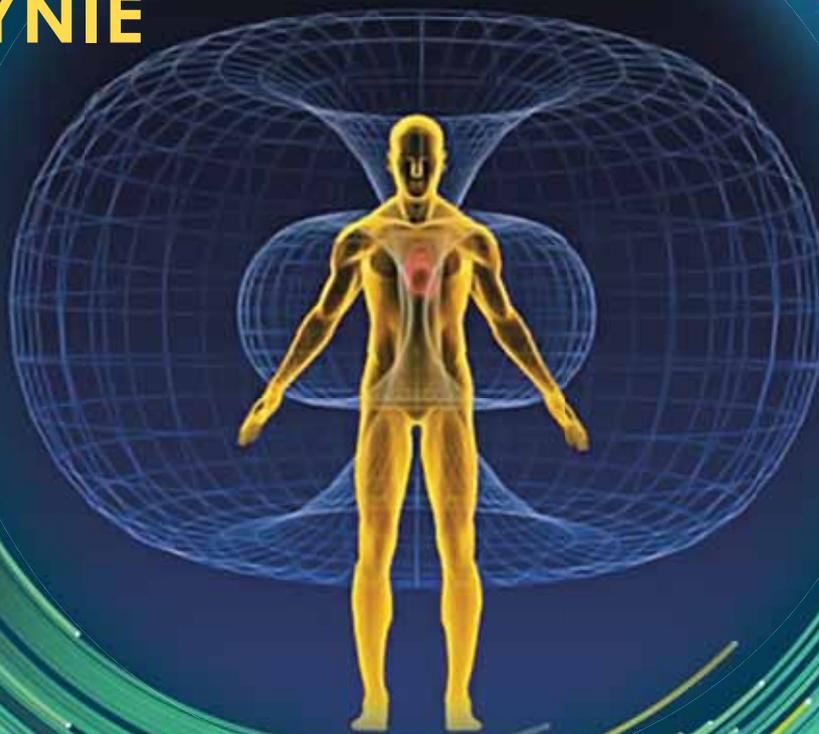


XXXII SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE PTZE

Łochów, 11 – 14 czerwca 2023 r.

ZASTOSOWANIA ELEKTROMAGNETYZMU WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII I MEDYCYNIE



PATRONAT HONOROWY

Stowarzyszenie
Elektryków Polskich



Polska Izba Informatyki
i Telekomunikacji

PIIT

Polski Komitet Narodowy
Międzynarodowej Unii
Nauk Radiowych – URSI



Polskie Towarzystwo
Zastosowań Elektromagnetyzmu



Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki,
Uniwersytet Rolniczy, Kraków



Centrum Badawczo-Rozwojowe Netrix S.A.



Wydział Elektryczny,
Politechnika Częstochowska



Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki
i Automatyki, Politechnika Łódzka



POLSKIE TOWARZYSTWO ZASTOSOWAŃ ELEKTROMAGNETYZMU

Współorganizatorzy:

POLSKIE TOWARZYSTWO ZASTOSOWAŃ ELEKTROMAGNETYZMU

WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI I ENERGETYKI, UNIWERSYTET ROLNICZY, KRAKÓW

CENTRUM BADAWCZO-ROZWOJOWE NETRIX S.A.

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY, POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA

WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI, ELEKTRONIKI, INFORMATYKI I AUTOMATYKI, POLITECHNIKA ŁÓDZKA

XXXII SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE PTZE

**ZASTOSOWANIA
ELEKTROMAGNETYZMU
WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII I MEDYCYNIE**

Łochów, 11 – 14 czerwca 2023 r.

© Copyright by Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu

Warszawa 2023

ISBN 978-83-88131-05-9

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



XXXII SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE

ZASTOSOWANIA ELEKTROMAGNETYZMU WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII I MEDYCYNIE

Łochów, 11 – 14 czerwca 2023 r.

