione szerzej w wersji pełnej pracy.

Wnioski

Deklarowany zasięg pojazdu podawany przez producenta jest wartością hipotetyczną osiągalną jedynie w bardzo sprzyjających okolicznościach ruchu drogowego. Zależnie od przyjętej metodologii następuje mniejsze lub większe zawyżenie tej wartości. Wynika to również z przyjętego algorytmu pomiarów, zawyżenie może wynosić nawet do 35% wartości deklarowanej. Dodatkowe czynniki wpływające na obniżenie zasięgu rzeczywistego to temperatura otoczenia i jej wpływ na akumulator oraz uruchomione wyposażenie dodatkowe takie jak ogrzewanie i klimatyzacja. W niektórych badaniach daje się zauważyć znaczący wpływ pompy ciepła, o ile pojazd jest w nią wyposażony.

Literatura

- [1] Environmental Protection Agency (EPA) <https://www.epa.gov/emission-standards-reference-guide>.
- [2] [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:42006X1227\(06\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:42006X1227(06))
- [3] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02019R0631-20210301>
- [4] <https://insideevs.com/features/710920/ev-range-epa.wltp.html>
- [5] <https://insideevs.com/news/704318/ev-winter-range-loss-vs-ideal-conditions.html>
- [6] <https://licarco.com/en/ev-range-tests-explained-comparison-between-epa-ratings-wltp-nedc-and-cltc/>

WPŁYW TEMPERATURY OGNIWA FOTOWOLTAICZNEGO NA SPRAWNOŚĆ WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Maciej GLINIAK, Janusz TABOR, Krzysztof GÓRKA

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Panele fotowoltaiczne, podobnie jak inne urządzenia półprzewodnikowe, cechują się wysoką wrażliwością na temperaturę w jakiej pracują. W rzeczywistych warunkach pracy ogniw fotowoltaicznych występuje duże spektrum zmienności temperatury otoczenia, na które wpływ ma między innymi występowanie pór roku. Przez występujący w Polsce klimat przyjmuje się, że temperatura w jakiej pracują panele fotowoltaiczne to od około -20°C do temperatury osiągającej 70°C . Dzięki dostępnej literaturze badawczej opracowanej na podstawie licznych badań paneli fotowoltaicznych określono, że bardzo duży wpływ na sprawność i poprawne parametry pracy modułów fotowoltaicznych mają natężenie promieniowania słonecznego i temperatura otoczenia (Matuszczyk i in., 2015).

Wzrost temperatury ogniwa fotowoltaicznego powoduje spadek napięcia obwodu otwartego oraz nieznaczny wzrost prądu zwarcia, który w efekcie finalnym powoduje spadek generowanej mocy przez panele fotowoltaiczne oraz spadek wydajności prądowej. Występujące zmiany prądu zwarcia ISC są wprost proporcjonalne do wzrostu temperatury. Dodatkowo przy temperaturach przekraczających 25°C występuje zjawisko gwałtownego wzrostu prądu nasycenia ogniwa, które jest ściśle powiązane ze spadkiem napięcia obwodu otwartego I_0 podczas wzrostu temperatury ogniwa PV. Poszczególne typy ogniw fotowoltaicznych, poza właściwościami użytkowania i jakością wykonania, różnią się między sobą spadkiem mocy produkcji energii elektrycznej podczas pracy w wysokiej temperaturze (Figura i in., 2016).

Współcześnie wielu naukowców pracowało i pracuje nad optymalnymi metodami chłodzenia paneli fotowoltaicznych, do których zaliczamy między innymi:

- zastosowanie ciągłej cienkiej warstwy wody płynącej z przodu po powierzchni roboczej panelu fotowoltaicznego, w celu zmniejszenia straty odbicia promieniowania słonecznego przy jednoczesnym chłodzeniu powierzchni ogniwa fotowoltaicznego (Kordzadeh, 2010),
- stosowanie metody chłodzenia paneli PV, która polega na rozpylaniu wody nad ich powierzchnią i dostarczeniu ciepła z przedniej części panelu do rozpylanej wody (Abdolzadeh i in., 2009),
- zastosowanie metody hybrydowej, czyli połączenia panelu fotowoltaicznego z kolektorem słonecznym. W badanej metodzie za panelem fotowoltaicznym zamontowano wymiennik ciepła, który pozwolił na pracę ogniw fotowoltaicznych w niższej temperaturze i dodatkowo wykorzystał nadmiar ciepła do produkcji ciepłej wody użytkowej (Kalogirou, 2001).

Głównym celem pracy było określenie wzrostu sprawności ogniwa fotowoltaicznego wraz ze spadkiem jego temperatury. Badania laboratoryjne przeprowadzono na wykonanej w tym celu doświadczalnej modelowej instalacji badawczej znajdującej się w Laboratorium Fizyko-Chemicznych i Mikrobiologicznych Analiz Odpadów na Wydziale Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. W pracy podjęto próbę określenia optymalnej metody chłodzenia paneli fotowoltaicznych przy wykorzystaniu węzownicy z rury polietylenowej oraz rury wielowarstwowej PE-Xc, jako materiałów służących do obioru nadmiaru ciepła z instalacji fotowoltaicznych.

Głównym elementem stanowiska jest izolowany zbiornik z tworzywa sztucznego, w którym znajduje się 11 mb węzownicy wykonanej z polietylenu lub PE-Xc. Ściany zbiornika są imitacją tylnej ściany panelu PV. Pojemność wodna węzownicy wynosi $2,1 \text{ dm}^3$. Przed rozpoczęciem pomiarów układ jest chłodzony wodą wodociągową w celu ustalenia warunków początkowych temperatury. Symulację ciepła pochłoniętego przez panel wykonuje się poprzez całkowite napełnienie zbiornika wodą o zadanej temperaturze (imitacja

temperatury panującej w warstwie przyściennej tylnej ściany panelu PV), a następnie w sposób periodyczny lub ciągły dokonuje się pomiarów spadku jej temperatury w trzech punktach: na wejściu i wyjściu oraz wewnątrz zbiornika. W celu zapewnienia równomierności rozkładu gradientu temperatury, woda w zbiorniku podlega mieszaniu z wykorzystaniem mieszadła magnetycznego. Stanowisko umożliwia również pomiar ilości wody wykorzystanej do chłodzenia układu.

Wykonane badania wykazały, że zarówno dla układu periodycznego, jak i dla układu przelewowego, rura wielowarstwowa PE-Xc jest lepszym materiałem do odbioru nadmiaru ciepła niż rura PE. Na fakt ten może mieć wpływ zastosowanie do jej produkcji warstwy aluminium, który przez swoje właściwości fizyczne jest uważana za jeden z najlepszych przewodników cieplnych. Badania w układzie periodycznym w stosunku do badań wykonanych w układzie przelewowym wykazały niższe wyniki końcowej temperatury wody w zbiorniku. Na uwagę zasługuje również czas wykonywania pełnego cyklu pomiarowego, który w przypadku układu periodycznego trwał aż 48 minut, a w układzie przelewowym zaledwie 15 minut. Podczas wykonywania badań w układzie przelewowym na modelowej instalacji badawczej stwierdzono, że ciągłe przelewanie wody przez układ (układ przelewowy) daje najwyższe spadki temperatury wody w zbiorniku, a średnie zużycie wody jest zależne od zadanego ciśnienia wody na wyjściu z układu.

Badania wykonane na modelowej instalacji badawczej zostały przeprowadzone w warunkach laboratoryjnych, które nie spełniają warunków STC oraz NOCT. Dodatkowo skonstruowana modelowa instalacja doświadczalna nie imitowała konkretnego typu panelu fotowoltaicznego, dlatego nie można było określić jednoznacznych wyników potencjalnego wzrostu sprawności ogniwa PV wraz ze spadkiem jego temperatury. Po zapoznaniu się z budową, zasadą działania, charakterystyką i szeregiem kart katalogowych producentów poszczególnych paneli fotowoltaicznych stwierdzono, że obniżenie temperatury o 25,3°C (układ przelewowy PE-Xc, ciśnienie 0 atm) może prowadzić do zwiększenia mocy modułu PV o 11,9% (w przypadku polikrystalicznych paneli fotowoltaicznych, których maksymalna wartość mocy osiągnięta jest w temperaturze 25°C).

Literatura

- [1] Matuszczyk, P., Popławski, T., Flaszka, J. (2015). Wpływ natężenia promieniowania słonecznego i temperatury modułu na wybrane parametry i moc znamionową paneli fotowoltaicznych. *Przeгляд Elektrotechniczny*, 91(12), 159-162.
- [2] Figura, R., Zientarski, W. (2016). Analiza parametrów pracy modułu fotowoltaicznego. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, 17(12), 602-611.
- [3] Kordzadeh, A. (2010). The effects of nominal power of array and system head on the operation of photovoltaic water pumping set with array surface covered by a film of water. *Renewable energy*, 35(5), 1098-1102.
- [4] Abdolzadeh, M., Ameri, M. (2009). Improving the effectiveness of a photovoltaic water pumping system by spraying water over the front of photovoltaic cells. *Renewable Energy*, 34(1), 91-96.
- [5] Kalogirou, S. A. (2001). Use of TRNSYS for modelling and simulation of a hybrid pv-thermal solar system for Cyprus. *Renewable energy*, 23(2), 247-260.

WKŁAD ZBIORÓW KRYTYCZNYCH UKŁADU ZASILANIA W WYPADKOWE WSKAŹNIKI NIEZAWODNOŚCI

Andrey GRISHKEVICH

Uniwersytet WSB Merito, Chorzów

Wstęp

Zestaw minimalnych zbiorów krytycznych złożonego systemu można przedstawić w postaci $C = \{c_i\} = \bigcup_{i=1}^m c_i$, gdzie $c_i = \{\alpha\}$; α jest elementem systemu; c_i – i zbiór krytyczny, a także przypadek, że wszystkie elementy systemu znajdujące się w i -tym zbiorze krytycznym są niesprawne; m to liczba zbiorów krytycznych.

Obliczanie niezawodności systemów o dużej niezawodności (do których zalicza się systemy elektroenergetyczne) przeprowadza się zwykle na podstawie zbiorów krytycznych jedno

$C^1 = \{c_i : c_i \in C, |c_i| = 1\} = \bigcup_i c_i^1$, dwu $C^2 = \{c_i : c_i \in C, |c_i| = 2\} = \bigcup_i c_i^2$ i trzejelementowych

$C^3 = \{c_i : c_i \in C, |c_i| = 3\} = \bigcup_i c_i^3$ (bardzo często nie uwzględnia się zbiorów wyższego rzędu

$C^{\geq 4} = \{c_i : c_i \in C, |c_i| \geq 4\}$) [1,2,3].

Wzór włączeń-wyłączeń do obliczania wskaźników niezawodności

Wzory na wypadkowe prawdopodobieństwo stanu uszkodzenia systemu P_f , średni parametr strumienia uszkodzeń f_f i średni czas trwania stanu uszkodzeń r_f są następujące [4,5]

$$(1) \quad P_f = P(C) = \sum_i P(c_i) - \sum_{i < j} P(c_i \cap c_j) + \sum_{i < j < k} P(c_i \cap c_j \cap c_k) - \dots + (-1)^m P(c_i \cap c_j \cap \dots \cap c_m),$$

$$(2) \quad f_f = \sum_i P(c_i) \bar{\mu}_i - \sum_{i < j} P(c_i \cap c_j) \bar{\mu}_{i+j} + \sum_{i < j < k} P(c_i \cap c_j \cap c_k) \bar{\mu}_{i+j+k} - \dots \\ \dots + (-1)^m P(c_i \cap c_j \cap \dots \cap c_m) \bar{\mu}_{i+j+\dots+k},$$

$$(3) \quad r_f = P_f / f_f,$$

gdzie $P(c_i \cap c_j)$ jest prawdopodobieństwem uszkodzenia elementów zbiorów c_i i c_j (zbioru elementów

$\{\alpha : \alpha \in c_i \vee \alpha \in c_j\}$); μ_α parametr strumienia (intensywność) remontu elementu α ; $\bar{\mu}_{i+j} = \sum_l \mu_\alpha, \alpha \in c_i \cup c_j$.

Na podstawie reprezentacji $C = \bigcup_{k=1}^3 \bigcup_i c_i^k + C^{\geq 4}$ wzory (1), (2) przyjmują postać

$$(4) \quad P_f = P(C) = P(\cup_{k=1}^3 \cup_i c_i^k + C^{\geq 4}) = \left(\sum_i P(c_i^1) \right)_1 + \left(\sum_i P(c_i^2) - \sum_{i < j} P(c_i^1 \cap c_j^1) \right)_2 +$$

$$+ \left(\sum_i P(c_i^3) - \sum_{i,j} P(c_i^1 \cap c_j^2) + \sum_{i < j < k} P(c_i^1 \cap c_j^1 \cap c_k^1) - \sum_{i,j, |c_i^2 \cup c_j^2|=3} P(c_i^2 \cap c_j^2) \right)_3 + \dots + P(C^{\geq 4}),$$

$$(5) \quad f_f = \left(\sum_i P(c_i^1) \bar{\mu}_i \right)_1 + \left(\sum_i P(c_i^2) \bar{\mu}_i - \sum_{i < j} P(c_i^1 \cap c_j^1) \bar{\mu}_{i+j} \right)_2 +$$

$$+ \left(\sum_i P(c_i^3) \bar{\mu}_i - \sum_{i,j} P(c_i^1 \cap c_j^2) \bar{\mu}_{i+j} + \sum_{i < j < k} P(c_i^1 \cap c_j^1 \cap c_k^1) \bar{\mu}_{i+j+k} - \sum_{i,j, |c_i^2 \cup c_j^2|=3} P(c_i^2 \cap c_j^2) \bar{\mu}_{i+j} \right)_3 +$$

$$+ \dots + f(C^{\geq 4}).$$

Pierwszy, drugi i trzeci wyraz (ujęte w odpowiednich nawiasach) wzorów (4), (5) można interpretować jako udział uszkodzeń jednego, dwóch i trzech elementów w wypadkowych wskaźnikach niezawodności systemu. Dodatkowe składniki w nawiasach stanowią uściślenie wkładu w powszechnie używane wzory.

Algorytm tworzenia zbiorów elementów

W [6] przedstawiono klasyfikację jedno-, dwu- i trzejelementowych stanów awaryjnych. Zaproponowano algorytm generowania zbiorów elementów korygujących wkład wykorzystywanych wzorów w wypadkowe wskaźniki niezawodności.

Wnioski

Zaprezentowano wzory uściślające wkład jednego, dwóch i trzech elementów systemu elektroenergetycznego w wypadkowe wskaźniki niezawodności (prawdopodobieństwo awarii, częstotliwość awarii) systemu.

Literatura

- [1] Endrenyi J.: Reliability Modeling in Electric Power Systems, John Wiley: New York, p. 333, 1978
- [2] Billinton R., Allan R. N.: Reliability Evaluation of Power Systems, New York: Plenum, p. 534, 1996
- [3] Grishkevich A.A., Hudym V.I., Kruczynin A.M., Sawicki A.: Zagadnienia energetyczne wybranych współczesnych urządzeń i systemów elektroinstalacyjnych, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, p. 272, 2010
- [4] Dhillon B.S., Singh C.: Engineering Reliability: New Techniques and Applications, John Wiley, p. 339, 1981
- [5] Hao Z., Yeh W.-C., Wang J. et al.: A Quick Inclusion-Exclusion technique, Information Sciences, 486 (2019), 20–30
- [6] Grishkevich A., Combinatorial algorithm of enumeration the failure states of complex systems, Przegląd Elektrotechniczny, 98 (2022), nr.12, 302-304

ANALIZA WPŁYWU KONFIGURACJI GEOMETRYCZNEJ ROZMIESZCZENIA PRZEWODÓW NA WYPADKOWY ROZKŁAD SKŁADOWEJ MAGNETYCZNEJ POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO GENEROWANEGO PRZEZ LINIĘ WN 400 KV

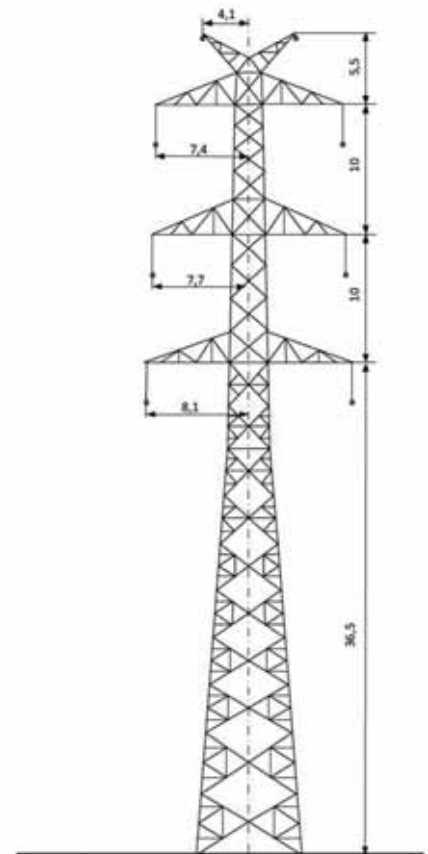
Jacek GUMIELA, Mateusz KOWAL, Dariusz SZTAFROWSKI

Politechnika Wrocławska, Wrocław

Wstęp

Systemy elektroenergetyczne są coraz bardziej złożone, stale też rośnie presja na podnoszenie ich parametrów pracy. Wraz z transformacją energetyczną oraz tendencją do coraz intensywniejszej urbanizacji terenów zlokalizowanych w pobliżu linii wysokiego napięcia mogą wystąpić ograniczenia w dostępie do terenu ze względu na emisję pola. Pracy urządzeń elektroenergetycznych towarzyszy bowiem pole elektromagnetyczne, które tak w normalnych jak i zakłóceńowych warunkach działania linii stanowi w bliskiej przestrzeni narażenie dla zdrowia i życia ludzi oraz dla obiektów znajdujących się w pobliżu [1]. Obniżenie emisji pola elektromagnetycznego pozwoliłoby na odzyskanie obszarów możliwych do użytkowania. Redukcję natężenia pola magnetycznego pochodzącego od torów prądowych linii napowietrznej w określonym obszarze przestrzeni, osiąga się poprzez zastosowanie elementów dodatkowych, rozmieszczonych asymetrycznie względem osi linii elektroenergetycznej elementów [3]. Linie transmisyjne i dystrybucyjne wykorzystują różne parametry linii, poprzez umiejscowienie przewodów wokół osi symetrii linii, wielkości prądu i kąty fazowe prądów płynących w przewodnikach w optymalny asymetryczny sposób. Na rys. 1 przedstawiono sylwetkę słupa przelotowego typu E33 linii napowietrznej dla której przeprowadzono obliczenia rozkładu pola magnetycznego. [2, 3, 4, 5]

Rys. 1. Sylwetka słupa przelotowego typu E33 linii napowietrznej 400 kV

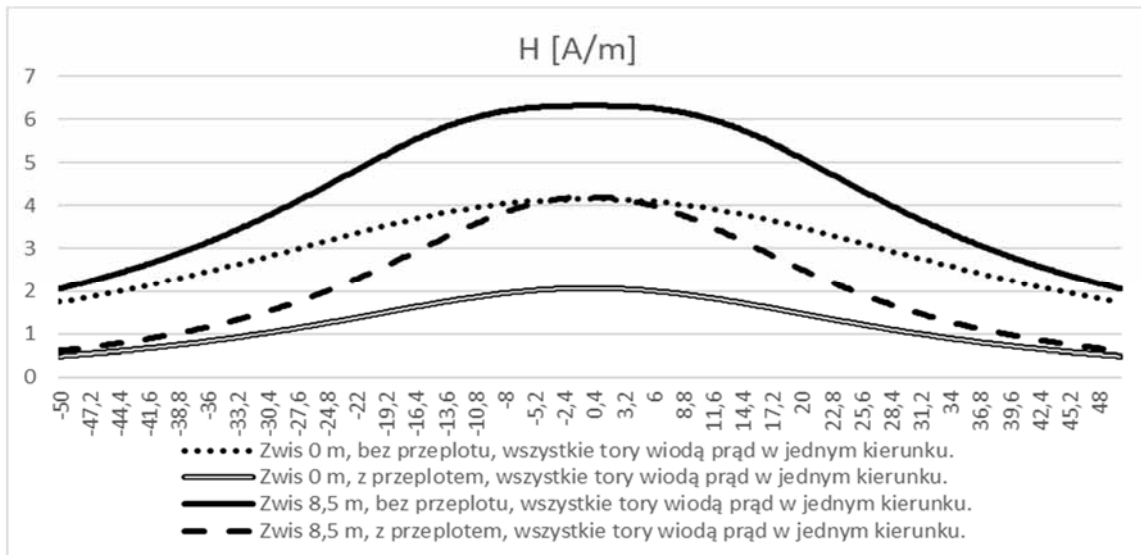


Rozwinięcie

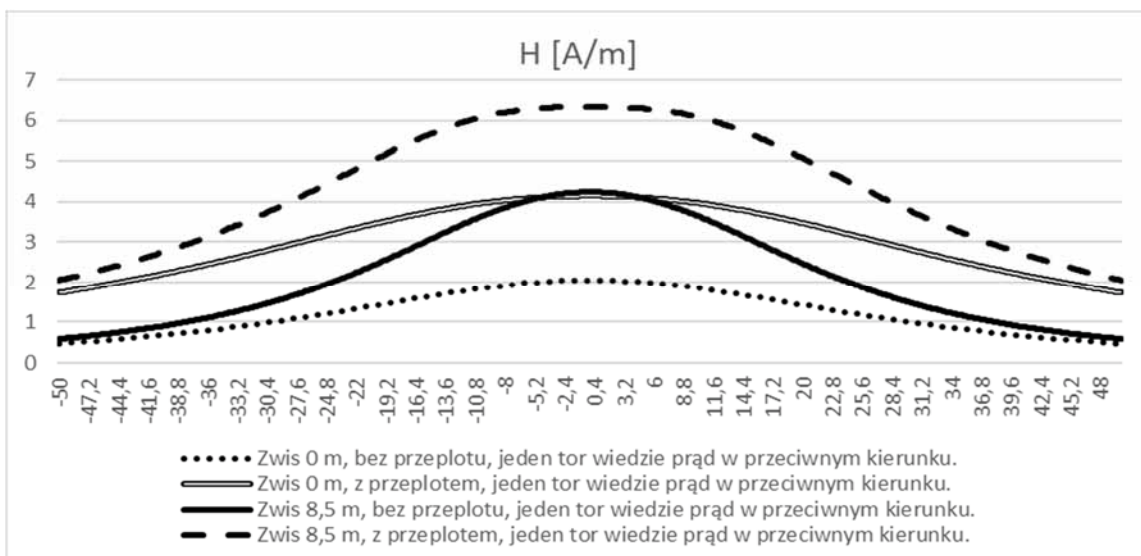
Na wykresach przedstawionych na rys. 2 ukazane są zróżnicowane wartości rozkładu pola magnetycznego, podlegające zmianom w zależności od wysokości zwisu oraz obecności przepłotu w przypadku jednokierunkowego przepływu prądu. Zwisy o wysokości 0 m, wyposażone w przepłot, wykazują minimalną

propagację pola magnetycznego. Natomiast zwis o wysokości 8,5 m, pozbawiony przeplotu, charakteryzuje się najwyższym poziomem pola magnetycznego. W przypadku, gdy wysokość zwisu wynosi 8,5 m, różnica wartości pola magnetycznego pomiędzy wysokością zawieszenia przewodów na słupie a najniższym punktem zwisu osiąga maksymalną wartość.

Na rys. 3 zilustrowane zostały różnice w kontekście zastosowania pojedynczego toru przewodzącego prąd w przeciwnym kierunku, co znacząco ogranicza oddziaływanie pola magnetycznego. Dla linii z zastosowanym przeplotem obserwuje się większe wartości pola magnetycznego w porównaniu do sytuacji, gdy przeplot nie jest wykorzystywany.



Rys. 2. Rozkład pola magnetycznego dla różnych wariantów zwisu oraz przeplotu, wszystkie tory wiodą prąd w jednym kierunku



Rys. 3. Rozkład pola magnetycznego dla różnych wariantów zwisu oraz przeplotu, jeden tor wiodzie prąd w przeciwnym kierunku

Podsumowanie

Zastosowanie techniki przeplotu w przypadku torów przewodzących prąd elektryczny w tym samym kierunku istotnie redukuje indukowane pole magnetyczne. W układach bez przeplotu, gdzie występuje tylko jeden tor przewodzący prąd w przeciwnym kierunku, natężenie pola magnetycznego jest znacznie niższe w porównaniu z sytuacją, w której zastosowany jest przeplot. Redukcja wpływu pola magnetycznego ma istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa ludzi w otoczeniu linii elektroenergetycznej.

Literatura

- [1] Dariusz Szafrowski, Jacek Gumiela; Linia elektroenergetyczna niskiej częstotliwości z kompensacją szkodliwego pola elektromagnetycznego; PL 236528, Urząd Patentowy RP, opublikowany 25.01.2021
- [2] Balonek K., Gozdur S.: Wprowadzenie do Metody Elementu Skończonego [online]. Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, AGH, Kraków, Poland [dostęp: 16 lutego 2015]. Dostępny w Internecie: <http://fatcat.ftj.agh.edu.pl/~i6balone/MES.pdf>.
- [3] Wiesław Nowak, Rafał Tarko; Komputerowa analiza pola elektromagnetycznego o częstotliwości sieciowej wytwarzanego przez linie i stacje elektroenergetyczne; Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr 25, 2008
- [4] Jacek Klucznik; Obliczanie wartości prądów w przewodach odgromowych linii elektroenergetycznych; Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2017
- [5] European Committee for Electrotechnical Standardization – CENELEC, Human exposure to electromagnetic fields: Low frequencies (0 to 10 kHz), Draft CENELEC pre ENV 50166-1, CLC/SC111A (SEK) 18, January 1995.

WERYFIKACJA EKSPERYMENTALNA UPROSZCZONEGO MODELOWANIA STRAT DŁAWIKA PRACUJĄCEGO W PRZEKSZTAŁTNIKU DC/DC Z WYKORZYSTANIEM PROGRAMU MATLAB-SIMULINK

Damian GZIEŁ, Andrzej JĄDERKO, Tomasz PAWLIKOWSKI

Politechnika Częstochowska, Częstochowa

Abstract

The paper presents the method of simplified modeling inductor losses of a DC/DC converter implemented in the Matlab-Simulink program. The results obtained from the simulation were compared with the measurements results of two different magnetic core materials. The research on inductor losses in a real DC/DC converter was performed using the Hioki PW-8001 power analyzer. The obtained results were assessed in terms of suitability for selected cores and the converter operating frequency range.

Uproszczone modelowanie strat dławika

Standardowe noty katalogowe producentów często nie dostarczają wszystkich informacji potrzebnych projektantom energoelektroniki, co ma miejsce zwłaszcza w przypadku wartości strat rdzenia magnetycznego przy wymuszeniach innych niż sinusoidalne, a takie też najczęściej występują w energoelektronice. Także kwestia strat w uzwojeniach dławików zaczyna stawać się bardziej złożonym obliczeniowo zadaniem przy wyższych częstotliwościach. Zagadnienie strat dławików jest natomiast nie do pominięcia z punktu widzenia dalszej oceny sprawności projektowanego przekształtnika. Z pomocą w zadaniach związanych z predykcją strat mogą przyjść dedykowane programy symulacyjne. W przypadku bardziej uniwersalnych programów jak Matlab-Simulink niektóre szczegółowe zagadnienia, w zależności od używanej biblioteki elementów, na ogół nie są już uwzględnione. W pracy zaimplementowano uproszczone metody modelowania strat oparte o zmodyfikowane równania Steinmetza [1, 2] oraz równanie strat w uzwojeniu uwzględniające efekt naskórkowości [3], pomijając dodatkowo, jeszcze bardziej złożony efekt wypierania [4]. Przykładowy komplet równań użytych w pracy do wyznaczenia strat odpowiednio w rdzeniu magnetycznym jak i uzwojeniu prezentuje się następująco [1, 3]:

$$P_{Fe} = V_{Fe} k_i f^\alpha \Delta B^\beta [D^{1-\alpha} + (1-D)^{1-\alpha}] \quad (1)$$

$$P_{Cu} = R_n I_L^2 \quad (2)$$

gdzie:

$$R_n = R_{DC} K_n(d_{Cu}, \delta) \quad (3)$$

α, β, k_i – współczynniki charakteryzujące materiał rdzenia magnetycznego,

V_{Fe} – objętość rdzenia magnetycznego,

f – częstotliwość przełączania (zmian przebiegu indukcji),

D – współczynnik wypełnienia szerokości impulsów (z ang. duty cycle),

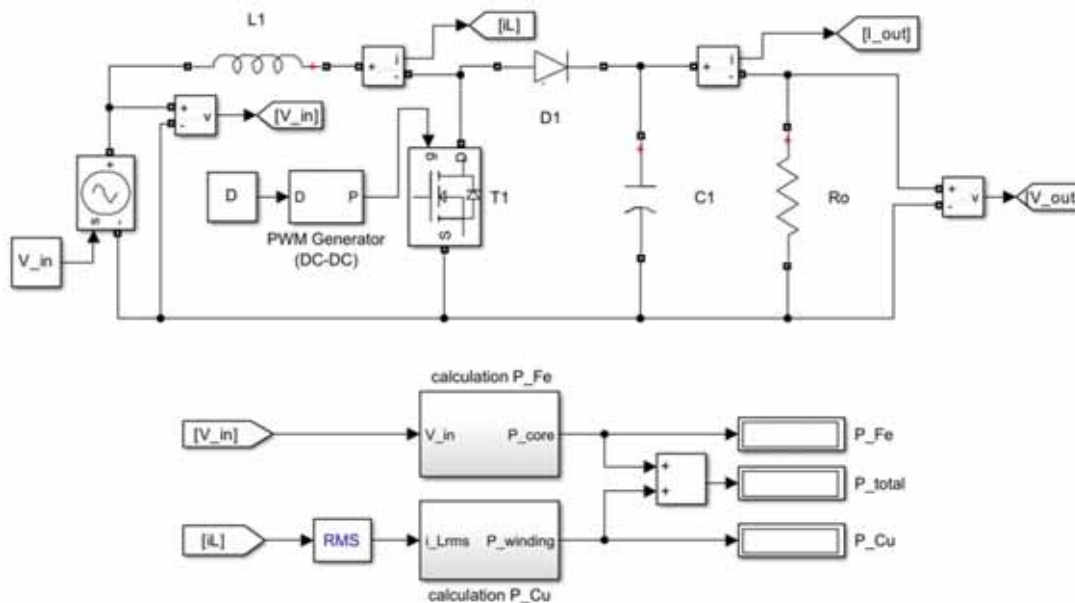
ΔB – wartość międzyszczytowa indukcji magnetycznej w rdzeniu,

I_L – wartość skuteczna prądu płynącego przez uzwojenie dławika,

R_{DC} – rezystancja uzwojenia wykonanego z przewodumiedzianego w odniesieniu do prądu stałego,

K_n – współczynnik będący funkcją stosunku średnicy przewodu d_{Cu} i głębokości wnikania δ .

Model symulacyjny nieizolowanego galwanicznie przekształtnika DC/DC podwyższającego napięcie wraz z własnymi blokami realizującymi obliczenia strat w rdzeniu i uzwojeniu przedstawiono na poniższym rysunku:



Rys. 4. Schemat symulacyjny implementujący uproszczony model strat dławika

W celu weryfikacji eksperymentalnej uzyskane wyniki symulacji porównano w pracy z wynikami pomiarów rzeczywistego układu energoelektronicznego i przeprowadzono ich dyskusję w zakresie przydatności i zakresu stosowalności. Pomiarów strat dławików w rzeczywistym układzie (dla dwóch różnych materiałów rdzenia) przeprowadzono z wykorzystaniem analizatora mocy Hioki PW-8001, wyposażonego w precyzyjny moduł mocy Hioki U7005 (18 bitów, 15 Ms/s) wraz z sondą prądową Hioki CT6872. Do współpracy z rzeczywistym przekształtnikiem DC/DC skonstruowano modele dławików wyposażonych w dodatkowe uzwojenia pomiarowe niezbędne do określenia wartości strat w samym rdzeniu według metodyki przedstawionej przez producenta urządzenia pomiarowego [5]. Wyniki dla różnych częstotliwości pracy przekształtnika oraz wybranego zakresu zmienności składowej stałej prądu dławika (związanej ściśle z wartością składowej stałej prądu obciążenia) przedstawione zostaną w artykule pokonferencyjnym.

Literatura

- [1] K. Venkatachalam, C. R. Sullivan, T. Abdallah, and H. Tacca, “Accurate prediction of ferrite core loss with nonsinusoidal waveforms using only steinmetz parameters,” *Proc. IEEE Work. Comput. Power Electron. COMPEL*, vol. 2002-Janua, no. June, pp. 36–41, 2002, doi: 10.1109/CIPE.2002.1196712
- [2] D. Gziel and M. Najgebauer, “Przegląd modeli strat mocy w rdzeniach magnetycznych pracujących w układach energoelektronicznych,” *Przegląd Elektrotechniczny*, vol. 96, no. 12, pp. 238–242, 2020, doi: 10.15199/48.2020.12.52
- [3] R. Barlik and M. Nowak, *Energoelektronika- elementy, podzespoły, układy*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2014
- [4] N. Kondrath and M. Kazimierzczuk, “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 Electron.*, vol. 3, no. 6, pp. 989–1000, 2010, doi: 10.1049/iet-pel.2009.0299
- [5] B. K. Hayashi, “Measurement of Loss in High-Frequency Reactors,” pp. 2–7, 2017

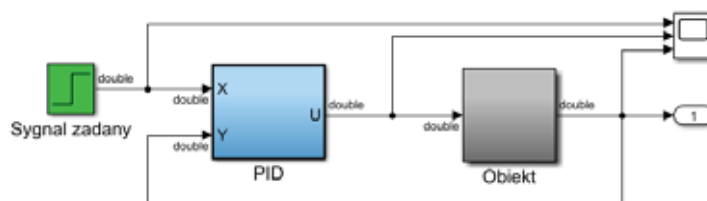
IMPLEMENTACJA KOMPUTEROWYCH MODELI ALGORYTMÓW STEROWANIA W STEROWNIKACH PLC

Beata JAKUBIEC

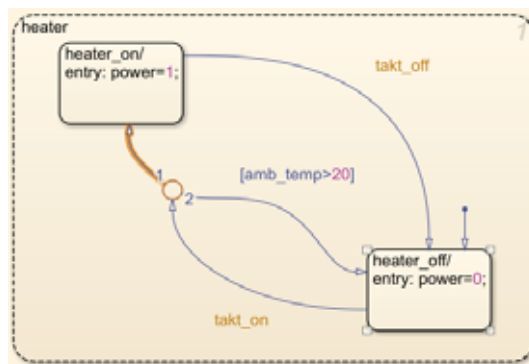
Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

W zakładach przemysłowych o wysokim stopniu zautomatyzowania systemów produkcyjnych jednymi z podstawowych urządzeń stosowanymi w układach sterowania procesem są sterowniki PLC. Są one programowane w językach określonych w normie IEC 61131-3 [1]. Wzrastająca liczba sterowników programowalnych wykorzystywanych w aplikacjach przemysłowych, wynikająca z niezawodności tego typu urządzeń i dużej funkcjonalności w realizacji nawet złożonych układów regulacji, wymusza konieczność poszukiwania nowych metod skutecznego, jak również, szybkiego projektowania oraz programowania zaawansowanych systemów sterowania. Interesującym rozwiązaniem w tym zakresie jest projektowanie algorytmów sterowania oparte na modelach z automatycznym generowaniem kodu dostępne w oprogramowaniu firmy MathWorks. Jest to bardzo ciekawe podejście umożliwiające wykorzystanie środowiska obliczeniowo-symulacyjnego do zaprojektowania i analizy modelu komputerowego systemu regulacji. Algorytm sterowania może być przygotowany jako model Simulinka, kod MATLABa lub diagram Stateflow (rys. 1, rys. 2). Następnie, dzięki narzędziu programowemu Simulink PLC Coder, zbudowany algorytm przekształcany jest na kod źródłowy (tekst strukturalny, diagram drabinkowy) gotowy do zaimplementowania w danym sterowniku logicznym lub PAC (rys. 3) [2,3,4,5].

W artykule zaprezentowano poszczególne etapy przygotowania kodu dla sterownika programowalnego na podstawie zaprojektowanego modelu symulacyjnego systemu sterowania. Przeprowadzono badania dla algorytmów wykonanych w postaci schematów Simulinka oraz diagramów Stateflow. Dokonano analizy kodów uzyskanych dla różnych sterowników PLC. Sprawdzone zostały dodatkowe narzędzia w postaci raportów z generacji kodu oraz możliwość dwukierunkowego śledzenia pomiędzy modelem a kodem.



Rys. 1. Przykładowy schemat blokowy układu regulacji w Simulink



Rys. 2. Przykładowy algorytm sterowania w Stateflow

```
18 * Target IDE selection           : 3S CoDeSys 2.3
19 * Test Bench included           : No
20 *
21 *)
22 FUNCTION_BLOCK uklad_regulacji
23 VAR_INPUT
24     ssMethodType: SINT;
25     U: LREAL;
26 END_VAR
27 VAR_OUTPUT
28     Y: LREAL;
29 END_VAR
30 VAR
31     UnitDelay_DSTATE: LREAL;
32 END_VAR
33 CASE ssMethodType OF
34     SS_INITIALIZE:
35         (* SystemInitialize for Atomic SubSystem: '<Root>/uklad_regulacji' *)
36         (* InitializeConditions for UnitDelay: '<SIS>/Unit_Delay' *)
37         UnitDelay_DSTATE := 0.0;
38         (* End of SystemInitialize for SubSystem: '<Root>/uklad_regulacji' *)
39     SS_STEP:
```

Rys. 3. Fragment kodu wygenerowanego w języku strukturalnym

Przedstawione w artykule narzędzia programowe dają użytkownikom automatyki przemysłowej możliwość projektowania, testowania komputerowych modeli różnorodnych algorytmów sterowania i ich implementację w PLC lub programowalnych sterownikach automatyki, w postaci automatycznie wygenerowanego kodu. Takie rozwiązanie pomaga wyeliminować błędy związane z tradycyjnym ręcznym programowaniem sterowników logicznych i PAC oraz skraca czas opracowywania algorytmu, sprawdzania jego poprawności, a tym samym przyspiesza proces wdrażania rozwiązań w rzeczywistych aplikacjach przemysłowych.

Literatura

- [1] IEC 61131-3:2013 Programmable controllers - Part 3: Programming languages.
- [2] SIMATIC Target 1500s: Calling Simulink Models, Siemens, 2019.
- [3] Simulink PLC Coder, Getting Started Guide, MathWorks 2023.
- [4] Startup Guide - for Simulink® & Sysmac Studio, Omron, 2017.
- [5] Simulink PLC Coder, Generate IEC 61131-3 Structured Text and Ladder Diagrams for PLCs and PACs - <https://www.mathworks.com/products/simulink-plc-coder.html>

MODEL MATEMATYCZNY STRUGI WIATRU O RÓŻNYCH POZIOMACH TURBULENCJI DZIAŁAJĄCEJ NA TURBINĘ WIATROWĄ O PIONOWEJ OSI OBROTU (VAWT)

Andrzej JĄDERKO, Luiza RAKOWSKA

Politechnika Częstochowska, Częstochowa

Wstęp

Podczas projektowania turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu (Vertical Axis Wind Turbine - VAWT) niezbędne jest przeprowadzenie badań symulacyjnych modelu pracy turbiny dla rzeczywistych parametrów wiatru [1]. Istotnym elementem takiego modelu jest model matematyczny strugi wiatru z zadanymi wartościami średniej prędkości wiatru i zadanymi średnimi poziomami turbulencji. W tym celu opracowano model matematyczny silnozmiennej strugi wiatru z parametrami zbliżonymi do rzeczywistych oraz model matematyczny do badań symulacyjnych pracy turbiny VAWT z możliwością zmiany średnich wartości prędkości wiatru i zmiany intensywności (poziomów) turbulencji.

Modelowanie średniej prędkości wiatru

Silnozmienna prędkość wiatru może być opisana jako suma średniej prędkości wiatru oraz turbulentnej składowej prędkości wiatru w zależności od czasu następującą zależnością:

$$v(t) = V_{sr} + \tilde{v}(t), \quad (1)$$

gdzie V_{sr} – średnia prędkość wiatru,

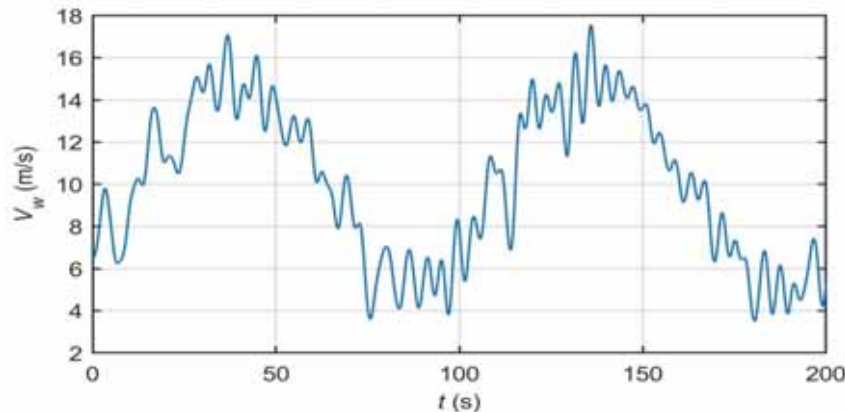
$\tilde{v}(t)$ – turbulentna składowa prędkości wiatru.

Średnia prędkość wiatru dla konkretnego położenia geograficznego lub obszaru wyznaczana jest na podstawie badań statystycznych wyników pomiarów średniej 10-minutowej prędkości wiatru V_i w danym okresie (dzień, miesiąc, rok). Otrzymane dane można przedstawić w postaci histogramu (rozkładu prawdopodobieństwa) prędkości wiatru, do czego najlepiej nadają się funkcje Weibull'a i Rayleigh'a [2]. Na tej podstawie można wyznaczyć prawdopodobieństwo pojawienia się danej średniej prędkości wiatru do wykorzystania w modelu pracy elektrowni. Ponadto można prognozować teoretyczną wartość pozyskanej energii z wiatru w przyjętym analizowanym okresie pracy elektrowni wiatrowej z założonymi parametrami konstrukcyjnymi turbiny oraz generatora.

Modelowanie składowej turbulentnej prędkości wiatru

Składowa turbulentna prędkości wiatru w równaniu (1) charakteryzuje się przypadkowymi fluktuacjami względem prędkości średniej, a także względem czasu. Składową turbulentną w ogólnym przypadku można rozpatrywać jako stacjonarny proces Gaussa [3]. Opis czasowej zależności prędkości wiatru może być zrealizowany w obszarze czasowym i spektralnym. Na rysunku 1 pokazano przebieg prędkości silnie zmiennego wiatru o wysokim poziomie turbulencji. Jednym z często przyjmowanych do analizy opisów spektralnych zmian prędkości wiatru jest spektrum Van der Hovena [4], które daje pełny opis składowych energii turbulentności. Model widmowy mocy wiatru podany przez Van der Hovena wskazuje, że gęstość widmowa mocy wiatru $S_{vv}(f)$ ma wyraźne maksimum w zakresie małej i dużej częstotliwości. W oparciu o gęstość widmową mocy wiatru $S_{vv}(f)$ można matematycznie opisać średnio i długotrwałe fluktuacje prędkości wiatru, a także spektralny zakres składowych turbulentności. Z powodów opisanych w [4] model

Van der Hovena stosowany jest jedynie do modelowania przypadków występowania niskiej częstotliwości turbulencji.



Rys. 1. Przebieg prędkości silnie zmiennego wiatru o wysokim poziomie turbulencji

Do modelowania przypadków występowania wysokiej częstotliwości turbulencji wykorzystywana jest gęstość widmowa mocy wiatru zgodnie z zależnością opracowaną przez von Karmana [4], którą przedstawia następująca zależność:

$$S_{vv}(\omega) = \frac{0,475 \sigma^2 \frac{X_L}{V_{sr}}}{\left[1 + \left(\frac{\omega X_L}{V_{sr}} \right)^2 \right]^{5/6}} \quad (2)$$

gdzie: σ – intensywność turbulencji,
 X_L – długość silno zmiennej skali,
 $\omega = 2\pi f$ – pulsacja.

Wystarczającą dokładnością charakteryzuje się analiza przyjęta w modelu Kaimala [5], zgodnie z którą gęstość widmowa mocy wiatru w całym zakresie częstotliwości zależy od turbulencji i jest określona następującą zależnością:

$$\frac{f S_{vv}(f)}{\sigma^2} = \frac{\frac{f X_L}{V_{sr}}}{\left(1 + 1,5 \frac{f X_L}{V_{sr}} \right)^{5/3}} \quad (3)$$

Literatura

- [1] Simic Z., Havelka J. G., Vrhovcak M. B., Small wind turbines – a unique segment of the wind power market, *Renewable Energy* – 2013, Vol. 50, pp. 1027–1036
- [2] Pishgar-Komleh S. H., Keyhani A., Sefeedpari P., Wind speed and power density analysis based on Weibull and Rayleigh distributions (a case study: Firouzkooh county of Iran), *Renewable and Sustainable Energy Reviews* – 2015, Vol. 42, pp. 313–322
- [3] Neammanee B., Sirisumrannukul S., Chatratana S., Development of a wind turbine simulator for wind generator testing, *International Energy Journal* – 2007, No. 8, pp. 21–28
- [4] Nichita C., Luca D., Dayko B., Ceanga E., Largeband simulation of the wind speed for real time wind turbine simulators, *IEEE Trans. on Energy Conversion* – 2002, Vol. 17, No. 4, pp. 523–529
- [5] Eisenhut C., Krug F., Wind-turbine model for system simulations near cut-in wind speed, *IEEE Trans. on Energy Conversion* – 2007, Vol. 22, No. 2, pp. 414–420

ZASTOSOWANIE METOD GŁĘBOKIEGO UCZENIA W SYSTEMIE ŁADOWANIA SAMOCHODÓW ELEKTRYCZNYCH Z UŻYCIEM ŹRÓDEŁ ODNAWIALNYCH I MAGAZYNÓW ENERGII

Robert KAZNOWSKI, Dariusz SZTAFROWSKI

Politechnika Wrocławska, Katedra Energoelektryki

Wstęp

Dynamiczny rozwój elektromobilności powoduje wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną do ładowania pojazdów elektrycznych (PEV) [1]. Związany z tym wzrost obciążenia sieci elektroenergetycznych może zostać ograniczony przez wprowadzenie autonomicznych stacji ładowania PEV. Autonomiczne stacje ładowania muszą działać w oparciu o infrastrukturę odnawialnych źródeł energii skojarzonych z jej magazynowaniem w oparciu o efektywne systemy optymalizujące ich pracę [2]. Masowe podłączanie pojazdów PEV do sieci dystrybucyjnych będzie miało znaczący wpływ na jej obciążenie i zapotrzebowanie na energię elektryczną, jeśli ładowanie akumulatorów PEV nie będzie odpowiednio skoordynowane lub przynajmniej w części wydzielone do systemów autonomicznych [3]. Prognozowanie obciążenia dla ładowania PEV ma kluczowe znaczenie dla eksploatacji stacji ładowania [4].

W niniejszym opracowaniu zostanie omówione zastosowanie systemu optymalizującego funkcjonowanie stacji ładowania PEV, bazującego na modelu głębokiego uczenia się (DL) do optymalizacji systemu składającego się ze źródeł energii odnawialnej, magazynu energii oraz stacji ładowania pojazdów elektrycznych.

Inteligentne algorytmy zarządzania ładowaniem pojazdów elektrycznych mogą znacząco zmniejszyć obciążenie sieci energetycznej i umożliwić lepszą integrację odnawialnych źródeł energii dla danej lokalizacji. Przeprowadzone już badania dotyczące projektowania inteligentnych sieci ładowania wykorzystujące algorytmy do zarządzania popytem na energię elektryczną zweryfikowały wykonalność zastosowań i wyższość stosowania metod DL w zakresie prognozowania obciążenia elektrycznego [5].

Metody DL znalazły zastosowanie w optymalizacji ładowania pojazdów elektrycznych ze względu na ich zdolność do modelowania złożonych zależności, analizy danych historycznych oraz dostosowywania się do zmieniających się warunków. Wykorzystanie głębokiego uczenia ze wzmocnieniem (Deep Reinforcement Learning) do optymalizacji ładowania pojazdów elektrycznych zaproponowano w [6]. W opracowaniu przedstawiono model wykorzystania agenta uczonego w środowisku symulacyjnym do podejmowania decyzji dotyczących ładowania EV w celu minimalizacji kosztów i maksymalizacji wydajności. Z kolei w [7] zaproponowano zastosowanie Deep Q-Learning (DL-Q) do optymalizacji harmonogramu ładowania pojazdów elektrycznych w inteligentnych sieciach energetycznych. Wykorzystano sieć neuronową do uczenia modelu, który przewidywał wartość oczekiwaną nagrody dla różnych strategii ładowania. Zastosowanie konwolucyjnych sieci neuronowych (CNN) do przewidywania popytu na energię elektryczną oraz do generowania optymalnego harmonogramu ładowania z uwzględnieniem ograniczeń sieciowych przedstawiono w modelu opartym na DL do optymalizacji ładowania PEV [8].

Mimo znacznego wzrostu produkcji energii odnawialnej nie udaje się wyeliminować jej głównego mankamentu, jakim jest niestabilność generacji energii elektrycznej z jej podstawowych źródeł, którymi są promieniowanie słoneczne i wiatr. Produkcja energii fotowoltaicznej (PV) rośnie w stosunkowo szybkim

tempie, jednak jej immanentną cechą jest okresowość wytwarzania i zmienność produkcji zależna od pory dnia i warunków atmosferycznych [9].

Optymalizacja funkcjonowania stacji ładowania pojazdów PEV – podstawowe koncepcje oraz wyzwania i korzyści

Optymalizacja funkcjonowania Stacji Ładowania Pojazdów Elektrycznych działającej w zmiennych warunkach atmosferycznych i przy zmieniającym się zapotrzebowaniu na energię stanowi kluczowe wyzwanie w kontekście rozwoju infrastruktury pojazdów elektrycznych. W niniejszym opracowaniu proponujemy zastosowanie modelu głębokiego uczenia (DL), który uwzględnia lokalizację stacji ładowania, dostępność odnawialnych źródeł energii, zapotrzebowanie na energię przez pojazdy oraz magazynowanie energii, które równoważy system w sytuacjach niedoboru produkowanej energii w stosunku do zapotrzebowania. Model ten wykorzystując odpowiednią architekturę będzie przewidywać zmienne warunki atmosferyczne i elastycznie dostosowywać prędkość ładowania w czasie rzeczywistym. Eksperymentalne testy przeprowadzono na danych symulacyjnych, uwzględniając lokalne warunki pogodowe i zachowania użytkowników pojazdów elektrycznych.

Istotnym zadaniem było dobranie i odpowiednie wytrenowanie algorytmu, który obliczał gradient funkcji straty względem parametrów modelu jak poniżej:

$$\nabla_{\theta_j} L = \partial L / \partial \theta_j = \sum_i \partial C_i / \partial \theta_j * w_i$$

gdzie:

- $\partial C_i / \partial \theta_j$ - pochodna składnika C_i funkcji straty względem parametru θ_j
- w_i - waga składnika C_i

Wyniki wskazują na skuteczność proponowanego modelu w minimalizacji wielkości magazynu energii i zaspokajaniu potrzeb użytkowników pojazdów elektrycznych przy jednoczesnym wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii. Przedstawiony model może stanowić podstawę do dalszych badań nad optymalizacją infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych w zmiennych warunkach atmosferycznych.

Literatura

- [1] Suski, Adam, et al. "E-mobility and Power Systems." (2023).
- [2] Sadeghian, Omid, et al. "A comprehensive review on electric vehicles smart charging: Solutions, strategies, technologies, and challenges." *Journal of Energy Storage* 54 (2022)
- [3] Sanchez, Angel M., et al. "An improved methodology for the hierarchical coordination of PEV charging." *IEEE Access* 7 (2019): 141754-141765.
- [4] Gerossier, A.; Girard, R.; Kariniotakis, G. Modeling and Forecasting Electric Vehicle Consumption Profiles. *Energies* 2019, 12, 1341
- [5] Bouktif, S.; Fiaz, A.; Ouni, A.; Serhani, M. Optimal deep learning LSTM model for electric load forecasting using feature selection and genetic algorithm: Comparison with machine learning approaches. *Energies* 2018, 11, 1636.
- [6] Glavic, Mevludin, Raphaël Fonteneau, and Damien Ernst. "Reinforcement learning for electric power system decision and control: Past considerations and perspectives." *IFAC-PapersOnLine* 50.1 (2017): 6918-6927.
- [7] Chifu, Viorica Rozina, et al. "Deep Q-Learning-Based Smart Scheduling of EVs for Demand Response in Smart Grids." *Applied Sciences* 14.4 (2024): 1421.
- [8] Zhu, Juncheng, et al. "Electric vehicle charging load forecasting: A comparative study of deep learning approaches." *Energies* 12.14 (2019): 2692.
- [9] Gupta, P.; Singh, R. PV power forecasting based on data-driven models: A review. *Int. J. Sustain. Eng.* 2021, 14, 1733–1755.

OCENA STOPNIA BIOLOGIZACJI GLEBY NA PODSTAWIE WIDMA MULTISPEKTRALNEGO

Paweł KIEŁBASA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

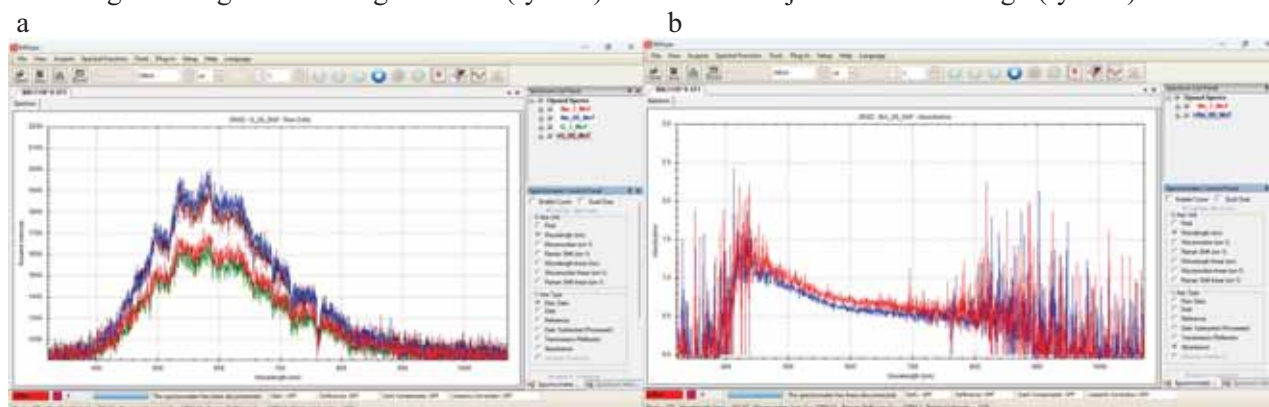
Spektroskopia odbicia rozproszonego DRS (ang. Diffuse Reflectance Spectroscopy) jest szybka, niedestrukcyjna i nie wymaga przygotowania próbek gleby [1]. Spektroskopia w badaniach gleby jest przedmiotem szczególnego zainteresowania, ponieważ odnosi się do wielu jej właściwości chemicznych i może stać się jedną ze zbliżeniowych metod pomiaru, uzupełniając metody konwencjonalne, za pomocą których nie można w skali pola uzyskać obrazu przestrzennej zmienności żyzności gleby z odpowiednią rozdzielczością. Od lat 90-tych XX w. opracowano cały szereg czujników optycznych do pomiarów zbliżeniowych, z wykorzystaniem jednego zakresu długości fali lub więcej, z różnym przeznaczeniem [2]. Literatura dotycząca zagadnień stosowania spektroskopii vis-NIR oraz mid-NIR do analizy gleby jest bogata i techniki te są coraz częściej stosowane [3,4,5]. Do pomiarów czujnikami optycznymi wykorzystywane są pasma światła widzialnego (vis: 400-700 nm), bliskiej podczerwieni (NIR: 700-2500 nm) oraz/albo średniej podczerwieni (mid-IR: 2500-25000 nm). Dużo uwagi zwraca się na szacowanie zawartości materii organicznej oraz węgla organicznego z zastosowaniem vis-NIR oraz mid-NIR [6]. Sternberg [7] cytują kilkadziesiąt opracowań z tego zakresu, podając, że z wykonanych badań dotyczących wykorzystania vis-NIR do prognozowania właściwości gleby najczęściej odnosiło się do wyznaczania zawartości węgla organicznego oraz iłu. Pomimo wielu prac bardzo niewiele dotyczy identyfikacji stopnia biologizacji gleby, która staje się podstawą współczesnego rolnictwa zorientowanego na ochronę środowiska w tym środowiska glebowego.

Cel i zakres badań

Celem badań jest parametryzacja jakościowa biologizacji gleby (życia mikrobiologicznego) w sposób umożliwiający realizację przedmiotowej identyfikacji w czasie rzeczywistym.

Metodyka i wynik badań

Badaniami objęto kilka rodzajów mikroorganizmów tj. grzyby, bakterie wegetatywne oraz promieniowce. Badania przeprowadzono na glebie produkcyjnej, którą w tym celu odpowiednio przygotowano tworząc próbki jednorodne pod względem konkretnego mikroorganizmu w zakresie od 0,5McF do 2 McF oraz próbkę referencyjną gleby, która była pozbawiana życia mikrobiologicznego (0 McF). Charakterystykę widma multispektralnego wykonano czujnikiem spektrometrycznym Spektrometr Exemplar o zakresie długości fali wynoszącym 200 nm do 1050 nm. Na rysunkach 1a oraz 1b przedstawiono zróżnicowanie w wartościach widma świetlnego odbitego od badanego obiektu (rys. 1a) oraz absorbancje widma świetlnego (rys. 2b).



Rys. 1. Charakterystyka widmowa wybranych próbek gleby o zróżnicowanej zawartości mikroorganizmów

Podsumowanie

Odnotowano wyraźne zróżnicowanie w intensywności siwiąta odbitego szczególnie między próbkami o różnym rodzaju mikroorganizmów, ale także w obrębie tego samego rodzaju mikroorganizmów, ale różnej ich jednostkowej zawartości w glebie.

Literatura

- [1] Kim H.J., Sudduth K. a., Hummel J. W. 2009. Soil macronutrient sensing for precision agriculture. *J. Environ. Monit.* 11, 1810-1824.
- [2] Adamchuk V.I., Viscarra Rossel R.A., Sudduth K.A., Schulze Lammers P. 2011b. Sensor fusion for precision agriculture. W: *Sensor Fusion - Foundation and Applications*, Ed. Ciza Thomas, 28 – 40. <http://www.intechopen.com/books/sensor-fusion-foundation-and-applications> Dostępny w Internecie 19.07.2016
- [3] Christy C., D. 2008. Real-time measurement of soil attributes using on-the-go near infrared reflectance spectroscopy. *Computers and Electronics in Agriculture* 61, 10-19.
- [4] Reeves J.B., McCarty G.W., Hively W.D. 2010. Mid- versus near infrared spectroscopy for on-site analysis of soil. W: *Proximal soil sensing*, Springer Verlag, NY, 133-142.
- [5] Viscarra Rossel R.A., Cattle S., Ortega A., Fouad Y. 2009. Using a digital camera to measure soil organic carbon and iron contents. *Biosyst. Eng.* 100, 149-159.
- [6] Janik L.J., Merry R.H., Forrester S., T., Lanyon D.M., Rawson A. 2007a. Rapid prediction of soil water retention using mid infrared spectroscopy. *Soil Sci. Soc. Am. Journal*, 71, 507-514.
- [7] Stenberg B., Viscarra Rossel R.A., Mouazen A.M., Wetterlind J. 2010. Visible and near infrared spectroscopy in soil science. W: Donald L. Sparks (Ed.); *Advances in Agronomy* 107, 163-215.

WYKORZYSTANIE GEORADARU W TECHNOLOGII ROLNICTWA PRECYZYJNEGO

Paweł KIEŁBASA¹, Paweł PYSZ¹, Akinniyi AKINSUNMADE¹, Anna MIERNIK¹,
Tomasz DRÓŹDŹ¹, Mirosław ZAGÓRDA¹, Pavol FINDURA^{2,3}

¹ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

² Słowacki Uniwersytet Rolniczy w Nitrze

³ Uniwersytet Południowoczeski w Czeskich Budziejowicach

Wstęp

Wśród najważniejszych determinantów sterowania przestrzenną strukturą produkcji towarowej roślin znajdują się właściwości gleby. W związku z tym wiele uwagi zwraca się na poszukiwanie najbardziej efektywnych metod, które pozwolą na wyznaczenie na polu obszarów różniących się warunkami produkcyjnymi. Niektóre parametry gleby są zmienne w czasie i przestrzeni i uchwycenie tej zmienności metodami tradycyjnymi jest czasochłonne, pracochłonne i kosztowne. Z tego powodu powstało wiele technologicznie zaawansowanych urządzeń, dzięki którym w trybie pomiaru ciągłego (*on-the-go*) z wykorzystaniem detekcji zbliżeniowej (*proximal sensing*) można w czasie rzeczywistym pozyskać duże ilości danych w warunkach polowych. Pomiar czujnikami zbliżeniowymi można dokonać w sposób inwazyjny (*in situ* lub *ex situ*), kiedy dochodzi do styku z glebą, albo nieinwazyjny, bezkontaktowy. Metoda georadarowa jest jedną z najbardziej zaawansowanych metod z grupy pomiarów geofizycznych, która znalazła zastosowanie w wielu dziedzinach, m.in. również w rolnictwie. Jest to nieinwazyjna metoda, której istotą jest emisja i odbiór impulsów elektromagnetycznych do zlokalizowania anomalii strukturalnych pod powierzchnią gruntu, jak również w obiektach budowlanych. Podstawowym sposobem wykonywania pomiarów georadarowych jest profilowanie, kiedy obie anteny są przesuwane wzdłuż wytyczonego profilu. W ten sposób otrzymuje się ciągłą informację o budowie warstw przypowierzchniowych wzdłuż badanego profilu. Główną zaletą płytkich profilowań georadarowych jest stosunkowo dobre odzwierciedlenie struktury ośrodka. Bardziej zaawansowaną odmianą tej metody geofizycznej jest mapowanie georadarowe. Wykonuje się wówczas serie równoległych profilowań, co pozwala na interpolowanie wyników pomiędzy kolejnymi profilami, a sam wynik jest przedstawiany w postaci przejrzystych map na dowolnym poziomie głębokościowym. Możliwości głębokości pomiaru urządzeniami GPR oraz jakość obrazu (rozdzielczość) zależą od częstotliwości sygnału emitowanego w głąb ziemi przez anteny GPR. Wybór częstotliwości pracy jest zawsze kompromisem pomiędzy rozdzielczością a głębokością penetracji. Anteny systemów radarowych GPR o niskich częstotliwościach pomiarowych takich jak 10-100 MHz mają bardzo duży zasięg penetracji, ale rozdzielczość otrzymanego obrazu pomiarowego jest niska. Anteny o wysokich częstotliwościach działania od 1 do 3 GHz to narzędzia do pomiarów różnych struktur tam, gdzie wymagana jest duża precyzja [1].

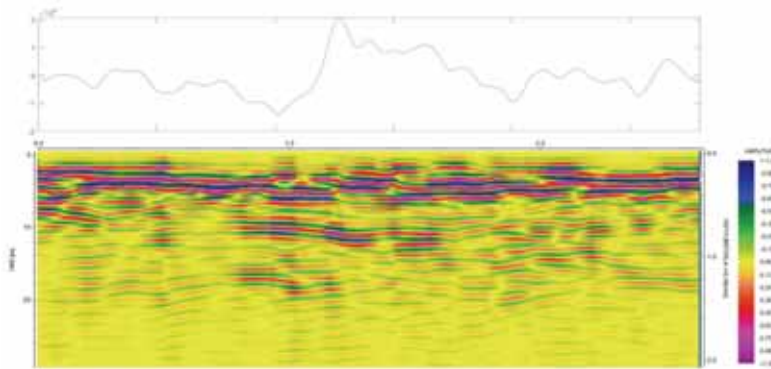
Cel i zakres badań

Celem badań było określenie przydatności technologii georadarowej w rzeczywistych warunkach produkcji towarowej wykorzystującej zaawansowane technologicznie narzędzia oraz systemy sterowania. Badaniami objęto powierzchnię jednego pola produkcyjnego o powierzchni ok 200ha, gdzie stosowano pełną technologię rolnictwa precyzyjnego.

Metodyka i wyniki badań

Sposób oszacowania właściwości gleby na podstawie danych GPR polega na poszukiwaniu atrybutów sygnału, takich jak amplituda odbitych fal radarowych, faza czy obwiednia, które dostarczają informacji na temat ciągłości oraz/lub nieciągłości odbić w badanej warstwie, geometrii przestrzennych struktur gleby oraz ich charakterystyki. Wartości ww. atrybutów danych GPR poddaje się geostatystycznej analizie, by znaleźć powiązanie pomiędzy obrazem z radaru, a poszukiwanymi właściwościami gleby (porowatość, gęstość, zawartość wody, tekstura), zmieniającymi się w małej skali w profilu glebowym [2,3,4]. W badaniach wykorzystano georadar wyposażony w antenę ekranowaną Horn 2000 MHz o częstotliwości próbkowania

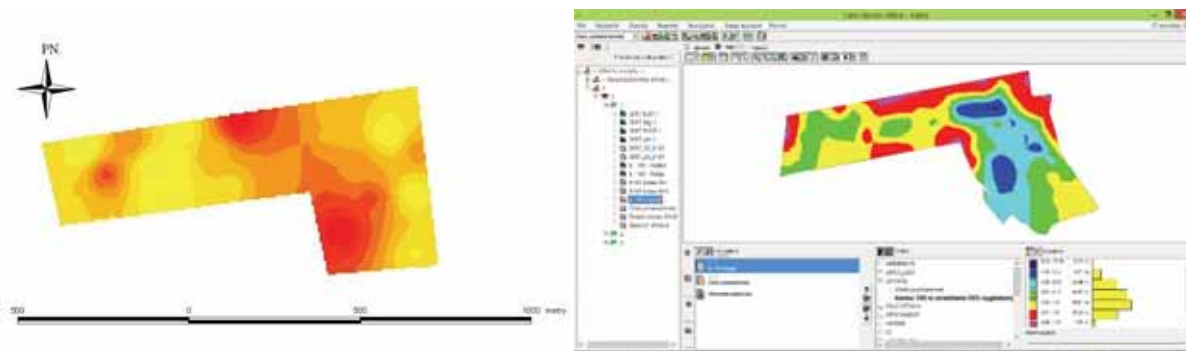
400 oraz oprogramowanie do analizy K2 FastWave oraz GRED HD BASIC. Pomiary georadarowe przeprowadzono w siatce punktów umożliwiającej wygenerowanie mapy przestrzennego zróżnicowania amplitudy sygnału dla wybranych głębokości profilu glebowego. Na rysunku 1a przedstawiono przykładowy echogram dla losowo wybranego punktu w obrębie badanego pola.



Rys. 1. Przykładowy echogram badania profilu glebowego

Na rysunku 2a przedstawiono przestrzenny rozkład amplitudy sygnału georadarowego na głębokości 15 cm, natomiast na rysunku 2b przestrzenny rozkład plonu rzepaku. Odnotowano zbieżność między zróżnicowaniem plonu rośliny a amplituda sygnału georadarowego, co daje podstawę do większego wykorzystania technologii GPR w rolnictwie.

a b



Rys. 2. Przestrzenny rozkład amplitudy sygnału w obrębie analizowanej powierzchni (a), oraz przestrzenny rozkład wielkości plonu rzepaku w obrębie analizowanej powierzchni (b)

Podsumowanie

Nieinwazyjność, szybkość, pozyskanie dużej ilości informacji, a obecnie względnie niskie koszty sprawiają, że georadar jako metoda uzupełniająca techniki konwencjonalne powinien być stosowany w badaniach gleby, szczególnie w zaawansowanych technicznie systemach produkcyjnych. Sygnał generowany przez georadar dostarcza dodatkowych informacji, które po przetworzeniu mogą stanowić cenny marker decyzyjny w maksymalizacji plonów. Poza tym, jeśli sygnał jest wynikiem wieloczynnikowej interakcji bardzo heterogenicznego środowiska glebowego, to stanowi to główne ograniczenie w interpretacji danych. Niezbędne są więc dalsze badania mające na celu doskonalenie interpretacji tego typu danych poprzez stosowanie metod zmniejszających szumy oraz systematyczną zmienność, by uzyskać bardziej wiarygodne mapy amplitudy.

Literatura

- [1] Daniels J., Ehsani R.M., Barry J.A. 2008b. Ground-penetrating radar methods (GPR). W: Allred B.J., Ehsani M.R., Daniels J.J. (Ed.) . Handbook of Agricultural geophysics. CRC Press, rozdz. 7, 129-145.
- [2] Adamchuk V.I., Hummel J.W., Morgan M.T., Upadhyaya S.K. 2004. On-the-go soil sensors for precision agriculture. Computers and Electronics in Agriculture 44, 71-91.
- [3] De Benedetto D., Castrignanò A., Sollitto D., Modugno F., Buttafuoco G., Papa G. 2012. Integrating geophysical and geostatistical techniques to map the spatial variation of clay. Geoderma 171-172, 53-63.
- [4] De Benedetto D., Castrignanò A., Rinaldi M., Ruggieri S., Figorito B., Gualano S., Diacono M., Tamborrino R. 2013. An approach for delineating homogeneous zone by using multi sensor data. Geoderma 199, 117-127.

PROCES AUTOKONSUMPCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ W SYSTEMACH ZŁOŻONYCH Z INSTALACJI PV I POMPY CIEPŁA

Jarosław KNAGA¹, Krzysztof NĘCKA¹, Stanisław LIS¹,
Piotr ŁYSZCZARZ¹, Miłosz NICPON²

¹ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Kraków

² Absolwent Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, WIPIE

Wstęp

Autokonsumpcja energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznych (PV) to istotny temat, który zyskuje coraz większe znaczenie w kontekście zrównoważonego rozwoju i efektywności energetycznej. Dostępna literatura w zakresie tej tematyki może obejmować różnorodne aspekty, w tym technologiczne, ekonomiczne, społeczne i regulacyjne. Do kluczowych punktów, które mogą być istotne w tym obszarze problematyki należą: 1) technologie i systemy magazynowania energii co może obejmować analizę dostępnych technologii magazynowania energii elektrycznej, takich jak akumulatory litowo-jonowe, akumulatory przepływowo [1], czy też technologie paliwowe, w kontekście ich zastosowania w systemach autokonsumpcji w powiązaniu z magazynami ciepła; 2) badanie efektywności i wydajności instalacji fotowoltaicznych w kontekście autokonsumpcji, w tym ocena strat przesyłu i magazynowania tej energii w różnych formach użytecznych [2]; 3) Ocena rentowności inwestycji w instalacje fotowoltaiczne z punktu widzenia autokonsumpcji energii elektrycznej [3]. Warto uwzględnić koszty instalacji, koszty eksploatacji oraz potencjalne oszczędności wynikające z redukcji rachunków za energię elektryczną; 4) analiza różnych modeli biznesowych związanych z autokonsumpcją energii elektrycznej, takich jak leasing paneli fotowoltaicznych, umowy odsprzedaży energii [4], czy też samodzielne zarządzanie instalacją; 5) przegląd obowiązujących przepisów prawnych oraz polityki dotyczącej autokonsumpcji energii elektrycznej, w tym kwestii związanych z opodatkowaniem [5], subsydiami oraz wymogami technicznymi; 6) badanie postaw i zachowań społecznych wobec autokonsumpcji energii elektrycznej oraz identyfikacja czynników determinujących akceptację i przyzwolenie społeczne tego rozwiązania w ujęciu jego praktycznych zastosowań [6]; 7) przegląd przypadków identyfikacji procesu autokonsumpcji energii elektrycznej w różnych kontekstach, takich jak domy prywatne, przedsiębiorstwa, czy też instytucje publiczne, wraz z analizą możliwych korzyści, ograniczeń i wyzwań [7]. Mając na uwadze tak szerokie spektrum problematyki odnoszące się do procesu autokonsumpcji energii elektrycznej niniejsze opracowanie zostało ograniczone do studium przypadku w zakresie prosumenckich instalacji PV, których w Polsce funkcjonuje już około miliona, przy czym większość jeszcze w net-bilingu z perspektywą konieczności przejścia do net-meteringu po okresie 15 letnim obowiązywania umowy zawartej do kwietnia 2022 r. Kwantyfikacja autokonsumpcji energii elektrycznej wytworzonej z instalacji PV w gospodarstwach domowych powinna być punktem wyjścia do dalszych badań, które zostały zasygnalizowane w powyższym przeglądzie literatury.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było skwantyfikowanie procesu autokonsumpcji energii elektrycznej wytworzonej w fotowoltaicznej instalacji solarnej (PV) na przykładzie gospodarstwa domowego wyposażonego w instalację prosumencką rozliczaną w net-bilingu, która pracuje w układzie złożonym z pompą ciepła z gruntowym dolnym źródłem przy bezpośrednim odparowaniu czynnika w kolektorze.

Zakres pracy obejmował; wykonanie analizy zasobów energii solarnej w wybranej lokalizacji i usytuowaniu instalacji PV, w powiązaniu z bilansowaniem produkowanej, konsumowanej, oddawanej i pobranej energii elektrycznej, na potrzeby opracowania wybranych wskaźników charakteryzujących autokonsumpcję w układzie danych miesięcznych.

Wyniki badań

Badania przeprowadzono w gospodarstwie domowym wyposażonym w instalację PV o mocy 20 kWp i pompę ciepła z dolnym źródłem w gruncie i bezpośrednim odparowaniem czynnika. Bazując na danych bilansujących energię elektryczną pobraną z sieci, wprowadzoną do sieci, oraz danych z falownika pokazujących ilość wyprodukowanej energii przez moduły fotowoltaiczne, określono dwa parametry identyfikujące w jakim stopniu energia elektryczna jest wykorzystana w gospodarstwie domowym wyposażonym w pompę ciepła.

Określono współczynnik autokonsumpcji czyli wielkość z jaką instalacja fotowoltaiczna pokrywa potrzeby własne gospodarstwa bez udziału sieci, oraz współczynnik wykorzystania energii z modułów fotowoltaicznych biorąc pod uwagę ilość energii wyprodukowanej przez instalację oraz energii wprowadzonej do sieci elektroenergetycznej i pobranej z niej odpowiednio opisano zależnościami (1), (2):

$$W_A = \frac{E_r - E_w}{E_r} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$W_{pv} = \frac{E_{kb} + E_w \cdot 0,7}{E_r} \cdot 100\% \quad (2)$$

gdzie:

W_A – współczynnik autokonsumpcji (%),

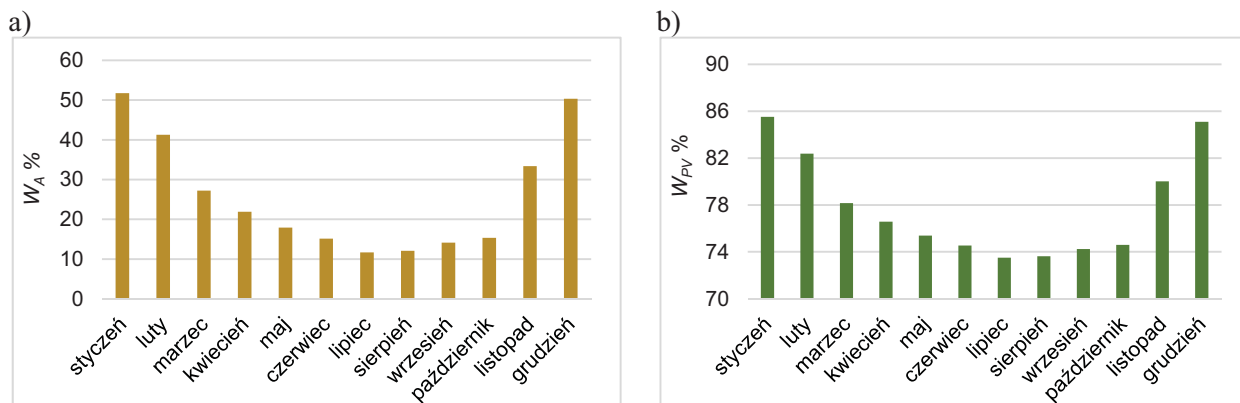
W_{pv} – współczynnik wykorzystania energii z modułów fotowoltaicznych (%),

E_r – energia wyprodukowana przez instalację (kWh),

E_w – energia wprowadzona do sieci elektroenergetycznej (kWh),

E_{kb} – konsumpcja bezpośrednia energii z instalacji fotowoltaicznej (kWh).

Zgodnie z zdefiniowanymi zależnościami (1) i (2) wyniki obliczeń dla rocznego okresu eksploatacji instalacji PV i ogrzewania pompą ciepła zostały przedstawione na wykresach (rys. 1a i 1b).



Rys. 1. Zmienność współczynników: a) autokonsumpcji, b) wykorzystania energii elektrycznej z PV

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można stwierdzić iż współczynnik autokonsumpcji w skali roku wynosi 19% i jest stosunkowo niski. Wynika to faktu, że w układzie miesięcznym wskaźnik ten osiągnął poziom 50% w miesiącach o najmniej korzystnych warunkach solarnych i niespełna 12% w okresie z największą produkcją energii z PV.

Natomiast współczynnik wykorzystania energii z modułów fotowoltaicznych dla roku 2021 jest na poziomie średnio 76%. Najwyższe wartości osiąga w miesiącach zimowych, kiedy pobierano najwięcej energii elektrycznej z sieci, natomiast najniższe kiedy ilość energii wyprodukowanej oraz wprowadzonej do sieci była zdecydowanie wyższa niż ilość energii pobranej z sieci, jednak nie spada poniżej 73%. Powyższe wyniki skłaniają do wniosku iż instalacje w gospodarstwie domowym nie są optymalnie skonfigurowane i należy rozpatrzyć wprowadzenie magazynów energii.

Literatura

- [1] Lasseter R. H., Microgrids, IEEE Power and Energy Magazine, vol. 5, no. 4, pp. 78-94, 2007.
- [2] Green M., Emery K., Hishikawa Y., Warta W., Dunlop E. D., Solar Cell Efficiency Tables (Version 59)", Progress in Photovoltaics: Research and Applications, vol. 30, no. 1, pp. 3-13, 2022.
- [3] Torres-Martinez J., Tina G. M., Verlinden P. E, Economic analysis of residential photovoltaic systems in Belgium, Solar Energy, vol. 174, pp. 301-312, 2018.
- [4] Carvalho J. C., Gomes R. W., Business models for residential photovoltaic self-consumption: An analysis of implications and future trends, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 121, 109701, 2020.
- [5] Oikonomou A., Kaldellis E., Review of photovoltaic systems applications, economics and policies in Greece, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 14, no. 3, pp. 1121-1131, 2010.
- [6] Whitmarsh L., Behavioural responses to climate change: Asymmetry of intentions and impacts, Journal of Environmental Psychology, vol. 47, pp. 106-116, 2016.
- [7] Zabalza A., Gastón A., Úrraca R., Cost–benefit analysis of residential photovoltaic self-consumption in Spain with different electric rate designs, Energy Policy, vol. 125, pp. 464-474, 2019.

ZASTOSOWANIE KAMER TERMOWIZYJNYCH DO MONITOROWANIA STANU ZŁĄCZ W INSTALACJACH FOTOWOLTAICZNYCH

Michał KOBIERSKI, Adrian BARASIŃSKI

Politechnika Częstochowska, Katedra Elektroenergetyki

Wstęp

Prąd elektryczny jest podstawowym nośnikiem energii w nowoczesnej cywilizacji. Każda jednostka, począwszy od gospodarstw domowych, przez zakłady przemysłowe, aż po pojazdy mechaniczne wymaga, w różnym zakresie dostępu do energii elektrycznej. Zapotrzebowanie to jest zaspokajane przez sieci oraz instalacje elektroenergetyczne, które są niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania współczesnego społeczeństwa.

W Polsce, dzięki wprowadzeniu rządowych programów dotacyjnych wspierających rozwój odnawialnych źródeł energii, obserwuje się intensyfikację inicjatyw związanych z budową domowych instalacji fotowoltaicznych. Te systemy umożliwiają indywidualną produkcję energii elektrycznej, co jest odpowiedzią na narastający kryzys energetyczny, rosnące ceny prądu oraz ograniczoną dostępność tradycyjnych źródeł energii, takich jak paliwa kopalne. Znaczące zwiększenie popytu na rozwiązania fotowoltaiczne przyczyniło się do pojawienia się na rynku nowych przedsiębiorstw specjalizujących się i oferujących montaż takich systemów. Niestety, w wyniku wzmożonej konkurencji, mniejsze firmy w dążeniu do zminimalizowania kosztów i maksymalizacji zysków, zaczęły stosować materiały niższej jakości lub zatrudniać personel bez odpowiednich kwalifikacji. Taka praktyka znacząco wpływa na zwiększenie liczby instalacji działających nieprawidłowo, co przedkłada się na wzrost częstotliwości powstawania awarii, w tym również na zwiększoną liczbę pożarów.

Pomimo niewątpliwych korzyści ekologicznych i zwiększenia niezależności energetycznej dzięki odnawialnym źródłom energii, nasuwają się także pytania dotyczące bezpieczeństwa tych instalacji. Wśród nich znajdują się kwestie potencjalnych pożarów. W kontekście tych wyzwań, istotne jest nie tylko ciągle doskonalenie technologii fotowoltaicznej, ale również implementacja zaawansowanych technik detekcji wczesnych sygnałów ostrzegawczych, które mogą wskazywać na nieprawidłowości w funkcjonowaniu systemu. Jednym z kluczowych rozwiązań w tym obszarze jest zastosowanie kamer termowizyjnych, które umożliwiają monitoring temperatury poszczególnych elementów instalacji fotowoltaicznej.

Niniejszy artykuł koncentruje się na analizie wykorzystania termowizji w celu monitorowania i diagnozowania stanu złączy w instalacjach fotowoltaicznych. Skuteczność kamer termowizyjnych jako narzędzi do wykrywania anomalii cieplnych, które mogą wskazywać na potencjalne usterki lub zagrożenia pożarowe, umożliwiają precyzyjne lokalizowanie problematycznych obszarów bez konieczności ingerencji w strukturę instalacji.

Źródło problemu oraz metody detekcji

Zagrożenia pożarowe wynikające z wad lub błędów montażu instalacji fotowoltaicznych stanowią istotne ryzyko, które może prowadzić do poważnych konsekwencji, w tym pożarów. Jednym z głównych elementów, gdzie mogą wystąpić takie zagrożenia, są złączki łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne. Nieprawidłowy montaż złączy lub ich niewłaściwa jakość mogą prowadzić do powstawania niekontrolowanego wydzielania ciepła, co przyczynia się do zwiększenia ryzyka powstania pożaru. Elementy łączeniowe, które nie są właściwie dobrane do przekroju kabli lub są niewłaściwie zamontowane, przez co powierzchnia styku lub siła docisku jest zbyt mała, prowadzą do wzrostu rezystancji i jako rezultat – do wydzielania ciepła (rys. 1). Jeśli takie zjawisko występuje w miejscach ukrytych lub trudno dostępnych, nagromadzone ciepło może nie być szybko zauważone lub rozproszone, co stwarza warunki do przegrzewania się komponentów i materiałów izolacyjnych, a może nawet doprowadzić do zapłonu.

Rozwiązaniem tego problemu są analizy termograficzne, które umożliwiają identyfikację miejsc o zwiększonej emisji ciepła. Może to świadczyć o nieprawidłowym montażu, uszkodzeniach mechanicznych

lub elektrycznych. Wyniki pierwszych prób potwierdziły, że regularne przeglądy termograficzne mogą znacząco przyczynić się do wczesnego wykrywania defektów, minimalizacji ryzyka awarii oraz zapobiegania rozwojowi sytuacji krytycznych, takich jak pożary.



Rys. 1. Skutki nieprawidłowego połączenie złączek i zacisków roboczych podstaw bezpiecznikowych

Wnioski

Zastosowanie termografii jako metody kontroli i diagnostyki w sektorze fotowoltaicznym jest skutecznym narzędziem do podnoszenia standardów bezpieczeństwa, a także do optymalizacji pracy i zwiększenia efektywności energetycznej instalacji fotowoltaicznych. Technologia ta pozwala na szybką i efektywną analizę dużej liczby połączeń modułów fotowoltaicznych, redukując tym samym czas i koszty związane z konserwacją i inspekcją systemów. Wdrażanie tych praktyk i zabezpieczeń jest nie tylko istotne dla zapewnienia długotrwałej i bezpiecznej pracy instalacji fotowoltaicznych, ale również kluczowe w kontekście ochrony inwestycji i zapobiegania ewentualnym szkodom materialnym oraz zagrożeniom dla życia.

OPTIMALIZACJA HYBRYDOWEGO SYSTEMU FOTOWOLTAICZNEGO W NOWOCZESNYM GOSPODARSTWIE DOMOWYM

Zinoviy KOHUT ^{1,2}, Markian PETRIV²

¹ Wydział Elektryczny Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, Polska

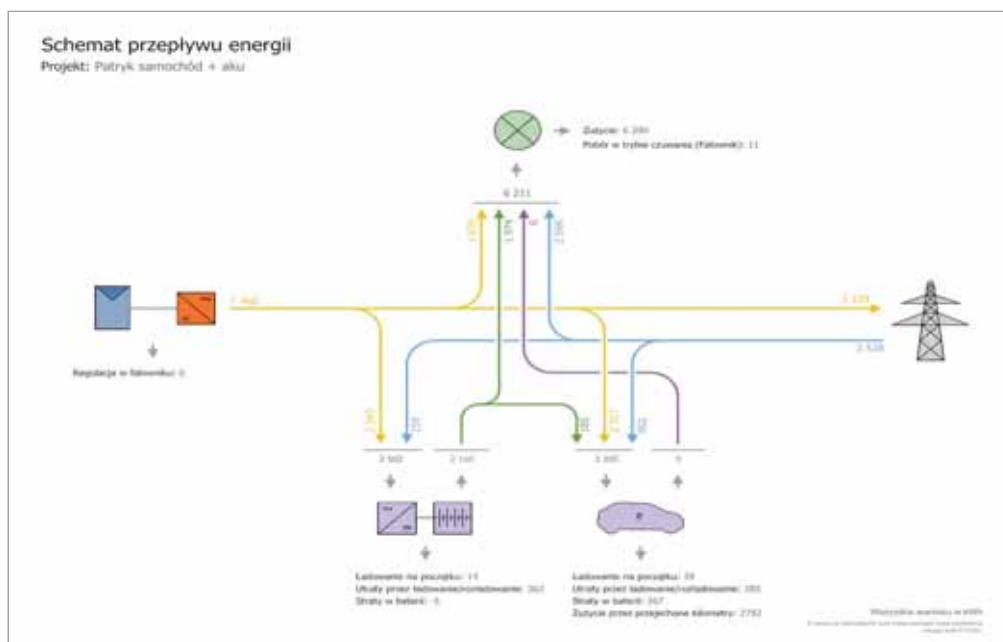
² Narodowy Uniwersytet „Politechnika Lwowska”, Lwów, Ukraina

Przeprowadzono symulację dla modelowego gospodarstwa domowego 2+2, dla dwóch rozważanych przypadków:

- gospodarstwo z systemem fotowoltaicznym i magazynem energii,
- gospodarstwo z systemem fotowoltaicznym, magazynem energii i autem elektrycznym.

W Polsce dozwolone systemy ładowania samochodów elektrycznych określone zostały przez Urząd Dozoru Technicznego na podstawie norm IEC61851 i IEC62196. Na podstawie norm zdefiniowany został podział na 4 systemy ładowania pojazdów elektrycznych różniące się typem prądu (AC lub DC) oraz mocą.

W celu zwiększenia autokonsumpcji [1] przez analizowane gospodarstwo domowe o szczytowej mocy 14kW przy AC napięciu 400V, a tym samym zmniejszenie ilości energii oddawanej do sieci, przeanalizowano dołożenie do istniejącego systemu fotowoltaicznego magazynu energii elektrycznej [2] o łącznej pojemności 19,5kWh oraz używanie samochodu elektrycznego.



Rys. 1 Schemat przepływu energii w instalacji z systemem fotowoltaicznym, magazynem energii oraz pojazdem elektrycznym

Zastosowania akumulatorów [3] oraz pojazdów elektrycznych do bilansowania energii w gospodarstwach domowych z systemem fotowoltaicznym jest kluczowy w aspekcie dalszej transformacji energetycznej oraz tworzeniu gospodarstw ekologicznych i samowystarczalnych

- Integracja instalacji fotowoltaicznej z magazynem energii elektrycznej pozwala na zwiększenie poziomu autokonsumpcji z 28,1% do 61,2%.

- Integracja instalacji fotowoltaicznej z magazynem energii elektrycznej i autem elektrycznym pozwala na zwiększenie poziomu autokonsumpcji z 61,2% do 87,8%.
- Zastosowanie samochodu elektrycznego skutkuje wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną w gospodarstwie domowym o 53,3%.
- Zastosowanie samochodu elektrycznego wymusza zwiększenie mocy znamionowej instalacji fotowoltaicznej.

Literatura

- [1] Wasiak I., Pawełek R. Jakość zasilania w sieciach generacją rozproszoną., Wydawnictwo PWN SA, 2015
- [2] Szymański B. Instalacje fotowoltaiczne. Wydawnictwo Globenrgia, 2020
- [3] M. Bakierska, A. Chojnacka, Akumulatory litowe jako współczesne systemy magazynowania energii, „Wiadomości chemiczne” nr 9–10/2014.

ROZKŁAD SKŁADOWEJ MAGNETYCZNEJ POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO WE WNĘTRZACH WYBRANYCH POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH

Adam KOMARNICKI, Dariusz SZTAFROWSKI¹

¹ Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny W-5 Wrocław

Wstęp

Współczesne trendy w motoryzacji wyraźnie wskazują na dynamiczny wzrost udziału pojazdów elektrycznych oraz hybrydowych na rynku, będący rezultatem dążenia ustawodawców do stopniowej eliminacji pojazdów spalinowych. Wraz z tą ewolucją technologiczną, pojawia się także coraz większa świadomość dotycząca emisji pól elektromagnetycznych związanych z eksploatacją tychże pojazdów [6], zarówno w ich wnętrzu, jak i otoczeniu [1]. Badania naukowe oraz analizy praktyczne są kluczowymi narzędziami dla zrozumienia i oceny tego zjawiska. W niniejszym artykule prezentujemy wyniki rozpoznania oraz oceny ekspozycji na pole elektromagnetyczne generowane przez samochody elektryczne i hybrydowe, wykorzystując zarówno dostępne dane literaturowe [2], jak i wyniki własnych badań.

Wyniki pilotażowych badań pola elektromagnetycznego emitowanego przez silniki napędowe i zasilającą je instalację prądu w osobowych pojazdach samochodowych (EV i HEV) wykazują, że ekspozycja użytkowników pojazdów [3] na te źródła jest ciągła. Pole elektromagnetyczne emitowane przez te pojazdy charakteryzuje się zmiennością częstotliwości w paśmie (20-300) Hz, zależnie od trybu jazdy (ruszanie, przyspieszanie, jazda ze stałą prędkością, hamowanie). Dynamika zmian parametrów ruchu powoduje zmiany zarówno widma częstotliwości jak i natężenia składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego [5]. Dlatego właściwa ocena ekspozycji wymaga monitorowania tych zmian w czasie poruszania się pojazdu, z wykorzystaniem metod rejestracji zmieniających się parametrów pola elektromagnetycznego, na przykład za pomocą technik oscyloskopowych pomiaru amplitudy lub szybkiego próbkowania wartości skutecznej (RMS) natężenia pola magnetycznego przez urządzenie pomiarowe z pamięcią [4].

Materialy i metody

Składową magnetyczną pola elektromagnetycznego zmierzono w kilku pojazdach elektrycznych. Dane techniczne pojazdów badanych przedstawiono w tabeli 1. Do wykonania pomiarów pola elektromagnetycznego został wykorzystany miernik NHT3DL oraz NHT 310 wraz z sondą pomiarową 10B. Wybrane modele stanowią reprezentację różnych klas i technologii pojazdów elektrycznych, co umożliwia bardziej kompleksową ocenę emisji pola elektromagnetycznego w zróżnicowanych warunkach eksploatacyjnych.

Rys. 1. Lokalizacja punktów pomiarowych w badanych pojazdach w elektrycznych (Lexus):



Tabela 1. Dane techniczne pojazdów elektrycznych użytych w badaniach:

Model Pojazdu	Przyśpieszenie do 100km/h	Moc (kW)	Pojemność akumulatorów
MG4	7,9s	180	61,7 kWh
Tesla Model X	4,9s	307	95 kWh
Lexus RZ 450 E	5,7s	230,15	71,4 kWh

Pomiary są wykonywane podczas trzech różnych trybów pracy pojazdów:

- W czasie postoju, przy włączonym układzie zasilania.
- Podczas jazdy ze stałą prędkością 90 km/h.
- Podczas przyspieszania oraz hamowania z prędkości 90 km/h

Pomiary są wykonane w 19 punktach w trzech różnych trybach pracy. Punkty zostały dobrane uwzględniając lokalizację silników elektrycznych, położenie akumulatorów w samochodzie, możliwe umiejscowienie pasażerów 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. Samochody są w trakcie pomiarów oraz analiz ich wyników.

Podsumowanie

Szybki, wzrost liczby pojazdów elektrycznych (EV) w Polsce prowadzi do zwiększenia liczby źródeł pola elektromagnetycznego w środowisku. Ekspozycji na te pola podlegają w pierwszym rzędzie kierujący i pasażerowie poruszający się pojazdami EV. Choć napędy pojazdów EV rozwijają względnie małe moce i poziomy emitowanych pól elektromagnetycznych są relatywnie niskie, to złożoność charakterystyk tych pól wskazuje na potrzebę oceny ekspozycji specyficznej dla każdego typu eksploatowanego pojazdu. Lokalizacja elementów instalacji zasilającej i ich odległość od pasażerów mogą znacząco wpływać na poziom ekspozycji na pole elektromagnetyczne we wnętrzu pojazdu EV.

Literatura

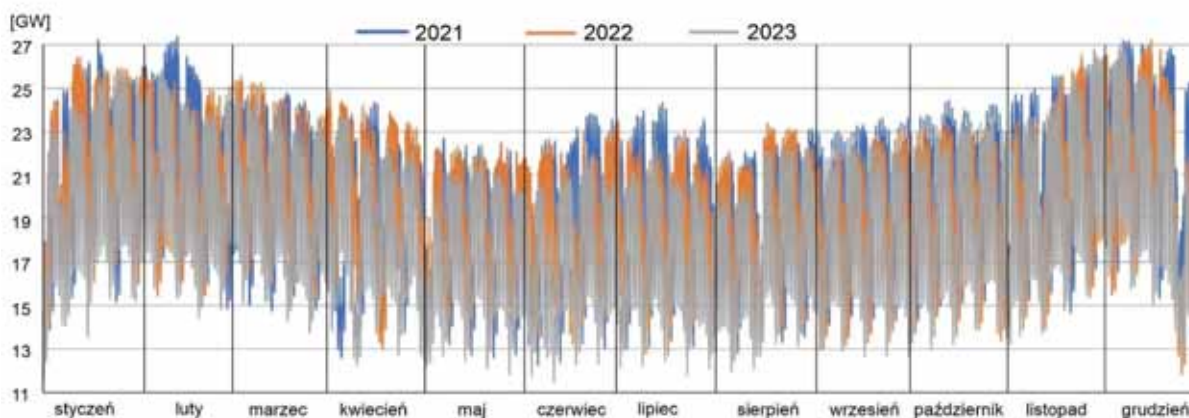
- [1] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. 2019 poz. 2448)
- [2] Tarkowski P., Siemonek E. Układy napędowe pojazdów elektrycznych – Postępy nauki i techniki nr 5, 2010r
- [3] Jackson J.D. Classical Electrodynamics. , 1999 ISBN-13-978-0471309321
- [4] Larsson J. Electromagnetics from a quasistatic perspective. American Journal of Physics, Vol 75, Issue 1, pp 35-43, 2015
- [5] Gumieła J., Szafrowski 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
- [9] Hareuveny, R., et al. "A Preliminary Analysis of Magnetic Fields Emitted from Non-hybrid and Hybrid Cars." Joint Meeting of The Bioelectromagnetics Society and the European BioElectromagnetics Association, Cape Town, South Africa. 2014.

WPŁYW GENERACJI ŹRÓDEŁ WIATROWYCH I FOTOWOLTAICZNYCH NA ZAPOTRZEBOWANIE ENERGETYCZNE POLSKI

Mirosław KORNATKA

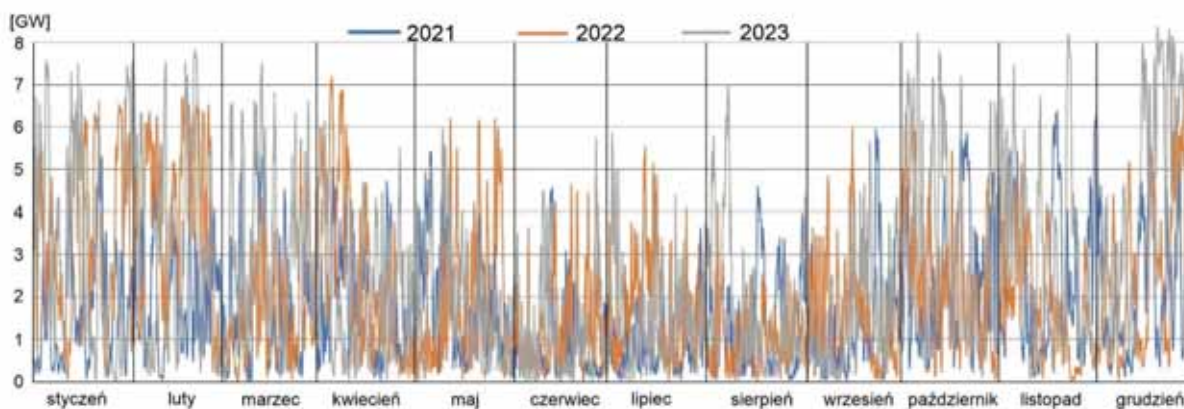
Politechnika Częstochowska, Częstochowa

W artykule przedstawiono analizę zmian generacji krajowych źródeł wiatrowych oraz fotowoltaicznych w latach 2021 – 2023 w kontekście ich wpływu na pokrycie zapotrzebowania w energii elektryczną Krajowego Systemu Energetycznego (KSE) w Polsce. Analizę przeprowadzono na podstawie danych podanych przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne.



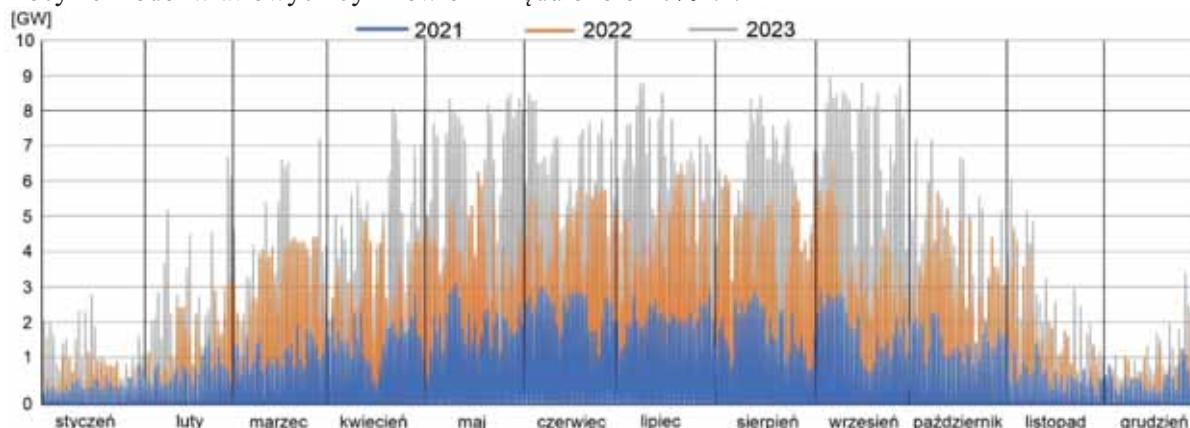
Rys. 1. Zmiany zapotrzebowania Krajowego Systemu Energetycznego w Polsce w latach 2021-2023 [opracowano na podstawie danych Polskich Sieci Elektroenergetycznych]

Jak widać na rys. 1 w analizowanych latach istniała powtarzalność zmian zapotrzebowania na energię elektryczną w poszczególnych okresach roku. Ilość energii zapotrzebowanej przez KSE utrzymuje się na stałym poziomie - w roku 2021 wynosiła łącznie około 175 TWh. W następnym roku wyniosła 172 TWh aby w roku 2023 wyniosła 166 TWh.



Rys. 2. Zmiany mocy generowanej ze źródeł wiatrowych w Polsce w latach 2021-2023 [opracowano na podstawie danych Polskich Sieci Elektroenergetycznych]

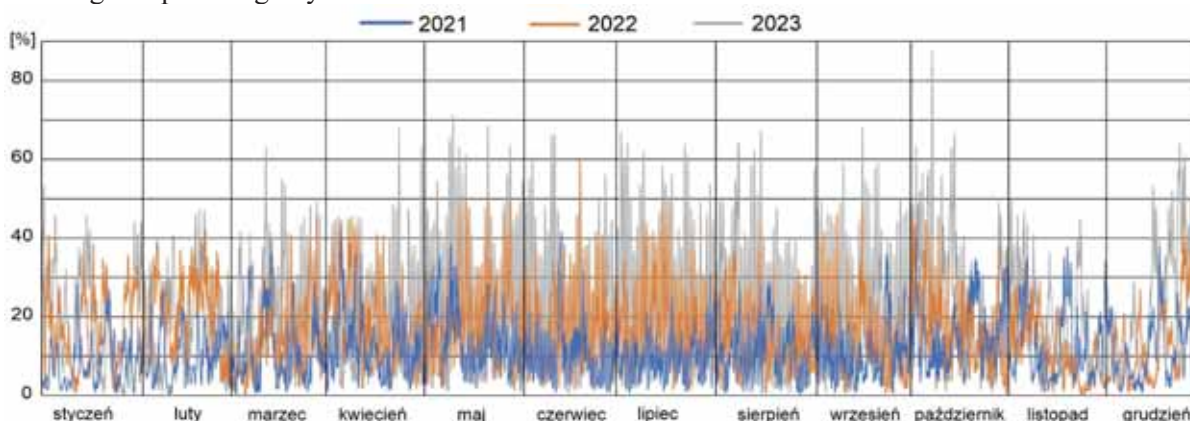
Suma generowanej energii przez źródła wiatrowe w Polsce wyniosła odpowiednio około 15,2 GWh w roku 2021; 18,8 GWh w roku 2022 oraz 22,1 GWh w 2023. Na przestrzeni tych trzech lat przyrosty generowanej mocy ze źródeł wiatrowych był niewielki rzędu około 20% r/r.



Rys. 3. Generacji źródeł fotowoltaicznych w Polsce w latach 2021-2023 [opracowano na podstawie danych Polskich Sieci Elektroenergetycznych]

Inaczej przedstawia się suma generowanej energii przez źródła fotowoltaiczne – wynosiła odpowiednio około 4,6 GWh w roku 2021; 9,3 GWh w roku 2022 do 13,2 GWh w 2023. Jak to widać na rys. 3 przyrost generowanej mocy ze źródeł fotowoltaicznych był istotny - ponad 100% między 2021 a 2022.

Istotnym pytaniem jest - w jakim procencie generacja z analizowanych źródeł pokrywa zapotrzebowanie KSE na energię w poszczególnych dniach roku.



Rys. 4. Pokrycie zapotrzebowania KSE z generacji źródeł wiatrowych i fotowoltaicznych w Polsce w latach 2021 -2023 [opracowanie własne]

Tabela 1. Procentowe wartości zmian pokrycia zapotrzebowania KSE z generacji źródeł wiatrowych i fotowoltaicznych w Polsce w latach 2021-2023 [opracowanie własne]

	min	średnia	max
Rok 2021	0,04%	11,5%	44,3%
Rok 2022	0,01%	16,4%	60,4%
Rok 2023	0,01%	21,6%	87,7%

Widoczny przyrost mocy z generacji źródeł wiatrowych i fotowoltaicznych będzie powodował okresową nadpodaż energii elektrycznej w KSE. Przekłada się to na konieczność ograniczania produkcji z tych źródeł celem zapewnienia stabilnej pracy KSE. Istotnym jest więc wypracowanie metod efektywnego zagospodarowania nadmiarowej energii w takich okresach nadprodukcji energii z OZE.

EFEKTY ODDZIAŁYWANIA PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH O CZĘSTOTLIWOŚCI 50 HZ NA AKTYWNOŚĆ OKSYGENAZY HEMOWEJ 2 (HO-2) W SIATKÓWCE OKA SARNY EUROPEJSKIEJ

Anna KOZIOROWSKA^{1,3}, Natalia GAŁKA^{2,3} (student), Ewelina BATOR³,
Gabriela BETLEJ³, Bartłomiej PERET⁴, Marek KOZIOROWSKI^{2,3}

¹ Uniwersytet Rzeszowski,
Kolegium Nauk Przyrodniczych
Instytut Inżynierii Materiałowej, Rzeszów

² Uniwersytet Rzeszowski,
Kolegium Nauk Przyrodniczych
Instytut Biotechnologii, Rzeszów

³ Uniwersytet Rzeszowski,
Interdyscyplinarne Centrum Badań Przedklinicznych i Klinicznych, Rzeszów

⁴ Nadleśnictwo Kolbuszowa w Świerczowie, Kolbuszowa

Wstęp

Pole elektromagnetyczne pochodzenia naturalnego emitowane jest przez Ziemię i jej atmosferę, Słońce oraz inne zjawiska astronomiczne (Koziorowska, 2014). Sztuczne pola elektromagnetyczne związane są z działalnością człowieka i są wprowadzane do środowiska w wyniku wykorzystywania i przetwarzania energii elektrycznej przez różne urządzenia techniczne eksploatowane zarówno w przemyśle, jak i w gospodarstwach domowych. Wyniki prowadzonych w ostatnich dwóch dekadach badań o charakterze eksperymentalnym i epidemiologicznym powiązują ekspozycję na pola elektromagnetyczne ekstremalnie niskiej częstotliwości ze zwiększonym ryzykiem rozwoju chorób nowotworowych oraz chorób sercowo-naczyniowych, neurologicznych i układu rozrodczego (Diab, 2020; Karimi i in., 2020).

Oksygenaza hemowa (HO) jest enzymem, którego istotną rolę w organizmie jest rozkład hemu, szczególnie w obszarze oka, gdzie najłatwiejszy jest dostęp katalizatora tego procesu – światła słonecznego. Enzym ten rozkłada hem, składnik hemoglobiny, na tlenek węgla (CO), żelazo oraz biliwerdynę. Ma to ogromne znaczenie w zachowaniu stabilizacji wewnętrznej organizmu, ponieważ hem w umiarkowanych ilościach jest niezbędny dla wielu funkcji biologicznych. Powstałe produkty degradacji hemu mogą inicjować procesy oksydacyjne w erytrocytach, niemniej jednak w niewielkim stężeniu wykazują właściwości cytoprotekcyjne. Obecnie odkryto i opisano trzy izoformy oksygenaz o zbliżonym działaniu. Oksygenaza hemowa 1 (HO-1) jest wysoce indukowalna i ulega ekspresji w wielu typach tkanek w wyniku działania różnorodnych bodźców stymulujących. Oksygenaza hemowa 2 (HO-2) jest konstytutywnym enzymem biorącym udział w wytwarzaniu tlenu węgla w układzie krwionośnym i nerwowym. Znajduje się ona w dużych ilościach w mózgu i jądrach. Ma zadanie neuroprotekcyjne i jej poziom wpływa na reprodukcję u mężczyzn. Obecność tego enzymu w dużych ilościach w mózgu sugeruje jego wpływ na rolę w obronie przed stresem oksydacyjnym i rozszerzanie naczyń krwionośnych za pośrednictwem CO w mózgu. Enzym ten chroni komórki nerwowe przed apoptotyczną śmiercią, a także sugeruje się, że jest odpowiedzialny za produkcję tlenu węgla wykorzystywanego do funkcji fizjologicznych.

Sarna europejska stanowi jeden z kluczowych gatunków zasiedlających europejskie ekosystemy lądowe. W Polsce jest bardzo popularnym małym ssakiem, zamieszkuje tereny leśne i polne. Sarna nie jest zwierzęciem

migrującym, a wskutek powstawania nowych źródeł emisji pól elektromagnetycznych jest poddawana oddziaływaniu pól występujących w jej otoczeniu.

Cel badań

Celem badań była ocena oddziaływania pola elektromagnetycznego o ekstremalnie niskiej częstotliwości 50 Hz na ekspresję oksygenazy hemowej 2 w siatkówce oka sarny europejskiej (*Capreolus capreolus* L.).

Materiały i metody

Siatkówka została wyizolowana z oczu saren pobranych w czasie polowań selekcyjnych w okresie długiego dnia świetlnego (lipiec), a następnie poddana działaniu pola elektromagnetycznego o ekstremalnie niskiej częstotliwości 50 Hz przez 15 i 30 minut. Źródłem pola był innowacyjny generator μ Pulse10 umieszczony wewnątrz inkubatora. Zapewniło to stałe warunki środowiska w czasie prowadzenia hodowli oraz równomierny rozkład pola wewnątrz solenoidu. Z pozycji panelu sterowania zadano parametry: emisja ciągła; częstotliwość 50 Hz; kształt sinusoidalny. Próba badawcza obejmowała inkubację w polu elektromagnetycznym przez 15 lub 30 minut w atmosferze 5% CO₂, 95% O₂ i temperaturze 37±0,1°C. Czujniki temperatury i wartości indukcji magnetycznej umieszczone wewnątrz solenoidu zapewniły pełną i stałą kontrolę parametrów. Zbadano żywotność komórek w tkance za pomocą Trypan Blue i testu LDH. Następnie wyizolowano białko, które poddano badaniu techniką Western Blot. Zbadano również obecność białka PARP-1 oraz jego zmiany po działaniu pola elektromagnetycznego. Białko PARP-1 ma udział w starzeniu się organizmu, może wpływać na demencję oraz deficyty pamięci związane z wiekiem.

Wyniki badań i wnioski

Wyniki przeprowadzonych badań nie wykazały istotnego statystycznie wpływu pola elektromagnetycznego na żywotność komórek siatkówki. Komórki traktowane przez 15 minut wykazały niewielki trend wzrostu żywotności, natomiast po 30 minutach niewielki trend spadku. Test LDH wykazujący cytotoksyczność czynnika stresującego nie wykazał istotnej statystycznie różnicy pomiędzy kontrolą, a badanymi grupami. Jedynie analiza wyników metodą Western Blot wykazała istotny statystycznie spadek ekspresji oksygenazy hemowej 2 w obu badanych grupach (15 i 30 minut oddziaływania) w porównaniu do kontroli. W przypadku białka PARP analiza wyników badania metodą Western Blot nie wykazała statystycznie istotnych różnic pomiędzy kontrolą, a badanymi grupami. Pole elektromagnetyczne ekstremalnie niskiej częstotliwości jako czynnik środowiskowy w badanym zakresie nie wywiera istotnego wpływu na tkanki siatkówki.

Piśmiennictwo

- [1] Koziarowska, A., Depciuch, J., Koziół, K., Nowak, S., & Lach, K. (2020). In vitro study of effects of ELF-EMF on testicular tissues of roe deer (*Capreolus capreolus*) - FTIR and FT-Raman spectroscopic investigation. *Animal reproduction science*, 213, 106258.
- [2] Diab, K. A. (2020). The Impact of the Low Frequency of the Electromagnetic Field on Human. *Advances in experimental medicine and biology*, 1237, 135–149.
- [3] Karimi, A., Ghadiri Moghaddam, F., & Valipour, M. (2020). Insights in the biology of extremely low-frequency magnetic fields exposure on human health. *Molecular biology reports*, 47(7), 5621–5633.

EFEKTY ODDZIAŁYWANIA PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH O CZĘSTOTLIWOŚCI 50 HZ NA AKTYWNOŚĆ OKSYGENAZY HEMOWEJ 1 (HO-1) W SIATKÓWCE OKA SARNY EUROPEJSKIEJ

Marek KOZIOROWSKI^{1,2}, Patryk KOGUT^{1,2} (student), Gabriela BETLEJ²,
Ewelina BATOR², Bartłomiej PERET³, Anna KOZIOROWSKA^{2,4}

¹ Uniwersytet Rzeszowski,
Kolegium Nauk Przyrodniczych
Instytut Biotechnologii, Rzeszów

² Uniwersytet Rzeszowski, ³ Uniwersytet Rzeszowski,
Interdyscyplinarne Centrum Badań Przedklinicznych i Klinicznych, Rzeszów

³ Nadleśnictwo Kolbuszowa w Świerczowie, Kolbuszowa

⁴ Kolegium Nauk Przyrodniczych
Instytut Inżynierii Materiałowej, Rzeszów

Wstęp

Pole elektromagnetyczne ekstremalnie niskiej częstotliwości jest uznawane za czynnik środowiskowy oddziałujący na organizmy. Jest emitowane przez urządzenia występujące w otoczeniu człowieka – linie energetyczne, czy urządzenia gospodarstwa domowego. Energia emitowana przez pola ekstremalnie niskiej częstotliwości nie generuje wystarczającej energii, aby mieć działanie genotoksyczne, ponieważ pole to nie jest w stanie bezpośrednio uszkodzić DNA. Jego działanie może jednak generować rodniki tlenowe oraz destabilizować działanie mechanizmów antyoksydacyjnych. Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem sklasyfikowała takie pola jako czynnik “potencjalnie kancerogenny”. Niejonizujące pola elektromagnetyczne powodują skutki biologiczne nawet przy bardzo niskich natężeniach. Te efekty mogą być stosowane przy leczeniu wielu chorób. Jednym z przykładów może być zastosowanie pól przy leczeniu raka wątrobowokomórkowego (HCC – Hepatocellular carcinoma), gdzie terapia z zastosowaniem pól o ekstremalnie niskich częstotliwościach powodowała stabilizację choroby, a u niektórych pacjentów wyzwała częściową pozytywną odpowiedź.

Sarny europejskie, które były modelem badawczym w tym eksperymencie, to małe ssaki, osiągające masę do 32 kg. Zasadniają obszary zalesione (zarówno iglaste jak i liściaste), jak również pola uprawne. Jako przeżuwacze są roślinożerne, a rodzaj ich pożywienia zależy od miejsca w którym się osiedlają. Prowadzą osiadły tryb życia i przemieszczają się w promieniu 2-3 km. W sytuacji gdy w ich otoczeniu pojawia się źródło promieniowania nie opuszczają miejsca bytowania, podlegając ciągłemu oddziaływananiu.

Oksygenazy hemowe (HO) są enzymami cytoprotekcyjnymi [1]. Odpowiadają za rozkład hemu w organizmie. Występują w dwóch izoformach HO-1 i HO-2. HO-1 jest formą indukowaną, na przykład przez słońce. Występują one w siateczce śródplazmatycznej, a ich główną rolą jest katabolizm hemu do żelaza, tlenku węgla oraz bilirubiny. W ostatnich latach naukowcy szczególną rolę przykładają do tlenku węgla powstającego w tym procesie. Oksygenaza hemowa 1 (HO-1) należy do grupy białek szoku cieplnego. Jest silnie indukowana w odpowiedzi na czynniki wywołujące stres oksydacyjny, do których zaliczyć można promieniowanie UV, hiperoksję, hipoksję, niedokrwienie, szok cieplny, metale ciężkie, tlenek azotu (NO), tlenek węgla (CO), a także wysokie stężenia hemu.

Cel badań

Celem niniejszych badań było określenie wpływu pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz na aktywność oksygenazy hemowej 1 (HO-1) w siatkówce oka sarny europejskiej. Pobrane tkanki siatkówki zostały wyizolowane z oczu saren kolekcjonowanych w czasie polowań selekcyjnych w okresie długiego dnia świetlnego, a następnie poddane działaniu pola elektromagnetycznego o ekstremalnie niskiej częstotliwości 50 Hz przez 15 i 30 minut. Badania te umożliwią lepsze poznanie mechanizmów regulacji aktywności oksygenazy hemowej w kontekście ekspozycji na pole elektromagnetyczne ekstremalnie niskiej częstotliwości, którego mechanizmy oddziaływania na organizmy żywe nie zostały w pełni wyjaśnione. Określenie wpływu tego czynnika środowiskowego na aktywność HO-1 może mieć potencjalne implikacje dla badań nad regulacją procesów metabolicznych w organizmach zwierzęcych, a u człowieka w mechanizmie powstawania sezonowej depresji.