Komitety naukowy

Przewodnicząca:

Anna Koziarowska

Członkowie:

Paweł Bieńkowski

Liliana Byczkowska-Lipińska

Katarzyna Ciosk

Grzegorz Cieślak

Tomasz Drózd

Barbara Grochowicz

Leszek Kasprzyk

Jarosław Kieliszek

Paweł Kiełbasa

Ewa Korzeniewska

Andrzej Krawczyk

Roman Kubacki

Tomasz Rymarczyk

Andrzej Wac-Włodarczyk

Joanna Wyszowska

Mykhaylo Zagirnyak

Komitety organizacyjny

Przewodniczący:

Mikołaj Skowron

Członkowie:

Przemysław Adamkiewicz

Ewa Łada-Tondyła

Józef Mróz

Konrad Niderla

Alyona Nikitina

Roman Sikora

Mariusz Tomczyk

Dariusz Wójcik

WPROWADZENIE

Tegoroczne XXXII Sympozjum PTZE odbywa się w Łochowie, mieście położonym w dolinie Bugu nad rzeką Liwiec, w kompleksie pałacowym, pochodzącym z I poł. XIX wieku. Zabudowania folwarczne zostały kilkanaście lat temu odbudowane i zaaranżowane, jako centrum konferencyjno-wypoczynkowe. Mamy nadzieję, że będzie się Państwu dobrze obradowało w tym miejscu, ale też znajdą Państwo chwilę na zapoznanie się z urodą tej okolicy.

Jest już tradycją konferencji PTZE, że odbywają się one w miejscach ważnych dla historii Polski czy regionu, ale też takich, których atrakcyjność jest skutkiem ich niezwykłego uroku. Tak jest właśnie w przypadku Łochowa.

Konferencje PTZE mogą się pochwalić zawartością merytoryczną, a w szczególności szerokością i różnorodnością tematyki, będącej przedmiotem obrad konferencji. Hasłem konferencji niezmiennie są „zastosowania elektromagnetyzmu”, ale też rozwój nauki i technologii powoduje, że zastosowania te są coraz obszerniejsze. W początkowych latach dominowała tematyka elektrotechniczna (maszyny elektryczne, transformatory), która stopniowo przechodziła w tematykę odnawialnych źródeł energii, telekomunikację, czy, jak to dzieje się ostatnio, tematykę biomedyczną i biotechnologiczną. Pojawia się coraz więcej referatów na temat związku między polem elektromagnetycznym, a materią ożywioną, czy też na temat wykorzystania pola elektromagnetycznego w technologiach rolno-spożywczych.

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

W tym roku Komitetowi Naukowemu przewodniczy Pani dr hab. Anna Koziarowska, pełniąca funkcję Sekretarza PTZE, profesorka Uniwersytetu Rzeszowskiego. Zaś Komitetowi Organizacyjnemu przewodniczy Pan dr inż. Mikołaj Skowron, prodziekan Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, uczestnik wielu konferencji PTZE. Mam głębokie przekonanie, że taki tandem organizacyjny zapewni wysoki poziom merytoryczny konferencji oraz atrakcyjność wydarzeń pozamerytorycznych.

Tegoroczna konferencja jest organizowana po trudnym czasie pandemii i staramy się odtworzyć jej przedpandemiczny charakter, chociażby w uczestnictwie koleżanek i kolegów zagranicznych. Tradycje tego uczestnictwa są bardzo bogate – w latach przedpandemicznych w konferencjach

brali udział koledzy z Białorusi, Bułgarii, Czech, Grecji, Chorwacji, Japoni, Macedonii, Słowacji Słowenii, Węgrzech i Włoch. Z dużym zadowoleniem oczekujemy uczestnictwa w obecnej konferencji delegacji ukraińskiej.

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

XXXII Sympozjum PTZE jest objęte patronatem honorowym instytucji, mających duży wpływ na życie naukowo-techniczne w Polsce, a mianowicie Polskiej Izby Informatyki i Telekomunikacji oraz Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Czujemy się zaszczytzeni i wyróżnieni tym patronatem.