Materialy i metody

Fragmety tkanki siatkówki oka sarny poddano działaniu pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz i wartości indukcji magnetycznej 1,2 mT przez okres 15 lub 30 minut. Źródłem pola był innowacyjny generator μ Pulse10 umieszczony wewnątrz inkubatora. Zapewniło to stałe warunki środowiska w czasie prowadzenia hodowli oraz równomierny rozkład pola wewnątrz solenoidu. Układ sterowania pozwolił na ustawienie częstotliwości, odpowiedniego kształtu pola, wartości amplitudy, rodzaju pola – ciągłego lub pulsacyjnego. Dodatkowo czujniki temperatury i wartości indukcji zapewniają pełną i stałą kontrolę parametrów. Przeprowadzono analizę żywotności komórek z badanych homogenatów poprzez barwienie błękitem trypanu i wykonanie testu LDH. Do oceny ekspresji białek HO-1 i białka naprawczego DNA - XRCC1 wykorzystano technikę Western Blot. Wykonano odpowiednie testy statystyczne, pozwalające na zdeterminowanie obecności istotnych różnic w ekspresji badanych białek pomiędzy grupami doświadczalnymi oraz grupą kontrolną.

Wyniki i wnioski

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały brak różnic statystycznie istotnych w żywotności, co może być spowodowane ochronnym działaniem oksygenazy hemowej HO-1, tak samo brak istotnego wzrostu białka naprawczego DNA - XRCC1. Oksygenaza hemowa HO-1 jest „łatwo indukowalnym” enzymem, wrażliwym na stres oksydacyjny, dlatego nawet po tak krótkim czasie istotnie wzrasta jej ekspresja.

Piśmiennictwo

- [1] Cukiernik, M., Mukherjee, S., Downey, D., Chakabarti, S. (2003). Heme oxygenase in the retina in diabetes. *Current Eye Research*, 27(5), 301–308.
- [2] Diab, K. A. (2020). The Impact of the Low Frequency of the Electromagnetic Field on Human. *Advances in experimental medicine and biology*, 1237, 135–149.
- [3] Karimi, A., Ghadiri Moghaddam, F., & Valipour, M. (2020). Insights in the biology of extremely low-frequency magnetic fields exposure on human health. *Molecular biology reports*, 47(7), 5621–5633.

WPŁYW IMPLANTU METALOWEGO NA PRZEBIEG ELEKTRO- I MAGNETOTERAPII

Andrzej KRAWCZYK¹, Ewa ŁADA-TONDYRA², Józef MRÓZ³,
Agnieszka IWANISZCZUK³, Włodzisław KULIŃSKI³, Ewa KORZENIEWSKA⁴

¹ Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu,

² Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny,

³ Wojskowy Instytut Medyczny, Klinika Rehabilitacji,

⁴ Politechnika Łódzka, Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki

Pole elektromagnetyczne (PEM) wykorzystywane jest równie rozległe w terapii, zarówno w leczeniu schorzeń natury psychicznej, m.in. za pomocą przeczaszkowej stymulacji magnetycznej, jak i schorzeń fizycznych. PEM w celach leczniczych stosuje się m.in. w ortopedii, chirurgii, kardiologii, neurologii i rehabilitacji. Szerokie zastosowanie w leczeniu ambulatoryjnym zyskała w ostatnich dziesięcioleciach magnetoterapia. Urządzenie do magnetoterapii składa się z bloku sterującego, który pozwala na zmianę parametrów terapii oraz aplikatorów. Wartość indukcji magnetycznej PEM indukowanego w aplikatorze zależy od jego wymiarów, liczby zwojów oraz wartości prądu. Skuteczność terapii z wykorzystaniem pola elektromagnetycznego zależy przede wszystkim od wartości indukcji magnetycznej i jej rozkładu wewnątrz stosowanego aplikatora.

W stosowaniu metod elektromagnetycznych w terapii i diagnostyce występują ograniczenia wynikające ze stanu zdrowotnego pacjenta. Jedno z ograniczeń to wszczepiane pacjentom implanty. Ostatnie dziesięciolecie przyniosły dynamiczny rozwój stosowania różnego rodzaju implantów w ciele człowieka. W związku z tym rodzą się wątpliwości, czy implanty, szczególnie metalowe, nie wprowadzą jakiejś dysfunkcji w terapii i diagnostyce opartej na PEM. Przed odpowiedzią na te wątpliwości trzeba ustalić czym są implanty. Implantami nazywamy wszelkie przyrządy medyczne wykonane z jednego lub więcej biomateriałów, które mogą być umieszczone wewnątrz organizmu i które mogą pozostać przez dłuższy okres w organizmie. Istnieje wiele sztucznych elementów implantowanych w organizmie człowieka. Można wyróżnić dwie grupy implantów i podać przykładowe elementy tych grup:

- *aktywne implanty elektroniczne:*
kardjostymulator (rozzrusznik serca), defibrylator implantowany, pompa infuzyjna
- *pasywne implanty:*
ortopedyczne, ustne, czaszkowo-twarzowe, stomatologiczne

Ze względu na różny sposób oddziaływania pola elektromagnetycznego na implanty czynne i bierne przedmiotem tego referatu są jedynie implanty bierne. Do nich zaliczane są głównie implanty ortopedyczne. Jeszcze w niezbyt odległej przeszłości większość z wyżej wymienionych implantów zawierały materiały ferromagnetyczne podatne na działanie pola magnetycznego, co praktycznie uniemożliwiałoby wykonanie zarówno diagnostyki, jak i terapii z wykorzystaniem pola magnetostatycznego o dużej wartości, np. badania rezonansem magnetycznym (rzędu kilku tesli).

Większość używanych obecnie implantów jest produkowana w technologiach pozwalających na bezpieczne użycie pola elektromagnetycznego, pola elektro- i magnetostatycznego. Występuje jednak, zarówno u fizykoterapeutów jak i pacjentów poczucie pewnego zagrożenia związanego z prowadzoną terapią czy diagnostyką. Sytuacja jest o tyle trudna i złożona, że nie ma jasnych wytycznych co do bezpieczeństwa wykonania procedury medycznej. Obecne wytyczne bezpieczeństwa i krajowe przepisy dotyczące narażenia elektromagnetycznego nie uwzględniają potencjalnego dodatkowego ryzyka wynikającego z obecności

implantów przewodzących prąd elektryczny. Celem referatu jest podsumowanie stanu wiedzy w tej dziedzinie oraz identyfikacja obecnych luk badawczych i niedociągnięć regulacyjnych.

Z punktu widzenia oddziaływania PEM ważne są właściwości elektryczne i magnetyczne implantu. Powszechne wykorzystanie w ostatnich latach tytanu determinuje stan magnetyczny implantu – jest to diamagnetyk, a zatem wszelkie urządzenia, generujące pole magnetostaticzne są dla implantu neutralne. A zatem tylko te urządzenia, które generują pole elektromagnetyczne z dominującą składową magnetyczną stanowią istotny problem. Składowa magnetyczna PEM indukuje w elementach metalowych, przewodzących prąd elektryczny, siłę elektromotoryczną, która z kolei wywołuje przepływ prądu elektrycznego. Zjawisko to jest opisane w fizyce jako prawo indukcji Faradaya. Wielkość tych prądów, opisywana w fizyce jako ich natężenie zależy od parametrów fizycznych materiału metalowego (przewodności elektrycznej metalu) oraz od częstotliwości zmian PEM. Prądy te nazywane są prądami wirowym (*eddy currents*) i stanowią podstawę działalności wielu urządzeń, ale też w innych sytuacjach stanowią istotne zagrożenie w działaniu danej struktury. Najczęstszym zagrożeniem jest fakt, że powodują wzrost temperatury urządzenia – zjawisko to w fizyce przedstawiane jest jako prawo Joule’a.

Wyniki badań, prowadzonych w polskich i zagranicznych ośrodkach badawczych wskazują na możliwy wzrost temperatury w tkankach przylegających do implantu. Ze względu na naturalne trudności w przeprowadzeniu eksperymentów fizycznych (pomiar temperatury wewnątrz organizmu), badania mają charakter symulacji komputerowych. Polskie przepisy nie definiują i nie podają wartości tzw. ograniczeń podstawowych (*basic restrictions*), które dotyczą wartości, wspomnianych wyżej prądów wirowych, w organizmie pacjenta. W przepisach wielu (prawie wszystkich) krajów europejskich i tych, które opierają swoje normy na wytycznych instytucji, współpracującej ze Światową Organizacją Zdrowia (WHO) takie ograniczenia istnieją. Taka sytuacja ewokuje dodatkowy niepokój, może się bowiem wydarzyć, że obecność implantu w ciele pacjenta poddanego zabiegowi magnetoterapii spowoduje przekroczenie normatywnej wartości prądu w tkance okołointplantowej. Większy prąd, płynący w implancie może spowodować i często powoduje podgrzanie tkanki okołointplantowej, co może nie wywołać żadnego niebezpieczeństwa dla pacjenta, ale może być ewidentnym przekroczeniem normy. W prezentacji konferencyjnej zostaną pokazane wyniki symulacji komputerowych, wskazujących na takie sytuacje.

W literaturze fizjoterapeutycznej, szczególnie pochodzącej sprzed kilkadziesiąt lat, można spotkać zapisy o niemożności stosowania jakichkolwiek prądów w sąsiedztwie implantu, przy czym podstawą tych zapisów jest intuicja poparta słabą znajomością fizyki elektryczności u autorów książek. We współczesnej literaturze o charakterze bioelektromagnetycznym, istnieją konkretne wartości PEM i natężenia prądów wirowych, wskazujących na stan podnormatywny, co zamyka sprawę lub ponadnormatywny, co utrzymuje problem w zawieszeniu poznawczym i fizjologicznym (można czy nie można stosować magneto- i elektroterapię w przypadku implantu) [1,2,3].

Literatura

- [1] Valic B., Gajsek P., Miklavcic D., Current Density in a Model of a Human Body With a Conductive Implant Exposed to ELF Electric and Magnetic Fields, *Bioelectromagnetics* 30, 2009, s. 591-599
- [2] Miaskowski A., Krawczyk A., Ishihara Y., A numerical evaluation of eddy currents distribution in the human knee with metallic implant, *COMPEL*, No.5, 2012, s. 1441-48
- [3] Łada-Tondyra E., Analiza zjawisk bioelektromagnetycznych u osób z implantami metalowymi, Praca doktorska, Częstochowa 2015

ULTRASONIC TOMOGRAPHY AND INDUSTRIAL PRODUCTION LINE INTEGRATION FOR SEMI-FINISHED PRODUCTS DEFECTOSCOPY

Krzysztof KRÓL^{1,2}, Grzegorz RYBAK², Dariusz MAJEREK³, Bartosz PRZYSUCHA³,
Tomasz RYMARCZYK^{1,2}, Konrad NIDERLA^{1,2}

¹ WSEI University, Lublin

² Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

³ Lublin University of Technology, Nadbystrzycka 38, Lublin

Introduction

Ultrasonic tomography is one of the non-invasive methods of measuring the interior of an object using sensors placed on the surface of the object. It is used in medical applications to visualise tissue [1] and in industrial applications to measure the interior of tanks, chemical reactors or pipelines [2]. One of the ultrasound tomography application based on a piezoelectric probe measurements could be used to identify discontinuities in a homogeneous material. This method is called defectoscopy and is used, among other methods, in the inspection process of manufactured semi-finished products or goods. Defectoscopy usually uses acoustic wave transmitters (piezoelectric probes) operating in the frequency range of 20 kHz and 10 MHz [4]. Three types of ultrasonic tomography can be distinguished: reflection tomography [2], which measures the reflection and time-of-flight (TOF) return time of a wave from the structures of the object under inspection, and transmission tomography, which measures the time taken for a wave to travel from a source transmitter to a receiver through the object, or hybrid solutions combining reflection and transmission tomography [1]. In reflection tomography, when a uniformity defect is detected in a product, the reflected waves are recorded at the receiver in a shorter time than when there is no defect. This provides a precise indication of the distance of the uniformity defect from the edge of the test object. In order to reconstruct the image of the inside of the object from the measurements made by the probes, it is necessary to solve the inverse problem and develop reconstruction algorithms. In ultrasound tomography, one of the methods used for image reconstruction is Linear Back Projection (LBP). In this method, the process of reflection of the ultrasound wave and its return to the transducer is modelled. For each point (x,y) in the image space, the algorithm sums the values of the reflected signal that could have come from that point, based on the delay time of the signal. This method reduces to the matrix product of the measurement vector and the sensitivity matrix [2]. Other methods use iterative computations with minimised objective functions [3], spline back projection algorithms, discretisation models or artificial intelligence algorithms.

This paper presents a measurement system mounted on a production line bench and a comparative analysis of image reconstruction for a homogeneous and a defective component. The capabilities of the measurement system in detecting material discontinuities are also presented.

Methods

Ultrasonic tomography is characterised by high noise, which affects the quality of the measurements, especially with a small number of probes, so it is necessary to use data pre-processing and appropriate denoising. For defectoscopic measurements, a frequency range of 20 kHz to 10MHz is most commonly used, although the ultrasonic technique itself allows a range up to 1Ghz. The choice of frequency, and therefore wavelength, depends on the physical parameters of the transmission medium, the characteristics of the defect and, in the case of medical applications, the tissue under the investigation in the area that is analysed. In the developed solution, the operating frequency was initially set at 40 kHz. The frequency of the transmitter was important in determining the analogue path of the signal under investigation. Dedicated timers in a cascaded

arrangement were used to control the excitation of the transmitters as high voltage pulsers. Based on measurement practice, the most effective form of excitation was experimentally determined to be a fivefold high-voltage pulse in the $\pm 72\text{V}$ range.

The measurement system consists of eight ultrasonic transducers placed in two parallel rows Fig. 1. The measurement is performed by a device equipped with two STM32 G4 microcontrollers that control the operation of 8 UST probes placed in parallel to the transport line. The measurement sequence generates an 8×8 matrix in the form of each-to-any measurements. The analogue measurement path starts by routing the received signal from the ultrasonic transducer to a dual low noise amplifier (LNA) and an adjustable variable gain amplifier (VGA). After amplification of the analogue signal, the conditioned signal is passed to a Butterworth low pass filter. The filtered signal is then passed to a buffer, the function of which is performed by an operational amplifier. In the analogue path, a circuit was placed to convert the signal to its envelope. The final step in the conditioning of the analogue signal is to feed it into a combiner circuit, which allows the offset of the signal to be adjusted. Once fully conditioned, the signal was fed in differential form to the ADC and then through the Raspberry PI controller and Kafka broker to the image reconstruction modules.

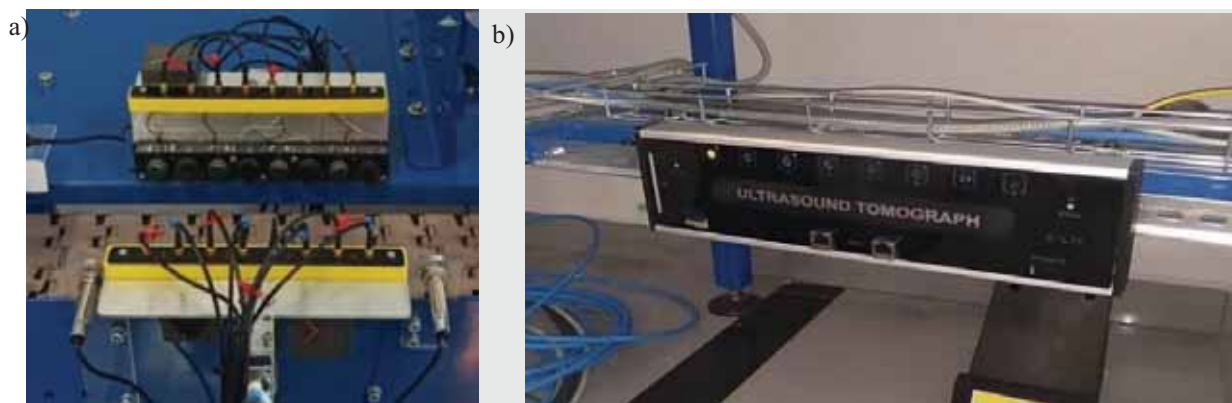


Fig. 1. Semi-industrial setup of Ultrasound tomography: (a) – transducers placement, (b) – tomograph PCB board with DIN13 adapted cover

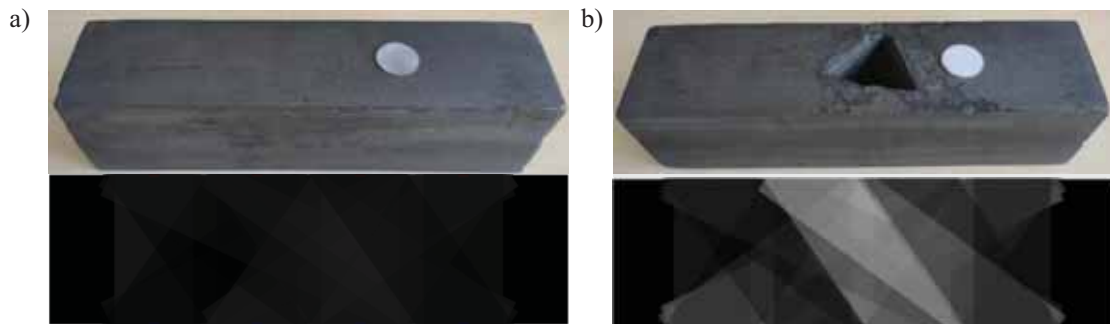


Fig. 2. Ultrasound tomography reconstructed images for two phantoms; a) phantom of full brick; b) phantom of brick with defect

A comparative study of a solid composite block and a block with an irregular hole (Fig. 2) was carried out to test the ability to detect inhomogeneities.

Figure 2 shows the preliminary results of the experiments carried out. Spatial variations in the homogeneity parameter for the phantoms used can be seen in the form of a clear change in the colour of the area analysed. The study concludes that the proposed method allows the detection of defects, but at the current stage of research it is not possible to determine the position of the defects with sufficient precision. Therefore, further research is needed to extend the capabilities of the developed method, algorithms and measurement tool.

References

- [1] Huang J., Lin Y., Zhang Z., Labyed Y., Tan S. et, all, 2014. Breast ultrasound waveform tomography: using both transmission and reflection data, and numerical virtual point sources. In *Medical Imaging 2014: Ultrasonic Imaging and Tomography*, Johan G. Bosch and Marvin M. Doyley (Eds.). SPIE.
- [2] Wójcik D., Przysucha B., Gołabek M. Wośko E., Rymarczyk T., Adamkiewicz P., Image Reconstruction in Ultrasound Reflection Tomography using Quick High-Resolution Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 2022, 2408. 012010. DOI: 10.1088/1742-6596/2408/1/012010
- [3] Korzeniewska, E., Sekulska-Nalewajko, J., Gocawski, J., Drożdż T., Kiebasa, P., Analysis of changes in fruit tissue after the pulsed electric field treatment using optical coherence tomography, *EPJ Applied Physics*, 91 (2020), No.3, 30902; DOI:10.1051/epjap/2020200021
- [4] Chen Jun, Fei Chunlong, Lin Danmei, Gao Pengkai, Zhang Junshan, Quan Yi, Chen Dongdong, Li Di, Yang YinTang; A Review of UltraHigh Frequency Ultrasonic Transducers; *Frontiers in Materials*.

IZOTROPOWA SONDA DO POMIARU SILNYCH PÓL MIKROFALOWYCH

Roman KUBACKI, Dariusz LASKOWSKI, Rafał BIAŁEK, Marek KUCHTA

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

Pomiary natężenia pola elektrycznego są najczęściej realizowane miernikami wyposażonymi w sondę pomiarową, zawierającą między innymi czujnik detekcyjny. Istotnym elementem czujnika jest antena, która najczęściej wykonana jest w postaci anteny liniowej. Mimo wszystko anteny liniowe są wąskopasmowe i wymagają elektronicznego doksztaltowywania charakterystyki częstotliwościowej. W szerokopasmowych pomiarach natężenia pola elektrycznego stosuje się tzw. anteny krótkie, umożliwiające pomiary bardzo zmiennego pola w obszarze pomiarowym. Dodatkowym argumentem stosowania anten krótkich jest stała wartość długości skutecznej anteny w funkcji częstotliwości. Niestety mała wartość długości skutecznej przekłada się na niską wartość indukowanej siły elektromotorycznej co pociąga za sobą konieczność stosowania dodatkowych wzmacniaczy operacyjnych. Jednakże w przypadku silnych pól mikrofalowych, np. emitowanych przez urządzenia radiolokacyjne, gdzie wartości natężenia pola elektrycznego w impulsie osiągają bardzo wysokie wartości (rzędu kilku tysięcy V/m), anteny krótkie są wręcz wymagane. Definitywnie przyjmuje się, że antenę można uważać za „elektrycznie krótką” gdy jej rozmiar jest mały w porównaniu do długości fali, zgodnie z warunkiem:

$$kL < 1$$

gdzie: L – całkowita długość anteny (dipola),
 $k = 2\pi/\lambda$, λ – długość fali.

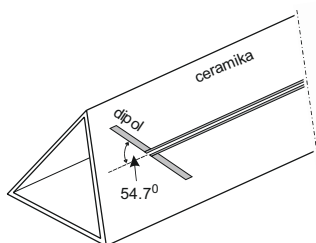
W pracy, w celu minimalizowania indukowanej siły elektromotorycznej, a jednocześnie zapewnienia stałej wartości długości skutecznej anteny przyjęto warunek:

$$L < 0.1 \lambda$$

Kolejnym problemem anten liniowych jest możliwość pomiaru jedynie jednej polaryzacji liniowej pola elektrycznego, a to utrudnia pomiary w przypadku złożonych polaryzacji. Takie mierniki są mało przydatne do pomiarów w warunkach propagacji wielodrogowej. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem jest czujnik wyposażony w zestaw 3 wzajemnie prostopadłych anten, najczęściej dipoli, umożliwiających pomiary wszystkich składowych mierzonego pola elektrycznego. Wypadkowe natężenia pola elektrycznego jest średnią geometryczną (pierwiastek sumy kwadratów) wszystkich trzech składowych mierzonego pola, zgodnie z zależnością:

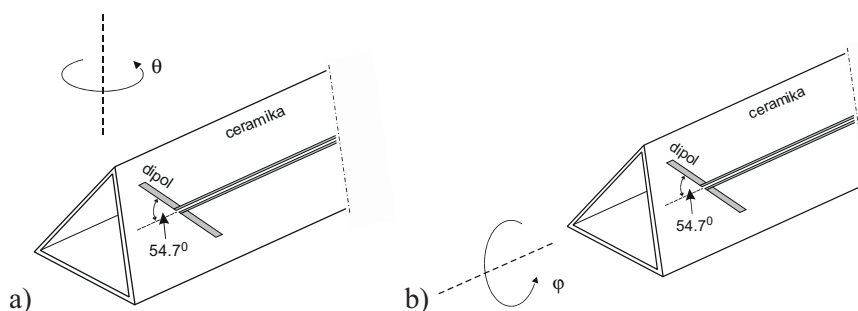
$$E_{wyp} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

Wypadkowe natężenie pola elektrycznego mierzone przez poszczególne dipole umożliwia pomiary promieniowania padającego z dowolnego kierunku i mającego dowolną polaryzację. Czujnik mający taką właściwość jest izotropowy jednakże usytuowanie ortogonalne trzech dipoli, zgodnie z układem kartezjańskim jest niepraktykowane ze względu na konieczność poprowadzenia kabla zasilającego równoległe do jednego z dipoli, co powoduje, że takie zasilanie staje się kolejną anteną odbiorczą. W celu wyeliminowania tych niedogodności zastosowano specjalistyczną geometrię ułożenia dipoli przedstawioną na rys. 1.



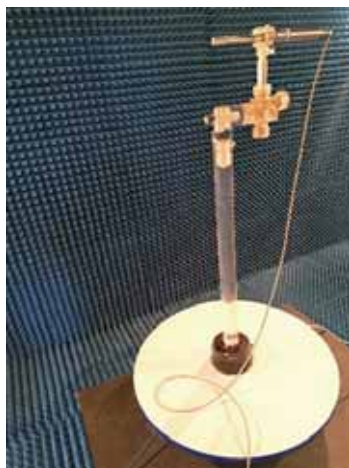
Rys.1. Schematyczne przedstawienie ułożenia 3 dipoli na ceramicie

W pracy przedstawiono czujnik izotropowy ze zmodyfikowaną geometrią dipoli, dzięki czemu uzyskano izotropową charakterystykę promieniowania w funkcji obrotów θ oraz φ .



Rys. 2. Kąty obrotów czujnika: a) obrót w funkcji θ , b) obrót w funkcji φ

Pomiary izotropowości przeprowadzono w bezodbiciowej komorze pomiarowej oraz porównano uzyskane wyniki z symulacją komputerową. Badania przeprowadzono dla częstotliwości 2.45 GHz oraz 10 GHz. Widok sondy zamontowanej na stole obrotowym w bezodbiciowej komorze pomiarowej przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Widok sondy w bezodbiciowej komorze pomiarowej

Literatura

- [1] James, J.R.; Hall, P.S., Handbook of Microstrip Antenna; The Institution of Engineering and Technology: London, UK, 30 June 1989.
- [2] Hirtenfelder, F., Effective Antenna Simulations using CST MICROWAVE STUDIO®. In Proceedings of the 2007 2nd International ITG Conference on Antennas, Munich, Germany, 28–30 March 2007; p. 239.
- [3] Bieńkowski P., Świdorski M., Zubrzak., Wybrane aspekty wzorcowania mierników pola elektromagnetycznego, PAK, vol. 58, nr 3/212.

POLIGONOWY MIERNIK BARDZO SILNYCH, IMPULSOWYCH PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH, PM-HPM1

Marek KUCHTA, Jacek JAKUBOWSKI, Roman KUBACKI,
Rafał BIAŁEK, Piotr PAZIEWSKI

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

PM-HPM1 jest autonomicznym elektronicznym miernikiem przeznaczonym do wykonywania polowych pomiarów natężenia bardzo silnych impulsowych pól elektromagnetycznych (HPM).

Jest to urządzenie szerokopasmowe mierzące impulsowe promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie częstotliwości od 0.01 GHz do 12 GHz. Miernik PM-HPM1, wyposażony w sondę pomiarową typu D-dot mierzy składową elektryczną (E) pola, i pozwala na pomiar parametrów natężenia pola elektromagnetycznego w czasie do 4 godzin przy pełnym naładowaniu baterii.

Intensywność mierzonego pola może być wyrażona w jednostkach natężenia elektrycznego (V/m) lub gęstości mocy (W/m²).

Mierzone są zarówno parametry natężenia pola elektromagnetycznego jak i parametry czasowe impulsów, a dla sygnałów o częstotliwościach poniżej 1 GHz również parametry widmowe.

Oprogramowanie miernika pozwala na zapamiętywanie końcowych wyników pomiarów na dysku twardym komputera, kopiowanie ich na inne nośniki i ich odtwarzanie.

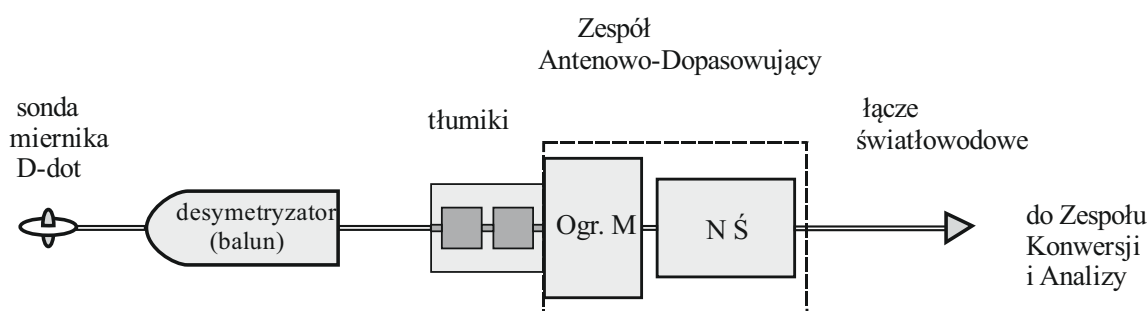
Miernik PM-HPM1 składa się z dwóch bloków funkcyjnych, a mianowicie:

- Zespołu Antenowo-Dopasowującego,
- Zespołu Konwersji i Analizy.

W skład Zespołu Antenowo-Dopasowującego wchodzi następujące podzespoły:

- sonda typu D-dot typu SFE10G, firmy MONTENA,
- desymetryzator (tzw. balun) typu BL10G, firmy MONTENA,
- tor transmisyjny, w skład którego wchodzi kable koncentryczne RF, tłumiki, ogranicznik mocy (limiter) (OgM) i nadajnik światłowodowy (NŚ).

Schemat blokowy Zespołu Antenowo-Dopasowującego został przedstawiony na rys. 1.



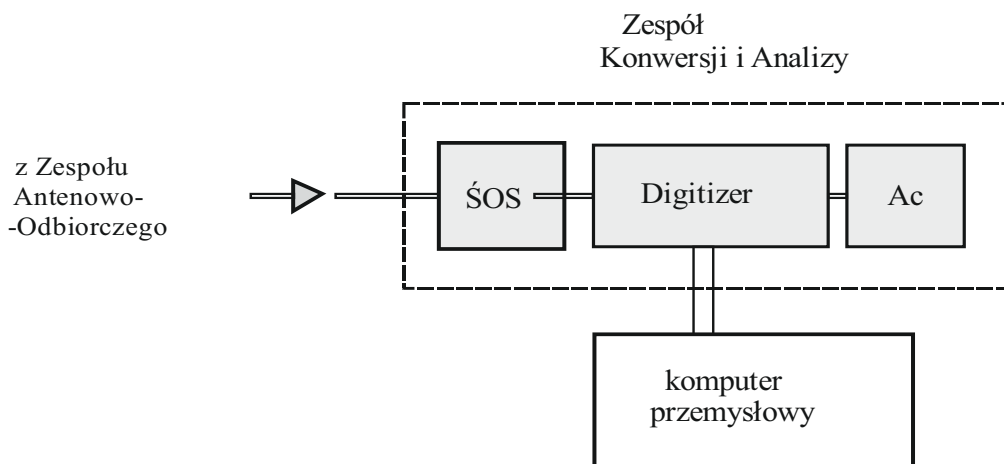
Rys. 1. Struktura Zespołu Antenowo-Dopasowującego (ZAD); oznaczenia: Ogr.M – ogranicznik mocy (limiter), NŚ – nadajnik światłowodowy

Sygnaly z Zespołu Antenowo-Dopasującego przekazywane są do Zespołu Konwersji i Analizy, który pracuje w dwóch trybach, a mianowicie w trybie dolnych częstotliwości, tj. 10 MHz do 1 GHz oraz w trybie górnych częstotliwości 1 – 12 GHz.

W skład Zespołu Konwersji i Analizy dla dolnych częstotliwości wchodzi:

- światłowodowy odbiornik sygnału (ŚOS),
- digitizer,
- akumulator (Ac),
- komputer przemysłowy z właściwym oprogramowaniem.

Strukturę blokową Zespołu Konwersji i Analizy dla częstotliwości dolnych przedstawiono na rys. 2.

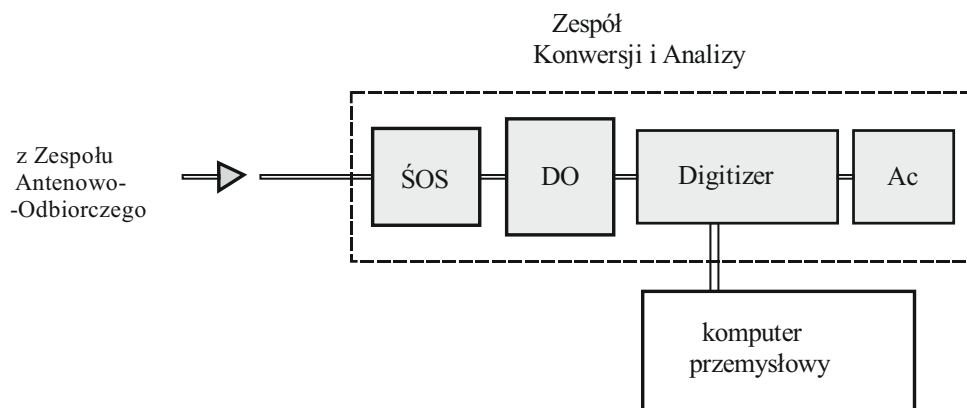


Rys. 2. Struktura blokowa Zespołu Konwersji i analizy dla zakresu 10 MHz - 1 GHz; oznaczenia ŚOS – światłowodowy odbiornik sygnału, Ac - akumulator

W skład Zespołu Konwersji i Analizy dla górnych częstotliwości tj: 1 – 12 GHz wchodzi:

- światłowodowy odbiornik sygnału (ŚOS),
- detektor obwiedni (DO),
- digitizer,
- akumulator (Ac),
- komputer przemysłowy z właściwym oprogramowaniem,

Strukturę blokową Zespołu Konwersji i Analizy dla częstotliwości dolnych przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Struktura blokowa Zespołu Konwersji i analizy dla zakresu 1-12 GHz; oznaczenia ŚOS – światłowodowy odbiornik sygnału, DO – detektor obwiedni, Ac – akumulator

Literatura

- [1] Sprawozdania z realizacji zadania, Projekt DOB-1-3//PS/2014.

SKUTECZNOŚĆ REDUKCJI MIKROBIOLOGICZNEJ TEKSTRONICZNEJ MATY HIGIENICZNEJ – ANALIZA BADAŃ WIRUSOLOGICZNYCH

Ewa ŁADA-TONDYRA¹, Adam JAKUBAS¹,
Ewa STĘPIEŃ², Małgorzata POLZ-DACEWICZ²

¹ Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

² Zakład Wirusologii z Pracownią Diagnostyki Wirusologicznej
Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

Wstęp

Wirusy i bakterie mogą być obecne na różnych powierzchniach przez długi czas. Dezynfekcja obejmuje wszelkiego rodzaju czynności, które służą pozbyciu się z otoczenia i powierzchni drobnoustrojów, bakterii oraz wirusów. Takie patogeny mogą być przenoszone nie tylko drogą kropelkową, ale również znajdować się na powierzchniach użytkowych, takich jak materace. Dezynfekcja materaca polega na usunięciu z jego powierzchni alergenów, kurzu roztoczy i innych mikroorganizmów. Sposoby dezynfekcji powierzchni spania w praktyce sprowadzają się do prania pokrowców i różnych prób jej dezynfekcji. Wśród nich są odkurzanie zwykłe, odkurzanie z lampą UV, odkurzanie z parą wodną, wystawianie na działanie słońca, stosowanie środków chemicznych lub domowych mikstur z zastosowaniem sody, olejków eterycznych i alkoholu. Badana mata stanowi metodę dezynfekcji wewnątrzmaterialowej za pomocą promieniowania UV-C, którą można przeprowadzić w warunkach domowych.

Material i metody

Przedmiotem badań była mata wykonana z n-warstw dzianiny dystansowej 3D z wdzianymi w jej strukturę światłowodami z dedykowanym system ich połączenia i zasilania (rys.1). Światłowody propagują promieniowanie UV-C, którego źródło stanowią diody LED emitujące promieniowanie UV-C w zakresie 265-280 nm. Materiałem nanoszonym na matę z wplecionymi światłowodami były ścieki, z potwierdzoną obecnością 4 wybranych wirusów:



Rys. 1. Mata wykonana z n-warstw dzianiny dystansowej 3D z wdzianymi w jej strukturę światłowodami

- BK wirus DNA; Rodzina: Polyomaviridae,
- Epstein-Barr wirus (EBV) DNA; Rodzina: Herpesviridae,
- Adenowirus (ADV) DNA; Rodzina: Adenoviridae,
- Enterowirus (EV) RNA; Rodzina: Picornaviridae.

Wykonano badanie kontrolne dzianiny przed nanoszeniem na jej powierzchnię ścieków, zbadano ilości wirusów na dzianinie po naniesieniu próbek, poddano dzianinę naświetlaniu i kolejno po 30 minutach i godzinie pobrano próbki w różnych odległościach od źródła naświetlania.

Wyniki

Dane dotyczące analizy ilościowej poszczególnych wirusów zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Analiza ilościowa obecności wirusów na powierzchni badanej dzianiny

Rodzaj wirusa	Kontrola – dzianina przed naniesieniem ścieków	Ścieki naniesione na dzianinę przed naświetlaniem	A0	A10	A20	A40	B0	B10	B20	B40
Epstein-Barr virus (EBV) DNA;	Nie wykryto	Wykryto 4×10^2 IU/ml	Nie wykryto	Wykryto wiremia <100 IU/ml poza granicą liniowości testu	Nie wykryto	Wykryto wiremia <100 IU/ml poza granicą liniowości testu	Nie wykryto	Nie wykryto	Nie wykryto	Nie wykryto
Enterowirus (EV) RNA	Nie wykryto	Wykryto $2,6 \times 10^2$ kopii/ml	Wykryto wiremia <100 kopii/ml poza granicą liniowości testu	Wykryto wiremia <100 kopii/ml poza granicą liniowości testu	Nie wykryto	Wykryto wiremia <100 kopii/ml poza granicą liniowości testu	Wykryto wiremia <100 kopii/ml poza granicą liniowości testu	Nie wykryto	Nie wykryto	Nie wykryto
BK wirus DNA	Nie wykryto	Wykryto $2,2 \times 10^4$ kopii/ml	Wykryto $1,1 \times 10^3$ kopii/ml	Wykryto 2×10^3 kopii/ml	Wykryto $2,5 \times 10^3$ kopii/ml	Wykryto $1,4 \times 10^3$ kopii/ml	Wykryto 7×10^2 kopii/ml	Wykryto 7×10^2 kopii/ml	Wykryto $1,5 \times 10^3$ kopii/ml	Nie wykryto
Adenowirus (ADV) DNA	Nie wykryto	Wykryto 1×10^6 kopii/ml	Wykryto $1,6 \times 10^5$ kopii/ml	Wykryto $1,7 \times 10^5$ kopii/ml	Wykryto 1×10^5 kopii/ml	Wykryto $1,8 \times 10^5$ kopii/ml	Wykryto $1,3 \times 10^5$ kopii/ml	Wykryto $9,5 \times 10^4$ kopii/ml	Wykryto $1,3 \times 10^5$ kopii/ml	Wykryto $4,2 \times 10^4$ kopii/ml

Legenda:

A – wymaz po 30 min naświetlania

B – wymaz po 1h naświetlania

0 – odległość najbliżej źródła naświetlania UV

10 – odległość 10 cm od źródła naświetlania UV

20 – odległość 20 cm od źródła naświetlania UV

40 – odległość 40 cm od źródła naświetlania UV

Interpretacja:

Wirus EBV DNA po 1h naświetlania uległ całkowitej redukcji we wszystkich próbkach. Po 1h naświetlania osiągnięto całkowitą redukcję Enterowirusa, z wyjątkiem próby B0, w której poziom redukcji wyniósł 61%. Największą redukcję wirusa ADV osiągnięto w odległościach maksymalnie do 20 cm od źródła naświetlania UV (około 90%). Po dodatkowych 30 min naświetlania dzianiny wirus nadal był wykrywany we wszystkich odległościach i nie zaobserwowano całkowitej redukcji wirusa. Ilość wirusa BK zmniejszyła się we wszystkich badanych odległościach, jednak całkowitą redukcję zaobserwowano jedynie w odległości 40 cm po godzinie naświetlania

Wnioski

Przedstawione analizy wskazują na skuteczność redukcji mikrobiologicznej badanej tektonicznej maty higienicznej.

SYMULACJA ODDZIAŁYWANIA TEMPERATURY CEWKI WYKONAWCZEJ SENSORA PRĄDU NA DZIAŁANIE WYKONAWCZEGO RELUKTANCYJNEGO SIŁOWNIKA LINIOWEGO

Marek Lis, Marek CHMIEL, Michał KOBIERSKI

Politechnika Częstochowska Wydział Elektryczny

Elektromagnes jest urządzeniem który ma bardzo szerokie zastosowanie w elektrotechnice. Proste wzory które opisują jego działanie zachęcają do jego konstrukcji i tworzenia nowych rozwiązań. Siła przyciągania zwory elektromagnesu opisana wzorem (1)

$$F = \frac{B^2 * S}{2\mu_0} \quad (1)$$

Gdzie S jest powierzchnią zwory elektromagnesu, μ_0 przenikalnością magnetyczną a B indukcją magnetyczną opisaną wzorem (2)

$$B = \frac{N * I * \mu}{L} \quad (2)$$

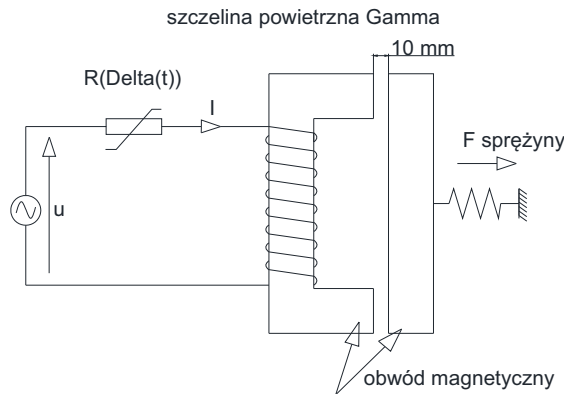
We wzorze (2) „I” opisuje prąd elektryczny przepływający przez cewkę elektromagnesu (rys.1), N ilość zwojów cewki elektromagnesu, a „L” jest średnią długością drogi magnetycznej w elektromagnesie. Siła „F” przyciągania zwory elektromagnesu po podstawieniu wzoru (2) do (1) będzie zatem równa (3)

$$F = \frac{\mu^2 N^2 * I^2 * S}{2\mu_0 * L^2} \quad (3)$$

Pojawienie się siły jako efektu przepływającego przez cewkę elektromagnesu prądu, sugeruje możliwość pojawienia się momentu obrotowego, w przypadku wystąpienia odpowiedniej ilości stopni swobody w rozpatrywanym urządzeniu. W [1..Planicer] wykazano, że w przypadku przemieszczania zwory elektromagnesu występuje zmiana zasobu energii magnetycznej zmagazynowanej w układzie (zmiana wielkości ko-energii w układzie), a tym samym możliwość zwrotnego przemieszczania zwory, a w przypadku wystąpienia odpowiedniej ilości stopni swobody (np. obrotu), momentu mechanicznego. Tak więc używając odpowiednio skonstruowanego elektromagnesu można pokusić się o skonstruowanie prostego silnika elektrycznego zasilanego prądem przemiennym. W niniejszym artykule autorzy nie zajmą się konstrukcjami silników. W zaprezentowanych wzorach nie ma żadnych informacji dotyczących zachowania się elektromagnesu przy różnych położeniach zwory elektromagnesu. Położenie zwory silnie wpływa na zasób energii w elektromagnesie, a więc na jego siłę lub, w przypadku zastosowania elektromagnesu do konstrukcji siłownikowych, do precyzji oddziaływania zwory na obwód magnetyczny elektromagnesu. Podobny problem występuje również w przypadku nagrzewania się uzwojeń elektromagnesu. Temperatura ma istotny wpływ na rezystancję uzwojeń cewki elektromagnesu, a tym samym wielkości prądu płynącego przez jego cewkę. Biorąc pod uwagę wzór (3) ma istotny wpływ na siłę oddziaływania zwory, a co za tym idzie na precyzję działania urządzenia.

Opis analizowanego projektu

Na rys. 1 przedstawiono ideę badań prostego układu elektromagnetycznego. Układ składa się z obwodu magnetycznego. Stanowi go uzwojenie elektromagnesu, oraz zwora elektromagnesu stanowiąca jednocześnie zamknięcie obwodu magnetycznego. Ze względu na konieczność umożliwienia ruchu zwory, konstrukcja przewiduje szczelinę powietrzną pomiędzy obwodem cewki a zworą. W celu ograniczenia ruchu zwory, przymocowano ją do podłoża poprzez dodatkowy element gromadzący energię mechaniczną – sprężynę. Poprzez zgromadzoną w sprężynie energię, oddziałuje ona na urządzenie z siłą F .



Rys. 1. Schemat badanego urządzenia

Cewka zasilana jest ze źródła prądu przemiennego, wymuszając przepływ przez cewkę prądu „I”. Na schemacie zaznaczono rezystancję zastępczą cewki elektromagnesu jako element zależny od temperatury. Ze względu na przepływ prądu przez cewkę oraz straty cieplne z tym związane, ulega ona nagrzaniu. Rezystancja R_0 odcinka drutu użytego do konstrukcji cewki elektromagnesu wynosi:

$$R_0 = \frac{\rho * l}{S} \quad (4)$$

Gdzie „ ρ ” jest rezystancja właściwą, „ l ” długością przewodu a „ S ” przekrojem poprzecznym przewodu.

Rezystancja drutu użytego do konstrukcji cewki elektromagnesu R_D wyniesie zatem

$$R_D = R_0(1 + \alpha * \Delta T) \quad (5)$$

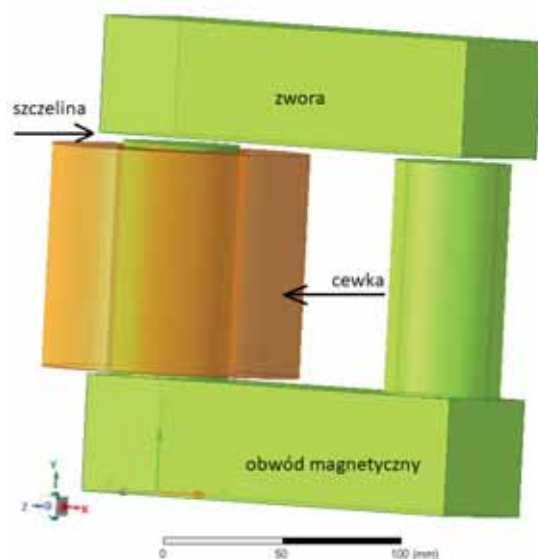
Zmiana rezystancji wraz ze zmieniającą się temperaturą drutu cewki powoduje zmianę prądu płynącego przez cewkę. Jest to bardzo istotny aspekt tej zmiany ze względu na wpływ wielkości prądu cewki na siłę oddziaływania pola magnetycznego na zworę elektromagnesu (3). Wielkość tych zmian opisuje wzór (6).

$$I = \frac{u}{R_D} = \frac{u}{\frac{\rho * l}{S}(1 + \alpha * \Delta T)} \quad (6)$$

Malejący prąd w sposób istotny wpływa na siłę przyciągania zwory (3). W przypadku konstrukcji urządzeń typu sensor może mieć decydujący wpływ na właściwości urządzenia.

Założenia do projektu

Kształt oraz wymiary elektromagnesu przyjęte do projektu przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Model elektromagnesu przyjęty do symulacji

Obliczenia i symulacja obiektu

Symulacji działania urządzenia dokonano w oparciu o środowisko oprogramowania Ansys Maxwell, Simplorer, Icepak, wykorzystującego metodę Elementów Skończonych Maxwela [2,3,4,5]. Obliczenia rozkładu pola w obwodach magnetycznych, rozkładu oraz wielkości sił w elementach mechanicznych dokonano przy pomocy bloku Ansys Maxwell. Obliczenia elektrotechniczne na podstawie danych z bloku Maxwell wykonano w bloku Ansys Simplorer. Wszystkie zjawiska termiczne, fizyczne, nieliniowe właściwości użytych w symulacji materiałów związane z właściwościami termicznymi, pojawiające się w symulowanym układzie dokonano w bloku Ansys Icepak. Blok ten umożliwia obserwacje zjawisk powiązanych ze stratami rezystancyjnymi, oraz zachowania się przepływu nagrzanego powietrza w przestrzeni otaczającej badany obiekt.

Literatura

- [1] Antoni M.Plamitzer, Maszyny Elektryczne, WNT Warszawa, wydanie VII, 1982, ISBN 83-204-0408-8
- [2] Ansys, System coupling Tutorials, Dokumentacja Ansys 2023
- [3] Halmann Damian, Modelowanie Układów Elektromagnetycznych w środowisku Ansys (Ansys Electronics Desktop) Uniwersytet Morski w Gdyni ISBN 978-83-7421-383-7
- [4] Maxwell 23.0 application User's Guide
- [5] Ansys 23.0 application User's Guide
- [6] WorkBench 23 application User's Guide

Autorzy pragną podziękować organizatorom Usługi Kampusowej PIONIER działającej w wielu akademickich ośrodkach w Polsce (i na Politechnice Częstochowskiej). Obliczenia niezbędne do niniejszego artykułu nie były by możliwe bez wykorzystania oprogramowania dostępnego dla nauczycieli akademickich i studentów naszej uczelni.

WPŁYW EFEKTÓW KWANTOWYCH NA KONDUKTANCJĘ WYBRANYCH STRUKTUR TEKSTRONICZNYCH

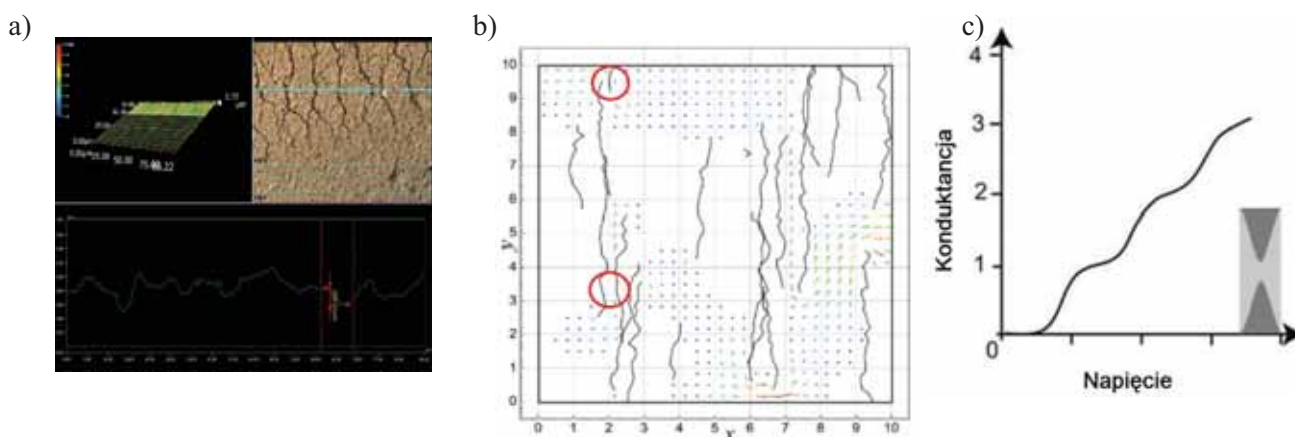
Mariusz MĄCZKA¹, Grzegorz HAŁDAŚ,
Stanisław PAWŁOWSKI², Ewa KORZENIEWSKA³

¹ Politechnika Rzeszowska, Katedra Podstaw Elektroniki

² Politechnika Rzeszowska, Zakład Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych

³ Politechnika Łódzka, Instytut Systemów Inżynierii Elektrycznej

W dzisiejszej erze gwałtownego rozwoju nanotechnologii i mikroelektroniki, zrozumienie oraz wykorzystanie efektów kwantowych, które mogą występować w strukturach tekstronicznych stanowi istotny krok naprzód w projektowaniu zaawansowanych systemów tego typu. Pomimo tego, że współczesna elektronika noszona nie bazuje na wykorzystywaniu zjawisk kwantowych, to miniaturyzacja urządzeń w połączeniu z ich intensywnym użytkowaniem mogą wytworzyć warunki do powstawania tego typu efektów. Niektóre z nich mogą zasadniczo zmieniać charakterystyki sterowania, dlatego ważnym zadaniem wydaje się oszacowanie możliwości występowania oraz ocena ich wpływu na parametry transportowe struktur tekstronicznych. Jednym z takich zjawisk jest kwantowy efekt punktowy, którego istotę ilustruje Rys. 1.



Rys. 1. Idea powstawania efektu kwantowego w strukturze tekstronicznej: a) pęknięcia struktury (pionowe linie) i przekrój powierzchni przewodzącej wykonane z użyciem mikroskopu, b) symulacja pola wektorowego gęstości prądu i istotne przewężenia ścieżki przewodzącej (czerwone okręgi) utrudniające przepływ prądu (brak wektorów prądu); c) efekt działania dużego przewężenia powierzchni przewodzącej w postaci schodkowej zależności konduktancji od napięcia sterującego

Na wykresie (a) pokazano, powstałe na skutek użytkowania, pęknięcia struktury tekstronicznej widoczne w postaci pionowych linii na tle pola wektorowego gęstości prądu [1]. Na tym samym rysunku zaznaczono (patrz czerwone okręgi) przewężenia ścieżki przewodzącej wyraźnie utrudniające przepływ prądu. Takie przeszkody mogą wytworzyć przewężenie dochodzące do rozmiarów rzędu ułamka mikrometra, co może być przyczyną powstawania efektów niskowymiarowych. Jednym z takich efektów jest powstawanie stopni konduktancji na charakterystyce sterowania (patrz wykres b), które są typowym przykładem efektu kwantowego znanego jako kwantowy styk punktowy [2].

Celem niniejszej pracy jest zamodelowanie kwantowego styku punktowego w strukturach tekstronicznych oraz ocena jego wpływu na konduktywność ścieżek przewodzących. Proponowany model numeryczny bazuje

na metodzie funkcji Greena, w której definiuje się niezależną od czasu funkcję Greena będącą rozwiązaniem niejednorodnego równania różniczkowego w postaci [3]:

$$(z - H)G(\mathbf{r}, \mathbf{r}', z) = \delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}') \quad (1)$$

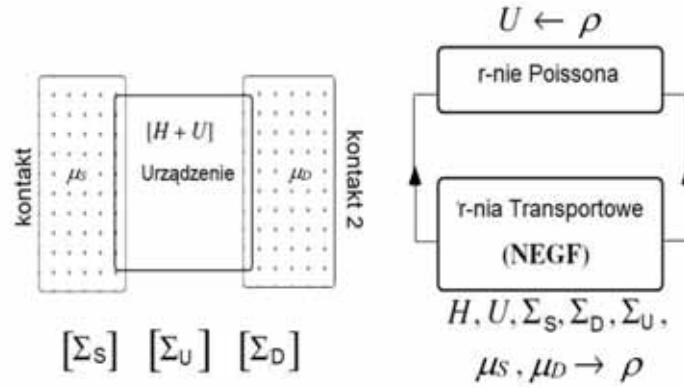
gdzie z jest zmienną zespoloną o wartościach $E = \text{Re}\{z\}$ i $\eta = \text{Im}\{z\}$, H jest operatorem Hamiltona, natomiast G to funkcja \mathbf{r} i \mathbf{r}' , która spełnia te same warunki brzegowe co funkcja falowa $\Psi(\mathbf{r})$ dla niezależnego od czasu równania Schrödingera:

$$H(\mathbf{r})\Psi(\mathbf{r}) = E\Psi(\mathbf{r}) \quad (2)$$

Zastosowanie metody funkcji Greena polega na rozwiązywaniu równania macierzowego w postaci ogólnej:

$$[\mathbf{G}] = (z[\mathbf{I}] - [\mathbf{H}])^{-1} \quad (3)$$

gdzie $[\mathbf{G}]$ to macierz funkcji Greena, $[\mathbf{I}]$ jest macierzą jednostkową, natomiast $[\mathbf{H}]$ to macierz Hamiltonianu. Badanie właściwości transportowych dowolnej struktury metodą funkcji Greena wymaga dołączenia do niego pół-nieskończonych elektrod (kontaktów) doprowadzających ładunek co schematycznie ilustruje Rys.2.



Rys. 2. Schematyczna ilustracja podejścia do rozwiązywania równań opisujących systemy niskowymiarowe, zaproponowanego przez S. Datta [3]

Jednym z etapów takiego podejścia jest rozwiązywanie równania Dysona [3] w postaci:

$$[\mathbf{G}^R] = (z[\mathbf{I}] - [\mathbf{H}_{\text{TS}}] - [\Sigma_D] - [\Sigma_S])^{-1} \quad (4)$$

gdzie Σ_D i Σ_S to macierze energii własnych doprowadzeń, \mathbf{H}_{TS} to macierz Hamiltonianu struktury, natomiast \mathbf{G}^R jest macierzą tzw. opóźnionych funkcji Greena, które można przedstawić w postaci:

$$G^R(E) = \lim_{\eta \rightarrow 0^+} G(z = E + i\eta) \quad (5)$$

Bazując na wyznaczonych wartościach funkcji G^R , można na przykład obliczyć lokalną funkcję gęstości stanów $\rho(E)$ w i -tym węźle badanego systemu, zgodnie z zależnością:

$$[\rho]_i(E) = -\frac{1}{\pi} \text{Im}\{[\mathbf{G}^R]_{i,i}(E)\} \quad (6)$$

Macierz Hamiltonianu dla proponowanego podejścia ma postać:

$$[\mathbf{H}_{\text{TS}}]_{i,j} = \begin{cases} 4t - eV_H(\mathbf{r}_i) - e\phi(\mathbf{r}_i) & \text{dla } i = j \\ -t & \text{dla n.s.} \\ 0 & \text{dla pozostałych} \end{cases} \quad (7)$$

gdzie $\varphi(\mathbf{r}_i)$ to wartości potencjału w węzłach siatki dyskretyzacyjnej, skrót n.s. oznacza przypadek, gdy i oraz j są najbliższymi sąsiadami, natomiast t jest elementem hoppingowym, którego wartość jest obliczana na podstawie wyrażenia:

$$t \equiv \frac{\hbar^2}{2m^* a^2} \quad (8)$$

gdzie a jest stałą sieci modelu, m^* jest masą efektywną elektronu. Potencjał Hartree oznaczony jako $V_H(\mathbf{r}_i)$ wyznaczamy na podstawie następującej zależności:

$$V_H(\mathbf{r}_i) = \sum_{j \neq i} \frac{[\mathbf{n}]_j a^2}{|r_{ij}|} + 3.52[\mathbf{n}]_i a \quad (9)$$

gdzie $[\mathbf{n}]_i$ to koncentracja elektronów w i -tym węzle systemu. Konduktancja pomiędzy kontaktami (źródłem - S i drenem - D) jest wyznaczana na bazie wzoru Landauera [4]

$$g = \frac{2e^2}{h} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N T_{mn} \quad (10)$$

gdzie M i N określają liczby modów transportowych odpowiednio elektrody źródła i drenu natomiast T_{mn} to współczynniki transmisji, które oblicza się za pomocą wzorów Fishera-Lee [5]

$$T_{mn} \equiv |[t]_{mn}|^2 \quad (11)$$

$$[t]_{mn} = i\hbar \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \chi_n(ja) \sqrt{v_n} [G^R]_{i,j} \chi_m(ia) \sqrt{v_m} \quad (12)$$

gdzie v_m i v_n to składowe prędkości w kierunku transportu (x) fal wychodzących z elektrod, natomiast χ jest składową porzeczną funkcji falowej m -tego modu w określonej elektrodzie.

Literatura

- [1] Pawłowski, S.; Plewako, J.; Korzeniewska, E. Field Modeling of the Influence of Defects Caused by Bending of Conductive Textronic Layers on Their Electrical Conductivity. *Sensors* 2023, 23, 1487. <https://doi.org/10.3390/s23031487>
- [2] Mączka M., Hałdaś G. "Kwantowe przyrządy półprzewodnikowe na bazie struktury odwrotnej: symulacje i modelowanie w trzech wymiarach geometrycznych", *Elektronika : konstrukcje, technologie, zastosowania*, 2008, vol. 49, nr 10, 154-161.
- [3] Datta S.: *Electronic transport in mesoscopic systems*. Cambridge University Press, 1995.
- [4] Landauer R., *Conductance from transmission: Common sense points*, *Physica Scripta*, vol. T42, (1992), p. 110.
- [5] Fisher D. S. and Lee P. A., *Relation between conductivity and transmission matrix*, *Physical Review B*, 23, 1981, p. 6851.

WYZNACZANIE WIDMA PRZENIKALNOŚCI DIELEKTRYCZNEJ NASION RZEPAKU Z RÓŻNĄ SIŁĄ KIEŁKOWANIA

Jacek MAJCHER

Lublin University of Technology, Lublin

Wstęp

Rzepak jest jedną z najważniejszych roślin oleistych na świecie. Jego nasiona wykorzystywane są w wielu gałęziach przemysłowych, m.in. do produkcji oleju czy jako pasza dla zwierząt [1]. Estry produkowane z oleju rzepakowego służą jako komponent do produkcji biopaliw. Natomiast tłuszcze pochodzące z nasion rzepaku mają również zastosowanie w przemyśle chemicznym i farmakologicznym [2]. O przydatności nasion rzepaku do poszczególnych procesów technologicznych decydują jego poszczególne parametry fizyczne. Głównym parametrem jest wilgotność nasion, ponieważ od tego parametru zależy czas przechowywania nasion. Zbyt duża jego wartość powoduje znaczące skrócenie tego czasu. W przypadku wykorzystania nasion do reprodukcji polowej kolejnym ważnym parametrem jest zdolność kiełkowania nasion. Na podstawie tego parametru obliczana jest norma wysiewu nasion.

Celem niniejszej pracy jest sprawdzenie możliwości wykorzystania metody pośredniej (widma przenikalności dielektrycznej) do określania zdolności kiełkowania nasion.

Oznaczanie zdolności kiełkowania

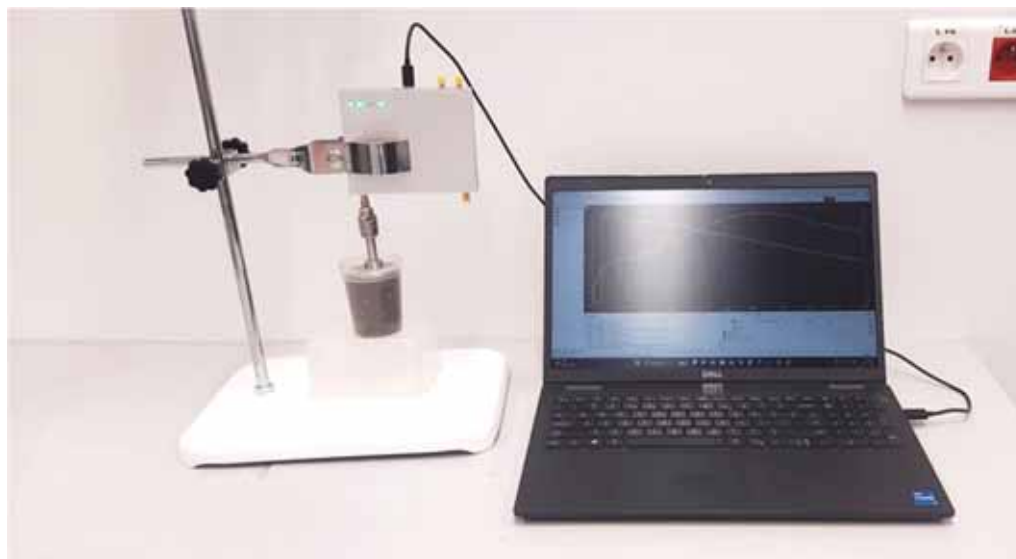
Oznaczanie zdolności kiełkowania opisane jest szczegółowo w PN-R-65950. Według definicji z powyższej normy: „oznaczanie zdolności kiełkowania polega na określeniu procentowego udziału liczby nasion wytwarzających siewki sklasyfikowane jako normalne w odpowiednich warunkach i czasie”. Według zapisów normy aby określić zdolność kiełkowania nasion, należy wysiewać po 100 sztuk w 4 powtórzeniach na odpowiednio przygotowanych podłożach. Następnie należy obserwować wschody roślin. Podczas obserwacji możliwe jest określenie dwóch parametrów:

- energii kiełkowania,
- zdolności kiełkowania.

Parametry te wyznaczone są w konkretnych dobach od wysiewu dla każdego gatunku roślin. I tak dla nasion rzepaku, zgodnie z powyższą normą, energię kiełkowania wyznacza się w piątej dobie a zdolność kiełkowania w 7 dobie. Metoda opisana w PN-R-65950, choć dokładana nie może być stosowana np. podczas obrotu nasionami ze względu na jej czasochłonność. Podobnie jeśli chcemy sprawdzić zdolność kiełkowania bezpośrednio przed siewem czy sprawdzić jak zaprawianie nasion wpływa na zdolność kiełkowania. Dlatego poszukiwane są nowe metody, które pozwoliły by oszacować zdolność kiełkowania nasion w znacznie krótszym czasie.

Metodyka badań

Do badań wykorzystano wektorowy analizator sieci, do którego dołączono specjalną sondę antenową. Pomiar polegał na tym, że z większej próbki ok. 100 kg wylosowano nasiona, tak aby otrzymać próbki ok. 200 g. Następnie za pomocą wektorowego analizatora sieci i dołączonej sondy pomiarowej wyznaczono reflektogramy. Stanowisko pomiarowe przedstawione jest na rysunku 1.



Rys. 1. Stanowisko pomiarowe

Jako przedział częstotliwości wybrano zakres od 10 MHz - 500 MHz ze względu na parametry sondy pomiarowej. Na podstawie otrzymanych S-parametrów wyznaczono składową rzeczywistą i urojoną zespolonej przenikalności dielektrycznej. Następnie z próbki wybrano losowo 400 sztuk nasion i umieszczono je na szalkach Petriego w konfiguracji 4x100 sztuk nasion. Zgodnie z normą PN-R-65950 określano energię i zdolność kiełkowania nasion. Następnie otrzymane reflektogramy próbowano skorelować ze zdolnością kiełkowania nasion.

Wnioski

Oznaczanie zdolności i energii kiełkowania zgodnie z PN-R-65950 jest czasochłonne. Dlatego istnieje potrzeba poszukiwania nowych metod do określania tych parametrów. W przypadku wykorzystania metod pośrednich (w tym przypadku wyznaczania widma przenikalności dielektrycznej) otrzymane wyniki silnie zależą od innych parametrów fizycznych nasion, zwłaszcza od wilgotności. Aby można było skorelować otrzymane reflektogramy ze zdolnością do kiełkowania, należy zapewnić stałość innych parametrów (zwłaszcza wilgotności).

Finansowanie

Badania zostały sfinansowane z Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu: Miniatura 7, DEC-2023/07/X/ST2/00735

Literatura

- [1] Majcher, J. The use of an electroseparator with bifilar winding for extracting germ from crushed rape seed. *Przegląd Elektrotechniczny*, (2020,) 96.
- [2] Kapusta, F. (2022). Rzepak w rolnictwie i gospodarce Polski. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 107(1), 65-83.

WYKORZYSTANIE REFLEKTOMETRII W DZIEDZINIE CZASU DO OZNACZANIA WILGOTNOŚCI RZEPAKU

Jacek MAJCHER¹, Agnieszka SZYPLÓWSKA², Małgorzata BUDZEŃ²,
Marcin KAFARSKI², Andrzej WILCZEK²,
Arkadiusz LEWANDOWSKI³, Wojciech SKIERUCHA²

¹ Politechnika Lubelska, Lublin

² Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk, Lublin

³ Politechnika Warszawska, Warszawa

Wstęp

Rzepak to jedna z głównych roślin oleistych na świecie. W powierzchni upraw ustępuje on jedynie soi. Wśród głównych producentów rzepaku na świecie znajdują się Kanada, Unia Europejska, Chiny i Indie [1]. Natomiast w Europie największym producentem rzepaku jest Francja, Niemcy oraz Polska [2]. Nasiona rzepaku to niezwykle cenny surowiec, który jest wykorzystywany w wielu gałęziach przemysłowych. Wśród nich możemy wymienić m.in. przemysł spożywczy (produkcja oleju rzepakowego) czy jako komponent do produkcji biopaliw. Natomiast śruta i makuchy są składnikami pasz do skarmiania zwierząt [3].

Jednym z kluczowych parametrów fizycznych rzepaku jest jego wilgotność. To ten parametr decyduje o terminie zbioru, możliwościach przechowywania nasion, jak również ma decydujący wpływ na cenę w obrocie nasionami. Na rynku dostępnych jest wiele metod i technik pomiarowych wilgotności nasion rzepaku. Metodą uważaną za referencyjną jest metoda suszarkowa, która polega na pomiarze masy próbki nasion rzepaku przed suszeniem i po suszeniu. Na podstawie różnicy mas otrzymywana jest wilgotność materiału, przy czym rzepak zgodnie z [PN-EN ISO 665:2020-09] powinien być suszony w temperaturze 103°C przez 3 godziny. Powyższa metoda pomimo swojej dokładności stosowana jest tylko w warunkach laboratoryjnych, ze względu na jej czasochłonność. W warunkach polowych preferowane są metody, które pozwalają na natychmiastowy odczyt wilgotności, nawet kosztem zmniejszenia dokładności pomiaru. Dlatego w takich zastosowaniach szerzej stosowane są metody tzw. pośrednie, które polegają na oznaczeniu wilgotności nasion rzepaku na podstawie innych parametrów, które następnie są korelowane z wilgotnością.

Parametry elektryczne nasion rzepaku

Nasiona rzepaku będąc materiałem biologicznym zaliczane są do materiałów porowatych. Ze względu na swoją złożoną strukturę wiążą stosunkowo duże ilości wody. Ponieważ budowa anatomiczna nasion jest niejednorodna, dlatego należy zaklasyfikować je do dielektryków niejednorodnych. W przypadku wykorzystania właściwości elektrycznych nasion rzepaku do określania na ich podstawie wilgotności nasion wykorzystuje się kilka parametrów elektrycznych:

- rezystancję,
- pojemność,
- przenikalność dielektryczną [4].

Przenikalność dielektryczna jest wartością zespoloną $\varepsilon = \varepsilon' - j\varepsilon''$, w której część rzeczywista ε' opisuje polaryzację elektryczną ośrodka, a część urojona ε'' opisuje straty dielektryczne [5].

Technika TDR polega na wymuszeniu skoku napięcia w postaci impulsu szpilkowego lub schodkowego na wejściu danej linii co powoduje propagację wzdłuż danej linii a następnie rejestrację impulsu powrotnego odbitego od nieciągłości impedancji. Czas propagacji zależy od parametrów ośrodka takich jak ϵ , w której znajduje się dana linia. Im przenikalność ośrodka jest większa tym większy jest czas propagacji impulsu. Na rynku dostępne są mierniki wraz z odpowiednimi sondami do pomiaru tą techniką, przy czym konstrukcja sondy zależy ściśle od przeznaczenia miernika. Z reguły wykorzystywane są one do pomiaru wilgotności gleby, murów czy nawet badania wilgotności drewna [6]. Istnieją również prace, w których Autorzy opisują wykorzystanie tej techniki do pomiaru wilgotności nasion [7]. Głównym problem proponowanych rozwiązań jest metodologia pomiaru, w której czujnik należy napełnić nasionami.

Celem pracy jest zbadania możliwości wykorzystania jednego z komercyjnych mierników TDR do precyzyjnego pomiaru wilgotności nasion. Kryterium wyboru urządzenia pomiarowego była możliwość łatwego wykonania pomiarów z większej próbki np. podczas zbioru nasion prosto z przyczepy. Dodatkowo przeprowadzono analizę dokładności miernika w zależności od średnicy nasion czy też ich gęstość. Zbadano również wpływ temperatury w zakresie 0-40°C na dokładność pomiaru. Następnie opracowane zostały krzywe kalibracyjne w zależności od wymienionych parametrów.

Wnioski

Parametry elektryczne nasion rzepaku takie jak przenikalność dielektryczna mogą posłużyć do pośredniego wyznaczania ich wilgotności z dość dużą dokładnością. Wymagają one z reguły kalibracji urządzeń pomiarowych. Metody te choć wrażliwe na inne parametry (np. temperatura czy też gęstość) są często stosowane do pomiaru wilgotności ze względu na natychmiastowy odczyt. Jest to szczególnie istotne w przypadku rolnictwa precyzyjnego.

Finansowanie

Grant został sfinansowany z programu projakościowego Politechniki Lubelskiej pn. „GRANTY NA GRANTY” (Grant nr: 01/GnG/2022)

Literatura

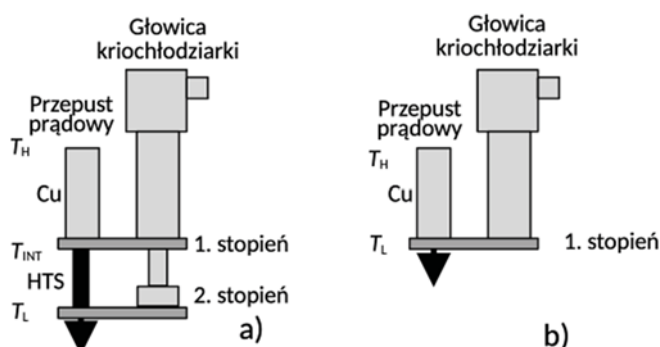
- [1] Stańko, S., & Mikuła, A. Tendencje na rynku soi i rzepaku na świecie iw Polsce w latach 2001-2020. *Problems of World Agriculture/Problemy Rolnictwa Światowego*, 22(2), 30-56, 2022.
- [2] Popescu, A. Oilseeds crops: sunflower, rape and soybean cultivated surface and production in Romania in the period 2010-2019 and forecast for 2020-2024 horizon. *Scientific Papers: Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, 20(3), 2020.
- [3] Kapusta, F. Ewolucja miejsca i roli rzepaku w rolnictwie oraz gospodarce Polski. *Problems of World Agriculture/Problemy Rolnictwa Światowego*, 15(30), 85-95, 2015.
- [4] Majcher, J. Determination of rapeseed moisture based on electrical parameters-a review. *Przegląd Elektrotechniczny*, 2023(12), 2023
- [5] Suchorab, Z., Widomski, M. K., Łagód, G., Barnat-Hunek, D., & Majerek, D. (2018). A noninvasive TDR sensor to measure the moisture content of rigid porous materials. *Sensors*, 18(11), 3935, 2018.
- [6] Malicki, M. A., & Kotlinski, J. Dielectric determination of moisture of cereals grain using time domain reflectometry. *International agrophysics*, 12(3), 1998

METODA WYZNACZANIA OPTYMALNEGO PRĄDU DLA MIEDZIANYCH KRIOPRZEPUSTÓW PRĄDOWYCH CHŁODZONYCH KONTAKTOWO

Michał MAJKA

Katedra Urządzeń Elektrycznych i Techniki Wysokich Napięć,
Wydział Elektrotechniki i Informatyki,
Politechnika Lubelska, Lublin

Krioprzepusty prądowe są urządzeń nadprzewodnikowych służącymi do połączenia urządzeń zewnętrznych pracujących w temperaturze pokojowej z urządzeniami nadprzewodnikowymi pracującymi w temperaturach kriogenicznych. Ciepły koniec krioprzepustu prądowego przyłączony do źródła prądu ma temperaturę pokojową $T_H = 293$ K, zimny koniec przepustu prądowego, przyłączony do urządzenia nadprzewodnikowego pracuje w temperaturach kriogenicznych T_L . Krioprzepusty prądowe chłodzone kriochłodziarką jednostopniową mogą być wykonane w całości z miedzi (rys. 1b) lub jako przepusty hybrydowe zbudowane z miedzi i nadprzewodnika wysokotemperaturowego (rys. 1a). Do chłodzenia przepustów hybrydowych stosowane są kriochłodziarki dwustopniowe.

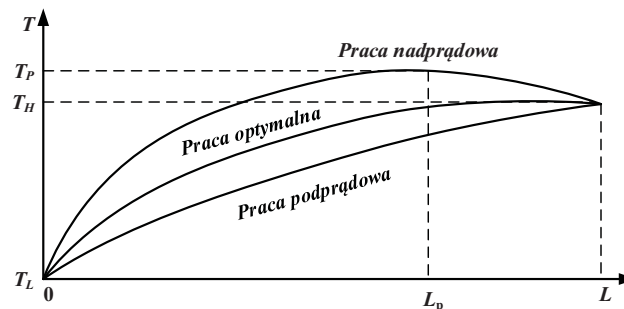


Rys. 1. Krioprzepusty prądowe chłodzone kontaktowo: a) hybrydowy krioprzepust prądowy chłodzony dwustopniową głowicą kriochłodziarki, b) jednostopniowy miedziany przepust prądowy chłodzony jednostopniową głowicą kriochłodziarki

W urządzeniach nadprzewodnikowych straty mocy powstające w przepustach mają dużą część energii cieplnej, którą układ chłodzący ma za zadanie wyprowadzić tak, aby utrzymać temperaturę urządzenia nadprzewodnikowego na określonym poziomie. Gdy moc chłodnicza kriochłodziarki jest zbyt niska, strumień ciepła dopływający przez krioprzepust prądowy do wnętrza kriostatu oraz ciepło Joule'a generowane w krioprzepuście przez prąd zasilający urządzenie elektryczne może uniemożliwić schłodzenia urządzenia nadprzewodnikowego do wymaganej temperatury pracy. Ze względu na konieczność minimalizacji rezystancji, krioprzepusty prądowe powinny mieć możliwie duży przekrój poprzeczny. Z drugiej strony przez duży przekrój poprzeczny dopływa duży strumień ciepła do wnętrza kriostatu na drodze przewodnictwa cieplnego. Zmniejszenie przekroju krioprzepustu zmniejsza dopływ ciepła z zewnątrz, ale jednocześnie zwiększa straty Joule'a w krioprzepuście, przez który płynie duży prąd. Krioprzepusty miedziane mogą mieć stopniowany przekrój, ponieważ wraz ze spadkiem temperatury przepustu zmniejsza się rezystywność miedzi i można zmniejszyć przekrój nie powodując wzrostu strat Joule'a a zmniejszając dopływ ciepła wzdłuż przepustu. Krioprzepusty prądowe przystosowane do chłodzenia kontaktowego pracują w próżni, a ciepło odbierane jest z nich na drodze przewodnictwa cieplnego [1-2]. Straty mocy, które powstają w krioprzepustach prądowych wynoszą około 30 – 50% całkowitych strat mocy w kriostacie. Zredukowanie strat mocy

w krioprzepustach prądowych ma kluczowe znaczenie przy obniżeniu kosztów chłodzenia i powiększeniu stabilności pracy oraz zminimalizowania kosztów eksploatacji urządzeń nadprzewodnikowych.

Dotychczas opracowano kilka metod optymalizacji chłodzenia przepustów prądowych chłodzonych przy użyciu chłodzenia kontaktowego [3-10]. W pracy przedstawiono problematykę chłodzenia przepustów prądowych, będących głównymi elementami urządzeń nadprzewodnikowych, a celem pracy jest przedstawienie metod obliczania miedzianych przepustów prądowych chłodzonych kontaktowo. W pracy przedstawiono również równania umożliwiające wyznaczenie pracy optymalnej dla przepustu prądowego (rys. 2).



Rys. 2. Rozkład temperatury wzdłuż przepustu prądowego w trzech warunkach pracy: pracy podprądowej, pracy optymalnej i pracy nadprądowej

Literatura

- [1] Kozak S., Modelowanie elektrycznych urządzeń nadprzewodnikowych, Prace Instytutu Elektrotechniki, zeszyt 221, Warszawa, 2005.
- [2] Janowski T., Stryczewska H. D., Wac-Włodarczyk A. (red.), Technologie nadprzewodnikowe i plazmowe w energetyce, Lublin, 2009.
- [3] Buyanov Y. L., Fradkov A. B., Shebalin I. Y., A review of current leads for cryogenic devices, Cryogenics, vol. 15, no. 4, pp. 193-200, Apr. 1975
- [4] Buyanov Y. L., Shebalin I. Y., Current leads to a cryostat working under short-term load conditions, Cryogenics, 15(10):611-3, 1975
- [5] Chang H.-M., Kim M. J., Optimization of conduction-cooled current leads with unsteady operating current, Cryogenics, vol. 49, no. 5, pp. 210-216, May 2009
- [6] Chang H. M., Byun J. J., Jin H. B., Effect of convection heat transfer on the design of vapor-cooled current leads, Cryogenics, 46(5):324-32, 2006
- [7] Chang H. M., Choi Y. S., Van Sciver S. W., Miller J. R., Optimization of current leads cooled by natural convection of vapor, Advances in Cryogenic Engineering, 49:944-51, 2004
- [8] Chang H. M., Kim Y. S., Kim H. M., Lee H., Ko T. K., Current-lead design for cryocooled HTS fault current limiters, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 17(2), 2244-7, 2007
- [9] Chang H.-M., Lee, S. I., Current Leads for Conduction-Cooled Magnets at 20-30 K, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Volume: 23, Issue 3, Page(s) 4801004 – 4801004, June 2013
- [10] Chang H.-M., Van Sciver S. W., Thermodynamic optimization of conduction-cooled HTS current leads, Cryogenics, vol. 38, no. 7, pp. 729-736, Jul. 1998

ANALYSIS OF TOUCH AND STEP VOLTAGES FOR GROUNDING SYSTEMS USED IN TEMPORARY INSTALLATIONS

Przemysław MARKIEWICZ¹, Roman SIKORA¹, Wiesława MALSKA²

¹ Lodz University of technology, Institute of Electrical Power Engineering

² Rzeszow University of technology, Department of Power Electronics and Power Engineering

Introduction

For proper operation of a low-voltage power network operating in a TN system, the working grounding of the protective or protective-neutral conductor is required. This grounding system must be designed and constructed properly to ensure the safe operation of the network and the correct functioning of electric shock protection measures. The working grounding system is an integral part of any substation. It usually occurs in the form of a grid or vertical grounding [1]. In addition to the working grounding system in the power network, additional grounding systems should be made at selected points in the network [2]. Grounding systems should be provided for supports and lighting poles, building structure connectors, building site switchgear, etc.

In most cases, low-voltage distribution networks are made in the TN-C system, and at the point of separation of the protective-neutral conductor into neutral and protective conductors, grounding of this point is required. Otherwise, when there is a break in the continuity of the PEN wire in the network, the RMS value of the voltage may increase (even to a value close to the line-to-line voltage), which poses a real risk of damage to electricity loads and is the cause of increased risk of electric shock. Grounding systems of power poles, building structures, and, above all, temporary installations such as building sites are made in the form of the simplest structures, for example, vertical rods connected by a flat bar and one-eyed grids with vertical rods placed in the corners of the grid. The requirements for this type of grounding system are somewhat more lenient regarding their resistance, compared to the working grounding systems of a substation. For temporary objects such as building sites grounding systems are an important part of the electric shock protection system, and on the building site, the potential risk of electric shock is greater than for other objects.

According to the guidelines in [2], the resistance of such an grounding system R_{rd} should be less than 30 Ω . The value of the resistance of the grounding system is mainly affected by the resistivity of the soil ρ and its spread, so for high soil resistivity ($\rho > 500 \Omega\text{m}$), inequality (1) should be satisfied.

$$R_{rd} \leq \frac{\rho}{16} \quad (1)$$

The obtained value of the resistance of an grounding grid depends on such factors as the geometric dimensions of the grounding gride, the type of soil (its resistivity) and the environmental conditions: temperature, humidity, chemical composition of the soil [1-4].

As mentioned above, grounding systems consisting of vertical rods connected by a flat bar are used in building structures, but also in the grounding of supports. Other types of grounding systems are also used, such as a one-eyed grid with rods at the corners. For these grounding systems, especially if the grounding systems are located in an area accessible to the public, it is important to estimate the values of touch and step voltages. For this purpose, a numerical model of the designed grounding system can be used, which can be created either with commercial software [5] or made from scratch [6]. The advantage of proprietary solutions is the ability to freely manipulate the set of input parameters and select the appropriate numerical method, of which BEM (Boundary Element Method) stands out the most due to its efficiency and versatility of application [7].

Within the framework of this paper, a grounding system models realized in ANSYS software were used, consisting of three connected rods 1.5m long connected by flat bar and buried at a depth of 0.5m (Figure 1), as well as a one-eyed grid grounding system of 0.75m x 0.75m with vertical rods 1m long located at the corners of the grid (Figure 2).

As the vertical parts of the grounding system were assumed in the analysis to be made of steel rod with a diameter of 16 mm and a length of 1.5 m. The horizontal elements and the overhang above the ground surface are made of flat bar. The grounding system structure is surrounded by homogeneous soil with resistivity $\rho=100 \Omega\text{m}$. For the assumed value of the earthing current $I_E = 40 \text{ A}$, the obtained electrical potential distributions on the ground surface are shown in Figures 3 and 4.

Shock voltages, step as well as touch voltage, is calculated as the potential difference between the point of current flow and a point at a distance of 1 m from it. Analyzing the distribution of electrical potential on the ground surface, the maximum values of the shock voltage are summarized in Table 1.

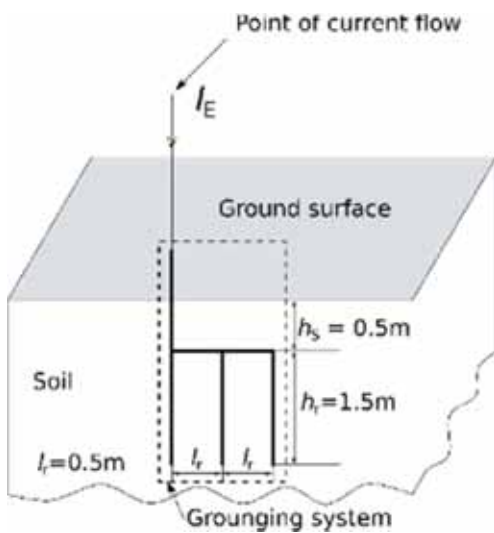


Fig. 1. Structure and geometric dimensions of the grounding system built of three vertical rods of 1.5m in length

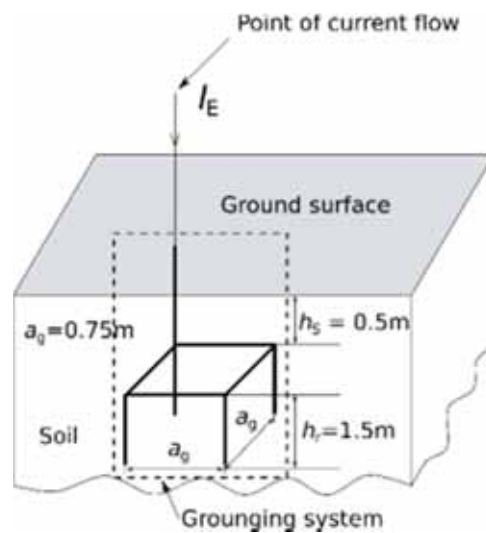


Fig. 2. Structure and geometric dimensions of the one-eyed grid of the grounding system with vertical rods of 1.5m in length

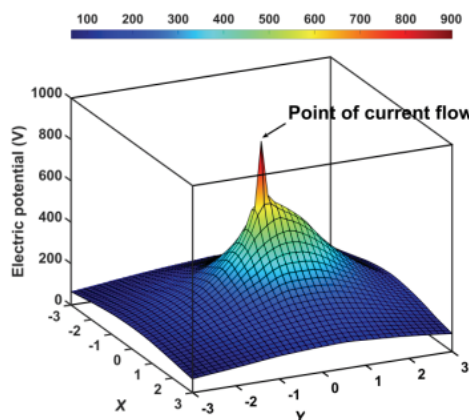


Fig. 3. Distribution of electric potential on the ground surface for the grounding system built of three vertical rods of 1.5m in length

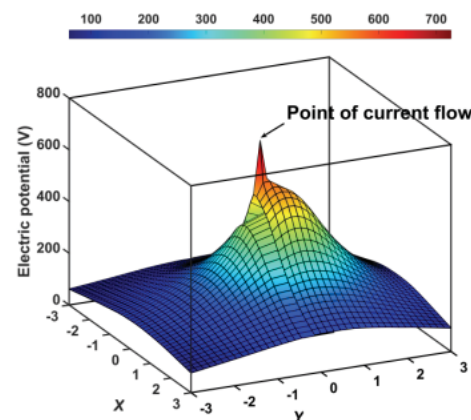


Fig. 4. Distribution of electric potential on the ground surface for the one-eyed grid of the grounding system with vertical rods of 1.5m in length

Table 1. Step and touch voltages for the analyzed grounding grid constructions

	Step voltage V_{STEP} (V), touch voltage V_{TOUCH} (V)
The grounding system built of three vertical rods of 1.5m in length (Fig.1)	701
The one-eyed grid of the grounding system with vertical rods of 1.5m in length (Fig. 2)	445

Based on the analysis, it can be concluded that for both grounding grid constructions, the touch and step voltages are too high in accordance with the requirements of the standard [3]. This can cause serious pathophysiological effects caused by the flow of electric shock current resulting from the values of these voltages. Since the considered grounding structures are often used in practice, it would be necessary to use methods that shape the distribution of electrical potential on the ground surface to reduce the values of step and touch voltages.

References

- [1] 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
- [2] Gryżewski Z. Prace pomiarowo-kontrolne przy urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu do 1kV, Centralny Ośrodek Szkolenia i Wydawnictw SEP, Warszawa 2012.
- [3] IEEE 80 Guide for Safety in AC Substation Grounding (2013).
- [4] Szczęsny A, Korzeniewska E. Dobór metody do pomiaru rezystancji uziemia, Przegląd elektrotechniczny 2018, zeszyt 12, ISSN 0033-2097, doi: 10.15199/48.2018.12.39
- [5] Engineering, Digital (January 30, 2020). "Ansys 2020 R1 Threads Simulation Across Product Lifecycle Processes".
- [6] Mączka M. Pawłowski S. Plewako J. Sikora R. Markiewicz P. Application of the boundary element method in 3D models of grounding systems, Przegląd Elektrotechniczny, (w trakcie publikacji).
- [7] Mączka M. Metody efektywnego modelowania kwantowych przyrządów półprzewodnikowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej (2018).

ANALIZA EKSPOZYCJI ELEKTROMAGNETYCZNEJ NA STUDENTÓW KIERUNKÓW INŻYNIERSKICH

Paweł A. MAZUREK, Aleksander CHUDY

Politechnika Lubelska, Lublin

Wstęp

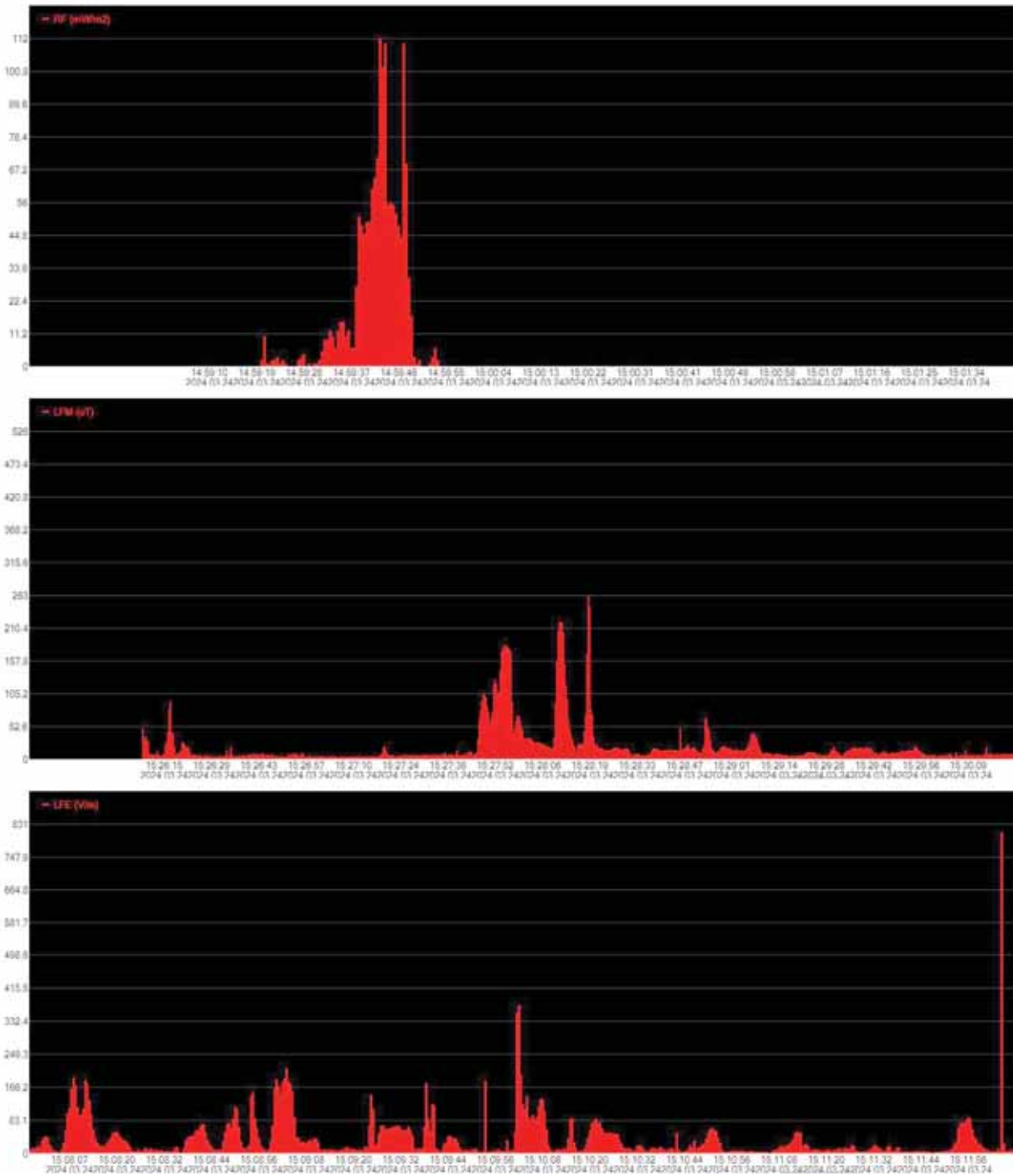
Pole elektromagnetyczne wytwarzane przez wszystkie urządzenia i instalacje elektryczne w naszym otoczeniu obejmuje znaczny zakres spektrum fal elektromagnetycznych - od statycznych po fale radiowe. Sprzęt komputerowy, nowoczesne telewizory, suszarki, odkurzacze czyli sprzęt AGD/RTV otacza nas w gospodarstwach domowych, a w przestrzeni publicznej chociażby instalacje telekomunikacyjne, oświetleniowe, bramki antykradzieżowe, transport elektryczny, w przestrzeni zawodowej instalacje i urządzenia przemysłowe. Generowane pola elektromagnetyczne co do zasady od każdego z obiektów są wielokrotnie mniejsze niż limity bezpieczeństwa określone przepisami [1,2], niemniej ich zasięg i ciągła ekspozycja są ciągle interesującym w aspektach monitoringu czynnikiem. W niniejszym artykule podjęto się analizy wartości ekspozycji w jakiej znajdują się studenci inżynierskich studiów Politechniki Lubelskiej.

Obszar i metodyka badań

W badaniach przeanalizowano wartości pomiarowe uzyskane przez kilkoro studentów (z kierunków Elektrotechniki oraz Inżynierii biomedycznej), z obszarów domowych, publicznych oraz ekspozycji panującej na terenie uczelni. Do pomiaru pola elektromagnetycznego zastosowano m.in. szerokopasmowy miernik pola elektromagnetycznego z funkcją identyfikującą dominującą w emisji częstotliwością. Użyczone studentom mierniki umożliwiają pomiar natężenia pola EM w określonym obszarze i wskazują, czy poziom jest zgodny z obowiązującymi standardami.

Przeprowadzona analiza poziomów natężeń pola elektromagnetycznego jest szczególnie ważna w miejscach długiego przebywania, gdzie występuje duże zagęszczenie urządzeń elektronicznych emitujących pole elektromagnetyczne (liczba źródeł pola elektromagnetycznego wzrasta wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na energię elektryczną oraz zaawansowaniem technologii telekomunikacyjnych, a rozwój cywilizacyjny i rewolucja technologiczna 4.0 powoduje znaczący wzrost kombinacji pól elektromagnetycznych o różnej częstotliwości, z którymi każdy styka się w domu czy pracy [3-9]). Przykładowe wyniki zaprezentowano na rysunku 1, i zestawiono je w układzie prezentującym wartości natężenia E w zakresie wysokich częstotliwości oraz natężeń składowych elektrycznej i magnetycznej w paśmie niskich częstotliwości.

Wszystkie wyniki oraz wykonana analiza statystyczna uzyskanych wartości pomiarowych będzie, zestawiona z dopuszczalnymi w środowisku limitami, zostanie zaprezentowana w pełnej wersji artykułu. Zaprezentowana zostanie również analiza porównawcza do innych wyników badań prowadzonych w przestrzeniach publicznych i przemysłowych.



Rys. 1. Przykładowy układ wykresów zmienności natężeń pola elektromagnetycznego wysokich i niskich częstotliwości (oprogramowanie Monitoring, miernik ED88TPlus5G2)

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. poz. 1286 z późn. zm.)
- [2] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz.U. poz. 2448)
- [3] Kasprzyk R., Butlewski M., Pole elektromagnetyczne jako czynnik szkodliwy w przemyśle elektroenergetycznym, Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Nr 59, 2013
- [4] Gryz K., Karpowicz J., Zradziński P., Pole elektromagnetyczne emitowane przez systemy radiokomunikacyjne – zmiany na terenie Warszawy w XXI wieku, Bezpieczeństwo Pracy 7/2021, 5-9
- [5] Białaszewski, P. Pola elektromagnetyczne w środowisku – opis źródeł i wyniki badań [online]. Warszawa: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, 2007 {portal www.gios.gov.pl}
- [6] Mazurek P.A., Naumchuk O., Kot K., Wdowiak A., Zybala M., “Exposure of high frequency electromagnetic fields in the living environment”, *European Journal of Medical Technologies*, vol 4, 2018, pp. 33-39
- [7] Mazurek P.A., Michałowska J., Kozieł J., Gad R., Wdowiak A., “The intensity of electromagnetic fields in the range of GSM 1800 DECT, UMTS, WLAN in built-up areas, *Przegląd Elektrotechniczny*, nr 12, R.94, 2018, pp. 202-205, doi:10.15199/48.2018.12.45.
- [8] Mazurek P.A., Bernacki K., A. Noga, “Poziomy emisji elektromagnetycznej wysokich częstotliwości w środowisku zurbanizowanym”, *Przegląd Elektrotechniczny*, nr 1, vol. 92, 2016, pp. 9-12, doi:10.15199/48.2016.01.02.
- [9] Michałowska J., Mazurek P. A., Gad R., Chudy A., Kozieł J., „Identification of the Electromagnetic Field Strength in Public Spaces and During Travel” *2019 Applications of Electromagnetics in Modern Engineering and Medicine (PTZE)*, Janow Podlaski, Poland, 2019, pp. 121-124, doi: 10.23919/PTZE.2019.8781737.

INTEGRACJA SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH Z UBIERALNYMI CZUJNIKAMI OPARTYMI NA ELEKTRYCZNEJ TOMOGRAFII IMPEDANCYJNEJ

Mariusz MAZUREK¹, Marcin DZIADOSZ², Tomasz RYMARCZYK^{3,4},
Dariusz WÓJCIK^{3,4}, Michał OLESZEK^{3,4}

¹ Polska Akademia Nauk, Warszawa

² Politechnika Lubelska, Lublin

³ Centrum Badawczo-Rozwojowe, Netrix S.A., Lublin

⁴ Lubelska Akademia WSEI, Lublin

Streszczenie

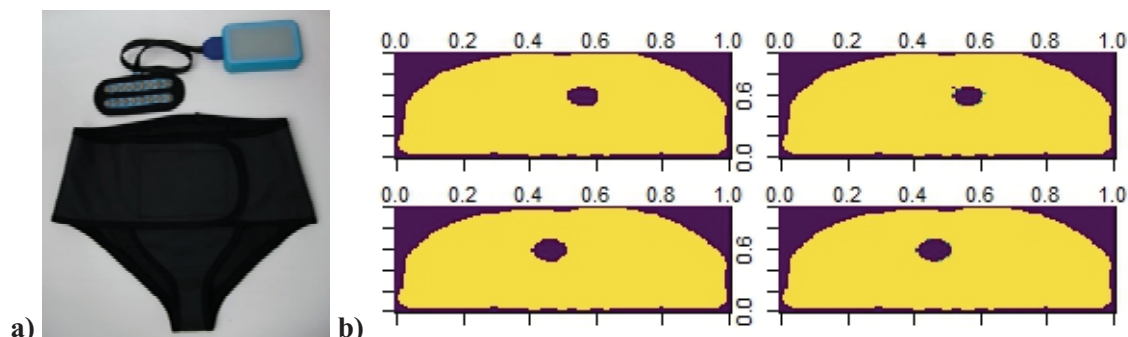
Celem badań jest opracowanie systemu rekonstrukcyjno-pomiarowego do analizy danych z wykorzystaniem elektrycznej tomografii impedancyjnej (EIT) i, docelowo, ultradźwiękowej tomografii transmisyjnej (UST), który będzie można zaimplementować w rozwiązaniach ubieralnych do nieinwazyjnego monitorowania i diagnostyki funkcjonalnych zaburzeń dróg moczowych u pacjentów. Choroby dróg moczowych stanowią częsty problem wśród populacji pediatrycznej, szacuje się, że mogą one dotyczyć ponad 20% dzieci do 5. roku życia i 2–4% nastolatków. Funkcjonalne zaburzenia mogą być związane z wieloma wadami układu moczowego oraz ośrodkowego układu nerwowego. Brak nieinwazyjnych metod diagnostycznych, umożliwiających funkcjonalną i kompleksową analizę stanu dróg moczowych, zmniejsza prawdopodobieństwo postawienia prawidłowej diagnozy i skutecznego leczenia. Z drugiej strony, może to również zwiększać liczbę dzieci leczonych bez uzasadnionego problemu klinicznego.

Model propagacji promieniowej, stosowany w UST, okazuje się wystarczający do skutecznej detekcji zaburzeń wewnętrznych i znajduje zastosowanie w rozwiązaniach medycznych, np. w nieinwazyjnym monitorowaniu i diagnostyce schorzeń dolnych dróg moczowych. Innowacyjność proponowanego rozwiązania polega na jednoczesnej ocenie funkcji dróg moczowych na podstawie analizy obrazów uzyskanych za pomocą elektrycznej impedancji i tomografii ultradźwiękowej. EIT, jako nieinwazyjna metoda diagnostyczna, pozwala na wizualizację wewnętrznych struktur organizmu. Jednakże systemy diagnostyczne układu moczowego oparte na EIT nie są obecnie dostępne na rynkach światowych. Ponadto, zbudowanie takiego systemu wymaga rozwiązania wielu problemów, takich jak ograniczone pola badawcze, zależności związane z budową ciała, trudności w obrazowaniu struktur kostnych oraz obszarów wypełnionych gazami. Ostateczna wersja systemu ma zostać wdrożona w praktyce klinicznej, gdzie będzie wykorzystywana do diagnozowania chorób u wybranych grup populacji z rozpoznaną dysfunkcją dróg moczowych.

Technika EIT umożliwi kontrolę procesów wewnętrznych obiektu bez bezpośredniej interwencji. Zebrane dane są analizowane i przekształcane w obrazy za pomocą specjalistycznych algorytmów. Jednak obrazy uzyskane tą metodą tomografii charakteryzują się zazwyczaj niską rozdzielczością. Osiągnięcie wyższej rozdzielczości jest utrudnione przez czynniki takie jak ograniczona liczba pomiarów, złożona natura prądów elektrycznych w różnych ośrodkach oraz niska wrażliwość pomiarów napięcia na zmiany przewodności w badanym obszarze. Wyzwaniem jest zatem opracowanie precyzyjnych narzędzi pomiarowych i algorytmów umożliwiających efektywną rekonstrukcję obrazu.

Analiza danych jest kluczowym elementem w diagnozowaniu procesów za pomocą tomografii. Dokładne zrozumienie problemu odwrotnego w tomografii może usprawnić proces rekonstrukcji obrazu. W badaniach opartych na tomografii elektrycznej nie istnieje jedna, idealna metoda rekonstrukcji. Wybór metod i modeli musi być dostosowany do specyfiki konkretnego problemu. Autorzy zaprezentowali i porównali pięć różnych algorytmów uczenia maszynowego, z których optymalną metodą dla omawianego problemu okazała się sieć neuronowa NNET, dostępna w pakiecie „nnet” w R. Jest to metoda uczenia maszynowego, zdolna do uczenia się złożonych wzorców i relacji w danych. Sieć neuronowa składa się z zestawu sztucznych neuronów, które są połączone warstwami i przetwarzają dane wejściowe, wykorzystując funkcje aktywacji oraz wagi. Biblioteka „nnet” umożliwia tworzenie i uczenie jednokierunkowych sieci neuronowych z jedną warstwą

ukrytą, o wybranej liczbie neuronów. Model ten jest szkolony przy użyciu algorytmu propagacji wstecznej, który dostosowuje wagi sieci na podstawie błędu między przewidywaniami a wartościami docelowymi, z dodatkiem regularyzacji zapobiegającej przetrenowaniu sieci. Rysunek 1a przedstawia omawiane urządzenie, Rysunek 1b ilustruje działanie opisywanego modelu sieci neuronowej na danych symulowanych, natomiast Tabela 1 zawiera wskaźniki błędów uzyskanych rekonstrukcji.



Rysunek 1. a) Modułowe urządzenie pomiarowe składa się z następujących elementów: modułu głównego tomografu, jednostki elektronicznej sterującej przebiegiem pomiaru oraz zestawu 16 czujników tekstylnych rozmieszczonych w dwóch rzędach po 8 czujników każdy. Czujniki w postaci elektrod EKG przylegają do skóry dzięki bieleżnie pomiarowej. b) Porównanie obiektu pierwotnego (po lewej) i uzyskanej rekonstrukcji przy użyciu algorytmu NNET (po prawej) dla dwóch różnych przypadków, na danych symulowanych.

Tabela 1. Porównanie metryk rekonstrukcji obrazu.

Model	Czas [s]	Wskaźnik		
		MAE	MSE	RMSE
XGBoost	11	0.06043	0.004579	0.06486
Extremely Randomized Trees	110.53	0.002474	0.0008218	0.009102
Decision Tree	25.96	0.003834	0.002255	0.01462
NNET	7.49	0.0012091	0.0004245	0.0065748
Elastic Net	8.47	0.0153976	0.004616	0.0222395

Przyszłe badania będą skoncentrowane na udoskonaleniu metod rekonstrukcji obrazu przy użyciu technik głębokiego uczenia oraz na kontynuacji rozwoju urządzeń pomiarowych dla tomografii elektrycznej i ultradźwiękowej.

Literatura

- [1] Kłosowski, G.; Hoła, A.; Rymarczyk, T.; Mazurek, M.; Niderla, K.; Rzemieniak, M. Use of the Double-Stage LSTM Network in Electrical Tomography for 3D Wall Moisture Imaging. *Measurement* 2023, 213, 1-13; <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.112741>
- [2] Baran, B.; Kozłowski, E.; Majerek, D.; Rymarczyk, T.; Soleimani, M.; Wójcik, D. Application of Machine Learning Algorithms to the Discretization Problem in Wearable Electrical Tomography Imaging for Bladder Tracking. *Sensors* 2023, 23, 1553. <https://doi.org/10.3390/s23031553>
- [3] Przysucha, B.; Wójcik, D.; Rymarczyk, T.; Król, K.; Kozłowski, E.; Gąsior, M. Analysis of Reconstruction Energy Efficiency in EIT and ECT 3D Tomography Based on Elastic Net. *Energies* 2023, 16, 1490. <https://doi.org/10.3390/en16031490>

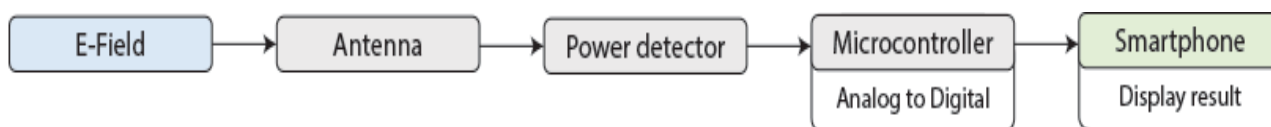
EMC TESTING OF ELECTROMAGNETIC MEASUREMENT SYSTEM

Joanna MICHAŁOWSKA

The University College of Applied Science in Chelm

Wpływ pola elektromagnetycznego na organizm człowieka oraz urządzenia elektroniczne jest przedmiotem badań w wielu ośrodkach naukowych na całym świecie. Stały rozwój technologiczny dotyczący konstruowania systemów pomiarowych wraz z technologią informacyjną umożliwia monitorowanie środowiska przy niewielkim koszcie zastosowanych urządzeń. Na całym świecie prowadzone są badania dotyczące wykorzystania tanich czujników do monitorowania i oceny między innymi częstotliwości radiowych w kontekście narażenia na pole elektromagnetyczne, zanieczyszczeń środowiska (CO, PM, NO²) czy poziomu powierzchni wód. Na podstawie doniesień literaturowych pojawiają się odpowiednie zalecenia stosowania takich czujników.

W artykule zaprezentowano wyniki pomiarów emisji oraz odporności elektromagnetycznych zaburzeń promieniowanych opracowanego systemu pomiarowego składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego (rys. 1).



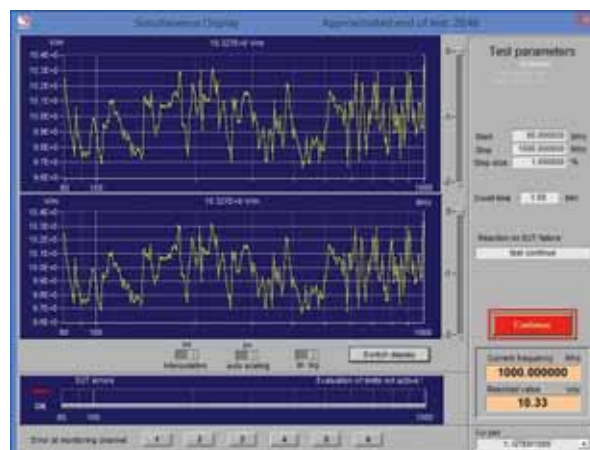
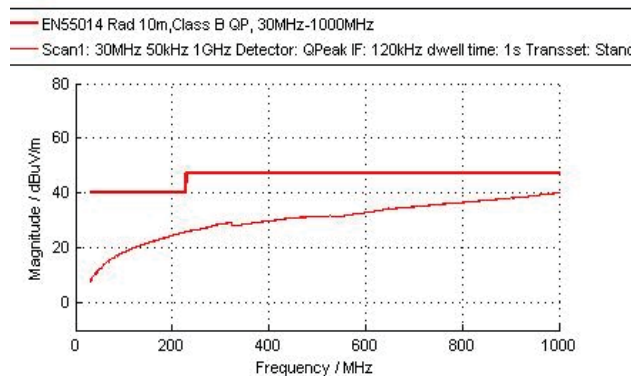
Rys. 1. System blokowy układu pomiarowego



Rys. 2. Stanowisko pomiarowe do badań odporności na zaburzenia elektromagnetyczne

Badania zaburzeń promieniowanych w zakresie częstotliwości 30 MHz- 1 GHz przeprowadzono w komorze GTEM 1000 z odbiornikiem pomiarowym Gauss Instruments TDEMI. Wykonano pomiary,

zgodnie z normą EN 61000-4-20, w całym zakresie pomiarowym, tj. od 30 MHz do 1 GHz, z zastosowaniem detektora QP i szerokości pasma rozdzielczości 120 kHz (rys. 2). Testy odporności przeprowadzono w celu sprawdzenia porwanej pracy urządzenia w środowisku elektromagnetycznym (rys. 2). Testowano nowo powstały system pomiarowy zgodnie z metodyką zawartą w EN 61000-4-3 w komorze GTEM 1000 z podłączonym generatorem ITS 6006 firmy Teseq. Generator sygnału RF (częstotliwości radiowej) w zakresie od 80 MHz do 1 GHz podłączony jest bezpośrednio do wzmacniacza mocy CBA 1G-070 firmy Teseq (rys. 3). Zastosowano poziom narażenia 10V/m.



Rys. 3. Pomiar emisji promieniowanej Rys. 4 Testy odporności

Dyrektywa EMC określa aby urządzenia były tak zbudowane, aby w normalnym otoczeniu elektromagnetycznym nie przekraczały poziomów normatywnych oraz były odporne.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można zauważyć że testowane urządzenie spełnia wymagania w zakresie granicznych poziomów zakłóceń elektromagnetycznych zgodnie z normą PN-EN55014, w całym zakresie pomiarowym oraz jest odporne na nie.

Ze względu na niski koszt prototypowego układu pomiarowego w porównaniu z profesjonalnymi systemami pomiarowymi oraz dokładność nieodbiegającą od czujników dedykowanych, badania tego typu można przeprowadzać na układach zespołów czujnikowych.

Literatura

- [1] Sharafat, A., Tyrel, G., Baden, P., Johan, P., Fakhrol, A. (2021). Low Cost Sensor With IoT LoRaWAN Connectivity and Machine Learning-Based Calibration for Air Pollution Monitoring. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 70 (17). <https://doi.org/10.1109/TIM.2020.3034109>
- [2] Walczak, M., Bychto, L., Kraśniewski, J., Duer, S. (2022) Design and evaluation of a low-cost solar simulator and measurement system for low-power photovoltaic panels. *Metrology and Measurement Systems*, 29(4), 685-700. <https://doi.org/10.24425/mms.2022.143067>
- [3] Michałowska J., Mazurek P., A study on radiated interference emitted by power tool appliances within 30 MHz to 1 GHz, *Przegląd Elektrotechniczny*, 96 (2020), nr 1, 178-181
- [4] Goleman R., Majcher J., Bańka K., Electromagnetic compatibility of selected elements of building Automation, *Przegląd Elektrotechniczny*, R. 99 NR 5/2023
- [5] EN 61000-4-20:2011E, Electromagnetic compatibility (EMC) –Part 4-20. Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides
- [6] PN-EN 55014-1:2021, Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission
- [7] PN-EN 55014-2:2021, Electromagnetic compatibility – Electromagnetic compatibility - Requirements for household appliances, electric tools and similar devices - Part 2: Immunity

WPŁYW STYMULACJI ULTRADŹWIĘKAMI NA STRUKTURĘ JAKOŚCIOWO-ILOŚCIOWĄ DROŹDZY *CANDIDA*

Anna MIERNIK

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

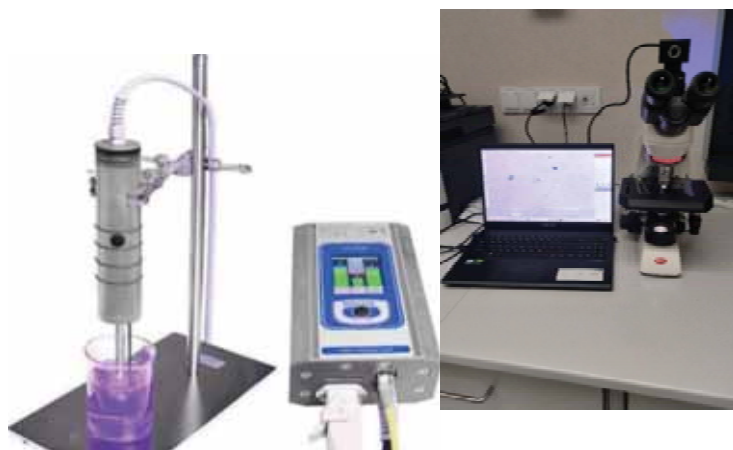
Technologie ultradźwiękowe zostały uznane za odpowiednią alternatywę w celu optymalizacji przetwarzania, utrzymania jakości i zapewnienia nieszkodliwości produktów spożywczych [1]. Wśród wielu jego zastosowań, uwagę zwraca szeroki zakres reakcji biologicznych, takich jak stymulacja proliferacji komórek drobnoustrojów, inaktywacja mikroorganizmów i wpływ na aktywność enzymatyczną. Powszechnie obserwowane skutki emisji ultradźwięków o niskim natężeniu na komórki drobnoustrojów i ich otoczenie polegają na ciągłym wytwarzaniu kawitacji i możliwych do naprawienia uszkodzeń komórek. Powoduje to przyspieszony wzrost komórek i aktywności metabolicznej mikroorganizmów. Ultradźwięki o wysokiej intensywności nie mogą zapewnić działania przyspieszającego wzrost komórek drobnoustrojów, ponieważ powodują nieodwracalne uszkodzenia [2]. Oddziaływanie ultradźwiękowe zaproponowano do nadzorowania systemów fermentacji (przy wysokich częstotliwościach) oraz jako obróbkę procesową (przy niskich częstotliwościach). Pomimo, że wykazano korzystny wpływ ultradźwięków na fermentację, podstawowe interakcje między ultradźwiękami a mikroorganizmami są złożone i nie w pełni poznane [3]

Cel i zakres badań

Celem badań było określenie wpływu fal ultradźwiękowych o zróżnicowanej amplitudzie oraz czasie trwania impulsów na geometrię komórek wybranych drobnoustrojów.. Zakres pracy obejmował poddanie *Candidy krusei* oddziaływaniu fal ultradźwiękowych o różnych wartościach amplitudy fali ultradźwiękowej (2 μm , 6 μm i 10 μm) oraz czasie trwania impulsu (5 min, 10 min i 15 min). Dla każdej z w/w kombinacji oddziaływania zostały zmierzone średnice i pola powierzchni komórek drożdży.

Metodyka badań

W badaniach wykorzystano szczep *Candida krusei* ATCC 14243 pochodzący z kolekcji szczepów Laboratorium Eksperymentalnych Technik Badawczych Surowców i Produktów Biologicznych. Przygotowano zawiesiny drobnoustrojów o gęstości optycznej 0,5 w skali McFarlanda. Do okrągłodennych sterylnych probówek, wypełnionych 10 ml sterylnego płynnego podłoża BHI, wprowadzono za pomocą jałowej ezy pobrane kolonie drobnoustrojów. Mieszaninę wymieszano za pomocą wirówki typu vortex. Gęstość optyczną mierzono przy użyciu densytometru. Sporządzono po 4 próbki zawiesin badanych drobnoustrojów: próbę kontrolną i trzy próby badane. Następnie próbki poddano oddziaływaniu fal ultradźwiękowych wytworzonych przez sonifikator (rys.1) w trzech wariantach amplitudy 2 μm , 6 μm i 10 μm i mocy 25W. Wykorzystano 3 warianty czasu ekspozycji 5, 10 i 15 minut.



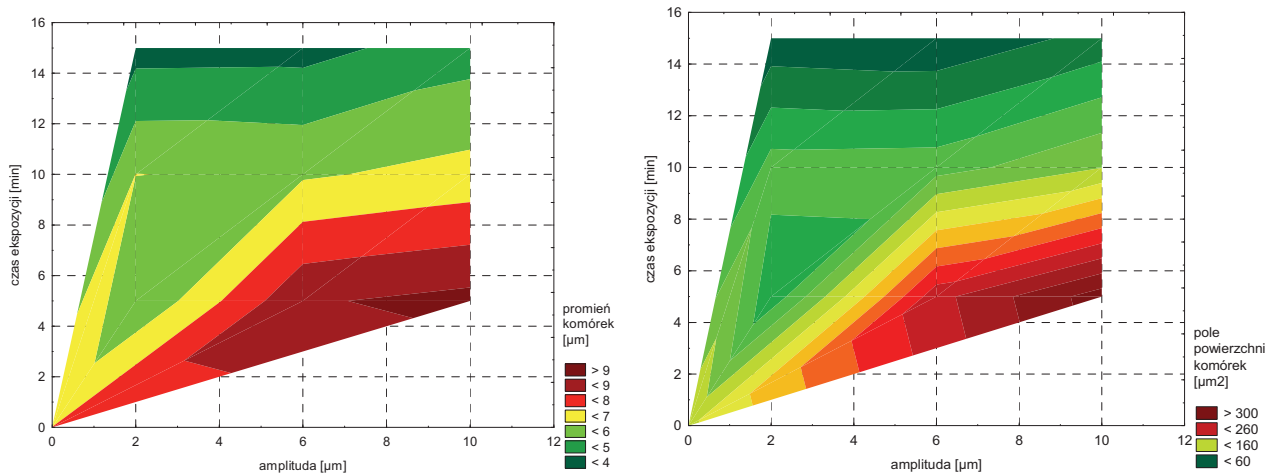
Rys. 1. Sonifikator Hielscher UP200St, Mikroskop Motic Panthera

Bezpośrednio po przeprowadzeniu badań wykonano barwienie preparatu mikrobiologicznego w celu określenia wielkości komórek drobnoustrojów. Wielkość komórek zmierzono przy użyciu oprogramowania Motic Plus 3.0 kompatybilnego z mikroskopem optycznym Motic Panthera

Wyniki

Na rysunku 2ab przedstawiono relację między amplitudą i czasem ekspozycji fali ultradźwiękowej a promieniem komórek *Candida krusei*. W przypadku *Candida krusei*, aby uzyskać największy promień komórek należy tak dobierać parametry czasu oddziaływania oraz amplitudy fali ultradźwiękowej, aby kombinacja parametrów sytuowała układ w obszarze koloru czerwonego i nie przekraczała linii granicznej koloru żółtego. Stosując kombinacje parametrów czasu ekspozycji powyżej 11 minut niezależnie od amplitudy zarejestrowano promień komórek nieprzekraczający 6 μm , który osiągnął najmniejsze wartości (poniżej 4 μm) przy parametrach powyżej 14 minut oraz amplitudzie do 6 μm . Natomiast na rysunku 4b przedstawiono relację między amplitudą i czasem ekspozycji fali ultradźwiękowej a polem powierzchni komórek *Candida krusei*. W przypadku *Candida krusei*, aby uzyskać największe pole powierzchni komórek należy tak dobierać parametry czasu oddziaływania oraz amplitudy fali ultradźwiękowej, aby kombinacja parametrów sytuowała układ w obszarze koloru czerwonego i nie przekraczała linii granicznej koloru żółtego. Stosując kombinacje parametrów czasu ekspozycji powyżej 10 minut niezależnie od amplitudy zarejestrowano pole powierzchni komórek nieprzekraczające 100 μm^2 , które osiągnęło najmniejsze wartości (poniżej 60 μm^2) przy parametrach powyżej 14 minut oraz amplitudzie do 6 μm .

a) b)



Rys. 2. Relacja między amplitudą i czasem ekspozycji fali ultradźwiękowej: a) promieniem komórek; b) polem powierzchni komórek *Candida krusei*

Wnioski

Poddanie *Candida krusei* oddziaływaniu ultradźwiękowemu wpłynęło na ich strukturę jakościowo-ilościową zwiększając lub zmniejszając parametry geometryczne komórek tych drobnoustrojów. Zwiększenie lub zmniejszenie rozmiaru komórek było zależne od zastosowanych parametrów fali ultradźwiękowej. W przypadku geometrii komórek *Candidy krusei* reprezentowaną długością promienia i polem powierzchni komórek zarejestrowano zmniejszenie rozmiaru komórek. Wyjątek stanowiły próbki poddane oddziaływaniu fali ultradźwiękowej o amplitudzie 6 μm w czasie 10 minut oraz o amplitudzie 10 μm w czasie 5 minut ekspozycji, gdzie zaobserwowano zwiększenie rozmiarów komórek *Candida krusei*

Literatura

- [1] Arvanitoyannis IS, Kotsanopoulos KV, Savva AG: Use of ultrasounds in the food industry–Methods and effects on quality, safety, and organoleptic characteristics of foods: A review. Crit Rev Food Sci Nutr 2017, 57:109-128
- [2] Huang G, Chen S, Dai C, Sun L, Sun W, Tang Y, Xiong F, He R, Ma H: Effects of ultrasound on microbial growth and enzyme activity. Ultrason Sonochem 2017, 37:144-149.
- [3] Ojha KS, Mason TJ, O'Donnell CP, Kerry JP, Tiwari BK: Ultrasound technology for food fermentation applications. Ultrason Sonochem 2017, 34:410-417.

WPŁYW STYMULACJI ULTRADŹWIĘKAMI NA WZROST BAKTERII GRAM DODATNICH I GRAM UJEMNYCH

Anna MIERNIK¹, Paweł KIEŁBASA¹, Tomasz DRÓŹDŹ¹, Paweł PYSZ¹,
Akinniyi AKINSUNMADE¹, Stepan KOVALYSHYN²

¹ Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

² Lwowski Narodowy Uniwersytet Przyrodniczy w Dublanach

Wstęp

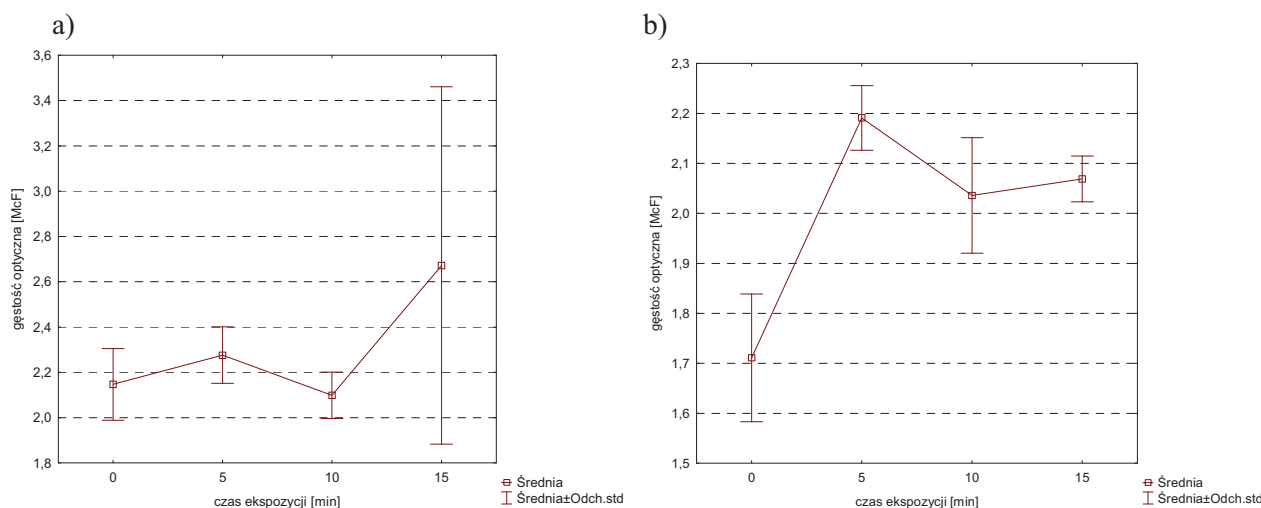
Wraz z rozwojem technologicznym, fale ultradźwiękowe z powodzeniem wykorzystywane są w szerokim zakresie zastosowań medycznych i przemysłowych. Przetworniki ultradźwiękowe o małej mocy i wysokich częstotliwościach stosowane są do testowania, pomiaru materiałów oraz wykrywania pęknięć, złamań, ruchomych elementów i defektów obiektów. Urządzenia ultradźwiękowe o dużej mocy (niższe częstotliwości i większa moc) są wykorzystywane do czyszczenia, spawania tworzyw sztucznych i metali, cięcia i formowania materiałów, oddzielania, mieszania, odgazowywania, atomizowania, lokalizacji i wielu innych procesów [1]. Natomiast w przemyśle spożywczym technologia ultradźwiękowa, ze względu na swoją wysoką wydajność jest powszechnie stosowana do przetwarzania, chłodzenia i konserwacji produktów spożywczych. Ultradźwięki mogą być stosowane jako metoda alternatywna dla obróbki cieplnej w celu eliminacji mikroorganizmów i enzymów bez niszczenia składników odżywczych w żywności [2]. Przemysł spożywczy wykazał zainteresowanie zastosowaniem ultradźwięków w celu poprawy właściwości chemicznych, fizycznych i funkcjonalnych różnych produktów spożywczych. Obecnie istnieje duże zainteresowanie ultradźwiękami o dużym natężeniu, ponieważ ich propagacja w materiale biologicznym powoduje kompresję i dekompresję cząstek, co zmienia właściwości fizykochemiczne materiału i poprawia jakość różnych układów. Jednym z najczęściej badanych obszarów jest poprawa właściwości funkcjonalnych białek, ponieważ uważa się je za niezbędne do utrzymania cech organoleptycznych i większej akceptowalności żywności [3].

Cel, zakres i metodyka badań

Celem badań było określenie wpływu fal ultradźwiękowych o zróżnicowanej amplitudzie oraz czasie trwania impulsów na wzrost komórek wybranych drobnoustrojów. Zakres pracy obejmował poddanie wybranych szczepów drobnoustrojów oddziaływaniu fal ultradźwiękowych o różnych wartościach amplitudy fali ultradźwiękowej (2 μm , 6 μm i 10 μm) oraz czasie trwania impulsu (5 min, 10 min i 15 min). Dla każdej z w/w kombinacji oddziaływania zostało określone tempo wzrostu reprezentowane gęstością optyczną. W badaniach wykorzystano szczepy *Escherichia coli* ATCC 29212 i *Staphylococcus aureus* ATCC 278596 pochodzące z kolekcji szczepów Laboratorium Eksperymentalnych Techniki Badawczych Surowców i Produktów Biologicznych. Przygotowano zawiesiny drobnoustrojów o gęstości optycznej 0,5 w skali McFarlanda. Do okrągłodennych sterylnych probówek, wypełnionych 10 ml sterylnego płynnego podłoża BHI, wprowadzono za pomocą jałowej ezy pobrane kolonie drobnoustrojów. Mieszaninę wymieszano za pomocą wirówki typu vortex. Gęstość optyczną mierzono przy użyciu densytometru. W badaniach został wykorzystany sonifikator Hielscher UP200St. Kompletny system ultradźwiękowy składający się z przetwornika ultradźwiękowego i generatora. Amplituda mechaniczna procesora jest regulowana w zakresie od 20% do 100%. Sporządzono po 4 próbki zawiesin badanych drobnoustrojów: próbę kontrolną i trzy próby badane. Następnie próbki poddano oddziaływaniu fal ultradźwiękowych w trzech wariantach amplitudy 2 μm , 6 μm i 10 μm i mocy 25W. Wykorzystano 3 warianty czasu ekspozycji 5, 10 i 15 minut. Następnie próbki inkubowano w cieplarni w temperaturze 35°C przez 7 dni, wykonując co 24 godziny pomiar gęstości optycznej.

Wyniki badań

Na rysunku 1a zilustrowano gęstość optyczną *Escherichii coli* uzyskaną po 24 godzinach od ekspozycji falami dźwiękowymi o amplitudzie 2 μm . Zarejestrowano naprzemienne wzrosty i spadki wartości gęstości optycznej. Najwyższą wartość gęstości optycznej uzyskano po 15 minutowej ekspozycji, która wyniosła 2,67 McF, natomiast najniższą wartość gęstości optycznej uzyskano po 10 minutowej ekspozycji – 2,1 McF. Największą różnicę między próbkami badanymi a kontrolą uzyskano dla gęstości optycznej otrzymanej po 15 minutowej ekspozycji, która wyniosła 0,52 McF. Również największy rozrzut między wartościami uzyskano dla próbek poddanych 15 minutowej ekspozycji falami dźwiękowymi (1,97 McF). Natomiast na rysunku 1b przedstawiono gęstość optyczną *Staphylococcus aureus* uzyskaną po 24 godzinach od ekspozycji falami dźwiękowymi o amplitudzie 2 μm . Zarejestrowano naprzemienne wzrosty i spadki wartości gęstości optycznej. Najwyższą wartość gęstości optycznej uzyskano po 5 minutowej ekspozycji, która wyniosła 2,19 McF, natomiast najniższą wartość gęstości optycznej uzyskano dla próbki kontrolnej – 1,71 McF. Największą różnicę między próbkami badanymi a kontrolą uzyskano dla gęstości optycznej otrzymanej po 5 minutowej ekspozycji, która wyniosła 0,48 McF. Największy rozrzut między wartościami uzyskano dla próbek kontrolnych (0,4 McF).



Rys. 1. Gęstość optyczna otrzymana po 24 godzinach od ekspozycji fali ultradźwiękowej o amplitudzie 2 μm : a) *Escherichia coli*; b) *Staphylococcus aureus*

Wnioski

Poddanie mikroorganizmów takich jak *Escherichia coli* oraz *Staphylococcus aureus* oddziaływaniu ultradźwiękowemu wpłynęło na zdolność do wzrostu komórek tych drobnoustrojów. Zwiększenie lub zmniejszenie zdolności do wzrostu było zależne od zastosowanych parametrów fali ultradźwiękowej. Na podstawie przeprowadzonych badań zaobserwowano, że poddanie *Escherichii coli* oddziaływaniu ultradźwiękowemu bez względu na wielkość amplitudy fali oraz bez względu na czas ekspozycji, powoduje zwiększenie wartości gęstości optycznej tej bakterii. Poddanie *Staphylococcus aureus* oddziaływaniu ultradźwiękowemu o wielkości amplitudy fali wynoszącej 2 μm i 10 μm oraz bez względu na czas ekspozycji, wpływa na zwiększenie wartości gęstości optycznej tej bakterii. Natomiast zastosowanie oddziaływania ultradźwiękowego o wielkości amplitudy fali wynoszącej 6 μm , bez względu na czas ekspozycji, wpływa na zmniejszenie wartości gęstości optycznej.

Literatura

- [1] Wiernicki, C.; Karoly, W.J. Ultrasound: Biological Effects and Industrial Hygiene Concerns. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 2010, 46, 488–496
- [2] Gallo, M.; Ferrara, L.; Naviglio, D. Application of Ultrasound in Food Science and Technology: A Perspective. Foods 2018, 7, 164.
- [3] Higuera-Barraza, O. A., Del Toro-Sanchez, C. L., Ruiz-Cruz, S., & Márquez-Ríos, E. (2016). Effects of high-energy ultrasound on the functional properties of proteins. Ultrasonics Sonochemistry, 31, 558–562. doi:10.1016/j.ultsonch.2016.02.007.

RESEARCH OF THE POSSIBILITIES OF CONTROLLING THE COMPOSITION OF MIXTURES OF ORGANIC AND INORGANIC SUBSTANCES IN A CYBER-PHYSICAL MEASUREMENT SYSTEM

Maryna MIKHALIEVA¹, Lubomyra ODOSII², Krzysztof PRZYSTUPA³,
Artūras KILIKEVIČIUS⁴, Yuryi SHABATURA⁵, Oleksandr PROTSANYN⁶

^{1, 2, 5, 6} Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine

³ Lublin University of Technology, Poland

⁴ Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania

Modern technology requires diagnostics during its use. The requirements of technical standards of economically developed countries describe the use of automated means of control of all operational systems, including control of the composition of technical fluids [1].

Also, there is an equally important control of industrial emissions, because technical fluids are the main pollutants of the environment and sources of diseases in case of violation of the rules of industrial sanitation [2].

Classical analysis methods, even with perfect working techniques, do not meet such requirements. The limits of the use of these methods are determined by the accuracy of the analytical weights (0.0001g) and the transition interval of the color of the indicators and, before that, the need for long deterministic separation methods with certain measurement errors.

Technical fluids are homogeneous mixtures consisting of aqueous solutions of organic and inorganic substances. The composition (substances and concentration) and some parameters, such as viscosity, are standard for the brand of technical fluid.

Modern experimental technique allows to study objects of qualimetry, which are not traditional for classical electrochemistry.

The authors propose to improve (replace) the laboratory chemical methods of controlling composition and viscosity with electrical (physical) methods based on a cyber-physical system with the dependence of electrical parameters on composition (viscosity).

The object of our research is the dependence of the active and reactive component of the conductivity of the measuring system on the frequency of the test signal for multicomponent mixtures of standard brands of technical fluids. The subject of research is the brands of hydraulic fluid of moving parts of modern machinery. Brands of hydraulic fluids have a standard composition - an aqueous solution of alcohol (organic substance) and additives (inorganic substances).

As a result of the use of a new approach to the study of objects of a non-electric nature and the development of original sensors, the authors obtained experimental data that allow measuring not only the properties but also the concentration of substances in aqueous homogeneous mixtures. At the same time, these will be substances of different chemical nature (organic and inorganic substances). The main practical novelty of the proposed methods is the selectivity of research, that is, these methods are sensitive to each component of a multicomponent liquid mixture.

The new dependence of the electrical parameter on the concentration of standard components was obtained with the help of a measuring system: an RLC-meter, a sensor (capacitive converter) and a computer. As a result of the obtained limit values of the electrical parameter, which correspond to the limit values of the standard

control parameters at experimentally established frequencies of the test signal, an algorithm of a new improved method was developed, which is proposed to be used in a cyber-physical measurement system.

The obtained results only confirm the theory about the dielectric properties of dielectric substances and the theory of atomic and electronic polarization with relaxation effects on capacitor energy losses.

We have developed a microcontroller consisting of an electromagnetic field frequency generator, a receiver of such a signal that passes through a sensitive sensor, and programs for its processing.

The received electrical signal (complex conductance) is analyzed by the microcontroller by comparing the received admittance value with the built-in corresponding values for comparison. The result of the comparison is a light signal about the conformity or non-conformity of the composition of the standard brand.

The proposed method, means and techniques have a theoretical and practical positive value for increasing the technical level of the process of diagnosing systems where technical fluids are used [3-8].

- [1] Gil, L., Przystupa, K., Pieniak, D., Kozłowski, E., Antosz, K., Gauda, K., & Izdebski, P. (2021). Influence of contamination of gear oils in relation to time of operation on their lubricity. *Applied Sciences*, 11(24), 11835.
- [2] Long, J., He, P., Przystupa, K., Wang, Y., & Kochan, O. (2024). Preparation of Oily Sludge-Derived Activated Carbon and Its Adsorption Performance for Tetracycline Hydrochloride. *Molecules*, 29(4), 769.
- [3] [4] MIKHALIEVA, Maryna, et al. Electrical method for the cyberphysical control system of non-electrical objects. *Przegląd Elektrotechniczny*, 2019, 2019.11: 200-203.
- [4] MIKHALIEVA, Maryna, et al. An electrical method for intelligent cooling liquid control Systems. *Acta Imeko*, 2020, 9.1: 56-60.
- [5] MIKHALIEVA, Maryna, et al. Electrical method for a water control after an osmosis process for the standard unit of ultrasound power in the aquatic environment. *Przegląd Elektrotechniczny*, 2022, 98.1.
- [6] MIKHALIEVA, Maryna, et al. Use electric and acoustic technologies for automated control of water. In: *Advances in Intelligent Systems and Computing: Selected Papers from the International Conference on Computer Science and Information Technologies, CSIT 2016, September 6-10 Lviv, Ukraine*. Springer International Publishing, 2017. p. 293-303.
- [7] MIKHALIEVA, Maryna, et al. Improvement of electrical methods of control and evaluation of impact of military activity on surface waters. *Przegląd Elektrotechniczny*, 2023, 99.2.
- [8] MIKHALIEVA, Maryna, et al. Opportunities of electrical technologies for control of the quality parameters of light sensitive materials. *Przegląd Elektrotechniczny*, 2024, 2024.3.

OPTIMALIZACJA ALGORYTMU STEROWANIA SILNIKIEM INDUKCYJNYM W KONTEKŚCIE STABILIZACJI PRĘDKOŚCI OBROTOWEJ

Krzysztof NĘCKA, Stanisław LIS, Jarosław KNAGA, Piotr ŁYSZCZARZ

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Kraków

Wstęp

Silniki indukcyjne o wirniku klatkowym są powszechnie stosowane w przemyśle produkcyjnym i transportowym. Przewagę nad innymi napędami elektrycznymi zapewnia im prosta budowa, niezawodność działania nawet w trudnych warunkach pracy, niskie koszty inwestycyjne oraz eksploatacyjne jak również łatwość konserwacji i wytrzymałość [1]. Są one wykorzystywane do napędu maszyn i urządzeń, dla których stawiane są odmienne wymagania. W zależności od przeznaczenia, kluczowa dla poprawności działania może być np.: płynność regulacji obrotów, niezależne sterowanie momentem obrotowym i szybkością obrotową, utrzymywanie stałego momentu obrotowego, skuteczne hamowanie, łagodny start lub optymalizacja zużycia energii [2], [3], [4].

Sterowanie silnikiem prądu przemiennego możemy realizować na kilka sposobów. W wąskim zakresie można regulować obroty poprzez zmianę napięcia zasilającego, która zmienia poślizg rotora. Niestety, ten sposób powoduje wzrost strat mocy na uzwojeniach i w praktyce nie jest stosowany. Innym sposobem jest zmiana rezystancji uzwojeń wirnika, która też wpływa na poślizg silnika. Możemy zachować stałą wartość maksymalnego momentu obrotowego przy obniżeniu prędkości obrotowej, lecz na dodatkowych rezystancjach wydzielana jest duża ilość energii w postaci ciepła. Ponadto konstrukcja silnika musi umożliwiać podłączenie dodatkowych elementów (silnik pierścieniowy). Możemy również uzyskać zmianę prędkości obrotowej przez zmianę liczby par biegunów magnetycznych. Uzyskujemy jednak zmianę skokową. W ostatnich latach najczęściej regulacja prędkości silnika prądu przemiennego realizowana jest przez zmianę częstotliwości napięcia zasilającego. Działanie to umożliwia nie tylko płynną regulację obrotów w szerokim zakresie, ale również oddziaływanie w sposób kontrolowany na moment obrotowy, skuteczność hamowania i łagodny rozruch. Za realizację tego procesu odpowiedzialne są dedykowane algorytmy. Niestety ze względu na nieliniowość i zmienność parametrów zarówno obciążenia jak i napięcia zasilającego trudno jest sterować silnikiem indukcyjnym w zastosowaniach przemysłowych szczególnie w procesach o wysokiej dynamice [2]. Dostępne są dwa główne algorytmy sterowania: wektorowy i skalarny. Bardzo dobre rezultaty pod względem precyzji regulacji jak również zużycia energii uzyskujemy dla algorytmów wektorowych, w których parametry pracy uzależnione są od aktualnego stanu silnika. Do realizacji sterowania wymagane jest przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym. Koniecznością jest więc stosowanie układów o dużej mocy obliczeniowej i urządzeń umożliwiających zmianę parametrów pracy z wymaganą szybkością reakcji. Alternatywą są algorytmy sterowane skalarnie. Zmieniają one częstotliwości napięcia zasilającego oraz jego amplitudę przy zachowaniu stałości U/f . W układach tych nie uwzględnia się reakcji silnika na podawane napięcie zasilające, a występowanie poślizgu sprawia, że szybkość wirowania pola elektromagnetycznego w silniku nie zawsze jest identyczna z prędkością obrotową wirnika.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było opracowanie i weryfikacja działania algorytmu pozwalającego na skrócenie czasu stabilizacji prędkości obrotowej i eliminację oscylacji wokół prędkości zadanej w algorytmach sterowania skalarnego. Cel pracy zrealizowano na podstawie opracowanych algorytmów sterowania w środowisku

MATLAB SIMULINK. Weryfikację poprawności działania algorytmu przeprowadzono na obiekcie rzeczywistym, w którym sterowanie pracą przemiennika częstotliwości odbywało się z wykorzystaniem platformy Arduino.

Badania

W opracowaniu przedstawiono analizę systemu technicznego z wykorzystaniem modelowania i symulacji komputerowej.

Badania dotyczące stabilizacji prędkości obrotowej silnika indukcyjnego poprzez optymalizację algorytmu sterowania przeprowadzono na bazie modelu symulacyjnego układu sterowania. Jego podstawowy blok funkcjonalny reprezentujący silnik indukcyjny zweryfikowano w oparciu o charakterystykę zarejestrowaną na stanowisku badawczym [4], [5].

Model układu sterowania stanowił punkt wyjścia do przeprowadzenia symulacji komputerowych, podczas których badano wpływ rodzaju algorytmu sterowania na stabilność prędkości obrotowej silnika w obecności sygnału zakłócającego o wybranych częstotliwościach i kształtach przebiegów. Zastosowano algorytmy regulatorów PI, PPI i bazujący na logice rozmytej. Na podstawie wyników symulacji wskazano optymalny algorytm sterowania. Następnie zaimplementowano go w pamięci mikrokontrolera (platforma Arduino), który stanowił sterownik sprzętowy umożliwiający test na obiekcie rzeczywistym. Weryfikacja z wykorzystaniem silnika indukcyjnego dostarczyła ostatecznego potwierdzenia wyników uzyskanych podczas symulacji komputerowych.

Literatura

- [1] Y. Cheng, et al.: AirCloud, Proceedings of the 12th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems - SenSys '14, pp. 251–265, 2014, doi.org/10.1145/2668332.2668346
- [2] E. Boldo, et al.: Aphis: 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, DOI: 10.1007/s10654-006-9014-0
- [3] M. H. N. Talib i in., „An improved simplified rules Fuzzy Logic Speed Controller method applied for induction motor drive”, ISA Transactions, t. 105, pp. 230–239, 2020, doi: 10.1016/j.isatra.2020.05.040.
- [4] S. Suresh i B. Karthik, „DISCRETE SWITCHING STRATEGY FOR DIRECT TORQUE CONTROL OF INDUCTION MOTOR USING ADAPTIVE PULSE WIDTH MODULATOR”, Microprocessors and Microsystems, pp. 103313, 2020, doi: 10.1016/j.micpro.2020.103313.
- [5] T. G. Workineh, Y. B. Jember, i A. T. Kassie, „Evaluation of intelligent PPI controller for the performance enhancement of speed control of induction motor”, Scientific African, t. 22, pp. e01982, 2023, doi: 10.1016/j.sciaf.2023.e01982.
- [6] T. Vo-Duy i M. C. Ta, „Fundamental design of electric motor control systems”, w Encyclopedia of Electrical and Electronic Power Engineering, Elsevier, pp. 428–453, 2023, doi: 10.1016/B978-0-12-821204-2.00054-4.
- [7] T. Glinka, „Model dynamiczny silnika indukcyjnego klatkowego”.

ANALIZA STRAT PRZEKSZTAŁTNIKA NAPIĘCIA Z TRANZYSTORAMI SiC MOSFET

Marcjan NOWAK, Adrian BARASIŃSKI

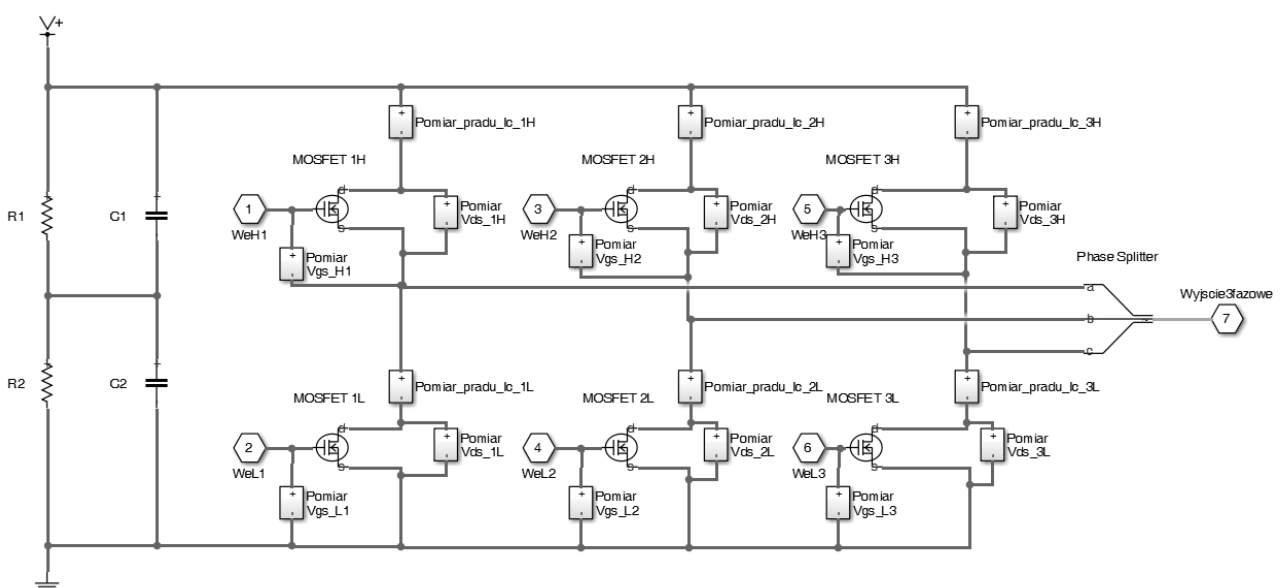
Politechnika Częstochowska, Katedra Elektroenergetyki

Wstęp

Niniejszy artykuł naukowy koncentruje się na analizie strat przełączeniowych w bloku mocy przekształtnika energoelektronicznego skonstruowanego z wykorzystaniem dyskretnych komponentów w technologii węgla krzemu (SiC). W przekształtnikach tego typu jednym z głównych źródeł strat jest generowanie ciepła wynikające z oporu wewnętrznego elementów takich jak tranzystory, diody i cewki. Dodatkowe straty mogą wynikać z dielektrycznych właściwości kondensatorów, zjawisk magnetycznych w cewkach oraz z efektów działania transformatorów. Szczególna uwaga została poświęcona stratom w tranzystorach mocy, które są kluczowymi komponentami w omawianym bloku mocy. Przekształtniki stosowane przemysłowo zazwyczaj pracują z częstotliwościami przełączania nieprzekraczającymi kilkunastu kiloherców, co jest wynikiem balansu między redukcją strat a limitami technologicznymi poszczególnych elementów składowych, takich jak tranzystory mocy czy sterowniki odpowiedzialne za ich obsługę.

Zwiększenie częstotliwość pracy kluczy tranzystorowych powoduje zwiększenie strat przełączeniowych, które są odprowadzane w postaci ciepła przez radiator. Z kolei praca przy zbyt niskiej częstotliwości przełączania kluczy tranzystorowych (kilka kiloherców) wpływa na komfortu obsługi układu elektromechanicznego ze względu na charakterystyczny dźwięk, który jest związany z pracą przekształtnika. Dodatkowo niska częstotliwość pracy wpływa negatywnie na kształt prądów fazowych, które są bardziej odkształcone oraz na generowanie zakłóceń elektromagnetycznych.

W praktyce, ze względu na ograniczenia sterowników, częstotliwość pracy tranzystorów jest ograniczona do 20 kHz. Istnieją różne sposoby zmniejszania strat w przekształtnikach energoelektronicznych. Jednym ze sposobów jest wykorzystanie bardziej efektywnych elementów półprzewodnikowych. Rozwiązanie to postanowiono zawrzeć w niniejszej pracy.

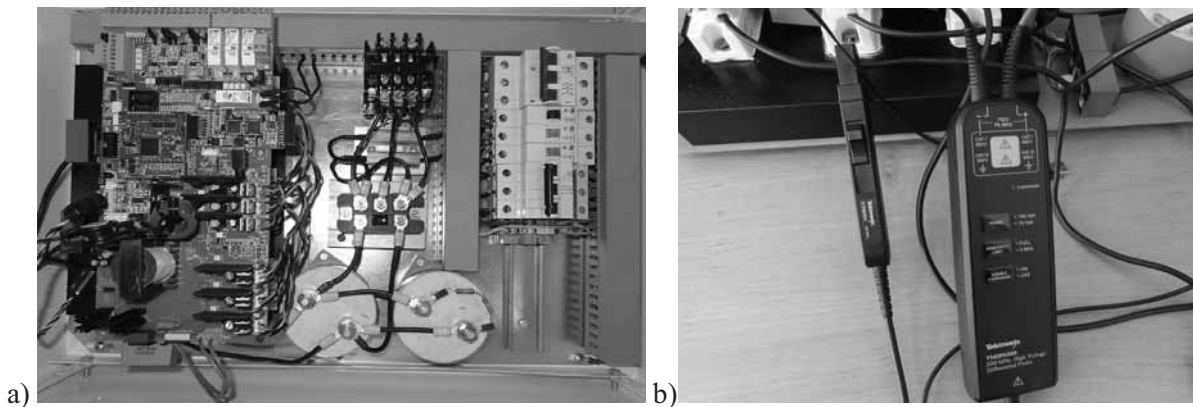


Rys. 1. Klasyczny schemat bloku mocy falownika napięcia utworzony w programie Matlab Simulink

Badania

Badania przedstawione w artykule obejmują dwuetapowe podejście do analizy strat przełączeniowych w przekształtniku energoelektronicznym. Pierwszy etap badań wykorzystuje symulację komputerową, za pomocą której modelowane są zachowania przekształtnika i analizowane są straty. Symulacje te realizowane są przy użyciu programu Matlab SIMULINK, który pozwala na precyzyjne odwzorowanie dynamiki bloku mocy. Model symulacyjny zawiera sześć tranzystorów rozmieszczonych w trzech gałęziach, gdzie każda gałąź składa się z dwóch tranzystorów. Kluczowe jest tutaj mierzenie spadku napięcia na tranzystorze (V_{DS}) oraz prądu (I_D) płynącego przez tranzystor, przy czym pomiary te muszą być synchronizowane z sygnałami sterującymi, aby zapewnić dokładność wyników.

W rzeczywistym przekształtniku pomiar strat wykonano z wykorzystaniem oscyloskopu, który został zsynchronizowany z sygnałem sterującym badanego tranzystora. Wykorzystano pomiar prądu I_D oraz spadek napięcia V_{DS} na badanym tranzystorze. Przekształtnik wykorzystuje metodę FOC (*ang. Field Oriented Control*) do sterowania pracą silnika PMSM (*ang. Permanent Magnet Synchronous Motor*). Częstotliwość pracy przekształtnika ze względu na ograniczenia sterowników przełączających klucze tranzystorowe ustawiono na wartość 20 kHz.



Rys. 2. Przekształtnik energoelektroniczny wykorzystany w badaniach rzeczywistych (a) oraz wykorzystane przyrządy pomiarowe (b)

Wnioski

Wykorzystanie symulacji komputerowych w energoelektronice umożliwia poprawne zaprojektowanie bloków składających się na kompletny przekształtnik energoelektroniczny. Dzięki symulacji komputerowej możliwe jest projektowanie elementów chłodzących, dobranie przekrojów przewodów oraz odpowiednie zaprojektowanie układów zabezpieczających przekształtnik.

Część praktyczna została zrealizowana z wykorzystaniem zmiennoprzecinkowego procesora sygnałowego z serii TMS320 firmy Texas Instruments. Wykorzystany procesor odpowiada za generowanie czasów włączenia tranzystorów mocy oraz za generowanie czasów martwych podczas których tranzystor górny i dolny danej gałęzi są wyłączone. Płyta mocy zawiera wszystkie niezbędne zabezpieczenia, które chronią tranzystory mocy przed zbyt dużym prądem fazowym oraz przepięciami.

Porównując część symulacyjną z częścią praktyczną można oszacować błąd z jakim zostały odtworzone sygnały w części symulacyjnej. Należy uwzględnić również błąd pomiarowy typu A związany z klasą przyrządów pomiarowych podczas wymienionego porównania.

PORÓWNANIE DOKŁADNOŚCI ODTWARZANIA PRĘDKOŚCI KĄTOWEJ SILNIKA PRĄDU STAŁEGO Z WYKORZYSTANIEM OBSERWATORA LUENBERGERA ORAZ SZTUCZNEJ SIECI NEURONOWEJ

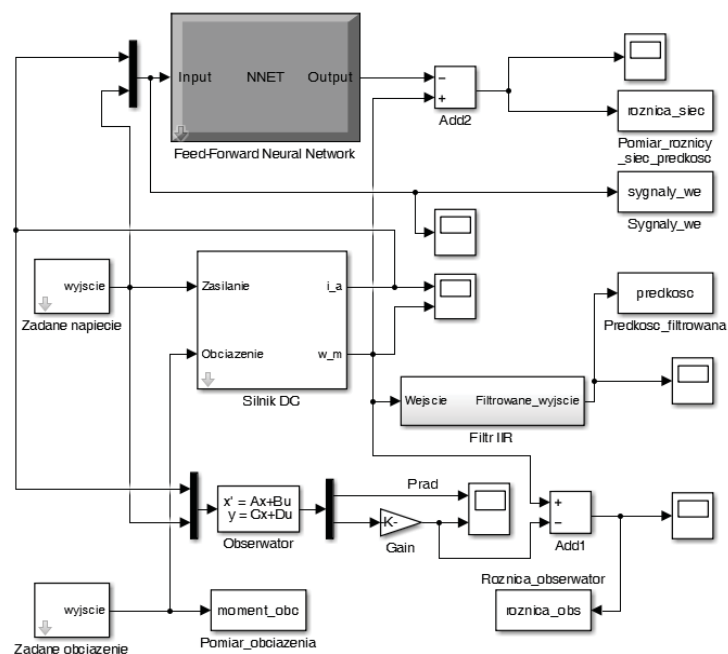
Marcjan NOWAK, Andrzej POPENDA

¹Politechnika Częstochowska, Katedra Elektroenergetyki

Wstęp

Celem niniejszej pracy jest porównanie dokładności odtwarzania prędkości kątowej z wykorzystaniem sztucznej sieci neuronowej oraz obserwatora Luenbergera. Najczęściej potrzeba odtwarzania prędkości w układach elektromechanicznych pojawia się w przypadku, gdy pomiar jest utrudniony lub niemożliwy ze względu na trudne warunki pracy, do których zaliczyć można między innymi wysoką temperaturę, wysoką wilgotność, zapylenie lub silne wibracje. Rozwiązaniem problemu pomiaru prędkości w układzie elektromechanicznym jest wykorzystanie bezczujnikowych algorytmów opierających się na zależnościach matematycznych, które na podstawie mierzonych napięć zasilających oraz prądów fazowych badanego silnika odtwarzają jego prędkość.

W pracy wykorzystano obserwator Luenbergera, który został zaprojektowany w programie Matlab SIMULINK. W skrypcie zaimplementowano parametry silnika do obliczenia macierzy stanu obiektu. Obliczono parametry zidentyfikowane oraz obliczono macierze stanu obiektu zidentyfikowanego. Kolejno sprawdzono obserwowalność i sterowalność obiektu i wyznaczono bieguny obserwatora. Na podstawie wyznaczonych współczynników wyznaczono procentowy błąd odtwarzania. Obliczone współczynniki macierzy stanu zaimplementowano do modelu symulacyjnego z silnikiem prądu stałego.

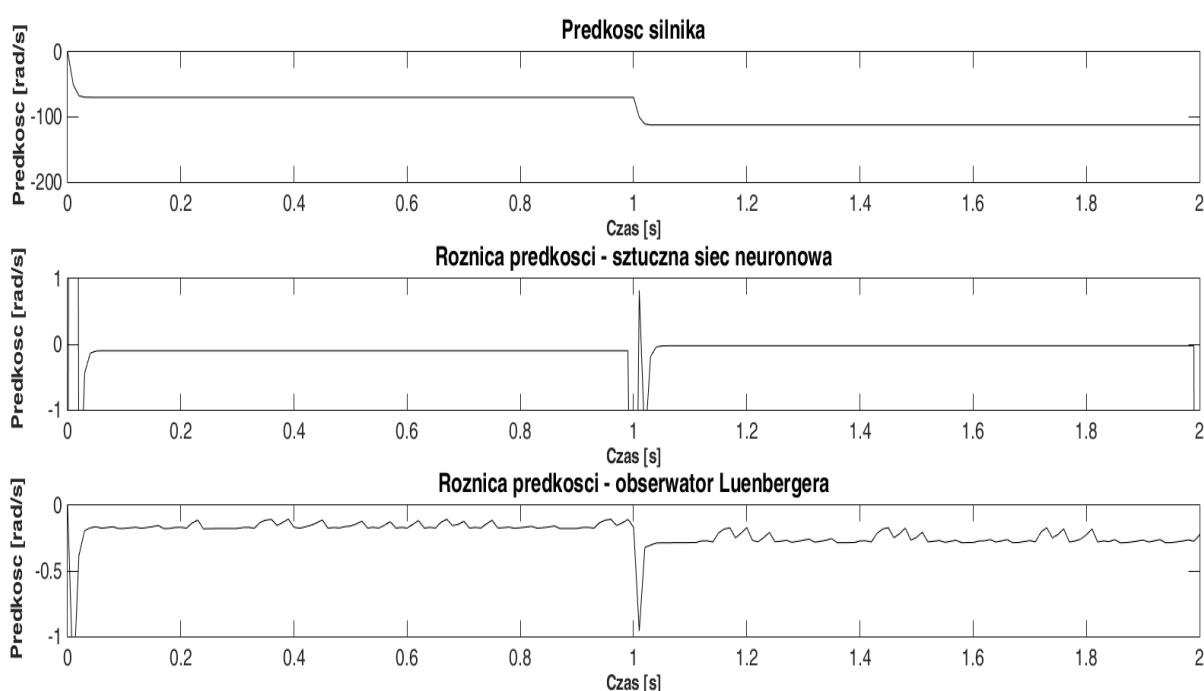


Rys. 1. Model symulacyjny zawierający blok sztucznej sieci neuronowej oraz obserwator Luenbergera

Zastosowanie nowoczesnych jednostek obliczeniowych SoC umożliwia wykorzystanie sieci neuronowych pracujących jako estymator prędkości silnika w układzie elektromechanicznym. W algorytmach bezczujnikowego pomiaru prędkości silników elektrycznych sztuczne sieci neuronowe zyskują coraz większą popularność, ze względu na uniwersalność, odporność na zakłócenia oraz elastyczność przy zmianie konfiguracji układu elektromechanicznego.

Badania

Korzystając z modelu symulacyjnego przedstawionego na rysunku 1 wykonano symulacje komputerowe sztucznej sieci neuronowej oraz obserwatora Luenbergera, których zadaniem było na podstawie prądu i napięcia zadanego silnika prądu stałego odtworzenie prędkości kątowej. Sztuczna sieć neuronowa w konfiguracji jednokierunkowej prostej zawiera kolejno 42, 24, 8 neuronów na warstwach ukrytych. Wykonano uczenie sieci z wykorzystaniem narzędzi programu Matlab. Wyniki symulacji komputerowych zaprezentowano na poniższych rysunkach.



Rys. 2. Prędkość mierzona w symulacji oraz różnice prędkości mierzonej w symulacji, a prędkością odtworzoną przez obserwator Luenbergera i sztuczna sieć neuronową

Wnioski

Symulacja komputerowa pokazuje, iż sieć neuronowa gorzej reaguje na zmiany dynamiczne prędkości, wartości różnicy prędkości są większe. Obserwator Luenbergera lepiej odtwarza prędkość kątową przy dynamicznych zmianach prędkości. Przyglądając się bliżej wykresom można zauważyć, iż w momencie ustabilizowania się prędkości sieć neuronowa odtwarza prędkość z większą dokładnością w porównaniu do obserwatora Luenbergera. W pracy wykorzystano rozbudowaną sieć neuronową, która zawierała kolejno 42, 24, 8 neuronów na warstwach ukrytych. Pełna wersja artykułu będzie zawierała porównanie różnych konfiguracji sztucznej sieci neuronowej. Porównanie ma na celu wybór optymalnej wielkości sztucznej sieci neuronowej.

PLANOWANIE TRAJEKTORII RUCHU ROBOTA STACJONARNEGO Z WYKORZYSTANIEM ALGORYTMÓW LOGIKI ROZMYTEJ

Krzysztof OLESIAK

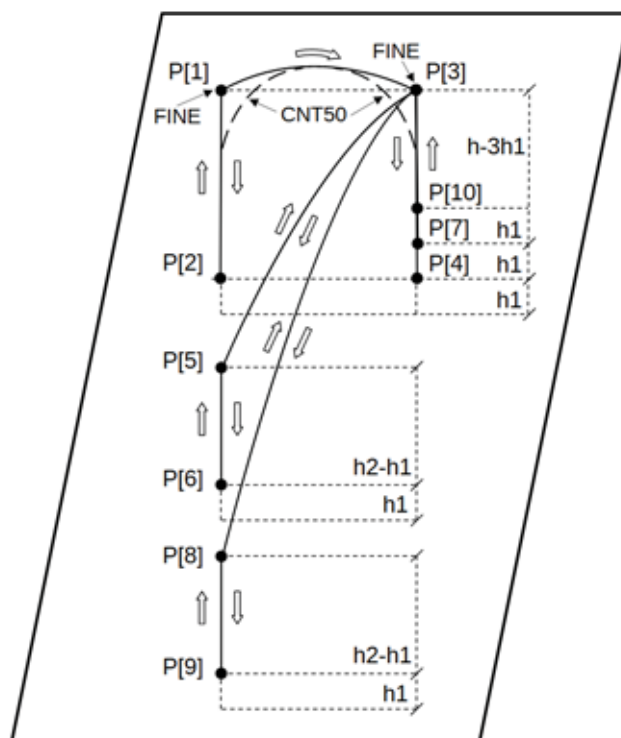
Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Wstęp

Robotyka jest dynamicznie rozwijającą się dziedziną wiedzy. Popularność robotów w różnorodnych procesach technologicznych wynika, w dużej mierze, z aspektów ekonomicznych. Zastosowanie robotów do wykonywania czynności powtarzalnych pozwala na znacznie szybsze i precyzyjne ich wykonanie. W konsekwencji planowanie trajektorii ruchu ma bardzo duże znaczenie. Ważnym aspektem jest nie tylko minimalizacja czasu, ale również wykluczenie potencjalnie kolizyjnych obszarów [1, 2].

Trajektoria ruchu punktu TCP robota

Trajektoria ruchu planowana jest przez operatora danego procesu technologicznego. W przypadku ogólnym stosuje się dwa podstawowe rodzaje ruchu. Pierwszy z nich to ruch liniowy, a drugi typu joint. Przy zastosowaniu ruchu liniowego TCP (Tool Center Point) przemieszcza się po linii prostej od punktu początkowego do punktu końcowego ze zdefiniowaną prędkością liniową. Warunkiem koniecznym realizacji takiego ruchu jest to, aby każdy punkt odcinka wyznaczonego przez punkt początkowy i końcowy należał do przestrzeni roboczej danego robota. W przypadku, gdy przynajmniej jeden punkt wyznaczonego odcinka nie należy do przestrzeni roboczej nastąpi zatrzymanie robota. Z tego powodu ruch liniowy stosuje się zazwyczaj do podnoszenia i opuszczania komponentów oraz do przemieszczania narzędzia roboczego pomiędzy komponentami znajdującymi się w niewielkich odległościach. Przykładowa trajektoria ruchu dotycząca układania trzech elementów o identycznych wymiarach geometrycznych w stos została przedstawiona na rys. 1.



Rys. 1. Trajektoria ruchu TCP przy układaniu trzech elementów w stos

BADANIA NUMERYCZNE WPŁYWU PROCESU ŚCIERANIA STRUKTURY TEKSTRONICZNEJ NA JEJ WŁAŚCIWOŚCI PRZEWODZĄCE

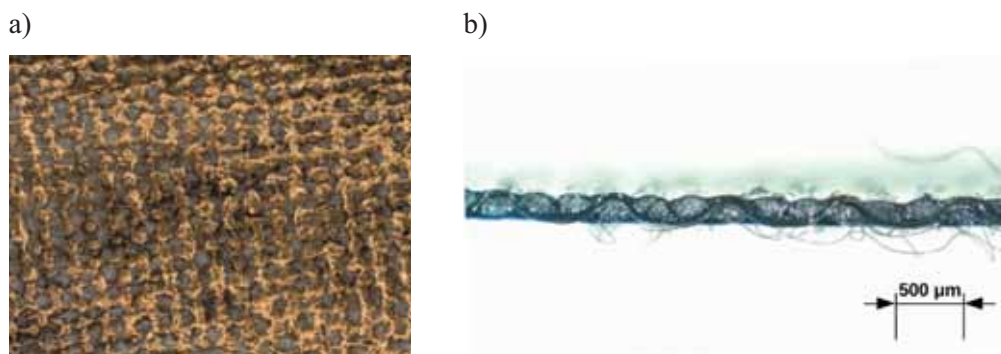
Stanisław PAWŁOWSKI¹, Mariusz MĄCZKA², Jolanta PLEWAKO,
Ewa KORZENIEWSKA³, Marcin LEBIODA³

¹ Politechnika Rzeszowska, Zakład Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych,

² Politechnika Rzeszowska, Katedra Podstaw Elektroniki,

³ Politechnika Łódzka, Instytut Systemów Inżynierii Elektrycznej

Elektronika ubieralna lub inaczej tekstronika jest obecnie jedną z najbardziej innowacyjnych branż i obejmuje projektowanie i produkcję urządzeń elektronicznych o różnych zastosowaniach, które można nosić na ciele lub wbudować w ubranie. Zastosowania tej technologii obejmują monitorowanie stanu zdrowia, poprawianie wyników sportowych, ułatwianie komunikacji, rozrywkę czy modę [1-3]. Tekstronika jest również silnie powiązana z innymi dziedzinami, takimi jak Internet Rzeczy, sztuczna inteligencja, nanotechnologia czy biotechnologia. Przykłady urządzeń elektroniki noszonej obejmują inteligentne zegarki, okulary, biżuterię, opaski fitness, implanty oraz czujniki do monitorowania funkcji życiowych. Aby integrować obwody elektroniczne z tkaninami, istotne jest wytworzenie cienkich warstw elektroprzewodzących na tekstyliach. Jednym z kluczowych zagadnień związanych z tym połączeniem jest dobór odpowiedniego podłoża tekstylnego oraz metody wykonania elementów o pożądanym parametrach elektrycznych. Istnieje kilka znanych metod wytwarzania tych struktur a jedną z nich jest metoda fizycznego osadzania z fazy gazowej (PVD) polegająca na odparowywaniu lub napyłaniu materiału przewodzącego na podłoże tekstylne w komorze próżniowej. Przykład struktury wykonanej przy pomocy tej technologii pokazuje rys.1.

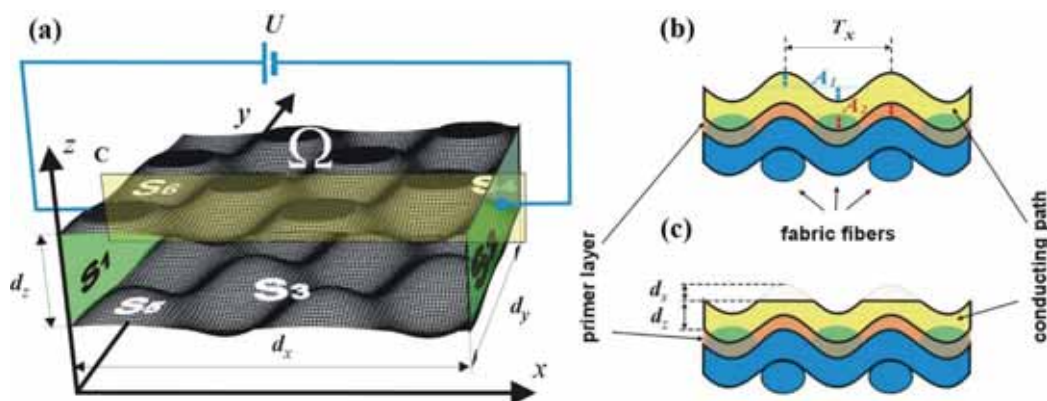


Rys. 1. Widoki powierzchni próbek struktury tekstronicznej wykonanej technologią PVD: a) widok mikroskopowy struktury z widocznymi przetarciami powierzchni przewodzącej, b) przekrój próbki.

Duży wpływ na parametry elektryczne systemów tekstronicznych ma rezystywność ścieżek łączących elementy aktywne (np. źródła zasilania, czujniki itp.). Jej zmiany spowodowane przez różne efekty związane z użytkowaniem mogą mieć wpływ na właściwe działanie urządzeń noszonych, czy systemów monitorujących w postaci opasek. Jednym z takich efektów zużycia jest ścieranie powierzchni ścieżek przewodzących. Ocena wpływu takiego efektu na parametry struktury poprzez symulacje komputerowe może pomóc w udoskonaleniu technologii wytwarzania oraz obniżyć koszty badań w kierunku nowych rozwiązań w tej kwestii.

W ramach prac badawczych opracowano numeryczny model struktury tekstronicznej [4], który umożliwi symulację rozkładu pól statycznych wewnątrz ścieżek przewodzących dla zadanych warunków zasilania. Bazuje on na półanalitycznej metodzie całkowo brzegowej, której podstawy opisano w pracy [5]. Idea tego modelu została zilustrowana na Rys. 2, gdzie obszar przewodzący (Ω) jest zdefiniowany w trzech wymiarach geometrycznych i ograniczony sześcioma powierzchniami granicznymi (S_1 - S_6). Faliste powierzchnie dolna

(S_5) i górna (S_6) wyrażają efekt grawitacyjnego osadzania się cząstek przewodzących na włóknach tkaniny. Rysunek 2b, stanowiący przekrój ścieżki przewodzącej w płaszczyźnie C, przedstawia jej geometrię w kierunku przepływu prądu I (oś OX), powstałego po przyłożeniu stałego napięcia U pomiędzy płaskimi powierzchniami krawędziowymi S_1 i S_2 odległymi od siebie o wartość d_x . Rozmiar ścieżki przewodzącej w kierunku prostopadłym do przepływu prądu (oś OY) ograniczają płaskie powierzchnie S_3 i S_4 , oddalone od siebie o wartość d_y . Grubość ścieżki przewodzącej określa parametr d_z , który jest jednocześnie wzajemną odległością pomiędzy powierzchniami S_5 i S_6 .



Rys. 2. Uproszczona koncepcja modelu 3D struktury tekstronicznej uwzględniającego efekt ścierania warstwy przewodzącej: powierzchnie graniczne i układ polaryzacji napięcia (a); widok modelu w przekroju z płaszczyzną C bez efektu starcia powierzchni przewodzącej (b) widok modelu w przekroju z płaszczyzną C z uwzględnieniem efektu starcia powierzchni przewodzącej (c)

Matematyczny opis obszaru przewodzącego Ω można przedstawić w postaci następujących zależności:

$$\Omega: \begin{cases} 0 \leq x \leq d_x \\ 0 \leq y \leq d_y \\ A_2(1 + \sin k_x x \sin k_y y) \leq z \leq \min(A_1(1 + \sin k_x x \sin k_y y) + d_z, 2A_1 + d_z - d_s) \end{cases} \quad (2)$$

Dzięki powyższej postaci opisu struktury istnieje możliwość modelowania nierówności powierzchni przewodzącej poprzez zmianę amplitud (A_1 i A_2) funkcji kształtujących powierzchnie S_5 i S_6 , co może mieć odniesienie do różnej grubości włókna tkaniny, na której osadzona jest warstwa przewodząca oraz stopnia zużycia (starcia) warstwy przewodzącej. Jednocześnie odległości między włóknami można przedstawić za pomocą okresów ($T_x = 2\pi / k_x$ and $T_y = 2\pi / k_y$) tych funkcji, co również ma istotny wpływ na geometrię ścieżki przewodzącej

Celem pracy jest oszacowanie wpływu zmian geometrii ścieżki przewodzącej spowodowanych ścieraniem jej powierzchni na parametry transportowe struktury tekstronicznej. Badania numeryczne obejmują wyznaczenie rozkładów pól stacjonarnych potencjału i natężenia pola elektrycznego wewnątrz ścieżki przewodzącej w trzech wymiarach geometrycznych oraz obliczenie konduktancji struktury w różnych przypadkach związanych ze zmianą jej geometrii spowodowaną ścieraniem.

Literatura

- [1] Smith, J., Petrovic, P., Rose, M., De Souza, C., Muller, L., Nowak, B., & Martinez, J. (2021). Placeholder Text: A Study. *The Journal of Citation Styles*, 3. <https://doi.org/10.10/X>
- [2] Frydrysiak M., Zięba J., Tęsiorowski Ł., Nawarycz T.: Wielelektrodowy pas tekstroniczny – potencjalne możliwości aplikacji medycznych, *Przegląd Elektrotechniczny*, (2012), 88, 11, 340-342
- [3] Rymarczyk, T.; Nita, P.; Vejar, A.; Wos, M.; Stefaniak, B.; Adamkiewicz, P. Wearable mobile measuring device based on electrical tomography. *Przegląd Elektrotechniczny*, (2019), 95, 211–214
- [4] Mączka M., Pawłowski S., Plewako J.: Modeling of the textronic structure using the Iterative Fundamental Solutions Method, *Advances in IT and Electrical Engineering*, (2024), 30, 5-11.
- [5] Pawłowski S.: Obliczanie pola elektromagnetycznego w transformatorach dużej mocy metodą całkowo-brzegową, praca doktorska, Instytut Elektrotechniki w Warszawie, 1993.

PORÓWNANIE MODELI SPRĘŻYSTEGO WAŁU NAPĘDOWEGO

Andrzej POPENDA, Marcjan NOWAK

Politechnika Częstochowska, Częstochowa

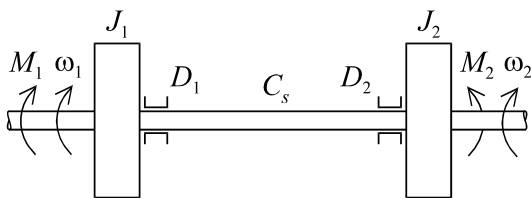
Wprowadzenie

Analiza stanów pracy układów napędowych związana jest często z zapewnieniem ich bezpiecznego funkcjonowania. Do tego potrzebne są kompleksowe badania, które są długotrwałe i kosztowne. Rozwiązaniem jest analiza badanego układu przedstawionego w postaci modelu matematycznego.

Silniki elektryczne, wchodzące w skład układów napędowych, są sprzężone z maszynami roboczymi za pośrednictwem wałów napędowych. W niniejszej pracy przeprowadzono symulację pracy systemu składającego się z bezszczotkowego silnika prądu stałego sprzężonego z maszyną roboczą za pośrednictwem sprężystego wału napędowego. W badaniach symulacyjnych jako modele wału napędowego rozważono: model o parametrach rozłożonych oparty na równaniach linii przesyłowej oraz modele o parametrach skupionych – wielomasowy i dwumasowy.

Modele sprężystego wału napędowego

Przedstawienie układu napędowego zawierającego element sprężysty za pomocą modelu z dwoma punktami skupienia (układ dwumasowy) pozwala na maksymalne uproszczenie opisu.

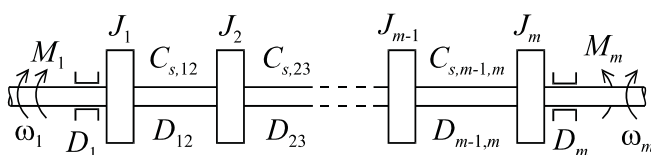


$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} L_1 &= M_1 - D_1 \omega_1 - D_{12} (\omega_1 - \omega_2) - M_c \\ \frac{d}{dt} L_2 &= M_c + D_{12} (\omega_1 - \omega_2) - D_2 \omega_2 - M_2 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt} \varphi = \omega_1 - \omega_2$$

Rys. 1. Struktura kinematyczna oraz równania układu dwumasowego, gdzie M_1 , M_2 to momenty zewnętrzne przyłożone po obu stronach wału, w szczególności moment napędowy i moment obciążenia maszyny roboczej, ω_1 , ω_2 to prędkości kątowe w punktach przyłożenia momentów zewnętrznych do wału, L_1 , L_2 to momenty pędu, przy czym $L_1 = J_1 \omega_1$ oraz $L_2 = J_2 \omega_2$, J_1 , J_2 to momenty bezwładności określone odpowiednio dla wirnika silnika napędowego i części ruchomej maszyny roboczej, D_1 , D_2 to współczynniki tarcia mechanicznego w łożyskach, D_{12} to współczynnik tarcia lepkiego wewnątrz wału, φ to kąt skręcenia wału, M_c jest momentem skręcającym, przy czym $M_c = C_s \varphi$, C_s jest współczynnikiem sprężystości skrętnej

Strukturę kinematyczną sprężystego wału napędowego, podzielonego w wyniku dyskretyzacji na m elementów, przedstawiono na rysunku 2. Dla rozpatrywanego połączenia mechanicznego można zapisać m równań momentów i $m - 1$ równań kątów skręcenia (2).



Rys. 2. Wielomasowa struktura kinematyczna sprężystego wału napędowego o parametrach skupionych [1]

$$\frac{d}{dt} \varphi_{k,k+1} = \omega_k - \omega_{k+1} \quad \text{dla } k=1, \dots, m-1; \quad \frac{d}{dt} L_1 = M_1 - D_1 \omega_1 - D_{12} (\omega_1 - \omega_2) - C_{s,12} \varphi_{12};$$

$$\frac{d}{dt} L_k = C_{s,k-1,k} \varphi_{k-1,k} - D_{k-1,k} (\omega_{k-1} - \omega_k) - D_{k,k+1} (\omega_k - \omega_{k+1}) - C_{s,k,k+1} \varphi_{k,k+1} \quad (2)$$

$$\text{dla } k=2, \dots, m-1; \quad \frac{d}{dt} L_m = C_{s,m-1,m} \varphi_{m-1,m} + D_{m-1,m} (\omega_{m-1} - \omega_m) - D_m \omega_m - M_m$$

gdzie $L_1, \dots, L_m, C_{s,12}, \dots, C_{s,m-1,m}, D_{12}, \dots, D_{m-1,m}$ to momenty pędu, współczynniki sprężystości skrętniej i współczynniki tarcia wewnątrz poszczególnych elementów podzielonego wału napędowego; D_1, D_m to współczynniki tarcia w łożyskach.

W artykule [2] do matematycznego opisu wału napędowego zaproponowano równania telegrafistów (3a) z warunkami brzegowymi (3b) i ich rozwiązaniem (4) podanym przez d'Alemberta:

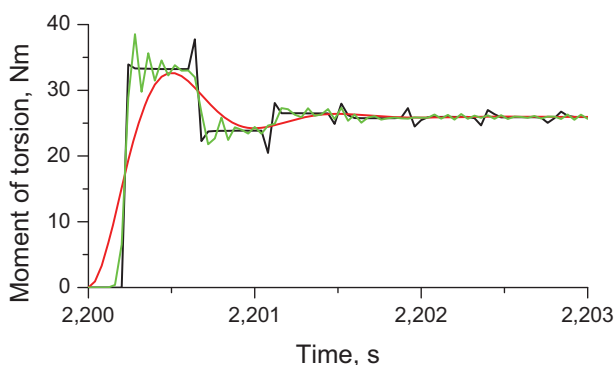
$$-\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 M}{\partial t^2}, \quad -\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2}; \quad M_1(t) = M(x,t)|_{x=0}, \quad \frac{\partial M(0,t)}{\partial x} = \frac{\partial M(x,t)}{\partial x} \Big|_{x=0} \quad (3)$$

$$M_1(t) = z_v \omega_1(t) - z_v \omega_m \left(t - \frac{l}{v}\right) + M_m \left(t - \frac{l}{v}\right), \quad M_m(t) = -z_v \omega_m(t) + z_v \omega_1 \left(t - \frac{l}{v}\right) + M_1 \left(t - \frac{l}{v}\right) \quad (4)$$

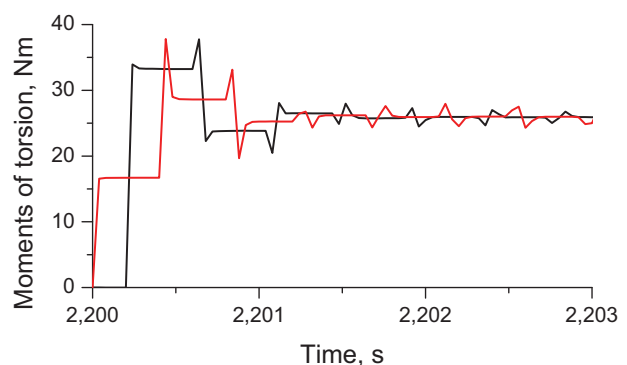
gdzie: v to prędkość rozchodzenia się fali mechanicznej podana w m/s, $v = 1/\sqrt{J' \cdot S'_c} = \sqrt{G/\rho}$, J' , S'_c to gęstości liniowe (na jednostkę długości) momentu bezwładności i współczynnika podatności na skręcanie, $S'_c = \rho/(GJ')$, ρ to gęstość masy wyrażona w kg/m³, G to moduł sprężystości podany w GPa, M_1, M_m to momenty skręcające odpowiednio na początku i na końcu wału, ω_1, ω_m to prędkości kątowe na początku i na końcu wału, z_v to impedancja falowa, $z_v = \sqrt{J'/S'_c} = vJ'$, l to długość wału.

Wyniki symulacji komputerowych

Wyniki komputerowej symulacji pracy systemu elektromechanicznego składającego z silnika BLDC o mocy 4 kW, sprężystego wału napędowego oraz masy dołączonej do końca wału napędowego zostaną przedstawione w pełnej wersji artykułu. Natomiast na poniższych rysunkach (rys. 3 i 4) pokazano zmiany momentów skręcających następujące po skokowej (bezinercyjnej) zmianie obciążenia na końcu wału przy braku dodatkowej masy dołączonej do jego końca.



Rys. 3. Momenty skręcające na początku wału napędowego po przyłożeniu do końca wału znamionowego obciążenia w chwili $t = 2,2$ s; linia czarna – model o parametrach rozłożonych, linia zielona – model wielomasowy, linia czerwona – model dwumasowy



Rys. 4. Momenty skręcające na początku (linia czarna) i na końcu (linia czerwona) wału napędowego po przyłożeniu do końca wału znamionowego obciążenia 26 Nm w chwili $t = 2,2$ s – model o parametrach rozłożonych

W przypadku modelu o parametrach rozłożonych dopiero po upływie około 0,2 milisekund od wystąpienia skokowej zmiany momentu obciążenia na końcu wału w chwili $t = 2,2$ s (linia czerwona) można zaobserwować reakcję na początku wału na tę zmianę (linia czarna na rysunku 4). Jest to czas potrzebny do przemieszczenia się fali od końca do początku wału. Podobne zjawiska można zaobserwować w przypadku modelu wielomasowego. Tymczasem struktura dwumasowa ma charakter wyłącznie oscylacyjny i nie zachodzą w niej zjawiska falowe (rysunek 3, linia czerwona).

Literatura

- [1] Popenda A., Mathematical modelling of transmission shafts based on electrical and mechanical similarities, Przegląd Elektrotechniczny, Volume 95 No. 12, pp. 196-199, 2019.
- [2] Popenda A., Szafraniec A., Chaban A., Dynamics of Electromechanical Systems Containing Long Elastic Couplings and Safety of Their Operation, Energies, 14, 7882, 18 pp., 2021.

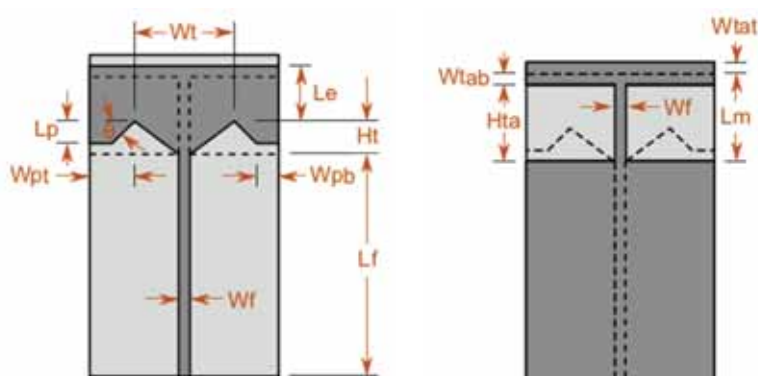
MIKROPASKOWA ANTENA DO PRACY W SYSTEMIE DVB-T2

Rafał PRZESMYCKI, Marek BUGAJ, Roman KUBACKI, Tomasz PIAŚCIK

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

System DVB-T2 jest to naziemna telewizja cyfrowa drugiej generacji. Nowy standard naziemnej telewizji cyfrowej ma na celu uzyskanie możliwości odbioru programów telewizyjnych o lepszej jakości niż dotychczas, przy oszczędniejszym wykorzystaniu dostępnych zasobów częstotliwości prowadzącym do pozyskania większej liczby programów telewizyjnych. Ulepszenie standardu nadawania z systemu DVB-T do DVB-T2 nie spowodowało konieczności wymiany anten odbiorczych. W przypadku wystąpienia problemów z odbiorem warto dokonać wymiany anteny na model o innej charakterystyce promieniowania lub o większym zysku energetycznym. Prawidłowy dobór anteny jest uwarunkowany takimi czynnikami jak: odległość od nadajnika, moc emisji nadajnika, wysokość zawieszenia nadawczych systemów antenowych, kierunkowość nadajnika, ukształtowanie terenu, zabudowę terenu w lokalizacji odbioru. Podczas doboru anteny poszukiwać należy takiej, która zagwarantuje odpowiedni odbiór z najbliższej położonego nadajnika telewizyjnego. Zmiany wprowadzone w 2023 roku w odbiorze telewizji naziemnej przyczyniły się do wzbogacenia oferty programowej. Programy telewizyjne nadawane są w pakietach, które nazywane są multipleksami (MUX). Multipleks to pakiet programów telewizyjnych nadawanych cyfrowo wraz z usługami dodatkowymi z wykorzystaniem jednego kanału częstotliwości. W Polsce multipleksy nadawane są w zakresach częstotliwości od 470 MHz do 694 MHz (UHF) oraz od 180 MHz do 300 MHz (VHF).

Ze względu na wykorzystywane zakresy częstotliwości pracy systemu DVB-T2 w Polsce, głównym założeniem dla projektowanej anteny mikropaskowej jest praca na jednym z tych pasm częstotliwości. Ze względu na to, że w paśmie UHF nadawane są 4 z 5 multipleksów zdecydowano się na wybór tego pasma. Oprócz pasma częstotliwości innym ważnym wymaganiem stawianym dla projektowanej anteny są wymiary anteny, które nie powinny być większe niż 200 x 200 mm. Dla założonych parametrów na antenę dokonano opracowania modelu w oprogramowaniu do projektowania anten mikropaskowych CST Studio Suite. W oprogramowaniu tym można wyznaczyć również parametry elektryczne i charakterystyki promieniowania anteny. W wyniku przeprowadzonego procesu projektowania anteny ostatecznie otrzymano model przedstawiony na rys. 1, a wygląd wykonanej anteny na rys. 2.



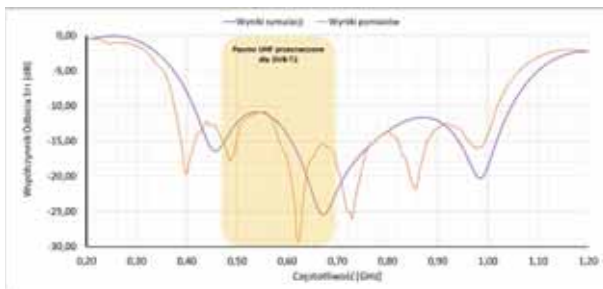
Symbol	Wymiar [mm]
L_f	132,100
W_f	3,085
W_{tat}	4,444
W_{tab}	4,444
W_t	71,110
H_t	17,780
L_p	13,330
L_e	44,000
W_{pt}	20,000
L_m	61,780
H_{ta}	57,340
W_{pb}	11,110

Rys. 1. Opracowany model mikropaskowej anteny DVB-T2 z wymiarami – widok z przodu i widok z tyłu

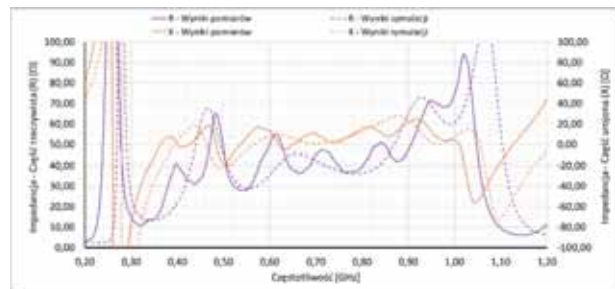


Rys. 2. Wygląd wykonanej mikropaskowej anteny DVB-T2 – widok z przodu i widok z tyłu

Na rys. 3 przedstawiono wartości współczynnika odbicia S_{11} dla proponowanej mikropaskowej anteny DVB-T2 na podłożu dielektrycznym FR4 pracującej w zakresie częstotliwości UHF. Drugim parametrem jaki przedstawiono to impedancja wejściowa. Impedancja wejściowa składa się z części rzeczywistej i urojonej. Wartości tego parametru zostały przedstawione na rys. 4. Jak możemy zaobserwować dla części odpowiadającej za rezystancję promieniowania oraz rezystancję strat, charakterystyka w paśmie pracy anteny jest równomierna.

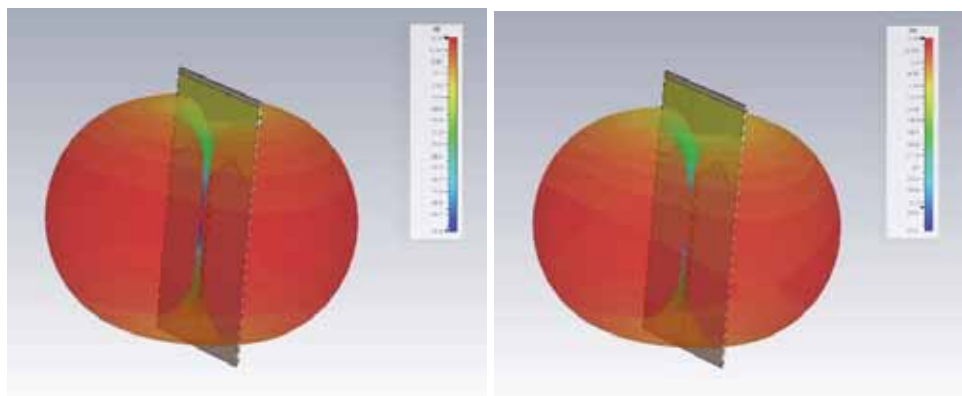


Rys. 3. Wartość S_{11} dla mikropaskowej anteny DVB-T2



Rys. 4. Wartość impedancji wejściowej dla mikropaskowej anteny DVB-T2

Na rys. 5 przedstawiono unormowane charakterystyki promieniowania 3D zaprojektowanej mikropaskowej anteny DVB-T2 dla $f = 522$ MHz oraz $f = 650$ MHz.



Rys. 5. Charakterystyka promieniowania 3D zaprojektowanej mikropaskowej anteny DVB-T2 dla $f = 522$ MHz oraz $f = 650$ MHz

Zaprojektowana mikropaskowa antena DVB-T2 może być wykorzystywana w codziennym życiu przez zwykłego użytkownika. Opisana w artykule mikropaskowa antena do pracy w systemie DVB-T2 charakteryzuje się szerokim pasmem pracy wynoszącym 642 MHz (91,84%), niskim współczynnikiem odbicia -29,41 dB oraz wartością zysku energetycznego 2,86 dBi.

Literatura

- [1] James, J.R.; Hall, P.S. Handbook of Microstrip Antenna; The Institution of Engineering and Technology: London, UK, 30 June 1989.
- [2] Hirtenfelder, F. Effective Antenna Simulations using CST MICROWAVE STUDIO®. In Proceedings of the 2007 2nd International ITG Conference on Antennas, Munich, Germany, 28–30 March 2007; p. 239.
- [3] <https://www.dipol.com.pl/biblioteka-tv-tv-sat-troche-teorii,6209.htm>

WPŁYW METOD PRZETWARZANIA SYGNAŁU GEODAROWEGO NA STOPIEŃ ODZWIERCIEDLENIA ZWIĘZŁOŚCI GLEBY

Paweł PYSZ, Paweł KIEŁBASA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Dokładna identyfikacja anomalii zagęszczenia gleby w profilu glebowym w warunkach produkcyjnych jest niezbędnym elementem, który może odgrywać kluczową rolę w nowoczesnych systemach produkcyjnych [1]. Obecnie izolacja obszarów, które wymagają szczególnej uwagi na powierzchni pola, jest bardzo złożona i wymaga zaawansowanych środków technicznych, które mogą wykonywać swoje funkcje w czasie rzeczywistym. Metoda GPR jest jedną z najbardziej zaawansowanych z grupy pomiarów geofizycznych. Podczas pomiaru wykonywana jest seria równoległych profilowań, co umożliwia interpolację wyników pomiędzy kolejnymi profilami, a sam wynik prezentowany jest w postaci przejrzystych map na danym poziomie głębokości [2,3]. Zastosowana metoda pomiaru zmienności zagęszczenia gruntu z wykorzystaniem georadaru pozwala na wystarczającą identyfikację anomalii w profilu glebowym, jednak na obecnym etapie badań może być wykorzystywana tylko do szacowania różnorodnych parametrów gleby [4].

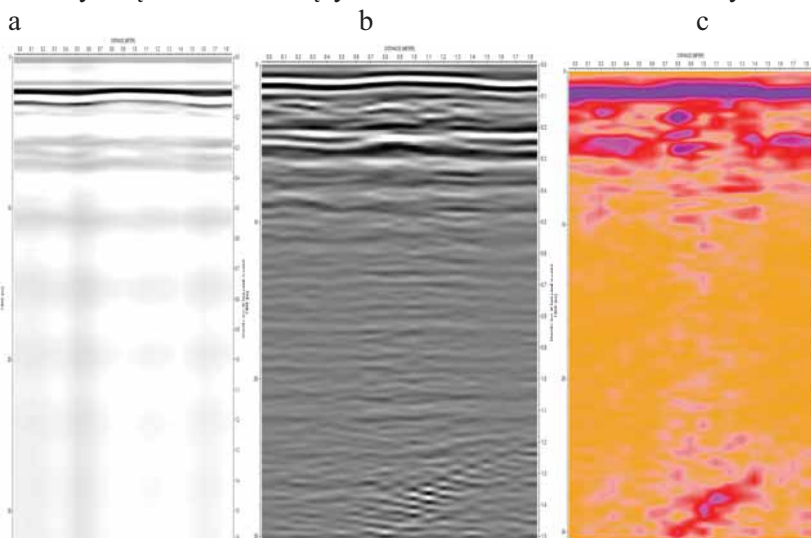
Cel i zakres badań

Celem badań jest określenie stopnia dopasowania przetworzonego sygnału georadarowego do charakterystyki związłości profilu glebowego przy wykorzystaniu różnych metod przetwarzania sygnału. Zakresem badań objęto powierzchnię ok. 300 ha gdzie wykonano 100 sondowań penetrometrem oraz wykonano pomiary georadarowe na odcinkach 10 m w miejscach gdzie dokonano w/w sondowań.

Metodyka i wyniki badań

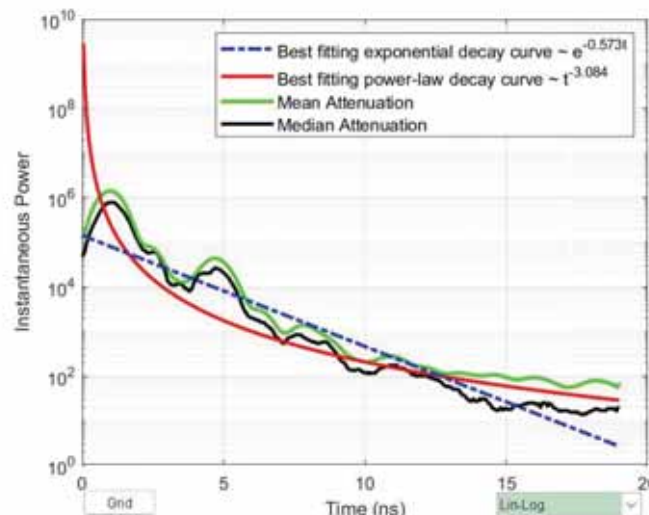
Badania penetrometryczne wykonano penetrolgger Eijkelkamp, natomiast georadarowe antena ekranowaną Horn 2000 MHz o częstotliwości próbkowania 400 KHz i tempie skanowania powyżej 850 skanów/sek. Echogram przetworzono wykorzystując procedury: Raw GPR Data (Input) polegającej na pozyskaniu surowych danych radaru penetrującego grunt (GPR), które są zasadniczo odbiciami fal elektromagnetycznych od struktur podpowierzchniowych (1a); Start time correction polegające na korekcie czasu rozpoczęcia w przetwarzaniu danych GPR koryguje początkowy zapis czasu sygnału radarowego, Dewow Filter polegająca na wyeliminowaniu trendów niskiej częstotliwości lub efektów "wow" z danych GPR. Ten proces filtrowania jest niezbędny do wyjaśnienia składowych sygnału o wysokiej częstotliwości, które mają kluczowe znaczenie dla szczegółowego obrazowania podpowierzchniowego; Manual Gain polegająca na wzmocnieniu, jest krytycznym etapem przetwarzania danych GPR, w którym amplituda sygnału radarowego jest ręcznie zmieniana w celu skompensowania tłumienia sygnału wraz z głębokością. Proces ten poprawia widoczność głębiej położonych celów poprzez zwiększenie ich względnej amplitudy; Band-pass Butterworth Filter polegającej na usuwaniu niepożądanych składowych częstotliwości z danych GPR (rys.1b). Filtr pasmowo-przepustowy Butterwortha jest znany ze swojej gładkiej odpowiedzi częstotliwościowej, skutecznie izolując pasmo częstotliwości, które przenosi najważniejsze informacje podpowierzchniowe. Ten krok ma kluczowe znaczenie dla redukcji szumów i poprawy przejrzystości obrazów podpowierzchniowych; Background Removal Filter polegającej na usuwaniu tła służy do odejmowania spójnych, niepożądanych wzorców sygnału,

często spowodowanych szumem specyficznym dla systemu lub środowiskowym. Proces ten zwiększa względną widoczność anomalii w danych GPR. Jest szczególnie skuteczny w podkreśnianiu subtelnych struktur podpowierzchniowych na zaszumionym tle; FK Filter stosowaną do tłumienia spójnego szumu w danych GPR w oparciu o jego charakterystykę prędkości. Przekształcając dane w domenę częstotliwościowo-falową, pozwala na selektywne tłumienie szumu, który różni się prędkością od sygnału będącego przedmiotem zainteresowania; Kirchhoff Migration polega procesie obliczeniowym wykorzystywanym do zmiany położenia odbitych sygnałów GPR w ich prawidłowych lokalizacjach przestrzennych. Ten krok ma kluczowe znaczenie dla konstruowania dokładnych i interpretowalnych obrazów podpowierzchniowych. Kompensuje efekty propagacji fal, zapewniając bardziej realistyczne odwzorowanie podpowierzchni; Envelope w celu określenia amplitudy pola falowego, co pomaga w identyfikacji i wyraźniejszym określeniu cech podpowierzchniowych. Proces ten obejmuje przekształcanie danych GPR w celu podkreślenia granic i interfejsów w podpowierzchni (rys. 1c); Karhunen-Loeve Filter znany również jako Principal Component Analysis (PCA), używany do zaawansowanego przetwarzania sygnału w danych GPR. Technika ta zmniejsza wymiarowość danych, podkreślając najważniejsze cechy, jednocześnie tłumiąc szum. Jest ona szczególnie skuteczna w wyodrębnianiu znaczących wzorców i trendów ze złożonych zbiorów danych GPR.



Rys. 1. Wybrane metody przetwarzania sygnału georadarowego: a) Raw GPR Data (Input), b) Band-pass, c) Butterworth Filter Envelope

Na rysunku 2 przedstawiono charakterystykę dopasowania sygnału georadarowego do średniej charakterystyki zwięzłości profilu glebowego. Stopień dopasowania określono za pomocą błędzi średniokwadratowego procentowego (RMSPE).



Rys. 2. Charakterystyka dopasowania przetworzonego sygnału georadarowego

Podsumowanie

Istniejące możliwości przetworzenia sygnału georadarowego pozwalają interpretować jego wyniki z błędem wynoszącym 30% w stosunku do metod penetrometrycznych uznanych jako wzorcowe.

Literatura

- [1] Akinsunmade A Tomecka-Suchoń S Pysz P Karczewski J Juliszewski T Zagorda M Kiełbasa P. 2020. The use of conductometric and GPR methods to identify the extent of upper range compaction. *Przegląd Elektrotechniczny*. R. 96 NR 2/2020. S. 137-141.
- [2] Juliszewski T Kiełbasa P Zagorda M Tomecka S Karczewski J Akinsunmade A 2019. The comparison of the results of the examination of cultivated soil thickening by means of penetration and georadar methods. *Przegląd Elektrotechniczny*, R. 95 NR 1/2019, s. 12-16.
- [3] Akinsunmade A Tomecka-Suchoń S Pysz P Karczewski J Juliszewski T Zagorda M Kiełbasa P. 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
- [4] Kiełbasa P., Zagórda M., Juliszewski T., Akinsunmade A., Tomecka S., Karczewski J., Pysz P. 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.

IDENTYFIKACJA ANOMALII POD POWIERZCHNĄ DRÓG Z WYKORZYSTANIEM GEORADARU

Paweł PYSZ, Paweł KIEŁBASA, Akinniyi AKINSUNMADE,
Tomasz DRÓŹDŹ, Anna MIERNIK, Mirosław ZAGÓRDA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

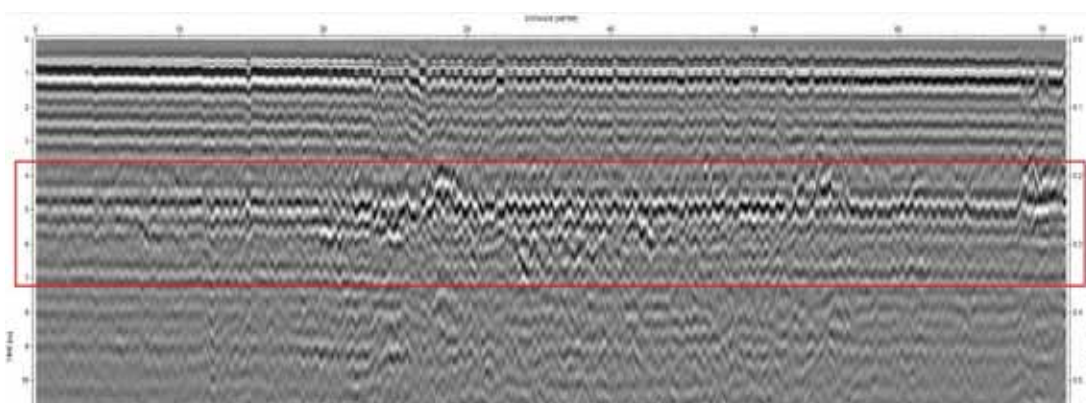
Techniki georadarowe stosowane są do kontroli grubości warstw nawierzchni i konstrukcji drogowych. Lokalizowane są pęknięcia, pustki, rozwarstwienia, uszkodzenia i korozja betonu. W Finlandii metoda georadarowa jest oficjalnie przyjętym sposobem kontroli nawierzchni drogowej. Podobna sytuacja jest w Wielkiej Brytanii i Szwecji gdzie metoda georadarowa stanowi uzupełnienie standardowych metod kontroli dróg. W kraju zajmują się tym nieliczne laboratoria drogowe i Instytuty Badawczej, jednak bardzo rzadko przedstawiają drogi szczególnego przeznaczenia w tym drogi transportu specjalnego. Szczególnie dotyczy to ciężkich maszyn i agregatów ciągnikowych.

Cel i zakres badań

Celem badań była identyfikacja anomalii struktury powierzchniowej gruntu wybranych betonowych ciągów transportowych pojazdów specjalnych na podstawie analizy echogramów georadarowych pozwalająca na identyfikację miejsc o potencjalnej degradacji struktury podpowierzchniowej podłoża. Zakres pracy obejmował przeprowadzenie badań w pięciu etapach z wykorzystaniem anteny ekranowej Horn 2000 MHz o częstotliwości próbkowania 400 KHz i tempie skanowania powyżej 850 skanów/sek. Do przetwarzania danych wykorzystano oprogramowanie K2 FastWave.

Metodyka i wyniki badań

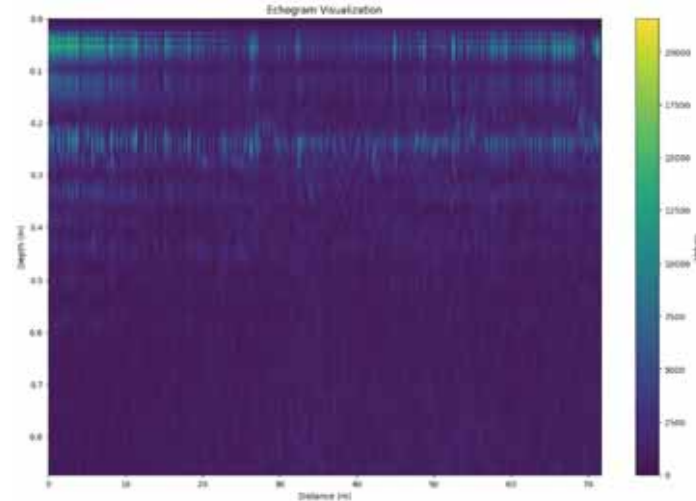
Do badań wytypowano drogę betonową z znanym obciążeniu ruchem pojazdów specjalnych. Otrzymane echogramy przeanalizowano w sposób umożliwiający identyfikację, gdzie struktura podpowierzchniowa odbiegała od średniej dla danego odcinka drogi. Należy zaznaczyć, że drogę betonową cechuje specyficzna struktura i właściwości, które mogą wpływać na sposób rozchodzenia się i odbicia fal elektromagnetycznych, a tym samym na rezultaty badań. Na rysunku 1 przedstawiono echogram badanej drogi betonowej, gdzie czerwonym kwadratem zaznaczono wierzchnią jej warstwę.



Rys. 1. Obraz georadarowy drogi betonowej z zaznaczonym analizowanym zakresem od 0,2 m do 0,3 m

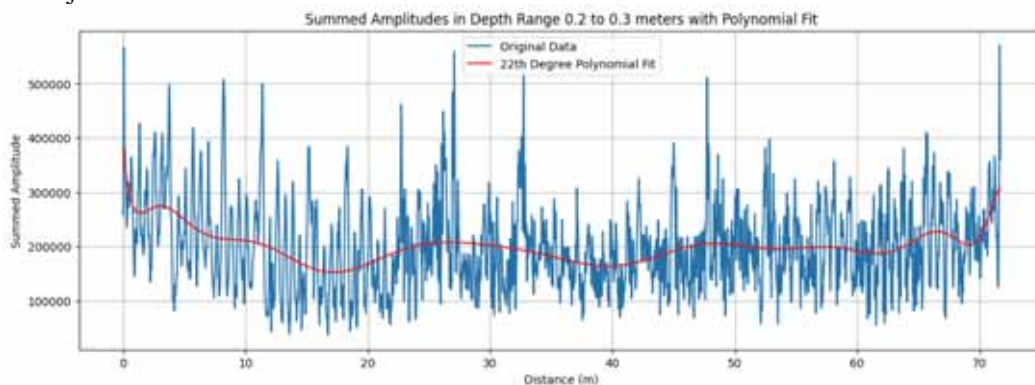
W początkowej części od 0 do około 20 metrów, obraz georadarowy wydaje się wskazywać na dobrą ciągłość warstw konstrukcyjnych, z poziomymi liniami, które są stosunkowo jednolite i równomierne. To sugeruje, że w tej części drogi nie ma znaczących uszkodzeń strukturalnych, takich jak duże pęknięcia czy ubytki. Między

20 a 70 metrem obraz zaczyna pokazywać więcej nieregularności, co może wskazywać na zmiany w materiałach lub potencjalne anomalie, takie jak pęknięcia lub wtrącenia obcych materiałów. Echogram obwiedni sygnału drogi betonowej otrzymany podczas badań georadarowych (rys. 2) jest graficznym przedstawieniem odbicia sygnałów elektromagnetycznych wysyłanych przez georadar, które odbijają się od różnych obiektów lub struktur podpowierzchniowych. Echogram przedstawia amplitudy odbitych sygnałów jako obraz, gdzie oś pionowa reprezentuje głębokość, a oś pozioma - położenie georadaru na powierzchni.



Rys. 2. Echogram obwiedni sygnału dla drogi betonowej

Sygnał w tym obszarze (głębokość 0,2-0,3m) zaczyna wykazywać nieregularności, które przedstawione są jako pionowe zakłócenia w sygnale. Te odstępstwa mogą sugerować anomalie w strukturze drogi, może być efektem różnego rodzaju elementów osadzonych w betonie np. rury, kable. Zsumowane amplitudy (rys. 3) na tej głębokości wahały się od ok. 100 000 do 500 000, co potwierdziło wcześniejsze przypuszczenia o stanie drogi betonowej.



Rys. 3. Zsumowane amplitudy sygnału georadarowego w zakresie głębokości od 0.2m do 0.3m

Podsumowanie

Badania te miały na celu zbadanie stanu technicznego drogi i identyfikację potencjalnych uszkodzeń lub anomalii strukturalnych. Analiza echogramów i obrazów georadarowych sugeruje, że stan drogi jest ogólnie dobry. Zidentyfikowano wyraźne warstwy konstrukcyjne, a także obszary zmienności w strukturze drogi, ze wskazaniem na niejednorodność materiału oraz obecność obiektów o wysokim kontraście dielektrycznym.

BADANIE WPŁYWU KONDENSATORA C-DUMP NA PARAMETRY NAPĘDU SRM

Daniel RATAJ

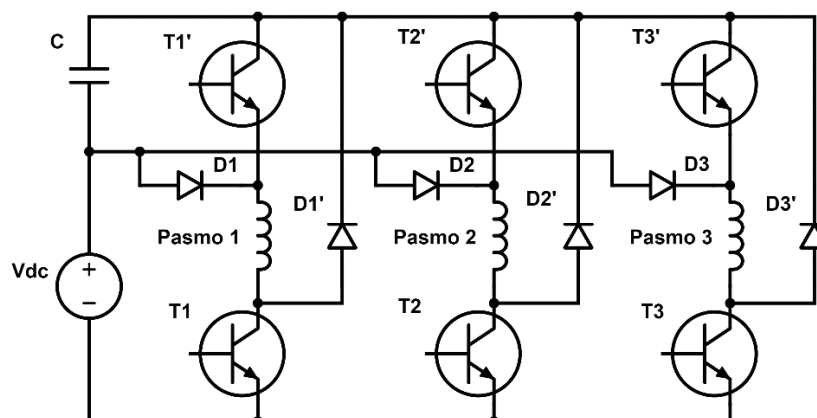
Politechnika Opolska, Opole

Wstęp

W układach zasilania przełączalnych silników reluktancyjnych (SRM) układy typu C-Dump zostały początkowo wprowadzone w celu zmniejszenia liczby stosowanych tranzystorów mocy. [1] Obecnie, nie ograniczając liczby tranzystorów i zachowując kluczowe właściwości układów C-Dump, można poprawić wybrane parametry napędów z SRM. W układach tych kondensatory C-Dump pełnią rolę dodatkowych, dynamicznych źródeł energii, które podwyższają napięcie zasilania w określonych fazach cyklu zasilania pasm. Z wykorzystaniem tych układów możliwe jest przyspieszenie procesów narastania i opadania prądów fazowych, a w konsekwencji uzyskanie większych wartości prądów w uzwojeniach zasilanych pasmach. [2, 3] Wpływa to również na zwiększenie mocy napędu dla prędkości powyżej zakresu pracy ze stałym momentem, względem typowego układu zasilania złożonego z asymetrycznych półmostków H. W konsekwencji uzyskuje się większą moc napędu przy dużych prędkościach obrotowych i rozszerza się zakres prędkości pracy ze stałą mocą. Odbywa się to przy zachowaniu dopuszczalnych parametrów silnika takich, jak wartości prądów fazowych, czy temperatury pracy. Efektem negatywnym stosowania tych układów jest jedynie niewielki spadek sprawności napędu, co wynika ze strat związanych z przepływem prądów ładowania i rozładowywania kondensatora. [4] W celu wyznaczenia optymalnych warunków zasilania SRM z wykorzystaniem takiego układu konieczne jest wyznaczenie optymalnych zależności kątów komutacji zasilania uzwojeń silnika od prędkości obrotowej. [5]

Badania napędu z układem C-Dump

Istotnym problemem w układach C-Dump jest dobór wartości oraz zakresu napięcia ładowania i rozładowywania kondensatora. W artykule przedstawiono wyniki symulacji pracy napędu z silnikiem SRM o mocy 750W, zasilanego z układu C-Dump z kondensatorami o różnych pojemnościach. Schemat badanego układu przedstawiono na rys. 1.



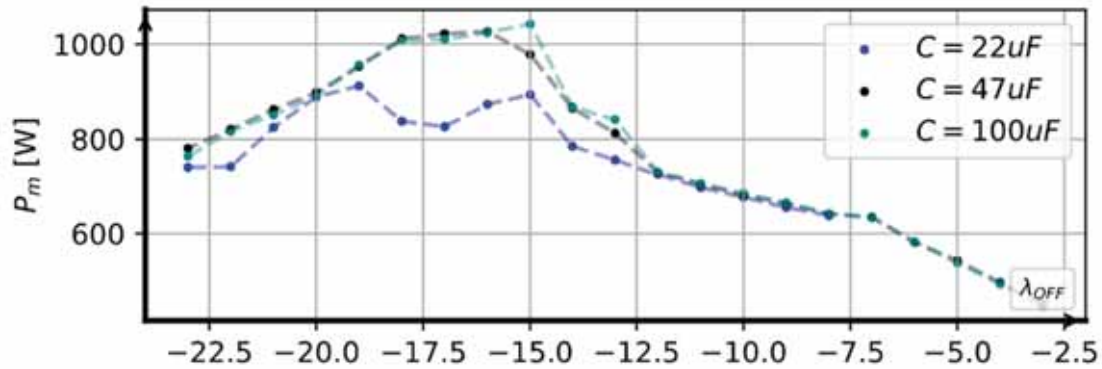
Rys. 1. Schemat układu zasilania typu C-Dump badanego napędu z trójfazowym SRM

W ramach badań opracowano model napędu oraz wykonano weryfikację pomiarową wyników symulacji w różnych punktach pracy. [6] Uzyskane wyniki pozwoliły na dalszą analizę pracy układu z wykorzystaniem modelu symulacyjnego. Do badań wpływu wartości kondensatora na pracę układu C-Dump wybrano dwa

punkty pracy napędu, które wyznaczono dla układu z asymetrycznymi półmostkami H. Są to: koniec zakresu pracy ze stałym momentem i koniec zakresu pracy ze stałą mocą,

Wyniki symulacji

Dla wybranych do badań punktów pracy przeprowadzono obliczenia parametrów napędu stosując trzy wartości pojemności kondensatora C-Dump. Dla każdej z tych pojemności wykonano serię pomiarów zmieniając kąty wyłączania zasilania, zgodnie z przyjętą siatką obliczeniową. Uzyskane zależności mocy napędu od kąta wyłączania zasilania pasm przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Zależność mocy wyjściowej P_m od kąta wyprzedzenia α_{OFF} dla różnych kondensatorów C-Dump

Przeprowadzona analiza porównawcza przebiegów napięć i prądów wykazała, że kondensator o pojemności 22 μF nie magazynuje całej energii zwracanej z silnika w trakcie cyklu zasilania pasm. Ma to swoje odzwierciedlenie w uzyskiwanej mocy napędu, która jest najmniejsza spośród badanych wariantów. Dla pozostałych pojemności odnotowano zbliżone, lepsze wyniki. Zwiększenie pojemności kondensatora powyżej 47 μF nie powoduje dalszej poprawy parametrów napędu. Wybrane wyniki przedstawiono w Tabelach 1 i 2.

Tabela 1. Wyniki analizy układu na końcu zakresu pracy ze stałym momentem

Parametry zadane dla punktu 1: $T_{zad} = 2,7 \text{ Nm}$, $U_z = 200\text{V}$, $C = 47 \mu\text{F}$														
Nr	α_{OFF} [°]	n [obr/min]	P_m [W]	T_m [Nm]	η [-]	I_z [A]	$I_z \text{ RMS}$ [A]	I_{f1} [A]	$I_{f1 \text{ RMS}}$ [A]	$U_C \text{ sr.}$ [V]	$U_C \text{ MAKS.}$ [V]	$U_C \text{ MIN.}$ [V]	$I_C \text{ RMS.}$ [A]	$I_C \text{ MAKS.}$ [A]
K1	-19	2790	845,8	2,9	0,84	4,5	5,6	3,1	4,4	127,3	237,0	0,0	4,9	12,4
K2	-22	1990	588,4	2,8	0,87	2,8	5,0	2,8	3,8	141,5	239,5	-0,1	4,3	7,6

Tabela 2. Wyniki analizy układu na końcu zakresu pracy ze stałą mocą

Parametry zadane dla punktu 1: $T_{zad} = 0,9 \text{ Nm}$, $U_z = 200\text{V}$, $C = 47 \mu\text{F}$														
Nr	α_{OFF} [°]	n [obr/min]	P_m [W]	T_m [Nm]	η [-]	I_z [A]	$I_z \text{ RMS}$ [A]	I_{f1} [A]	$I_{f1 \text{ RMS}}$ [A]	$U_C \text{ sr.}$ [V]	$U_C \text{ MAKS.}$ [V]	$U_C \text{ MIN.}$ [V]	$I_C \text{ RMS.}$ [A]	$I_C \text{ MAKS.}$ [A]
K1	-16	7021	1031,4	1,4	0,78	5,5	5,7	3,8	4,2	151,6	171,4	129,1	2,2	8,3
K2	-23	5698	780,8	1,3	0,81	4,1	4,2	3,6	4,2	78,6	94,7	65,3	2,6	8,7

Przedstawione w Tabelach 1 i 2 wartości odnoszą się do kryterium maksymalizacji moc wyjściowej napędu (K1) oraz maksymalizacji sprawności (K2). Dodatkowo analizie poddano przebiegi prądów i napięć w układzie, ze szczególnym uwzględnieniem napięcia ładowania i rozładowywania kondensatora.

Literatura

- [1] Pires V.F., Pires A.J., Cordeiro A., Foito D.: A Review of the Power Converter Interfaces for Switched Reluctance Machines, *Energies*, 2020, nr 13, 3490. DOI:10.3390/en13133490
- [2] Han S., Diao K., Sun X.: Overview of multi-phase switched reluctance motor drives for electric vehicles, *Advances in Mechanical Engineering*, 2021, nr 13(9). doi:10.1177/16878140211045195

- [3] Yoon Y.: A Study on Converter Topology to Drive Switched Reluctance Motor (SRM), The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, 2021, vol. 21, no. 3, ss. 129–135, doi: 10.7236/IIBC.2021.21.3.129.
- [4] Badhoutiya A., Yadav K.: Switched Reluctance Motor with C-Dump Converter, 2022 6th International Conference On Computing, Communication, Control And Automation (ICCUBEA), 2022, ss.1-6, doi:10.1109/ICCUBEA54992.2022.10010932.
- [5] Tomczewski K., Wach P.: Control characteristics for quasi-optimal operation of switched reluctance motors, Electrical Engineering, 2003, nr vol.85, nr 5, ss.275-281. DOI:10.1007/s00202-003-0174-6
- [6] Tomczewski K., Wróbel K., Rataj D., Rataj D.: A Switched Reluctance Motor Drive Controller Based on an FPGA Device with a Complex PID Regulator, Energies, 2021, vol. 14, nr 5, ss.1-22, Numer artykułu:1423. doi:10.3390/en14051423.

APPLICATION OF ELECTRICAL TOMOGRAPHY IN TECHNOLOGICAL PROCESSES

Tomasz RYMARCZYK^{1,2}, Mariusz MAZUREK³, Marcin DZIADOSZ⁴,
Grzegorz KŁOSOWSKI⁴, Dariusz WÓJCIK^{1,2}, Krzysztof KRÓL^{1,2}

¹ Research & Development Center Netrix S.A. Lublin

² WSEI University, Lublin

³ Polish Academy of Science, Warsaw

⁴ Lublin University of Technology, Lublin

Introduction

The article focuses on the development and application of the advanced electrical impedance tomography (EIT) techniques to optimize and control technological processes. The work presents an innovative tomographic system that combines modern hardware technologies with advanced signal processing methods and machine learning algorithms. The main goal of the research was to develop a prototype of an electrical tomograph capable of non-invasive monitoring and analysis of production processes. The work explores the use of image reconstruction algorithms based on LSTM and CNN neural networks, indicating their effectiveness in improving the quality and accuracy of tomographic reconstructions. The research results demonstrate the potential of an integrated tomography system in diagnostics and quality control, offering new opportunities in the areas of process engineering and production control.



Fig. 1. Tomograph with a test tank and settings: excitation frequency 10 kHz, excitation current 1mA, number of sampling periods 3. Number of measurement electrodes 32. Configuration of measurement electrodes 2x16. 2.5D measurement sequence

Materials and methods

The key element is a measurement system based on microcontroller architecture using advanced FPGA systems. This system was designed for high flexibility and interoperability, enabling precise acquisition, sampling and processing of signals in real time. The use of FPGA microcontrollers allowed for dynamic reconfiguration of the system depending on the requirements specific to various types of research materials and technological processes. The project focused on developing an efficient communication interface that enables quick data exchange between the elements of the measurement system and the workstation. This interface not only ensures the transmission of measurement data, but also enables remote control of measurement parameters and system configuration. The use of the universal UART protocol allowed for easy integration of the tomography system with PC computers and mobile devices.

The central point of the methodology is the use of innovative image reconstruction algorithms based on machine learning. The work used LSTM and CNN neural networks to process tomographic data and generate high-resolution images of cross-sections of the examined objects. These algorithms were trained and verified on simulated and real measurement data, which allowed for optimization of the image reconstruction process and increased accuracy and reliability of the results.

Results

The presented research results demonstrate the effectiveness of the developed tomographic system in monitoring and analyzing production processes. The use of advanced image reconstruction algorithms allowed for the detection of subtle changes in the material and improvement of the quality and accuracy of tomographic images.

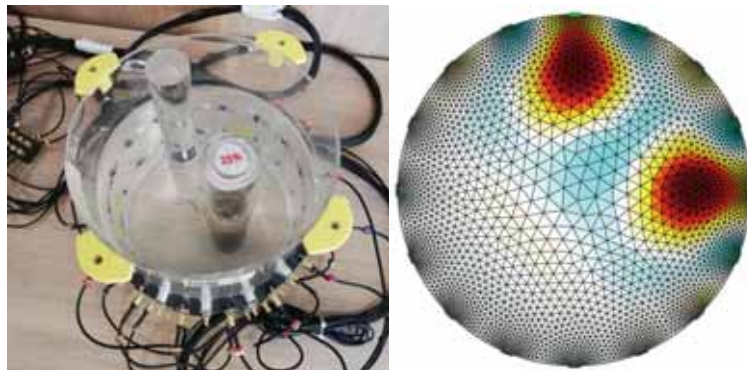


Fig. 2. Sample reconstruction results. Determining the ability of the tomograph to detect static changes in the material

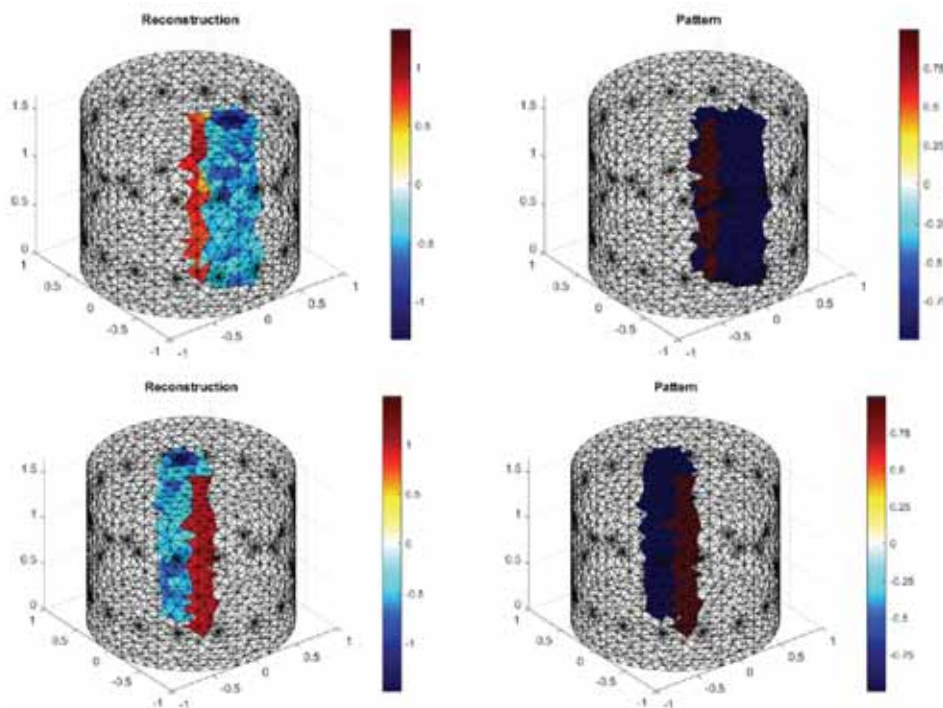


Fig. 3. Sample images obtained using LSTM

Literature

- [1] Kłosowski G., Rymarczyk T.: Application of Convolutional Neural Networks in Wall Moisture Identification by Eit Method. *Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska* 2022, 12, 20-23. <https://doi.org/10.35784/iapgos.2883>

- [2] Wójcik D., Rymarczyk T., Przysucha B., Gołabek M., Majerek D., Warowny, T., Soleimani, M.: Energy Reduction with Super-Resolution Convolutional Neural Network for Ultrasound Tomography. *Energies* 2023, 16, 1387. <https://doi.org/10.3390/en16031387>
- [3] Kłósowski G., Rymarczyk T., Niderla K., Kulisz, M., Skowron Ł., Soleimani M.: Using an LSTM Network to Monitor Industrial Reactors Using Electrical Capacitance and Impedance Tomography – a Hybrid Approach. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability* 2023, 25, 1-11. <https://doi.org/10.17531/EIN.2023.1.11>
- [4] Król K., Rymarczyk, T., Niderla K., Kozłowski E.: Sensor Platform of Industrial Tomography for Diagnostics and Control of Technological Processes. *Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska* 2023, 13, 33-37. <https://doi.org/10.35784/iapgos.3371>

KONCEPCJA MODELU ODDZIAŁYWANIA PULSACYJNEGO POLA ELEKTRYCZNEGO PEF NA MATERIAŁ UWODNIONY

Mikołaj SKOWRON¹, Tomasz DRÓZDŹ², Paweł KIEŁBASA²

¹ Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, AGH Kraków

² Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Skutkiem oddziaływania Pulsacyjnego Pola Elektrycznego (PEF) jest dezaktywacja drobnoustrojów lub też modyfikacja struktury żywności. Metoda ta może służyć jako nie termiczna metoda do pasteryzacji żywności lub też innych obszarach wykorzystujących zjawisko elektroporacji. Metoda ta wykorzystuje krótkie impulsy energii elektrycznej, dzięki temu ma minimalny lub żaden wpływ na cechy jakości żywności, gdyż proces ten odbywa się przy użyciu minimalnej ilości ciepła.

Proces poddawania oddziaływania żywności przez PEF polega na umieszczeniu produktu między elektrody i podłączeniu na elektrody źródła napięcia o wartości od 1 – 60 kV. Czas trwania całego impulsu to pojedyncze mikrosekundy (μ s). Wysokie napięcie, powoduje powstanie dużego natężenie pola elektrycznego między elektrodami, w krótkim czasie.

Obróbka PEF ma destrukcyjny wpływ na różne gatunki bakterii, pleśni i drożdży. Seria krótkich impulsów o wysokim napięciu rozbija błony komórkowe mikroorganizmów w płynnym środowisku, umożliwiając utworzenie nowych porów lub rozszerzenie istniejących porów (elektroporacja) w błonach komórkowych drobnoustrojów. Tworzenie porów jest odwracalne lub nieodwracalne, w zależności od czynników takich jak natężenie pola elektrycznego, czas trwania impulsu czy liczba impulsów. W wyniku tworzenia porów, błony komórek traktowanych PEF stają się przepuszczalne dla małych cząsteczek; przenikanie powoduje obrzęk i ostateczne pęknięcie błony komórkowej.

Aby gruntownie poznać procesy zachodzące podczas działania PEF oraz odpowiednio dobrać parametry urządzenia, celowym wydaje się stworzenie modelu matematycznego układu który poddajemy działaniu PEF.

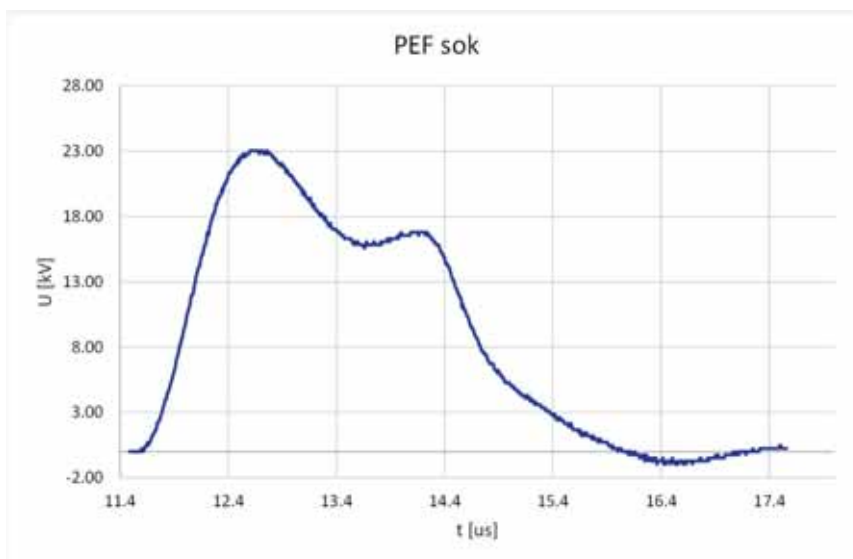
Model powinien zawierać kilka elementów składowych tj. analizę wyładowań między elektrodami w badanym medium, struktury badanego medium ze względu na właściwości elektryczne, rozkład natężenia pola między elektrodami. Symulacja oddziaływania PEF na materiał może być realizowany przy użyciu modeli statycznych, słabą stroną tych modeli jest ograniczenie się do stałej charakterystyki PEF. Najnowsze badania związane są z dynamicznymi modelami, które obejmują również dyspersje komórek, zmianę temperatury w dziedzinie czasu.

Badania empiryczne oddziaływania PEF na materiał uwodniony były przeprowadzane w laboratorium Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Stanowisko pomiarowe składa się zasilacza generującego impulsy, komory probierczej w której znajduje się celka z badanym materiałem oraz układu pomiarowego. Stanowisko laboratoryjne pokazano na Rys 1.



Rys. 1. Stanowisko laboratoryjne badania oddziaływania PEF

Badaniom wstępnym został poddany sok pomarańczowy. Na Rys 2 przedstawiono napięcie PEF zarejestrowane w celce pomiarowej w której znajdował się sok. Generator został zaprogramowany na następujące parametry: napięcie generatora 24 kV, czas impulsu 1 μ s. Na podstawie zadanych parametrów oraz odpowiedzi układu, został opracowany model matematyczny wraz z parametrami elektrycznymi badanego medium.



Rys. 2. Napięcie w funkcji czasu w celi pomiarowej

Literatura

- [1] Timothy Wong, Igor Timoshkin, Scott MacGregor, et al. A Many-shells Model for Cell Transmembrane Potentials for Pulsed Electric Field Applications. TechRxiv. February 06, 2024.
- [2] R. Guedert, D. L. L. S. Andrade, J. R. Silva, G. B. Pintarelli, and D. O. H. Suzuki. „Dynamic model of tissue electroporation on the basis of biological dispersion and Joule heating”, *J. Appl. Phys.* 7 March 2024; 135 (9): 095109.
- [3] M. Wesołowski, K. Nęcka, T. Drózd, P. Kielbasa: „Koncepcja modelowania wyładowania pulsacyjnego pola elektrycznego (PEF) w produktach przemysłu rolno – spożywczego”, *Przegląd Elektrotechniczny*, ISSN 0033-2097, R. 94 Nr 12/2018
- [4] M. Skowron, A. Wantuch: „Nowe technologie utrwalania żywności – badania modelowe”, *Przegląd Elektrotechniczny*, ISSN 0033-2097, R. 96 NR 2/2020

METODA DIAGNOSTYCZNA WYKORZYSTUJĄCA MINICENTRA W DIAGNOZOWANIU SAMOCHODOWYCH SIECI CYFROWYCH

Stanisław Mikołaj SŁUPSKI

Politechnika Lubelska, Lublin

Wstęp

Współczesne samochody zbudowane są z wielu układów funkcjonalnych, których pracę nadzorują elektroniczne sterowniki. Do zapewnienia wymiany informacji, zarządzania i kontrolowania sterownikami, służą sieci cyfrowe. W samochodach jest instalowanych od kilku do kilkudziesięciu różnych sieci przesyłowych. Topologia sieci tworzy skomplikowany system pod względem budowy fizycznej i informatycznej, a także pod względem zależności między sieciami. Ze względu na różnice w sieciach pod względem fizycznym (poziomy napięcie, częstotliwości i protokoły), instalowane są urządzenia łączące te sieci i umożliwiające wymianę informacji między nimi. Urządzenia łączące, zwane bramkami zapewniają współpracę różnych systemów funkcjonalnych w całym samochodzie. Pomimo zaawansowanych systemów samodiagnozy w samochodach, częstym problemem jest znalezienie usterek w sieciach cyfrowych i sterownikach, a to prowadzi do niepotrzebnej wymiany elementów, zwiększenia kosztów i wydłużenia czasu naprawy.

1. Problemy związane z diagnozowaniem sieci komunikacji w samochodach

Ze względu na stopień skomplikowania wielopoziomowej sieci przesyłowej, jednym z większych problemów jest diagnostyka uszkodzeń powstałych w samych sieciach, w sterownikach i ogólnie w systemach elektroniczno-informatycznych. Do częstych sytuacji należy powielanie przez kilka, kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt sterowników, tego samego błędu bez identyfikacji miejsca niesprawności. Prowadzi to do tego, że znalezienie miejsca uszkodzenia jest bardzo trudne i kosztowne. Przy pomocy podstawowego przyrządu diagnostycznego jakim jest skaner diagnostyczny, uzyskujemy wstępne informacje o usterekach. Są to wyniki samodiagnozy, przeprowadzonej przez sterowniki i zapamiętane w postaci kodów błędów. Samodiagnoza przeprowadzana przez sterowniki polega na wielopłaszczyznowej analizie parametrów. Wyniki takiej samodiagnostyki sprawdzają się w wielu prostych przypadkach uszkodzeń, ale są też trudne przypadki, kiedy samodiagnostyka jest nietrafiona. Dlatego wymagane jest przeprowadzenie uzupełniających pomiarów przy pomocy dodatkowych przyrządów pomiarowych. W sytuacjach trudnych przypadków, wyniki samodiagnozy diagnosta traktuje jako podejrzenia i ukierunkowania, a nie jako zdecydowane określenia danego uszkodzenia. Błędy odczytane ze skanera diagnostycznego stanowią tylko część składową pełnej diagnostyki, jaką musi przeprowadzić diagnosta, aby odnaleźć usterkę trudnowykrywalną [1, 2].

2. Metodyka badań przeprowadzonych podczas diagnozowania uszkodzonych sieci cyfrowych i sterowników

Na podstawie doświadczenia własnego i uzyskanego z internetu, a także danych statystycznych uzyskanych od firm samochodowych i diagnostycznych, określa się miejsce badań zwane diagnostycznym minicentrum (DMC) [3, 4]. Następnie zmienia się sieć cyfrową, wprowadzając nową konfigurację [5]. Do obszaru minicentrum włącza się dodatkową aparaturę pomiarową (poza multimetrem i oscyloskopem), taką jak

symulatory i generatory. Pomiar oscyloskopowy pozwala na kontrolowanie poprawności sieci pod względem fizycznym i ewentualne znalezienie i usunięcie uszkodzeń typu zwarcie i przerwanie przewodu. Symulatory i generatory wprowadzają nowe warunki pracy prowadzące do większego zobrazowania nieprawidłowości. Te zalecenia są znane w diagnostyce powszechnie stosowanej w samochodach, natomiast nowością jest wybór miejsca pomiarów, zmiana konfiguracji sieci, czyli wprowadzenie metody minicentrum. Odszukane DMC w danym układzie funkcjonalnym jest zapisywane i wprowadzane praktycznie podczas diagnozowania następnego samochodu z podobną usterką. Wyniki statystyczne pozwalają na wprowadzenie uogólnień w diagnostyce metodą DMC.

Podsumowanie

W metodzie stosowania minicentrum (DMC), z punktu widzenia procesu pomiarów, następuje rozcłódkowanie struktury sieci cyfrowej. Fragmentaryzacja pozwala na niezależne pomiary, a to oznacza sprecyzowanie badań w określonych miejscach. Dla potrzeb diagnostyki zostaje zmieniona konfiguracja sieci cyfrowej i instalacji elektrycznej i utworzona nowa, o odmiennych właściwościach w stosunku do oryginalnej instalacji. Bezpośrednie badania w nowej strukturze dostarczają wartości danych eksploatacyjnych, wolne od zakłóceń i umożliwiające wykonanie diagnostyki prowadzącej do szybkiego wykrycia uszkodzenia.

Literatura

- [1] Liang J.: A process-based automotive troubleshooting service and knowledge management system in collaborative environment, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Volume 61, February 2020
- [2] Altinisik A.: The seven-step failure diagnosis in automotive industry, *Engineering Failure Analysis*, Volume 116, October 2020
- [3] Słupski S. M.: Metody postępowania, *Auto-Elektro* nr 115, 2010
- [4] Słupski S. M., Diadczyk J., Stryczewska H.: The use of mini centers in diagnostics of damage in diesel cars with CR control, *WD 2016 Scientific Conference "New technologies & their applications"*, Lublin, 11-13 June 2016
- [5] Nasri O., Lakhel N., Adouane L., Slama J.: Automotive decentralized diagnosis based on CAN real-time analysis, *Journal of Systems Architecture* 98, 2019

WYKRYCIE ZAGROŻEŃ WTARGNIĘCIA W OBIEKTACH WYPOSAŻONYCH W SYSTEMY ALARMOWE SSWIN NA PODSTAWIE ANALIZY BIEŻĄCYCH ZMIAN PRZEPŁYWU POWIETRZA W KANAŁACH WENTYLACYJNYCH

Andrzej SUMOREK, Marcin BUCZAJ

Politechnika Lubelska, Lublin

Wstęp

Funkcjonowanie systemów zabezpieczeń instalowanych w obiektach budowlanych skupia się na szybkiej i pewnej identyfikacji zagrożeń oraz przekazywaniu informacji o zaistnieniu zagrożenia do użytkownika systemu. Identyfikacja zagrożenia odbywa się poprzez pomiar istotnych i charakterystycznych czynników środowiskowych, takich jak wykrycie ruchu, zmiana temperatury, nacisku, emisji dźwięku, powstanie przerwy w obwodzie. Kryteria te mogą być określane na podstawie przekroczenia pewnych założonych poziomów (kryteria progowe), być określane przez zmiany zachodzące w dziedzinie czasu (kryteria czasowe) lub być ich kombinacją. Ze względu na istotę utrzymania założonego poziomu bezpieczeństwa każde zagrożenie powinno być identyfikowane w jak najkrótszym czasie. Sprzyja temu określona struktura systemu alarmowego związana ze strefową jego organizacją. Dla użytkownika najważniejszymi strefami są wewnętrzna, gdzie przebywa oraz obwodowa, która oddziela go od terenu zewnętrznego przez bariery konstrukcyjne budynku.

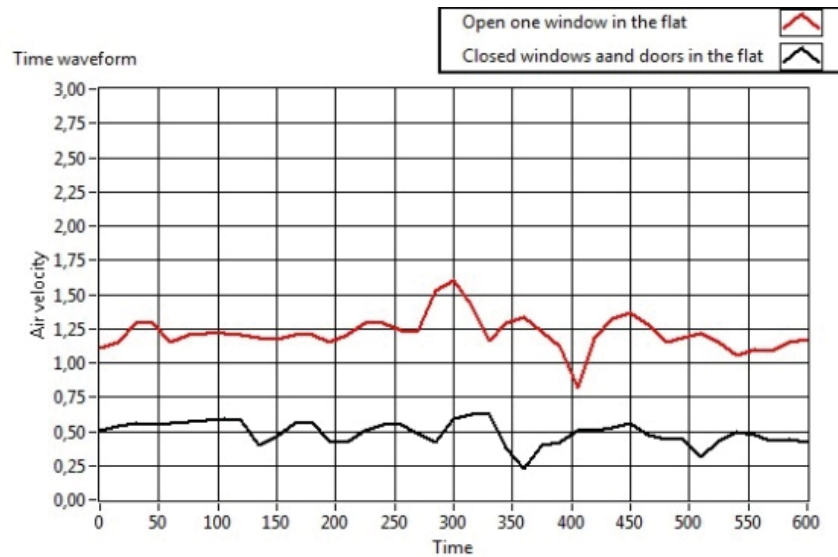
Potencjalnymi punktami wtargnięcia intruza do wnętrza obszaru chronionego są okna i drzwi obiektu budowlanego. Wykrycie prób wejścia intruza do obiektu budowlanego przez sforsowanie zamkniętych okien lub drzwi odbywać się może w sposób bezpośredni lub pośredni. Sposób bezpośredni polega na wykorzystaniu czujek kontaktronowych i wykryciu przez nie braku kontaktu okna lub drzwi z ościeżnicą. Sposób pośredni polega na wykryciu innych czynników towarzyszących procesowi forsowania przez intruza barier architektonicznych. Najczęściej w tym celu wykorzystywane są czujki zbitcia szyby.

W przypadku obiektów wyposażonych w wentylację grawitacyjną w przypadku naruszenia integralności przegród konstrukcyjnych następuje zaburzenie w ustalonym przepływie powietrza w kanałach wentylacyjnych. Zatem pomiar parametrów przepływu powietrza oraz interpretacja zmian zachodzących w rejestrowanym sygnale dostarcza informacji o możliwości podjęcia próby wtargnięcia intruza do wnętrza chronionego obiektu przez otwarcie okna lub sforsowanie drzwi [3].

Wentylacja grawitacyjna w budynku

Wentylacja jest zorganizowanym procesem wymiany powietrza, zwykle między pomieszczeniami a przestrzenią zewnętrzną budynku, z jednoczesnym usuwaniem substancji wydzielających się w tych pomieszczeniach. Układy wentylacyjne są niezbędne w obiektach zamkniętych, w których przebywają ludzie i zwierzęta. Wymiana powietrza w pomieszczeniach budynku wyposażonych w układ wentylacji naturalnej polega na samoistnym, niczym nie wymuszonym przepływie powietrza pomiędzy pomieszczeniami a otoczeniem zewnętrznym obiektu budowlanego na skutek oddziaływania na budynek tylko czynników atmosferycznych (różnica temperatur, działanie wiatru) bez konieczności stosowania urządzeń mechanicznych wspomagających przepływ powietrza [1, 2]. Głównymi i nieodzownymi elementami systemu wentylacji grawitacyjnej stosowanymi powszechnie w budynkach mieszkalnych są przewody wentylacyjne umożliwiające wyprowadzanie powietrza w wnętrza pomieszczeń. Na rys. 1 przedstawiono wykresy czasowe przykładowych zmian prędkości przepływu powietrza (w kanałach wentylacyjnych w mieszkaniu)

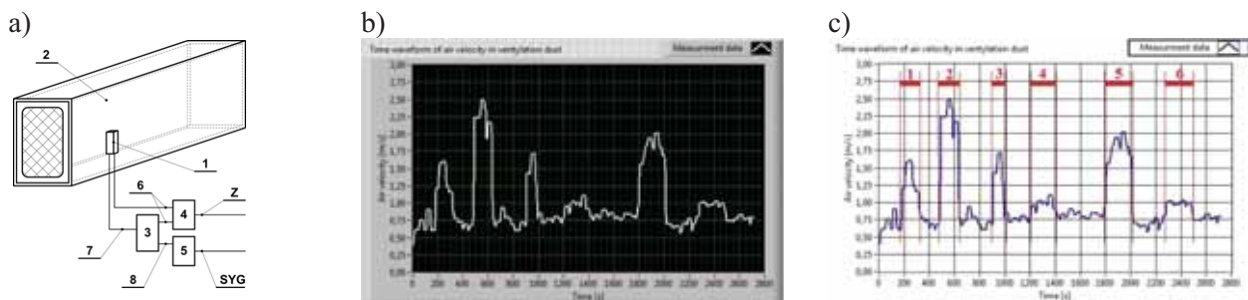
rejestrowane przez układ pomiarowy wyposażony w czujnik prędkości przepływu powietrza LB-801 firmy Lab-EL w czasie próby $t=10$ min.



Rys. 1. Prędkość przepływu powietrza w kanale wentylacyjnym zarejestrowana w czasie 600s w odstępach 1s

Model systemu detekcji zagrożeń z zastosowaniem czujnika przepływu powietrza

Opracowana, nowa metoda detekcji zagrożeń polega na wykrywaniu prób forsowania zamkniętych okien i drzwi na podstawie analizy zaburzeń prędkości przepływu powietrza w kanałach wentylacyjnych spowodowanych otwarciem okna lub drzwi w danym obiekcie budowlanym realizowana za pomocą czujnika przepływu powietrza. Idea układu detekcyjnego wykorzystującego opisane zjawiska została przedstawiona na rys. 2.a. Na rys. 2.b i rys. 2.c przedstawiono wykresy czasowe przykładowych zmian prędkości przepływu powietrza (w kanałach wentylacyjnych w pomieszczeniu) przy symulowaniu zagrożeń w postaci: otwarcia okna (wyróżniony obszar 1 i 5), otwarcia drzwi balkonowych (obszar 2), rozszczelnienia okien (obszar 3 i 4) oraz otwarcia drzwi wejściowych do mieszkania (obszar 6).



Rys. 2. a) Koncepcja układu detekcyjnego do wykrywania prób forsowania zamkniętych okien i drzwi; 1 – anemometr, 2 - kanał wentylacyjny, 3 – mikrokontroler, 4 – układ zasilania, 5 – interfejs komunikacyjny, 6 – przewody zasilające, 7 - przewody pomiarowe, 8 – przewody sygnałowe, Z – linia zasilająca, SYG – linia sygnałowa do połączenia z systemem alarmowym; b) zarejestrowane zmiany w przepływie powietrza w kanale wentylacyjnym c) interpretacja zmian zachodzących w rejestrowanym sygnale wraz z zaznaczonymi przedziałami z symulowanymi zagrożeniami

Zarejestrowany przebieg charakteryzuje się dynamicznymi zmianami wielkości prędkości przepływu powietrza w kanałach wentylacyjnych w momentach zmiany stanu zamknięcia lub otwarcia okien lub drzwi.

Podsumowanie

Badania wykazały, że układ, mimo zastosowania tylko jednego czujnika, umożliwił detekcję prób forsowania zamkniętych okien i drzwi w całym zabezpieczonym obszarze mieszkania. Przedstawiony układ jest bardzo czułym detektorem stanów zaburzenia. Dokładna analiza sygnału umożliwiła wykrycie nawet prób rozszczelnienia okien, co nie jest obecnie realizowane przez żaden powszechnie stosowany układ detekcyjny..

Literatura

- [1] A. Pelech, Wentylacja i klimatyzacja. Podstawy (in Polish), Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław (2008).
- [2] K. Krygier, T. Klinke, J. Seweryniuk, Ogrzewnictwo Wentylacja Klimatyzacja (in Polish), Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa (1995).
- [3] M. Buczał, Sposób i układ detekcji próby sforsowania wejść do obiektu zamkniętego, Biuletyn Urzędu Patentowego 20, 38-39 (2015).

Finansowanie: FD-20/EE-2/802 i FD-20/EE-2/402

POSZUKIWANIE CZASOPISM DO PUBLIKOWANIA WYNIKÓW BADAŃ NAUKOWYCH – NA PRZYKŁADACH NAUK INŻYNIERYJNYCH

Witold SYGOCKI

email: witold.sygocki@gmail.com

Słowa kluczowe: publikowanie, nauki inżynieryjne, prezentacja dorobku naukowego, wybór czasopism

Każde środowisko naukowe w Polsce, związane z naukami społecznymi, medycznymi czy inżynieryjnymi staje przed wyborem publikowania w dedykowanych dyscyplinie czasopismach naukowych. Pytania jakie wynikają z tego procesu dotyczą tego jaki ma być krąg odbiorców, krajowy czy międzynarodowy; jaki czasopismo ma zasięg; jak jest odbierane w środowisku naukowym, jakie są jego wskaźniki: Impact Factor (Clarivate Analytics), SCImago Journal Rank (Elsevier), Source Normalized Impact per Paper (Elsevier). W Polsce pojawia się jeszcze pytanie, jaka jest punktacja czasopisma w wykazie czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych (ostatni taki wykaz ogłoszony został w styczniu 2024 [1]). Nad kolejnym wykazem trwają prace – zgodnie z zapowiedzią Ministerstwa Nauki Szkolnictwa Wyższego to Komisja Ewaluacji Nauki (KEN) sporządzi projekt nowego wykazu czasopism, do akceptacji ministra [2]. Ogłoszony wykaz będzie obowiązywał w odniesieniu do publikacji, które ukaza się już po jego ogłoszeniu.

W materiale zaprezentowano informacje związane ze sposobami wyszukiwania czasopism do publikowania uzyskanych wyników badań naukowych. Podczas ich opracowania korzystano z baz Web of Science (Clarivate Analytics), Scopus i z krajowej bazy BazTech – jako reprezentatywnych źródeł indeksujących publikacje z zakresu nauk inżynieryjnych. Informacje o punktacji czasopism w wykazie nie stanowiły tu punktu odniesienia. Tak było by najprościej, tj. wyszukać czasopisma posiadające przynajmniej jedną z dyscyplin przypisanych inżynierii i wybrać te posiadające najwyższą punktację. Jednak taki wybór obecnie jest niewystarczający, bo zazwyczaj zależy nam na zasięgu międzynarodowym. Dlatego poniżej zaprezentowano możliwe sposoby wyszukiwania wartościowych czasopism.

Jeden ze sposobów wyboru czasopism do publikowania wyników badań jest związany z researchem wykonywanym w bazach bibliograficzno-abstraktowych i wyszukiwań wśród artykułów już opublikowanych.

Dla przykładu w tabeli 1 zaprezentowano czasopisma uzyskane jako wynik wyszukiwania w bazie WoS CC według następujących zapytań: Engineering, Electrical & Electronic (Web of Science Categories), typ publikacji: Articles, afiliacja: Poland: publikacje z lat 2020-24 – co dało 6,643 rekordów. Zaprezentowano te czasopisma, w których ukazało się ponad 100 artykułów (rekordów), w wybranym zasięgu chronologicznym.

Tab. 1. Czasopisma zindeksowane w WoS CC, wskazane jako wyniki dla zapytania dla WoS Categories: Engineering, Electrical & Electronic (ponad 100 artykułów w czasopiśmie, 2020-24), informacje o wskaźnikach, punktacji w wykazie MNiSW, (komunikat MNiSW z 5.01.2024).

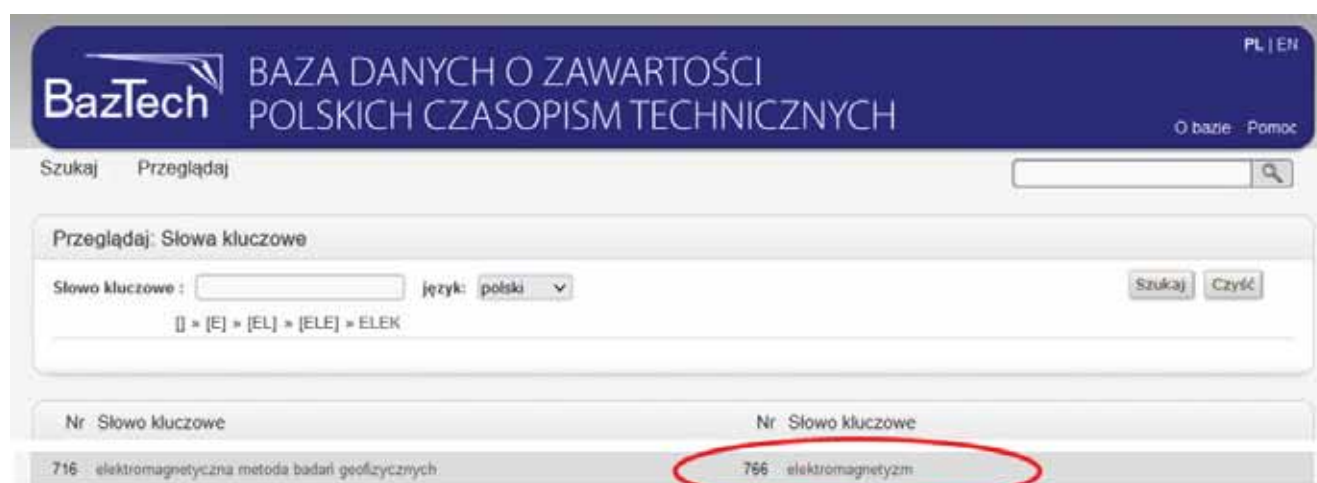
Tytuł czasopisma	Wydawca	Liczba artykułów	Liczba cytowań	Impact Factor 2023	SCImago Journal Rank 2023	Punkty w wykazie 2024
Sensors	MDPI	1,782	10,452	3,9	0.764	100
Przegląd Elektrotechniczny	Wydawnictwo SIGMA-NOT	1,338	735	0,5	0.208	70
IEEE Access	IEEE INC	633	3,887	3,9	0.926	100
Electronics	MDPI	582	2,551	2,9	0.628	100
Expert Systems With Applications	PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD	101	1,192	8,9	1.873	200

W tabeli 2 zaprezentowano czasopisma, uzyskane jako wynik zapytania w WoS CC; tj. topics: electromagnet*, na które uzyskano 86 782 rekordów. W następnym kroku wyniki zawężono do publikacji: Highly Cited Papers, Hot Paper, Review Articles, Early access, Open Access, Associated data, 2020-2023 – co dało liczbę 105 artykułów – a w tabeli zamieszczono te czasopisma, w których opublikowano przynajmniej 4 artykuły.

Tab. 2. Czasopisma zindeksowane w WoS CC, wskazane jako wyniki dla zapytania dla topics: electromagnet*, zawężone do: Highly Cited Papers, Hot Paper, Review Articles, Early access, Open Access, Associated data, 2020-2023, informacje o wskaźnikach, punktacji w wykazie MNiSW (komunikat MNiSW z 5.01.2024).

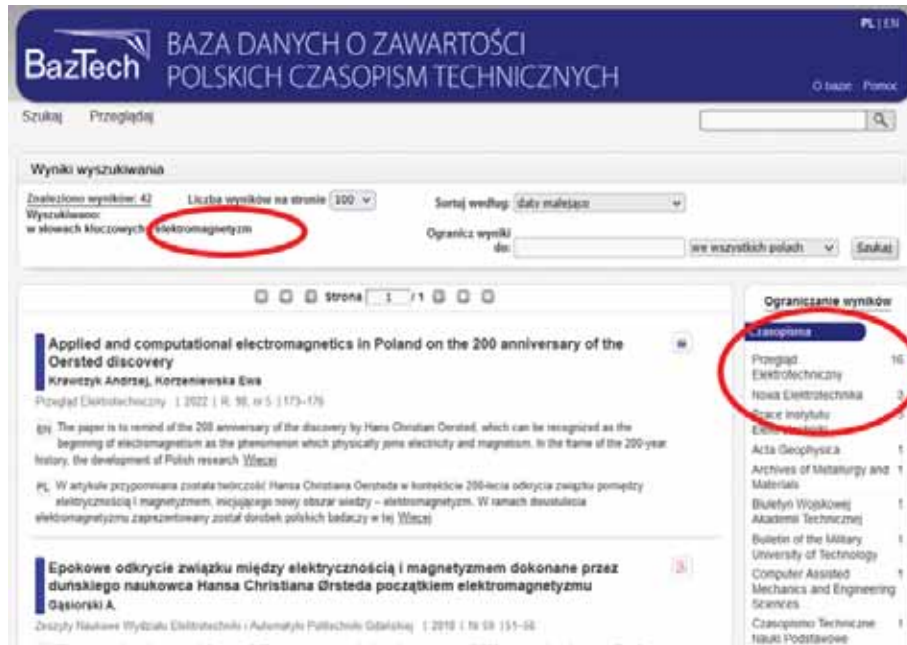
Tytuł czasopisma	Wydawca	Liczba artykułów	Liczba cytowań	Impact Factor 2023	SCImago Journal Rank 2023	Punkty w wykazie 2024
Nano-Micro Letters	Springer	8	1266	26,6	5,276	140
Light: Science & Applications	Springer Nature	6	1037	19,4	5,406	200
Physics Reports-Review Section of Physics Letters	Elsevier	6	1025	29,9	5,691	200
Living Reviews in Relativity	Springer	5	679	40,6	11,561	200
Advanced Science	Wiley-Blackwell	4	618	15,1	4,086	200
Progress in Particle and Nuclear Physics	Elsevier	4	313	9,5	4,855	200

W odniesieniu do zasobów polskich, można wskazać bazę BazTech, jako bazę indeksującą publikacje z zakresu nauk inżynierskich. Indeksuje ona (od 1988 roku) artykuły z polskich czasopism z zakresu nauk technicznych, ścisłych i ochrony środowiska. Obecnie zawiera 534 tys. opisów artykułów, 766 indeksowanych czasopism, z czego 84% stanowią czasopisma pełnotekstowe [3]. Poniżej przedstawiono przykład możliwego wyszukiwania w BazTech publikacji dla zapytania o: elektromagnetyzm (słowo kluczowe).



Rys. 1. Możliwość wyszukania czasopism, w których opublikowano artykuły, gdzie występowały słowa kluczowe: elektromagnetyzm. Data dostępu: 15.04.2024

Przykład wyników uzyskanych na zapytanie dla słowa kluczowego: elektromagnetyzm, rekordy publikacyjne wraz z informacją o czasopismach, w których się ukazały [4]. Na pierwszym miejscu jest wskazanie na Przegład Elektrotechniczny:



Rys. 2. Wyniki uzyskane w BazTech (fragment), po wybraniu słowa kluczowego: elektromagnetyzm, otrzymany wykaz publikacji wraz listą czasopism, w których zostały opublikowane. Data dostępu: 15.04.2024

Możliwości wyszukiwania jest bardzo wiele, przez różnie sformułowane zapytania: słowa kluczowe, afiliacje, klasyfikacje kategorii tematycznych wg. Web of Science, Scopus. Zasięg chronologiczny nie powinien być większy niż 5 lat, bo wyszukiwanie ma przynieść odpowiedź na pytanie, w jakim czasopiśmie warto publikować teraz.

Podczas publikowania warto pamiętać o całości tego procesu, konsultować ze specjalistami w ramach dyscypliny i pracownikami informacji naukowej, korzystać ze wsparcia informacyjnego dostępnego w otoczeniu sieciowym [5]. Dla niektórych autorów ważnym aspektem jest dostęp do publikacji, tj. publikowanie i udostępnianie w trybie Open Access [6].

Opracowano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej (do 12 grudnia 2023 r. – pod nazwą: Ministerstwo Rodziny i Polityki Społecznej). Zadanie nr 7.ZS.06. pt. *Komunikacja naukowa (dotycząca bezpiecznego funkcjonowania człowieka w środowisku pracy) na rzecz podnoszenia efektywności prac badawczych*. Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Literatura

- [1] Komunikat Ministra Nauki z dnia 5 stycznia 2024 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych (dostępne w WWW: <https://www.gov.pl/web/nauka/komunikat-ministra-nauki-z-dnia-5-stycznia-2024-r-w-sprawie-wykazu-czasopism-naukowych-i-recenzowanych-materiałow-z-konferencji-miedzynarodowych>, data dostępu: 15.04.2024.)
- [2] MNiSW zaktualizuje wykaz czasopism (dostępne w WWW: <https://www.prawo.pl/student/wykaz-czasopism-naukowych-2024.525918.html>, data dostępu: 15.04.2024.)
- [3] BazTech. Informacje o bazie. (dostępne w WWW: <http://baztech.icm.edu.pl/> data dostępu: 15.04.2024.)
- [4] Wyszukiwanie w bazie BazTech (dostępne w WWW: http://yadda.icm.edu.pl/baztech/search/page.action?qt=SEARCH&q=sc.general*c_0keywords_0eqs.elektromagnetyzm*1_0, data dostępu: 15.04.2024.)
- [5] Liśkiewicz T., Liśkiewicz G.: Wprowadzenie do efektywnego publikowania naukowego (dostępne w WWW: <https://bm.cm.uj.edu.pl/cm/uploads/2021/04/Wprowadzenie-do-efektywnego-publikowania-naukowego.pdf>, data dostępu: 15.04.2024.)
- [6] Drabek A. (2015). Dostępność polskich czasopism naukowych w sieci. "Nowa Biblioteka", nr 1, s. 47-56. (dostępne w WWW: https://rebus.us.edu.pl/bitstream/20.500.12128/5035/1/Drabek_Dostepnosc_polskich_czasopism_naukowych.pdf data dostępu: 15.04.2024.)

THE APPLICATION OF FUZZY LOGIC ALGORITHMS IN CONTROLLERS FOR CONTROLLING THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Serhiy SYROTYUK¹, Volodymyr HALCHAK¹, Vasyl LOPUSHNIAK¹, Serhii KOROBKA¹,
Hanna SYROTYUK¹, Taras STANYTSKYI¹, Kateryna YANKOVSKA¹,
Tomasz JAKUBOWSKI², Jan GIEŁŻECKI², Boris BOLTYANSKYI¹, Paweł SOKOŁOWSKI²

¹ Lviv National Environmental University, Lviv

² Uniwersytet Rolniczy, Kraków

Introduction

The use of renewable energy sources is one of the rational ways to replace fossil fuels. The main types of renewable energy sources are energy from solar radiation and wind, energy from the environment and subsoil, energy from small streams, energy from biomass, etc. which can be converted into heat and electricity with parameters necessary for their use in technological processes. Considering that solar energy is a primary source for all of these energy resources, it can be considered almost inexhaustible. In addition to being inexhaustible, renewable energy sources are environmentally friendly, reducing the negative impact of energy on the environment, which experience shows is a top priority.

Formulation of the problem

Among the features of the use of renewable energy sources are a significant uneven supply and consumption, as well as a low density of energy flows. In terms of irregularity, it is deterministic and stochastic. The deterministic is seasonal and daily. The immediate one determines the stochastic nature of the change in environmental climatic conditions. As an example, we can consider the irregularity of solar radiation flows (Fig. 1-2).

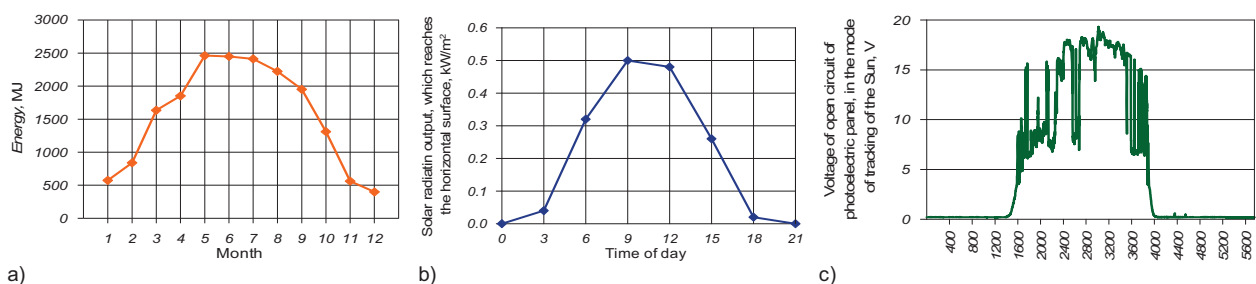


Fig. 1. Seasonal (a) and daily (b) and instantaneous (c) irregularities in solar radiation LabVIEW

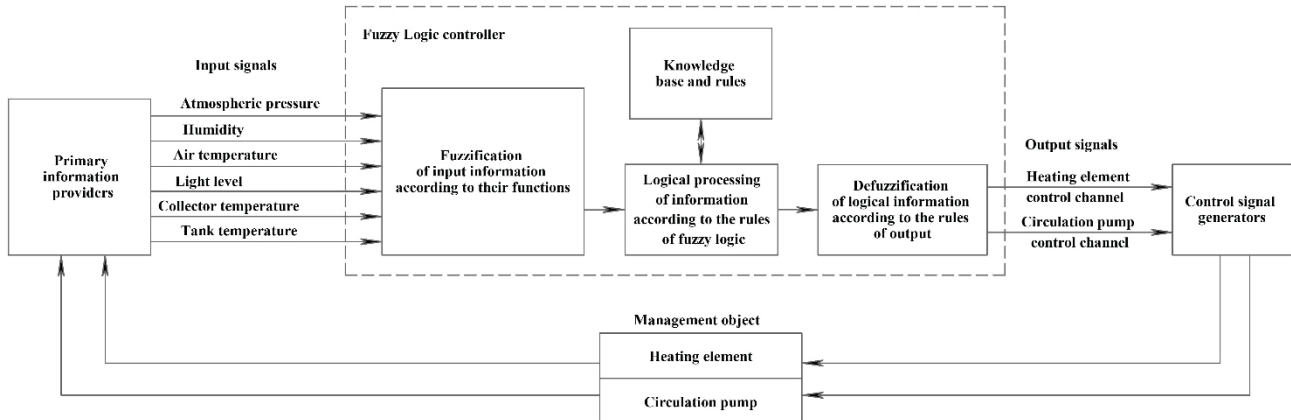


Fig. 2. Conceptual diagram of Fuzzy Logic controller of solar hot water installation control

Results and summary

The computer model of wind flow adapted for LabVIEW software has been improved with the introduction of daily and seasonal non-uniformity of its change, which brings it as close as possible to the real wind flow. The developed computer model of wind electric turbines allows carrying out the research of its dynamics by the stochastic change of wind speed. The use of switches of the wind flow formation modes allows us to study the behaviour of the wind power turbine in statics and dynamics. The long-term study of the developed computer model of wind flow may provide for its improvement using correcting the elements based on comparison with the data of meteorological measurements of wind speed. The developed computer model of wind power turbine can be considered as a basis for its further improvement by introduction of additional submodules, for example, a system.

References

- [1] Boyarchuk V.M., Sirotyuk V.M., Kuzminsky R.D., Syrotyuk S.V., Baranovych S.M., Yankovska K.S., Ftoma O.V., Theoretical, computer and full-time study of a biaxial microcontroller tracking solar photovoltaic system with flat concentrators, *Report (final) on the implementation of research work under the contract of 22.08.2018*, № M/135-2018, State registration number 0118U001744, 85, (in Ukraine)
- [2] Viessmann, 2010, The book about the sun, Guide to the design of solar heat supply systems, K.: *Zlato-graph*, 189, (in Russia)
- [3] Lee C, C, 1990, Fuzzy logic in control systems: fuzzy logic controller, *Access Mode: <https://ieeexplore.ieee.org/document/52551>*
- [4] Ruiyun Q., Gang T., Bin J., Fuzzy System Identification and Adaptive Control, 2009, *Access Mode: https://www.ebooks.com/en-ua/209715209/fuzzy-system-identification-and-adaptive-control/jiang-bin-tao-gang-qi-ruiyun/?src=feed&gclid=Cj0KCQjwqs3-rBRCdAR-IsADeIpfTg-6zkO8T3G0Wt4B_8UpujoZF9M9dKdeCiKTGSI20Qenml5oL8xkaAq-APEALw_wcB*
- [5] Ramakrishnan S., Modern Fuzzy Control Systems and Its Applications, 2017, *Access Mode: <https://www.intechopen.com/books/modern-fuzzy-control-systems-and-its-applications>*
- [6] Suganthi L., Iniyan S., Samuel A., Applications of fuzzy logic in renewable energy systems – A review, 2015, *Access Mode: https://www.researchgate.net/publication/275671266_Applications_of_fuzzy_logic_in_renewable_energy_systems_-_A_review*

ANALIZA WPŁYWU LICZBY DEFECTÓW I ODLEGŁOŚCI ELEKTROD NA REZYSTANCJĘ CIENKICH ŚCIEŻEK PRZEWODZĄCYCH

Anna SZLACHTA¹, Stanisław PAWŁOWSKI²,
Ewa KORZENIEWSKA³, Jolanta PLEWAKO⁴

¹ Politechnika Rzeszowska, Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych

² Politechnika Rzeszowska, Zakład Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych

³ Politechnika Łódzka, Instytut Systemów Inżynierii Elektrycznej

⁴ Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki

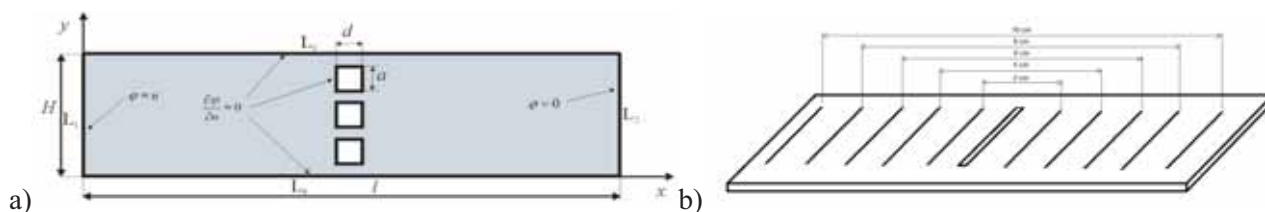
Wstęp

Rozwiązania konstrukcyjne w postaci struktur tekstronicznych stanowiących połączenie materiałów włókienniczych z komponentami elektronicznymi są obecnie szeroko stosowane w procesach produkcyjnych (RFID, medycyna). Badania elementów elektroprowadzących w postaci cienkich warstw na elastycznym podłożu są istotnym zagadnieniem w dziedzinie inżynierii materiałowej i elektroniki. Ze względu na możliwość uszkodzenia cienkich ścieżek przewodzących istotne są badania wpływu wymiarów i liczby defektów na rezystywność tych ścieżek. Efekty tych badań umożliwiają poprawę ich konstrukcji. W pracy [1] analizowano wpływ nieskończonej liczby defektów współliniowych, umiejscowionych poprzecznie do kierunku przyłożonego pola elektrycznego na zwiększenie rezystancji ścieżki. Wykazano, że jej wzrost zależy zarówno od ich całkowitej długości, jak i ich liczby. Większa liczba krótszych defektów może dawać wielokrotnie mniejszy przyrost rezystancji niż mała liczba dłuższych defektów o tej samej długości sumarycznej. W granicy, gdy liczba tych defektów dąży do nieskończoności, przyrost rezystancji spowodowany przez nie, maleje do zera. Autorzy spodziewają się, że zauważony efekt spowodowany jest idealizacją przyjętego do obliczeń modelu, polegającą na przyjęciu założenia o nieskończonej liczbie defektów w cienkich liniach.

W niniejszej pracy analizowane jest zagadnienie dla określonej stałej szerokości defektu (d), różnej liczby defektów $n = 0 \div 5$, których łączna długość na stanowi 80% szerokości badanej ścieżki H (w trakcie badań zmieniano położenie elektrod pomiarowych względem wycentrowanego defektu). Przeprowadzono badania symulacyjne oraz pomiary.

Sformułowanie zagadnienia

Rozpatrywane jest zagadnienie statycznego pola przepływowego wektora gęstości prądu \mathbf{J} , w cienkiej ścieżce przewodzącej o kształcie prostokąta z określoną liczbą prostokątnych defektów, rozmieszczonych jak pokazano na rysunku 1. Przyjmuje się, że w materiale przewodzącym obowiązuje lokalne prawo Ohma: $\mathbf{J} = \gamma \mathbf{E}$, obszary defektów stanowią idealną izolację.



Rys. 1. Model ścieżki przewodzącej ze współliniowymi prostokątnymi defektami a), oraz rozmieszczenie elektrod pomiarowych b)

Przy przyjętych założeniach mamy: $\mathbf{E} = -\text{grad}\varphi$, $\Delta\varphi = 0$, φ – potencjał elektryczny. Przyjęto, że potencjały na końcach ścieżki L_1 , L_2 , są stałe i napięcie między nimi wynosi U . Na bocznych brzegach ścieżki L_3 , L_4 oraz na brzegach defektów potencjał φ spełnia zerowe warunki Neumanna, co wynika z zerowania się normalnej

składowej wektora gęstości prądu. Zagadnienie sprowadza się do poszukiwania funkcji potencjału, spełniającej równanie Laplace’a i mieszane warunki brzegowe (Dirichleta i Neumanna).

Metoda rozwiązania

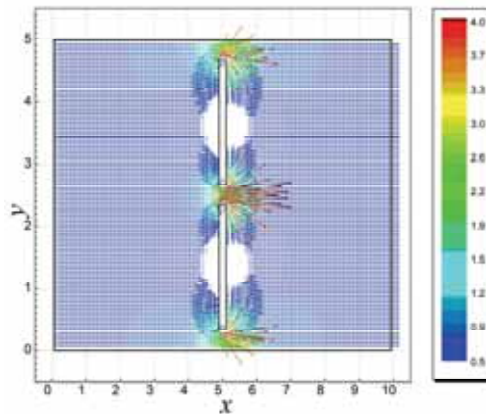
W celu rozwiązania opisanego zagadnienia zastosowano Metodę Równań Całkowych. Poszukiwany potencjał przedstawiony jest w postaci:

$$\varphi(x, y) = u \left(1 - \frac{x}{l} \right) + \sum_{m=1}^4 \int_{L_m} \sigma_m(x', y') \frac{\cos \alpha}{R} dL_m + \sum_{k=1}^N \int_{\Gamma_k} \sigma_k(x', y') \frac{\cos \alpha}{R} d\Gamma_k \quad (1)$$

gdzie: σ_m , σ_k – funkcje gęstości potencjału warstwy podwójnej określone na krawędziach ścieżki L_m oraz brzegach defektów Γ_k .

R – odległość pomiędzy dowolnym punktem analizowanego obszaru a bieżącym punktem całkowania, α – kąt między linią łączącą te punkty a kierunkiem normalnym linii brzegowej.

Dokładny opis całej procedury przedstawiono w pracy [1]. Na podstawie powyższych wzorów sporządzono program numeryczny do obliczania rozkładu pola przepływowego w warstwie przewodzącej (Rys. 2) oraz jej rezystancji.

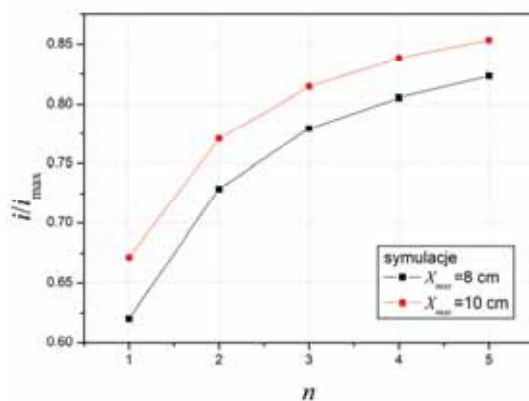


Rys. 2. Rozkład gęstości pola elektrycznego dla dwóch defektów współliniowych o łącznej długości 80% szerokości ścieżki

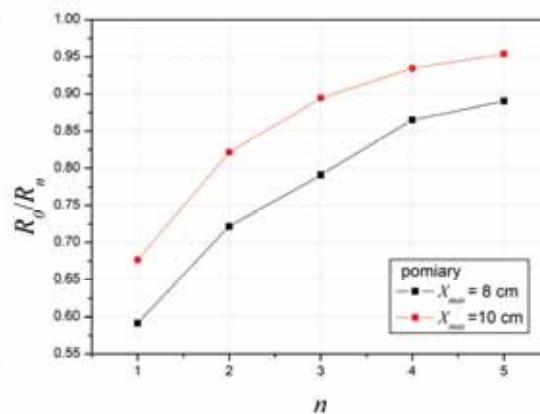
Rezultaty badań

Na rysunku 3 przedstawiono przykładowe rezultaty symulacji oraz pomiarów impedancji dla określonej stałej szerokości defektu $d = 2 \text{ mm}$, różnej liczby defektów $n = 0 \div 5$, których łączna długości wynosi 40 mm, co stanowi 80% szerokości badanej ścieżki $H = 50 \text{ mm}$, dla różnych odległości elektrod pomiarowych $X_{max} = 2 \div 10 \text{ mm}$.

a)



b)



Rys. 3. Porównanie wyników a) symulacji, b) pomiarów, dla różnej liczby defektów oraz różnej odległości rozmieszczania elektrod

Stwierdzono jakościową zbieżność wyników symulacji i pomiarów, pewne rozbieżności wartości wynikają z niedokładności pomiaru małych wartości napięcia oraz odległości elektrod.

Literatura

- [1] Pawłowski S., Plewako J., Korzeniewska E.: Influence of Structural Defects on the Resistivity and Current Flow Field in Conductive Thin Layers. *Electronics*, 2020; 9(12):2164, doi.org/10.3390/electronics9122164.
- [2] Korzeniewska E., De Mey G., Pawlak R., Stempień Z.: Analysis of resistance to bending of metal electroconductive layers deposited on textile composite substrates in PVD process. *Scientific Reports* 10 (1) doi: 10.1038/s41598-020-65316-2.
- [3] Pawłowski S., Plewako J., Korzeniewska E.: Field Modeling the Impact of Cracks on the Electroconductivity of Thin-Film Textronic Structures, 2020 *Electronics* 9, 402, doi: 10.3390/electronics9030402.
- [4] Mączka, M.; Hałdaś, G. Calculations of transport parameters in semiconductor superlattices based on the Green's functions method in different Hamiltonian representations. *Bull. Pol. Acad. Sci. Tech. Sci.* 2019, 67, 3, DOI: 10.24425/bpasts.2019.129661

WŁAŚCIWOŚCI TERMOFIZYCZNE I AKUSTYCZNE PŁYT KOMPOZYTOWYCH ZAWIERAJĄCYCH POLIMERY ODPADOWE Z IZOLACJI KABLI ELEKTROENERGETYCZNYCH

Tomasz SZUL¹, Iveta ČABALOVÁ², Rupali TIWARI², Piotr ŁYSZCZARZ¹

¹ Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

² Technická Univerzita vo Zvolene

Cel i zakres pracy

Celem pracy było wykonanie badań dotyczących właściwości termofizycznych a także akustycznych dla płyt kompozytowych drewno-polimery odpadowe z izolacji kabli elektroenergetycznych.

W eksperymencie wykorzystano cząstki drewna pozyskane z świeżych pni świerku, które poddano przetwarzaniu w firmie Kronospan s.r.o. (Zvolen, Słowacja), uzyskując z nich materiał bazowy do produkcji płyt wiórowych. Wymiary cząstek, wynosiły od 0,25 mm do 4,0 mm. Cząstki te zostały dodatkowo poddane procesowi suszenia, redukując ich wilgotność do poziomu 4%.

W ramach eksperymentu wykorzystano dwa rodzaje granulatów pochodzących z izolacji kabli elektroenergetycznych, takie jak: izolacje niepalne oraz izolacje topliwe podtrzymujące ogień (palne). Należą do nich:

- granulaty z przemysłu budowlanego – niepalne kable, (kabel energetyczny bezhalogenowy HFFR) – FRNC: ognioodporna niekorozyjna guma,
- granulaty z przemysłu budowlanego – palne kable, izolacja kabel wewnętrzny łatwopalny – XLPE: usieciowany polietylen.

Materiał badawczy w postaci granulatu z izolacji kabli energetycznych (typu NA2XH-O) został przygotowany w laboratorium energetyki konwencjonalnej i odnawialnej na Wydziale Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Tam, za pomocą autorskich urządzeń, zużyte kable elektroenergetyczne zostały pozbawione izolacji (niepalnej HFFR oraz palnej Polietylen usieciowany), która następnie została rozdrobniona za pomocą kruszarki na drobne części o średnicy od 1 do 3mm.

Trójwarstwowe płyty wiórowe z dodatkiem rozdrobnionej gumy/tworzyw sztucznych o wymiarach 360 mm x 280 mm x 18 mm przygotowano w laboratoriach Uniwersytetu Technicznego w Zvoleniu. Kompozyty drewniano-gumowe/plastikowe przygotowano za pomocą konwencjonalnej technologii, polegającej na wstępnym prasowaniu płyt wiórowych na zimno do ciśnienia 1 MPa, a następnie prasowaniu na gorąco pod ciśnieniem za pomocą prasy laboratoryjnej CBJ 100-11. Warstwa wierzchnia została wytworzona przez zmieszanie wiórów z odpadów drzewnych i mieszanki klejowej w laboratoryjnym bębnie do powlekania. Warstwa środkowa została wykonana z odpadowych wiórów drewnianych, pokruszonego granulatu z tworzywa sztucznego i mieszanki kleju, a składniki te również dokładnie wymieszano w laboratoryjnym bębnie do powlekania. Mieszanka powierzchniowa o masie 396 g została nałożona na formę, gdzie została równomiernie rozprowadzona, 1110 g warstwy środkowej zostało nałożone na warstwę powierzchniową, a na koniec ponownie warstwa powierzchniowa o masie 396 g. Mieszanka została umieszczona w hydraulicznej maszynie do formowania wstępnego na około 2 minuty. Po prasowaniu wstępnym następowało prasowanie na gorąco pod ciśnieniem 20 MPa, 10 MPa i 5 MPa w różnych odstępach czasu. Całkowity czas prasowania wynosił 5 minut w temperaturze 230 °C.

Wykonano również trójwarstwową płytę wiórową bez dodatków, która stanowi poziom odniesienia dla badanych kompozytów.

Próbki zostały oznaczone w następujący sposób:

P – płyta wiórowa,

CIF10 – P z zawartością granulatu z odpadów kabli palnych,

CEN10 – P z zawartością granulatu z odpadów kabli niepalnych.

Próbki do badań przewodnictwa cieplnego zostały wycięte zgodnie z normą EN 326-1:2005 [1] i były reprezentatywne dla dwóch różnych kompozytów oraz dla próbki wzorcowej (płyta wiórowa bez dodatków). Wymiary próbek wynosiły $100 \times 100 \times 18 \text{ mm}^3$. Przewodnictwo cieplne, dyfuzyjność termiczną oraz pojemność cieplną właściwą określono przy użyciu metody rozszerzonego źródła dynamicznego EIOD [2, 3].

Właściwości akustyczne badanych materiałów zostały ocenione za pomocą współczynnika pochłaniania dźwięku (α) i współczynnika redukcji hałasu (NRC) [4]. Pomiar przeprowadzono przy użyciu impedancyjnej rury Kundta (Brüel & Kjaer typ 3050), w której umieszczono 2 mikrofony (zgodnie z normą EN ISO 10534-2 [5]).

Omówienie wyników badań

Wartość współczynnika przewodzenia ciepła (λ) w badanych kompozytach jest wprost proporcjonalna do gęstości materiału. Dodatek granulatu z odpadów izolacji kabli elektroenergetycznych (zarówno palnych - CIF10, jak i niepalnych - CEN10) skutkuje zwiększeniem współczynnika przewodzenia ciepła w porównaniu do czystej płyty wiórowej (P) odpowiednio do 0,139 W/m·K (CIF10) oraz 0,143 W/m·K.

Wartość współczynnika dyfuzyjności cieplnej (a) dla kompozytu z dodatkiem granulatu niepalnych granulek izolacyjnych (CEN10) jest zbliżona do wartości charakteryzującej płytę wiórową bez dodatków (P). Natomiast zastosowanie granulatu z usieciowanego polietylenu (CIF10) powoduje obniżenie współczynnika dyfuzyjności temperaturowej w porównaniu do płyty bazowej.

Ciepło właściwe (c_p) próbek zwiększyło się po dodaniu granulatu, zarówno w przypadku granulek niepalnych (CEN10) jak i palnych (CIF10). Jednakże analiza statystyczna wykazała, że nie ma istotnych różnic między średnimi wartościami ciepła właściwego c_p dla kompozytów zawierających granulaty odpadowe z izolacji palnej i niepalnej, co sugeruje, że wartość pojemności cieplnej jest taka sama dla obu rodzajów kompozytów i wynosi 1670 J/kg·K.

Właściwości akustyczne kompozytów ulegają zmianie po dodaniu granulatu. Dodatek granulatu z odpadów izolacji kabli niepalnych (CEN10) poprawia właściwości akustyczne szczególnie w zakresie częstotliwości 250 – 1000 Hz oraz powyżej 2000 Hz.

Kompozyty z dodatkiem granulatu z odpadów izolacji kabli palnych (CIF10) wykazują zbliżone właściwości akustyczne do płyty wiórowej w zakresie częstotliwości 125 – 1000 Hz, jednak w przedziale 1000 - 2000 Hz ich właściwości są gorsze od wartości referencyjnej (P).

Wartość współczynnika redukcji hałasu (NRC) jest niższa po dodaniu granulatu z odpadów izolacji kabli palnych (CIF10), obniżając się do 0,09 w porównaniu do wartości referencyjnej (P). W przypadku kompozytu z dodatkiem granulatu z odpadów izolacji kabli niepalnych (CEN10), wartość współczynnika redukcji hałasu wynosi 0,14, co sugeruje, że jego właściwości akustyczne są zbliżone do właściwości płyty wiórowej.

Literatura

- [1] EN 326-1:2005 Płyty drewnopochodne – Pobieranie próbek, cięcie i kontrola – Część 1: Pobieranie próbek i cięcie próbek do badań oraz przedstawianie wyników badań. 2005, Bruksela, Belgia.
- [2] Krišťák L., Igaz R., Ružiak, I. Applying the EDPS Method to the Research into Thermophysical Properties of Solid Wood of Coniferous Trees. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2019, (2019), 1–9.
- [3] Mancel V., Čabalová I., Krilek J., Réh R., Zachar M., Jurczyková T. Fire Resistance Evaluation of New Wooden Composites Containing Waste Rubber from Automobiles. *Polymers*, 14, (2022), 4465.
- [4] Danihelová A., Ščensný P., Gergel' T., Ondrejka V., Němec M., Igaz R., Štefko J., Mitterová I. Influence of Flame Retardant Impregnation on Acoustic and Thermophysical Properties of Recycled Technical Textiles with the Potential for Use in Wooden Buildings. *Polymers*, 13/16, (2021), 2598.
- [5] PN-EN ISO 10534-2:2003 Akustyka - Określanie współczynnika pochłaniania dźwięku i impedancji akustycznej w rurach impedancyjnych - Część 2.

NADWRAŻLIWOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA – DOŚWIADCZENIA I WIEDZA POLSKICH LEKARZY

Grzegorz TATOŃ¹, Kamila UNDAŚ¹, Gabriela KANCLERZ¹,
Artur KACPRZYK¹, Rafał PAWLAK²

¹ Jagiellonian University Medical College, Kraków

² National Institute of Telecommunications, Warszawa

Liczba urządzeń elektrycznych i elektronicznych wokół nas stale rośnie, co wiąże się ze zwiększeniem tła pola elektromagnetycznego (PEM) w środowisku człowieka. U niektórych ludzi sytuacja taka budzi niepokój i niekiedy wiążą oni stan swojego samopoczucia i zdrowia z oddziaływaniem na ich organizmy tego rodzaju pola. Stajemy w związku z tym wobec zjawiska nazywanego nadwrażliwością na pole elektromagnetyczne (EHS – electro hypersensitivity), elektrowrażliwością, a posługując się najbardziej odpowiednim terminem, idiopatyczną nietolerancją środowiskową przypisywaną oddziaływaniu pola elektromagnetycznego.

Od kilku lat prowadzimy badania nad zjawiskiem EHS, a uzyskane do tej pory wyniki sugerują, że ma ono podłoże raczej psychologiczne i nie jest efektem fizycznego oddziaływania PEM o niskim natężeniu, nieprzekraczającym dopuszczalnych bezpiecznych limitów.

Kwalifikacja do grupy osób nadwrażliwych zawsze odbywa się na podstawie samodeklaracji, a największym problemem jest określenie kryteriów, które najtrafniej pozwoliłyby zdefiniować populację takich osób. Wypracowane w kilku projektach, najlepsze naszym zdaniem kryterium zakłada, że osoba uznawana za nadwrażliwą rozwija na skutek postrzeganej przez siebie ekspozycji na PEM objawy, których nie obserwuje się wśród ogółu. Ponadto uciążliwość objawów jest na tyle duża, że utrudniają one normalne funkcjonowanie, albo osoba dotknięta objawami szuka aktywnie pomocy w rozwiązaniu swego problemu. Stosując takie kryterium kwalifikacji częstotliwość EHS w Polsce należałoby oszacować obecnie na poziomie ok. 1,1%. W badaniach przeprowadzonych trzy lata wcześniej oszacowanie to było na poziomie 1,8% [1].

Skoro osoby uważające, że zostały dotknięte EHS są częścią społeczeństwa, to środowisko lekarskie musi mieć z nimi do czynienia, bez względu na to czy podłożem zjawiska są procesy psychologiczne, czy też realne oddziaływanie fizyczne. Opisywany projekt ma na celu badanie doświadczeń i wiedzy polskich lekarzy na temat EHS.

W celu oceny doświadczeń polskich lekarzy z pacjentami skarżącymi się na objawy przypisywane wpływowi PEM, a także ich opinii na ten temat, przeprowadziliśmy badanie ankietowe. Do kwietnia 2024 r. w ankiecie wzięło udział niemal 300 praktykujących lekarzy.

Znaczny odsetek (47 %) respondentów miał do czynienia z pacjentami skarżącymi się na objawy związane przez nich z PEM. Najczęściej są to ból głowy, problemy z koncentracją i zmęczenie. Najczęściej wskazywanymi źródłami tego rodzaju dolegliwości były: telefony komórkowe, linie energetyczne i stacje bazowe telefonii komórkowej. Około 43% ankietowanych lekarzy uważa, że PEM o natężeniu spełniającym ogólnie przyjęte normy nie ma negatywnego wpływu na zdrowie, a 48% uważa, że objawy przypisywane działaniu PEM mają podłoże psychosomatyczne.

Ankietowani lekarze w większości (57%) wyrazili zainteresowanie udziałem w szkoleniach związanych z tematyką oddziaływania PEM na organizm człowieka i równocześnie uważają, że należy wdrożyć programy mające na celu poszerzenie wiedzy społeczeństwa na ten temat.

Wyniki badania pokazały, że EHS nie jest tylko zjawiskiem medialnym, ale jest realnym problemem medycznym, z którym polscy lekarze stykają się na co dzień w swojej praktyce. Powinni oni mieć jasny obraz zjawiska jakim jest EHS i powinni wiedzieć, w jaki sposób postępować z tego rodzaju pacjentami. W tym celu należałoby im pomóc w pozyskaniu rzetelnej wiedzy na temat oddziaływania PEM na ludzi, aby mogli ją zastosować w praktyce i aby mogli ją przekazywać swoim pacjentom.

Literatura

- [1] Tatoń G, Kacprzyk A, Rok T, Pytlarz M, Pawlak R, Rokita E, A survey on electromagnetic hypersensitivity : the example from Poland, *Electromagn Biol Med*, 41(1) pp. 52-59, 2022

PROBLEMATYKA PROGRAMOWANIA SYSTEMÓW WIZYJNYCH DO IDENTYFIKACJI OWOCÓW

Marcin TOMASIK, Paulina BAŁUSZYŃSKA

Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy, Kraków

Systemy wizyjne maszyn to zaawansowane zestawy składające się z zintegrowanych elementów elektronicznych, sprzętu komputerowego oraz wyspecjalizowanych algorytmów oprogramowania. Ich kluczową rolą jest zapewnienie wsparcia operacyjnego poprzez przetwarzanie i analizę obrazów z otoczenia. Pozyskane dane są następnie wykorzystywane do kontroli, automatyzacji procesów oraz inspekcji produktów i materiałów [1,2]. Te innowacyjne systemy są fundamentem wysokiej jakości produktów oraz efektywności produkcji, gwarantując precyzyjne, spójne i powtarzalne mechanizmy detekcji, weryfikacji i pomiarów. Dzięki nim możliwe jest wychwycenie wad we wczesnych etapach procesu produkcyjnego, co minimalizuje ryzyko wytwarzania wadliwych części oraz ułatwia ich identyfikację. Dodatkowo, systemy te wspierają śledzenie oraz zapewnienie zgodności z regulacjami i specyfikacjami dotyczącymi produktów i materiałów w procesach przemysłowych. Typowe komponenty składające się na systemy wizyjne maszyn obejmują oświetlenie, obiektywy, czujniki obrazu, jednostki przetwarzania wizji oraz systemy komunikacyjne [4,5].

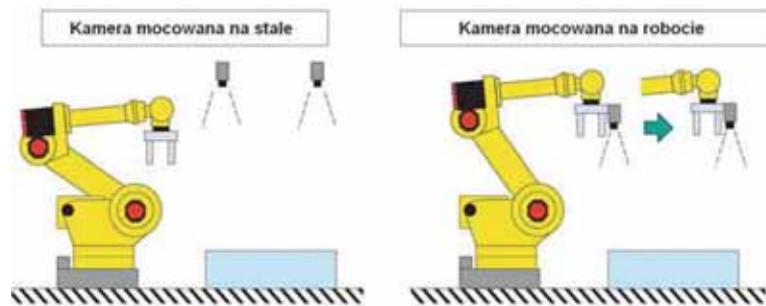
Systemy wizyjne do identyfikacji owoców są coraz częściej stosowanymi rozwiązaniami w przemyśle spożywczym i rolniczym. Ich głównym celem jest automatyczne rozpoznawanie i klasyfikowanie owoców na podstawie ich cech takich jak kolor, kształt, wielkość i stopień dojrzałości. Wykorzystują one zaawansowane algorytmy wizyjne oraz technologie obrazowania celem dokładnego analizowania obrazów owoców, umożliwiając szybką i precyzyjną identyfikację. Z uwagi na te funkcje możliwe jest automatyczne sortowanie owoców według określonych kryteriów jakościowych oraz eliminowanie produktów o niskiej jakości [6,7]. Są one również używane do monitorowania procesów pakowania i magazynowania owoców oraz do optymalizacji zarządzania nimi w łańcuchu dostaw ale również w zrobotyzowanych systemach zbierających. Funkcje systemów wizyjnych do identyfikacji owoców obejmują min.:

- rozpoznawanie kolorów i wzorców na powierzchni owoców.
- pomiar wielkości i kształtu owoców.
- określanie stopnia dojrzałości i jakości owoców.
- automatyczne sortowanie i segregacja owoców na podstawie ustalonych parametrów [3,5].

Celem prac badawczych była analiza problematyki programowania systemów wizyjnych w aspekcie skuteczności realizacji procesu identyfikacji truskawek. W badaniach wykorzystano dwa skrajnie różne systemy wizyjne. Jeden był przedstawicielem systemu swobodnie programowalnego, z wykorzystaniem popularnego środowiska programistycznego Python, z aplikacją/bibliotekami OpenCV (Open Source Computer Vision Library) stanowiący jeden z najbardziej popularnych zestawów narzędzi do przetwarzania obrazów i wizji maszynowej. Oferuje wiele gotowych funkcji do manipulacji obrazami, wykrywania obiektów, rozpoznawania twarzy itp. Drugim analizowanym rozwiązaniem było oprogramowanie dedykowane do zaawansowanych kamer firmy Cognex. Ta kamera cechuje się zaawansowaną wydajnością w zakresie przechwytywania obrazów o wysokiej rozdzielczości oraz szybkim przetwarzaniu danych obrazowych. W połączeniu z dedykowanym oprogramowaniem zapewnia szereg zaawansowanych funkcji, takich jak automatyczna kompensacja światła, korekcja obrazu, filtrowanie obrazu, czy detekcja wzorców.

Najczęściej spotykanym w aplikacjach rozwiązaniem, które wykorzystuje obraz do przetwarzania informacji z otoczenia, jest kamera inspekcji wizyjnej [8]. Kamera może być montowana niezależnie (na stałe) lub na robocie. W badaniach analizowano obie wersje ułożenia kamery względem robota (rys. 1).

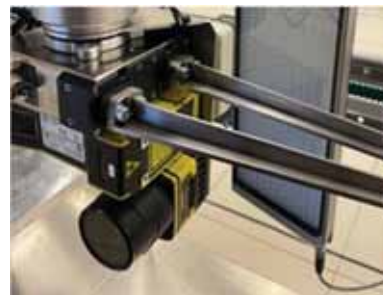
W badaniach oceniano wydajności i dokładności kamery inspekcyjnej DF Robot OpenMV Cam H7 (rys. 2) oraz kamerę Cognex IS 9505C (rys. 3).



Rys. 1. Sposoby montażu systemu wizyjnego dla robotów przemysłowych

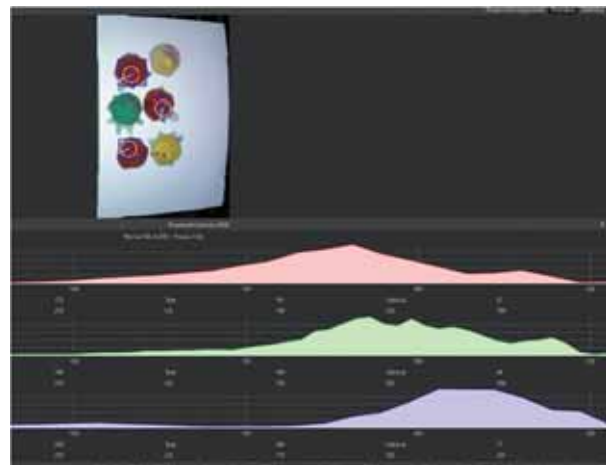


Rys. 2. Kamera inspekcji wizyjnej DFRobot OpenMV Cam H7



Rys. 3. Kamera Cognex IS 9505c (na dole) w systemie wizyjnym robota zbierającego truskawki

Pierwszym etapem przygotowania funkcjonowania systemu wizyjnego jest przeprowadzenie kalibracji i uczenia na zestawie detali o zróżnicowanych cechach, takich jak wygląd, kształt, wielkość i parametry, z ich dokładnym oznaczeniem w celu późniejszej walidacji wyników. Przykładowy histogram obrazu przedstawiającego rozkład wartości pikseli w obrazie zamieszczono na rysunku 4. Składa się on z pionowych słupków, gdzie na osi X znajdują się wartości pikseli (np. od 0 do 255 dla obrazów o 8-bitowej głębi koloru), a na osi Y liczba pikseli o danej wartości. Histogram może być przydatny do analizy kontrastu, jasności, rozkładu kolorów oraz do uczenia systemu rozpoznającego.



Rys. 4. Histogram z systemu wizyjnego Open MV

Literatura

- [1] Baker, H., Dagdelen, J., Li, X.: Robot Vision: A Review. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 47, pp. 138-156, 2017
- [2] Gómez-Sanchís, J., et al.: A review on machine vision technology in fruit grading. *Journal of Food Engineering*, 204, pp. 21-36, 2017
- [3] Guerrero, J.J., et. al.: A Survey of Visual Sensors in Agri-Food Robotics. *Sensors*, 16(2), pp. 200, 2016
- [4] Huang, Q., et. al.: Visual Perception for Robots: A Survey. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 24(11), pp. 2608-2626, 2018
- [5] Jain, D., Nandy, S.: Vision-Based Robotic Harvesting of Fruits: A Review. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 17(2), pp. 532-548, 2020
- [6] Khojastehnazhand, et. al.: Machine Vision Technology in Agriculture for Yield Prediction and Yield Mapping A Review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142, pp. 283-301, 2017
- [7] Lu, H., et. al.: Review of Machine Vision Technology Application in Fruit and Vegetable Quality Inspection. *IEEE Access*, 6, pp. 22759-22772, 2018
- [8] Vasconcelos, F., et. al.: A Review on Computer Vision Techniques Applied to Industrial Robots. *Robotics*, 9(2), pp. 41, 2020

KONCEPCJA ROZBUDOWY MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O GENERATOR WIATROWY

Krzysztof TOMCZEWSKI

Politechnika Opolska, Opole

Instalacje fotowoltaiczne i występujące problemy

Liczba zainstalowanych w Polsce mikroinstalacji prosumenckich przekroczyła 1,3 mln, a ich średnia moc wynosi 5,6 kW. Podstawowym problemem związanym z instalacjami fotowoltaicznymi jest nierównomierne oddawanie energii do sieci energetycznej. Elektrownie fotowoltaiczne powodują duże wahania dobowe, roczne i wynikające z warunków atmosferycznych w ilości produkowanej energii. Liczne prace wykazują, że rozkłady roczne energii słonecznej i wiatrowej dobrze wzajemnie się uzupełniają. [1] Instalacje hybrydowe fotowoltaiczno-wiatrowe dostarczają nie tylko więcej energii, ale również robią to w sposób bardziej równomierny. W przypadku instalacji fotowoltaicznych wyposażonych w falowniki z wejściami wysokonapięciowymi, panele fotowoltaiczne łączone są szeregowo i często podłączane są do jednego wejścia falownika w celu zwiększenia produkcji energii. W związku z tym w falownikach pozostają często niewykorzystane wejścia.

W artykule przedstawiono koncepcję podłączenia do istniejącej instalacji fotowoltaicznej małej turbiny wiatrowej. W tym przypadku głównym problemem technicznym jest sposób działania falownika fotowoltaicznego, który wyszukuje optymalne warunki pracy paneli fotowoltaicznych. [2] Koliduje to z charakterystykami wyjściowymi większości generatorów wiatrowych. [3] W artykule omówiono próbę dostosowania elektrowni wiatrowej do współpracy z falownikiem fotowoltaicznym, w celu lepszego wykorzystania możliwości falownika.

Koncepcja elektrowni hybrydowej na bazie mikroinstalacji fotowoltaicznej

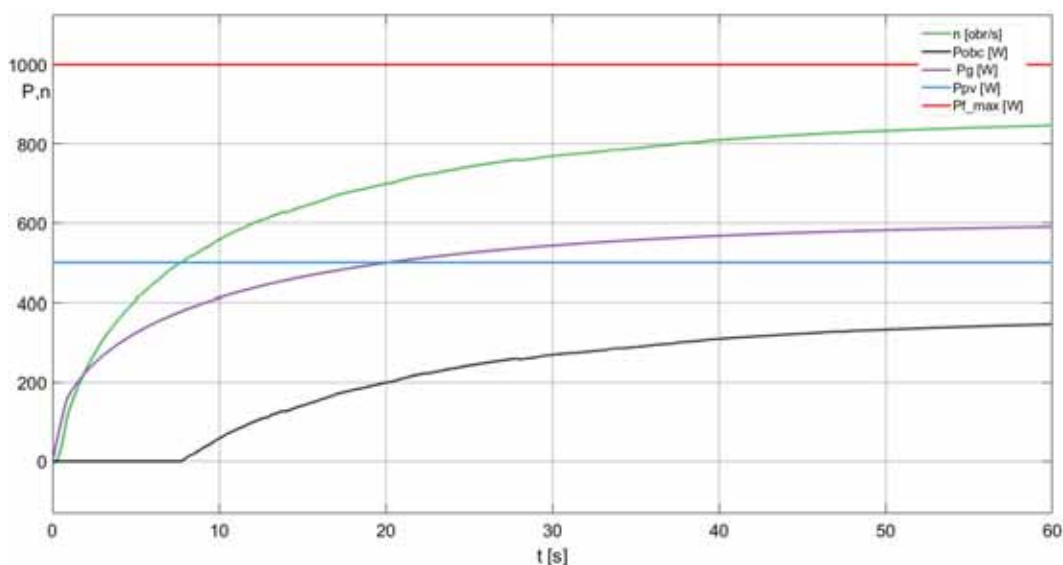
Prezentowana koncepcja dotyczy kształtowania charakterystyk turbiny i generatora wiatrowego do sposobu działania falownika fotowoltaicznego. W instalacji hybrydowej zastosowano przełączalny generator reluktancyjny (SRG), który podłączany został do niewykorzystywanego wejścia napięcia stałego falownika fotowoltaicznego. [4] Charakterystyka turbiny osiąga moc znamionową dla wiatrów o prędkości 10 do 12 m/s, moc maksymalną przy prędkości około 20 m/s, a następnie moc maleje. Charakterystyka mocy generatora jest dostosowana do charakterystyki turbiny, tak aby moc wejściowa generatora była nieznacznie większa od mocy turbiny w całym zakresie prędkości obrotowych. [5] Przełączalne generatory reluktancyjne dają taką możliwość, poprzez regulację wartości kątów wzbudzenia pasm, zależnie od prędkości obrotowej. [6] Dodatkowym problemem przy podłączeniu generatora do instalacji fotowoltaicznej jest ograniczona całkowita moc wejściowa falownika. W przypadku jej przekroczenia nadwyżka energii nie zostanie odebrana z generatora do sieci energetycznej, co może powodować niekontrolowany wzrost prędkości turbiny. W celu zabezpieczenia elektrowni przed taką sytuacją w układzie przewidziano dodatkowe obciążenie, którym może być np. promiennik podczerwieni lub grzałka.

Symulacja pracy mikroinstalacji hybrydowej

Przedstawiona koncepcja została sprawdzona w programie Matlab Symulink. W tym celu opracowano model elektrowni hybrydowej. Składa się on z modelu SRG, z ukształtowaną charakterystyką mocy poprzez uzależnienie kątów wzbudzenia od prędkości obrotowej, modelu turbiny wiatrowej odwzorowującego jej charakterystykę mocy wyjściowej w funkcji prędkości wiatru, oraz modelu układu podłączenia paneli

fotowoltaicznych i generatora wiatrowego wraz z regulowanym obciążeniem do falownika fotowoltaicznego o zadanej mocy całkowitej.

Na rys. 1 przedstawiono przykładowe wyniki symulacji pracy elektrowni, uzyskane przy jednoczesnym dostarczaniu energii z instalacji fotowoltaicznej i SRG. Wykres przedstawia przebiegi prędkości obrotowej, mocy wyjściowej generatora, mocy dostarczanej z instalacji fotowoltaicznej, mocy oddawanej do sieci energetycznej i mocy oddawanej do obciążenia przy zmianie prędkości wiatru od zera do prędkości maksymalnej równej 25 m/s. Moc znamionowa generatora jest równa mocy znamionowej instalacji fotowoltaicznej. Na wykresie przyjęto, że 50% mocy znamionowej falownika dostarcza instalacja fotowoltaiczna.



Rys. 1. Dystrybucja mocy w elektrowni hybrydowej fotowoltaiczno-wiatrowej (n – prędkość obrotowa turbiny, P_f – moc falownika, P_{pv} – moc wyjściowa paneli fotowoltaicznych, P_g – moc wyjściowa generatora wiatrowego, P_{obc} – moc oddawana do obciążenia)

Podsumowanie

Wyniki symulacji wstępnie potwierdzają możliwość podłączenia generatora wiatrowego do istniejącej instalacji PV. W tym celu konieczne jest odpowiednie ukształtowanie charakterystyk turbiny i generatora, oraz zastosowanie dodatkowego układu z regulatorem mocy oddawanej do obciążenia. Proponowane rozwiązanie jest znacznie tańsze od stosowania oddzielnego falownika do elektrowni wiatrowej.

Literatura

- [1] Bashir M., Sadeh J.: "Optimal sizing of hybrid wind/photovoltaic/battery considering the uncertainty of wind and photovoltaic power using Monte Carlo," 2012 11th International Conference on Environment and Electrical Engineering, Venice, Italy, 2012, pp. 1081-1086, doi: 10.1109/EEEIC.2012.6221541.
- [2] Al-Shetwi A., Sujod M., Blaabjerg F.: Low voltage ride-through capability control for single-stage inverter-based grid-connected photovoltaic power plant. *Solar Energy*, 2018, 159, pp. 665-681.
- [3] Ji G., Ohyama K.: "MPPT control of Variable Speed Wind Power Generation System using Switched Reluctance Generator and AC-AC converter," 2020 23rd International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS), Hamamatsu, Japan, 2020, pp. 1012-1016, doi: 10.23919/ICEMS50442.2020.9290911.
- [4] Tang S., Zhang J., Ai Q., Li S., Chen K., Zhong J.: "The research of control strategy for Household Micro Power Grid inverter," 2016 Chinese Control and Decision Conference (CCDC), Yinchuan, China, 2016, pp. 6159-6163, doi: 10.1109/CCDC.2016.7532104.
- [5] Wróbel K., Tomczewski K., Śliwiński A., Tomczewski A.: Optimization of a Small Wind Power Plant for Annual Wind Speed Distribution, *Energies*, 2021, vol. 14, nr 6, s.1-18, Numer artykułu:1587. DOI:10.3390/en14061587.
- [6] Tomczewski K., Wróbel K., Rataj D., Trzmiel G.: A Switched Reluctance Motor Drive Controller Based on an FPGA Device with a Complex PID Regulator, *Energies*, 2021, vol. 14, nr 5, s.1-22, Numer artykułu:1423. DOI:10.3390/en14051423.

WPŁYW OŚWIETLENIA ELEKTRYCZNEGO NA ZDROWIE I SAMOPOCZUCIE CZŁOWIEKA

Agnieszka WANTUCH
Filip DURLIK

AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział EAIiE

Wstęp

Szeroko rozumiana technika oświetleniowa to dziedzina interdyscyplinarna, która łączy techniczne elementy pracy instalacji świetlnej i estetykę, oraz aspekty powiązane ze zdrowiem i samopoczuciem użytkownika. Zawierają się w niej zagadnienia wytwarzania i propagacji światła, badanie jego parametrów oraz ich wpływu na użytkownika, czy w końcu aspekt praktyczny, czyli projektowanie instalacji oświetleniowych.

Uzyskanie światła ze źródeł elektrycznych jest niewątpliwie jednym z największych osiągnięć cywilizacji. Dzięki niemu można podejmować wszelkie aktywności zawodowe i społeczne po zapadnięciu zmroku.

Pomimo niepodważalnych zalet światła sztucznego, należy mieć na uwadze, że jego nadmierna emisja może powodować wiele negatywnych konsekwencji zarówno dla człowieka, jak i przyrody, krajobrazu naturalnego oraz kulturowego. Niezbędne jest zatem pogodzenie konieczności użytkowania światła ze zdrowiem ludzi oraz ochroną środowiska. Aktualnie w polskim prawie brakuje jednoznacznej regulacji dotyczących kształtowania zrównoważonej polityki oświetlenia, szczególnie zewnętrznego [1].

Według naukowców samopoczucie człowieka jest uzależnione m.in. od ilości światła w ciągu dnia. Od wiosny do jesieni, kiedy dni są długie i słoneczne, rośnie poziom zadowolenia z życia. Sytuacja zmienia się jednak wraz z nadejściem zimy [2]. Na samopoczucie ma wpływ nie tylko światło naturalne, ale także oświetlenie sztuczne, w którym przebywamy. Światło reguluje wytwarzanie serotoniny (hormonu szczęścia) i melatoniny (odpowiada za cykl snu i czuwania). Zmniejszona ilość światła wpływa na wahania poziomu kortyzolu (hormonu stresu), co powoduje m.in. senność. Światło wspomaga także metabolizm oraz sprawia, że oczy są w dobrej kondycji [3].

Sztuczne światło

Światło naturalne nie towarzyszy nam całą dobę, dlatego konieczne jest korzystanie ze światła sztucznego, m.in. elektrycznych źródeł światła, które można podzielić na trzy podstawowe grupy, zależne od zjawiska, którego wystąpienie skutkuje wytworzeniem fali świetlnej [4]: promieniowanie temperaturowe, wyładowanie, elektroluminescencja.

Każdy z powyższych rodzajów źródeł światła posiada charakterystyczne parametry, takie jak skuteczność świetlna, zakres temperatury barwowej, zdolność oddawania barw, trwałość [5-7].

Wpływ światła na samopoczucie

Szeroki zakres badań i publikacji na temat oświetlenia pozwoliła przygotować analizę wpływu poszczególnych parametrów i własności oświetlenia na organizm człowieka oraz jego samopoczucie [8]. Ważnym zagadnieniem jest również bezpieczeństwo użytkownika oświetlenia oraz zagrożenia, mogące wpływać na zdrowie, a wynikające ze stosowania różnych typów źródeł światła oraz ich konfiguracji [5].

Długotrwały kontakt ze światłem sztucznym powoduje wpływa negatywnie na stan oczu. Komfort widzenia, występowanie zmęczenia, czy szybkość i precyzja pracy wykonywanej przy oświetleniu sztucznym są kwestiami bardzo osobistymi. Wpływa na nie wiele czynników, m.in. wady wzroku, rodzaj wykonywanej czynności, czas spędzony przy danym oświetleniu, jak również upodobania estetyczne. Wszystkie te zależności znajdują swoje odzwierciedlenie w parametrach oświetlenia, przy którym dana osoba będzie się czuć najlepiej zarówno fizycznie jak i psychicznie, a wykonywane przez nią czynności będą zoptymalizowane jeśli chodzi o wydajność pracy i jej precyzję.

Od kilkudziesięciu lat na całym świecie prowadzone są badania, które mają na celu określenie parametrów, będących w jak najwyższym stopniu uniwersalnymi dla możliwie największej liczby ludzi. Efektem tych badań są powstające i stale aktualizowane normy prawne, opisujące parametry światła oraz rozmieszczenie opraw świetlnych i ich parametry. Wraz ze wzrostem natężenia oświetlenia, pozytywne odczucia związane z barwą światła wiążą się ze światłem o wyższej temperaturze barwowej. Zastosowania źródeł światła o danej temperaturze barwowej oraz wpływ przebywania w tak oświetlonym środowisku na człowieka oraz jego narząd wzroku przedstawiono w [10,11].

Pierwsze badania na temat wpływu natężenia oświetlenia na samopoczucie, efektywność pracy, czy zdrowie człowieka, pojawiły się dopiero drugiej połowie ubiegłego wieku i na ich podstawie określono tzw. kryterium rozpoznawalności twarzy ludzkiej, oraz pierwsze wnioski płynące z jego zastosowania. W wyniku tych badań zostało określone minimum natężenia oświetlenia we wnętrzach użytkowych na poziomie 20 lx, a także wyznaczono szereg stopniujący poziomy natężenia: 20-200-2000-20000 lx, gdzie każdemu z nich przypisano kryterium.

Przez kolejne lata, wraz z rozwojem techniki oświetleniowej, opracowano następne stopnie znormalizowanego szeregu wraz ze stopniami pośrednimi pomiędzy tymi pierwotnymi. Norma [12] przedstawia ją w postaci:

20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1000 - 1 500 - 2 000 - 3 000 - 5000 lx

Badania ankietowe

Biorąc pod uwagę przede wszystkim subiektywne odczucia związane z jakością oświetlenia w miejscu pracy i nauki, przeprowadzono krótką ankietę wśród osób aktywnych zawodowo i/lub jeszcze studiujących. Grupa osób, która zgodziła się odpowiedzieć na pytania o środowisko oświetleniowe w miejscach wykonywania przez nich zadań wzrokowych składała się z 85 dorosłych osób (w wieku powyżej 18 lat). Najliczniejszą grupę stanowiły osoby w wieku od 20 do 24 lat (55 osób) oraz 25 do 30 lat (18 osób). Wśród ankietowanych znalazło się również 6 osób w wieku powyżej 45 lat.

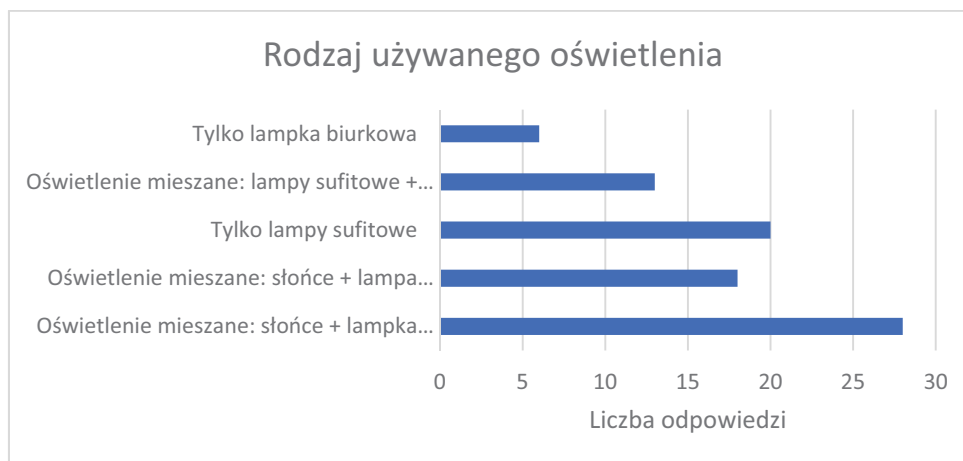
Ankietowani poproszeni zostali m.in. o określenie rodzaju wykonywanych na co dzień zajęć, stosowania korekcji wzroku oraz przybliżonego średniego czasu spędzanego w pomieszczeniach oświetlanych światłem sztucznym.

Średni czas spędzony przez ankietowanych w oświetlonym pomieszczeniu pokazano na rysunku 1.



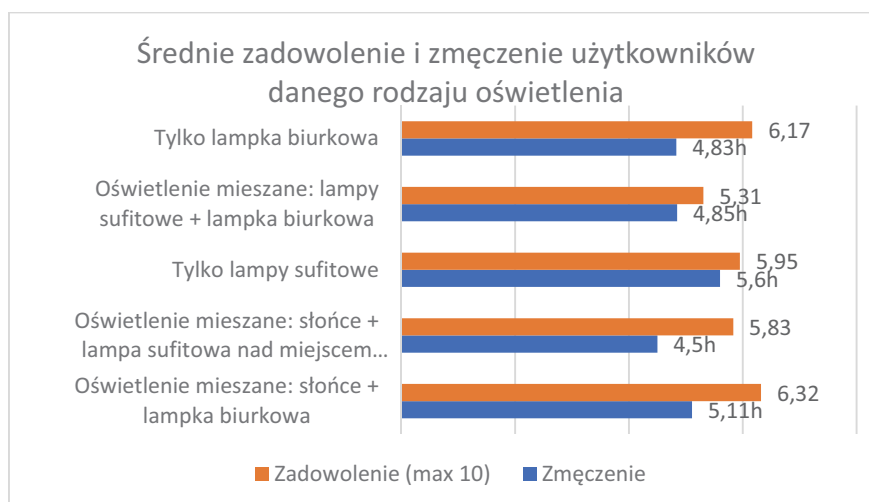
Rys. 1 Średni czas spędzany w oświetlonym pomieszczeniu

Rysunek 2 pokazuje, że większość ankietowanych pracuje w środowisku oświetlonym w sposób mieszany, tzn. występowało połączenie naturalnego światła słonecznego z punktowym źródłem światła sztucznego w postaci lampki biurkowej.



Rys. 2. Rodzaj oświetlenia w pomieszczeniu

Na podstawie udzielonych przez użytkowników odpowiedzi zestawiono z używanym rodzajem oświetlenia poziom zadowolenia użytkowników oraz czas po jakim odczuwają oni zmęczenie (rys. 3).



Rys. 3. Zadowolenie i zmęczenie podczas przebywania w danym oświetleniu

Podsumowanie

Najstarsze z badań brały pod uwagę jedynie natężenie oświetlenia oraz temperaturę barwową światła. Z czasem zaczęto zwracać coraz większą uwagę na pozostałe parametry oświetlenia, takie jak współczynnik oddawania barw, migotanie i równomierność natężenia światła w polu roboczym i jego najbliższym otoczeniu.

Przygotowanie uniwersalnej recepty na oświetlenie wnętrza budynku, czy nawet pojedynczego stanowiska pracy, jest bardzo trudne ze względu na subiektywność potrzeb i odczuć użytkowników. Niniejszy artykuł jest próbą przybliżenia parametrów oświetlenia, na które można mieć wpływ podczas projektowania. Wartości, które wyznaczono poprzez zestawienie licznych badań, obowiązujące normy i opinie użytkowników, stanowią pewną wskazówkę, która może ułatwić proces doboru źródeł światła, ich rozmieszczenia oraz ustawienia parametrów w sposób optymalny oraz bezpieczny dla użytkownika.

Aby wpłynąć pozytywnie na pracę organizmu i dostosować go do naturalnego cyklu światła i ciemności, dobrze jest obserwować światło słoneczne i minimalizować udział sztucznego oświetlenia, zwłaszcza tego z dużym udziałem światła niebieskiego [5].

Literatura

- [1] Szlachetko K., Memorandum w sprawie ustanowienia prawnych podstaw zrównoważonej polityki oświetlenia zewnętrznego, Instytut Metropolitalny, 2022
- [2] Skwarło-Sońta K., *Światło w nocy: czy tylko zaburzenia jakości snu? Mechanizmy epigenetyczne pośredniczące we wpływie zanieczyszczenia świetlnego na organizm człowieka*, Kosmos Problemy Nauk Biologicznych, t. 69, nr 3 (328), 2020, s. 447-459
- [3] <https://www.kanlux.com/pl/artykuly/wplyw-swiatla-na-samopoczucie-czlowieka>
- [4] Pawlak A., Wolska A., *Opisy zagrożeń zawodowych: światlenie stanowisk pracy*, www.ciop.pl
- [6] <http://greenie-world.com> Greenie Polska *Parametry techniczne – na co zwrócić uwagę*
- [7] Bąk J., *Technika Oświetlenia*, PWN, 1981
- [8] Siemiątkowska K., *Wpływ rytmu okołodobowego na homeostazę organizmu*, Acta Salutem Scientiae, nr 2/2021, s. 33-39
- [10] <https://art24.pl/temperatura-barwowa-swiatla/>
- [11] <https://termolight.pl/czym-jest-temperatura-barwowa-oswietlenia-i-jaki-ma-wplyw-na-funkcjonowanie-czlowieka/>
- [12] PN-EN 12464-1:2022 Światło i oświetlenie - Oświetlenie miejsc pracy

OCENA MOŻLIWOŚCI BUDOWY MAŁEJ PRZYDOMOWEJ ELEKTROWNI WIATROWEJ

Krzysztof WRÓBEL, Artur ŚLIWIŃSKI

Politechnika Opolska, Opole

Wstęp

Obecne wymogi prawne określają, że turbina wiatrowa umieszczona na dachu lub przytwierdzona do elewacji budynku nie wymaga pozwolenia na budowę, o ile nie wystaje więcej niż 3 metry ponad najwyższy punkt dachu. W praktyce oznacza to, że mikroelektrownia wiatrowa staje się integralnym elementem budynku i nie jest traktowana jako osobny obiekt budowlany, jeśli śmigło nie wystaje powyżej 3 m ponad dach, o ile nie zostanie przekroczona dopuszczalna wysokość, wynikająca z warunków zabudowy lub planu zagospodarowania przestrzennego. Przy zachowaniu tych wymogów inwestor nie musi zgłaszać budowy takiej mikroelektrowni wiatrowej.

Elektrownia taka charakteryzuje się więc niskimi kosztami inwestycyjnymi, ponieważ nie wymaga wykonania projektu ani instalowania kosztownego masztu. Tematyka małych, przydomowych elektrowni wiatrowych jest w ostatnim czasie popularnym tematem publikacji naukowych. [1-3]

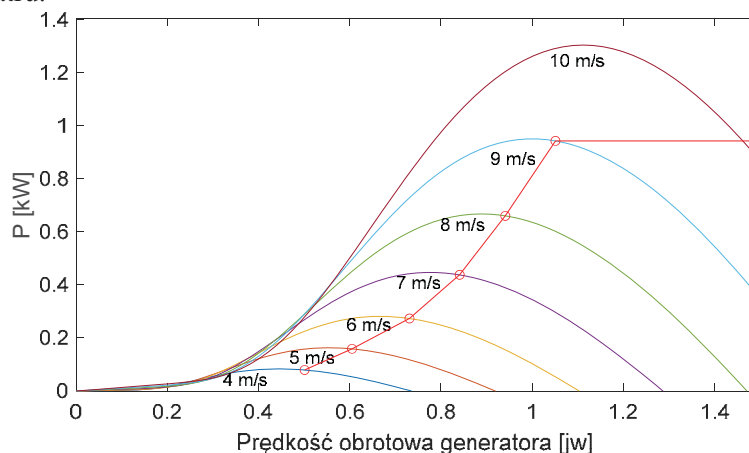
Określenie maksymalnej mocy turbiny

Przy założeniu maksymalnej wysokości elektrowni 3 m ponad dach i przyjęciu minimalnej odległości śmigła od krawędzi dachu równej 0,4 m, promień turbiny powinien zostać ograniczony do 1,3 m.

Moc znamionową turbiny P można wyznaczyć na podstawie (1) dla przyjętej prędkości wiatru, najczęściej 9-12 m/s. Dla turbiny trójłopatowej współczynnik efektywności $C_p(\lambda)$ ma wartość 0,4, ρ jest gęstością powietrza, S powierzchnią zakreślaną przez łopaty turbiny, a v prędkością wiatru.

$$P = \frac{1}{2} \rho S C_p(\lambda) v^3 \quad (1)$$

Odpowiednie ukształtowanie łopat turbiny umożliwia dostosowanie zależności mocy turbiny od prędkości wiatru w ten sposób, aby powyżej prędkości znamionowej moc turbiny była stała lub zmniejszała się w zakresie dużych prędkości wiatru. Na rys. 1 przedstawiono rodzinę charakterystyk turbiny wiatrowej dla różnych prędkości wiatru.



Rys. 1. Rodzina charakterystyk wyjściowych turbiny dla różnych prędkości wiatrów

Zgodnie z (1), dla turbiny trójłopatowej, dostosowanej do znamionowej prędkości wiatru 9 m/s oznacza to, że znamionowa moc wyjściowa turbiny spełniającej wymóg braku konieczności uzyskania pozwolenia budowlanego wynosi 950 W. Przy sprawności generatora na poziomie 85%, elektrownia taka może dostarczać znamionowo moc do 750 W. W ramach przeprowadzonych badań wyznaczono, wykorzystując obliczenia magnetostaticzne, algorytmy genetyczne oraz symulację, parametry obwodu magnetycznego przykładowego generatora.

Wyznaczenie rocznej produkcji energii

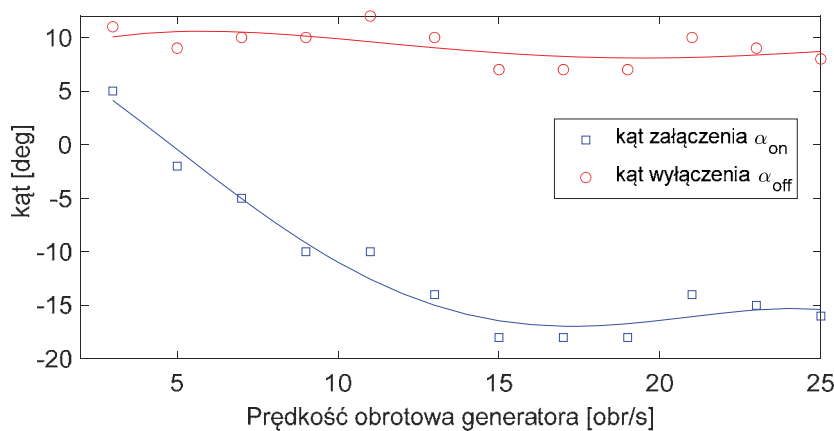
Roczna produkcja energii elektrycznej przez elektrownię wiatrową zależy od warunków wietrznych w miejscu jej lokalizacji. Istotnym czynnikiem jest tu roczny rozkład prędkości wiatru. Na znacznej części terytorium Polski panują średnie warunki wietrzne. Dla takich warunków wyznaczono średnią roczną produkcję energii przez elektrownię wiatrową spełniającą opisane wcześniej kryteria. Zależnie od konkretnej lokalizacji wartości wyprodukowanej energii mogą się różnić.

Dla podanego przykładu uzyskano roczną produkcję energii przez generator o promieniu łopaty równym 1,4 m na poziomie 750 kWh.

W celu dostosowania zależności mocy generowanej od prędkości obrotowej do charakterystyki turbiny zaproponowano zastosowanie przełączalnego generatora reluktancyjnego. Wykorzystując zależność mocy generowanej przy zadanej prędkości obrotowej od zakresu kątów wzbudzenia pasm, maszyna tego typu umożliwia kształtowanie charakterystyk mocy w szerokim zakresie. [4, 5]

Dla znanej zależności mocy wyjściowej turbiny od prędkości obrotowej można ustalić odpowiednie zależności kątów wzbudzenia od prędkości obrotowej.

W celu dostosowania generatora do zadanej charakterystyki turbiny przeprowadzono optymalizację warunków wzbudzenia. Uzyskane zależności kątów wzbudzenia od prędkości obrotowej, umożliwiające uzyskanie zadanej charakterystyki wyjściowej generatora trójfazowego o 6 biegunach w stojanie i 8 zębach w wirniku, pokazano na rys. 2. Zaletą tego typu generatora jest możliwość zwiększenia obciążenia turbiny w przypadku nadmiernego wzrostu prędkości.



Rys. 2. Zależność kątów komutacji od prędkości obrotowej generatora

Literatura

- [1] Shin H. -U., Lee K. -B.: Optimal design of a switched reluctance generator for small wind power system using a genetic algorithm, International Conference on Power Electronics and ECCE Asia (ICPE-ECCE Asia), Seoul, Korea (South), 2015, pp. 2209-2214, doi: 10.1109/ICPE.2015.7168083
- [2] RamKumar M., Latha K.: Selection of Pole Numbers for a 1 kW Switched Reluctance Generator for Wind Energy Conversion by Electromagnetic Considerations, Systems and Information Processing (ICESIP), Chennai, India, 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICESIP46348.2019.8938210
- [3] Méndez S., Martínez A., Millán W., Montaña C. E., Pérez-Cebolla F.: Design, Characterization, and Validation of a 1-kW AC Self-Excited Switched Reluctance Generator, IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 61, no. 2, pp. 846-855doi: 10.1109/TIE.2013.2254098
- [4] Tomczewski K., Wach P.: Control characteristics for quasi-optimal operation of switched reluctance motors, Electrical Engineering, 2003, nr vol.85, nr 5, ss.275-281. DOI:10.1007/s00202-003-0174-6
- [5] Wróbel K., Tomczewski K., Śliwiński A., Tomczewski A.: Optimization of a Small Wind Power Plant for Annual Wind Speed Distribution, Energies, 2021, vol. 14, nr 6, s.1-18, DOI:10.3390/en14061587

WAYS TO INCREASE THE RELIABILITY AND OPERATIONAL DURABILITY OF VEHICLE ELECTRIC EQUIPMENT STRUCTURE ELEMENTS SUBJECTED TO VIBRATION

Mykhaylo ZAGIRNYAK, Dmytro MOLOSHTAN, Volodymyr DRAHOBETSKYI,
Dmytro SAVELOV, Viktoriia KULYNYCH

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyyi National University

Introduction

In the production, repair and operation of vehicle electric equipment, first of all, attention should be paid to parts susceptible to fatigue failure under vibration loads. These are thin-sheet parts made of electric steels, cast parts and products produced by powder metallurgy from hard magnetic materials. The task of maintaining the stability of magnetic properties during production and operation under vibration loads is also topical. Therefore, the purpose of the research consists in increasing the reliability and operational durability of vehicle electric equipment parts subjected to vibration and shock loads, produced by casting, sintering, cold stamping from thin-sheet materials, with optimization of their structural state, the required quality and maintaining the stability of the magnetic properties of parts during operation.

Material of the research

Hard and soft magnetic steels and alloys, magnetodielectrics, non-magnetic steels and cast irons are used in electric machines and devices. Typical representatives of thin-sheet parts made from soft magnetic materials are shown in Fig. 1.

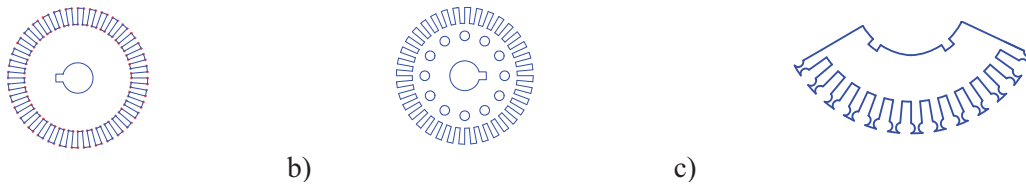


Figure 1. Thin-sheet electric steel parts: a) armature sheet; b) rotor sheet; c) generator stator sheet segment

Reliability indicators are laid down from the moment of ore processing to the moment of control and testing at all stages of processing of materials and workpieces. Multi-level models for the production of products from soft magnetic and hard magnetic materials have been developed.

The paper proposes measures to reduce the effects of vibration loads, taken during design and production using constructive and technological methods. Vibration strength, including fatigue strength, to the greatest extent, depends on the grain size of the alloy material. The proposed structure of hard magnetic alloys provides the necessary magnetic properties and high vibration strength.

Control of the structure of hard magnetic materials obtained by the method of manufacturing parts from melts is implemented in rheo- and tack- casting technologies. When producing parts by sintering, it is advisable to use technologies that include additional low-intensity pulse loading [1] and methods of hardening by cold plastic deformation. However, the question, whether there is an optimal grain size at which the vibration strength of the alloy is maximum, remains open. To do this, it is proposed to use the dependences arising from the Ekobori theory [2]. This made it possible to determine the optimal value of the grain size that provides maximum vibration strength:

$$d_{opt} = \frac{(\alpha E)^2 \epsilon_0}{\tau_i^2} \quad (1)$$

where τ_i – voltage corresponding to the resistance to dislocation movement; $\alpha \cdot E$ – the critical value of total voltage; ϵ_0 – the width of the maximum apparent voltage range.

The optimal grain value corresponds to the critical value at which the coercive force of hard magnetic materials increases. Grain size corresponds to the dimensions of the submicroscopic structure of the material. An algorithm for calculating grain evolution under vibration has been developed. Decrease in grain size indicates deterioration in the magnetic properties of soft magnetic materials. Grain size distribution along the radius of the core disk is shown in Fig. 2.



Figure 2. Grain size distribution

It should also be noted that the coarse-grained structure of silicon electric steels helps to increase magnetic permeability and reduce eddy current losses. However, large grains significantly reduce the vibration strength of products made from silicon electric steels.

The largest amplitude of oscillations during vibration occurs in the teeth of the segment of vehicle generators. The area of these elements is insignificant. After annealing, it is proposed to perform local deformation of these elements to increase their vibration strength. The presence of a local fine-grained structure prevents the process of dispersion of large grains. During operation, after 10^4 loading cycles, local grain growth of a fine-grained structure occurs with an increase in the magnetic permeability of the material. At the same time, a gradual decrease in vibration strength has virtually no effect on the stability of the magnetic properties of soft magnetic materials and the service life of the product.

It is possible to significantly increase the vibration strength of soft magnetic materials used in electric products by using amorphous alloys. These alloys reduce heat and electrical losses by an average of 75%.

Practical recommendations and experimental verification

Samples of silicon steels manufactured using the technologies under consideration and conventional ones were tested for vibration strength. Tests were carried out under alternating symmetrical bending. The highest vibration strength was shown by samples made from amorphous steel and those obtained by cutting with transverse upsetting. The vibration strength of samples manufactured using the technologies under consideration was 20-25% lower. The choice of the final option in relation to the cases under consideration is made by determining the optimal reliability with increasing requirements for production technology. The reliability analysis revealed the feasibility of manufacturing plates, the teeth of the segments of which, when cutting, are deformed with transverse upsetting.

It is advisable to strengthen products made from hard magnetic materials using plastic deformation methods that exclude heating of the part. The stability of the magnetic properties of soft magnetic materials under vibration influence under operating conditions is ensured by alloying electric steels with materials that prevent grain growth during peening.

Conclusion

The optimal structure (grain size) of hard magnetic steels and alloys providing high vibration strength and the required high values of residual magnetic induction has been determined. The maximum vibration strength of soft magnetic materials has been achieved in the manufacture of parts of electric machines and devices from amorphous alloys. It is more economically feasible to use cutting methods for manufacturing as they preserve the coarse-grained structure of the workpiece material. In this case, it is advisable to produce such elements of the part as teeth, supporting protrusions, which are subject to the greatest degree of vibration, by punching out with transverse compression.

References

- [1] M.V. Zagirnyak, V.V. Drahobetskyi. New Methods of Obtaining Materials and Structures for Light Armor Protection (Scopus) International Conference on Military Technologies (ICMT) – Brno University of Defence, 2015. – p.p 709-710.
- [2] Takeo Yokobori. An Interdisciplinary Approach to Fracture and Strength of Solids. Wolters-noordhoff scientific publications LTD. Groningen, 1970, p. 264.

THE DEVELOPMENT OF A PEMF THERAPY DEVICE WITH RATIONAL INDUCTOR DIMENSIONS

Mykhaylo ZAGIRNYAK, Anatolii OKSANICH,
Serhii PRITCHIN, Alyona NIKITINA

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

Introduction

PEMF (Pulsed Electromagnetic Field) therapy is used to stimulate cellular activity in the body and is considered an alternative to traditional treatment [1]. At the same time, the problem of creating a magnetic field of the appropriate configuration has not yet been fully resolved, especially at relatively low frequencies. The difficulties in solving this task are caused by the fact that when the distance from the source of the magnetic field to the point of treatment increases, the amplitude of the field decreases, the focus of the field expands, the action of the biological tissues of the human body is affected, etc. In this regard, the issue of researching certain methods enabling the improvement of the configuration of the magnetic field and determination of the required parameters of the inductor is topical. The purpose of the paper consists in the determination of the rational parameters of the inductor and development of a PEMF therapy device and its clinical verification.

Material of the research

The essence of creating a PEMF consists in accumulating energy on a capacitor, and then transferring this energy to an induction coil (inductor). The amplitude of the magnetic pulse and its gradient depend on the voltage to which the capacitor is charged, its capacity and the parameters of the inductor. The configuration of the magnetic field depends on the geometric dimensions of the inductor, the number of winding layers and the number of turns. Thus, there arises the task to determine such parameters of the inductor that would allow reducing the radial component of the field and increasing the axial component. Accordingly, axial component (B_x) of a flat inductor at an arbitrary point x , can be determined by the following expression [2]

$$B_x = \mu\mu_0 N \cdot I \frac{0.2\pi}{r_2 - r_1} \left(\frac{r_1}{\sqrt{r_1^2 + x^2}} - \frac{r_2}{\sqrt{r_2^2 + x^2}} \right) + Ln \frac{r_2 + \sqrt{r_2^2 + x^2}}{r_1 + \sqrt{r_1^2 + x^2}} \quad (1)$$

where μ_0 – magnetic constant; μ – relative magnetic permeability of the human body; N – the number of the inductor turns; I – inductor current at the moment of pulse formation; r_1, r_2 – respectively the inner and outer radii of the inductor winding.

We used the finite element method in the Cosmol software environment to study the distribution of the magnetic field of the inductor. We modeled the distribution of the magnetic field of single-layer inductors with changes in the diameter of the winding from 60 to 120 mm and the diameter of the wire from 1 to 2.5 mm.

The modeling resulted in the determination of the rational parameters of the inductor, which ensured the level of the axial component of the magnetic induction of 1.5 T. They turned out to be the following: the type of wire for winding – a tape made of copper, purity of 99.9%, a width of 15 mm and a thickness of 0.3 mm; insulation between turns – heat-resistant polyamide tape with a thickness of 0.15 mm; the number of turns – 100; r_1 – 10mm; r_2 – 70mm.

The experimental verification of the distribution of the magnetic field was carried out by using an array of Hall magnetic field sensors, which were located along the radial and axial components of the magnetic field. The experimental verification revealed a good agreement between the data and the results obtained during modeling.

Devices design and practical verification

The main parameters of the PEMF device for therapy in treatment and rehabilitation, in addition to the density (B , T) of the magnetic flux, are the following [2]: pulse duration (Δt , s), pulse formation frequency (f , Hz); pulse gradient ($\Delta B/\Delta t$, T/s).

The authors proposed a circuit (Fig. 1) of the device that provides the values of the above parameters in accordance with the recommendations [3].

The device forms a pulsed magnetic field with induction within the range from 0.1 to 1.5 T, provides a field penetration depth within the range from 10 to 70 mm. The frequency of generated pulses can be set from 0.5 to 10 Hz, the number of pulses in a packet can be changed within the range from 1 to 14, and the interval between repeating packets can be set from 1 to 5 seconds, depending on the operating mode. The pulse duration is 2 ms.

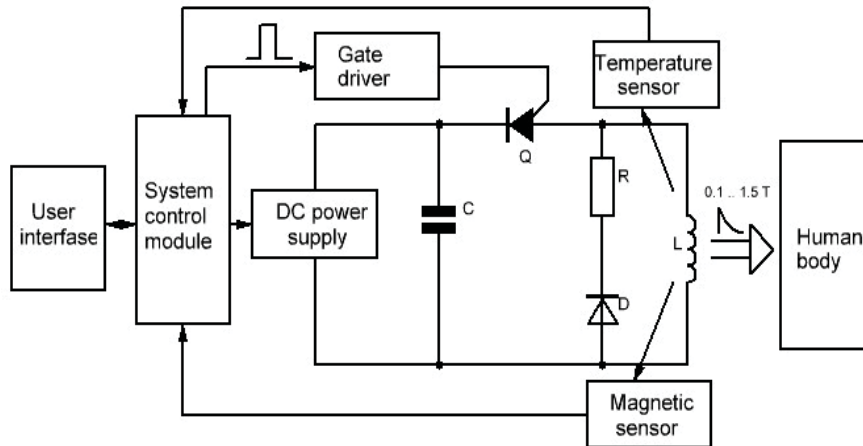


Fig. 1. Basic circuit of PMTF therapy device

The formation of a pulsed magnetic field occurs using three components, namely: the inductor L , the capacitor C , which stores energy, and the switching device Q , which uses a thyristor and performs the switching function of the link $C - L$. To form a magnetic induction of about 1.5 T, the power source charges the capacity to a voltage of 1000V. A capacitor with an inductor and its internal resistance form a decaying sinusoidal electric current that creates a magnetic field when the current passes through the coil. By changing the charge time of the capacitor, you can change the energy stored on it, and thus you can change the energy of the magnetic field. The use of a microcomputer for control made it possible to increase efficiency, which opened the possibility for more complex treatment protocols, with the possibility of adjusting the frequency of repetition and the number of pulses in the package. The use of magnetic field and coil temperature sensors allows getting feedback and controlling the formation of magnetic induction pulses.

PEMF therapy device has passed clinical trials in medical institutions of Ukraine. About 700 patients in the age range from 40 to 60 with diseases of the musculoskeletal system took part in the trial. The patients were divided into 2 groups: 460 and 237 patients, respectively. The first group was treated with the proposed device as an auxiliary therapy; the second group was treated with traditional methods. Clinical tests showed that in the first group, the positive result occurred much faster, and was accompanied by a pronounced clinical effect. This confirms that the results of the inductor calculations are adequate and the developed PEMF device is an effective method of auxiliary treatment and rehabilitation of a wide range of diseases.

Conclusion

The issue of determining the optimal configuration of the inductor for PEMF therapy device has been considered. The obtained parameters of the inductor have been given. The basic circuit and the device have been developed, their parameters have been described. The conducted clinical tests have demonstrated that the device is a valuable addition to the arsenal of treatment methods used in modern medicine.

References

- [1] Cadossi, R.; Massari, L.; Racine-Avila, J.; Aaron, R.K. Pulsed Electromagnetic Field Stimulation of Bone Healing and Joint Preservation: Cellular Mechanisms of Skeletal Response. *J. Am. Acad. Orthop. Surg. Glob. Res. Rev.* 2020, 4, e1900155
- [2] Markov M.S. Magnetic field therapy: A review. *Electromagn. Biol. Med.* 2007;26:1–23
- [3] Flatscher J, Pavez Loriè E, Mittermayr R, Meznik P, Slezak P, Redl H, Slezak C. Pulsed Electromagnetic Fields (PEMF)-Physiological Response and Its Potential in Trauma Treatment. *Int J Mol Sci.* 2023 Jul 8;24(14):11239. doi: 10.3390/ijms241411239. PMID: 37510998; PMCID: PMC10379303.

ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII BLOCKCHAIN W BUDOWIE ZDECENTRALIZOWANYCH RYNKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Anna ZIELIŃSKA

Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

Handel energią na zdecentralizowanych rynkach energii elektrycznej stanowi rewolucję w sposobie, w jaki ludzie kupują i sprzedają energię elektryczną. Dzięki wykorzystaniu technologii blockchain, tradycyjne modele centralnego zarządzania i pośrednictwa są zastępowane przez rozproszone sieci, które umożliwiają bezpośredni handel między producentami a konsumentami energii.

W tradycyjnym modelu energetycznym, energia jest produkowana przez dużych producentów, przesyłana przez sieć dystrybucyjną do odbiorców i rozliczana przez centralne instytucje, takie jak dostawcy energii elektrycznej. Jednak rozwój technologii blockchain pozwolił na stworzenie zdecentralizowanych rynków energii, które umożliwiają bezpośredni handel energią między producentami a konsumentami, bez pośrednictwa tradycyjnych instytucji. Na zdecentralizowanych rynkach energii, producenci energii, tacy jak właściciele domowych paneli fotowoltaicznych czy małe elektrownie wiatrowe, mogą oferować nadmiar energii elektrycznej do sprzedaży innym uczestnikom rynku. W ten sposób mogą oni zarabiać na wytworzonej energii, sprzedając ją bezpośrednio sąsiadom lub innym użytkownikom w sieci. Konsumentom natomiast daje to możliwość zakupu energii bezpośrednio od lokalnych producentów, co często przekłada się na niższe koszty i większą elastyczność w wyborze źródeł energii [1,2,3].

W pracy analizie poddane zostały korzyści z zastosowania technologii blockchain, takie jak bezpieczeństwo i przejrzystość transakcji, brak potrzeby korzystania z usług pośredników oraz optymalizacja sieci energetycznych (Smart Grid). Główna część pracy opisuje opracowany interfejs, tj. program testowy systemu do handlu energią elektryczną, oparty o technologię blockchain z wykorzystaniem zasobów odpowiednich bibliotek i frameworków programu Python [4].

Ważny element pracy to potrzeba zwrócenia uwagi na działania niezbędne do stworzenia funkcjonalnego systemu, czyli wykorzystaniu implementacji inteligentnych kontraktów, projektowanie interfejsu użytkownika, oraz kwestie bezpieczeństwa i integracji z istniejącymi systemami. Inspiracją są tu istniejące rozwiązania, które sprawdzają się na rynkach światowych, uzupełnione o logikę dopasowaną dla handlu energią elektryczną. W kontekście praktycznej implementacji zdecentralizowanych rynków energii, istotnym elementem jest projektowanie opisywanego systemu. Należy jasno określić proces wyboru odpowiednich narzędzi i technologii, które mają pomóc w stworzeniu kompletnego rozwiązania do bezpiecznego zawierania i realizacji transakcji z wykorzystaniem możliwości technologii blockchain. Wyniki podjętych działań to synteza zebranych danych i wywód nad postawionym problemem o możliwość wykorzystania środowiska Python do tego typu działań. Albowiem zdecentralizowane rynki energii mają potencjał zrewolucjonizować cały sektor energetyczny, przyczyniając się do zwiększenia udziału energii odnawialnej, promowania innowacyjnych technologii oraz tworzenia bardziej zrównoważonych i elastycznych systemów energetycznych [5]. Dają one również większą kontrolę i autonomię użytkownikom końcowym, co sprzyja rozwijaniu lokalnych społeczności energetycznych oraz budowaniu bardziej zrównoważonej przyszłości energetycznej [2].

Literatura

- [1] Rafał K., Radziszewska W., Król P., Bazior G., Grabowski P., Model funkcjonowania energetyki rozproszonej w oparciu o blockchain i systemy zarządzania energią, *Nowa Energia*, 3(79)/2021.
- [2] Tomaszewski K., Sekściński S., Odnawialne źródła energii w Polsce – perspektywa lokalna i regionalna, *Rynek Energii*, 4(149) – 2020.

- [3] Afzal M., Li J., Amin W., Huang Q., Umer K., Adrees Ahmad S., Ahmad F., Raza A., Role of blockchain technology in transactive energy market: A review, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 53, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102646>
- [4] Christidisa K., Sikeridisb D., Wanga Y., Devetsikiotisb M., A Framework for Designing and Evaluating Realistic Blockchain-Based Local Energy Markets, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115963>
- [5] Heller K., Zastosowanie rozwiązań teleinformatycznych w środowisku rozproszonych źródeł energii, *Energetyka Rozproszona*, 5–6, 2021, DOI: <https://doi.org/10.7494/er.2021.5-6.119>

XXXIII SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE PTZE

Szklarska-Poręba, 9–12 czerwca 2024 r.



ISBN 978-83-88131-06-6