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

Andrzej Krawczyk,
prezes PTZE

SPIIS TREŚCI

Janusz BARAN, Andrzej JĄDERKO	19
Sterowanie elektrownią wiatrową ze zmiennym kątem natarcia łopat przy dużych prędkościach wiatru	
Kamila BIAŁEK, Jacek JAKUBOWSKI, Rafał BIAŁEK	22
Parametryzacja pisma odręcznego na potrzeby diagnostyki chorób neurodegeneracyjnych	
Kamila BIAŁEK, Jacek JAKUBOWSKI, Anna POTULSKA-CHROMIK, Monika NOJSZEWSKA, Anna KOSTYRA-PRUSZCZYK	24
Zastosowanie konwolucyjnych sieci neuronowych w rozpoznawaniu choroby Parkinsona na podstawie próbek pisma	
Paweł BIEŃKOWSKI	26
Pole elektromagnetyczne systemów radiowo-telewizyjnych wczoraj i dziś	
Hanna BŁĄŻEJEWSKA, Agnieszka WOSIAK, Liliana BYCZKOWSKA-LIPIŃSKA	28
Zmiana parametrów obrazów tomograficznych i scyntygraficznych kośćca w diagnostyce zmian nowotworowych	
Artur BOGUTA, Jacek MAJCHER	30
Sterowanie automatyką budynkową z wykorzystaniem urządzeń mobilnych	
Borys BOROWIK, Marek KĘSY	32
Dynamika elektrodynamicznego kształtowania metali w ujęciu falistości odkształconej powierzchni	
Borys BOROWIK, Michał SOBIEPAŃSKI	34
Projekt oraz analiza kinematyczna robota typu równoległa SCARA	
Marcin BUCZAJ	36
Zapotrzebowanie budynków akademickich na energię elektryczną w latach 2019-2022 – studium przypadku	
Marcin BUCZAJ, Andrzej SUMOREK, Agnieszka BUCZAJ	38
Funkcjonowanie magazynów energii elektrycznej jako układów umożliwiających ograniczanie kosztów zakupu energii elektrycznej na przykładzie odbiorcy z grupy taryfowej B23	

Andriy CHABAN, Marek LIS, Andrzej SZAFRANIEC, Evhen FEDIV	41
Model matematyczny elektrycznego układu napędowego z uwzględnieniem tyrystorów GTO	
Andriy CHABAN, Marek LIS, Andrzej SZAFRANIEC, Vitaliy LEVONIUK	44
Uwzględnienie przewodów odgromowych w analizie procesów przejściowych w elektrycznych liniach przesyłowych HVAC	
Jerzy CHUDORLIŃSKI, Aleksander LISOWIEC, Mariusz KUCHARZEK, Grzegorz KOWALSKI	46
System do analizy zawartości harmonicznych sieci elektroenergetycznej z modułem archiwizacji i wizualizacji danych	
Aleksander CHUDY	49
Current harmonic emission of on-board electric vehicle chargers	
Grzegorz CIEŚLAR, Paweł SOWA	51
Wpływ stałego pola elektrycznego o parametrach generowanych przez linie przesyłowe wysokiego napięcia prądu stałego na wychwyt (³ H)glukozy przez wybrane tkanki i narządy szczurów biorące istotny udział w metabolizmie węglowodanów	
Krzysztof CIURA, Andrzej JĄDERKO, Luiza RAKOWSKA	53
Monitorowanie drgań mechanicznych elektrowni wiatrowych o pionowej osi obrotu	
Paweł CZAJA	55
Analiza uzysku energii dla nadążnej oraz stacjonarnej instalacji fotowoltaicznej	
Bartosz DOMINIKOWSKI	58
Detekcja błędów działania wzmacniaczy izolacyjnych w systemach pomiarowych	
Volodymyr DRAHOBETSKYI, Dmytro MOLOSHTAN, Anastasiia SYMONOVA, Alyona NIKITINA	60
The improved durability and wear resistance of sliding current-collecting transport assemblies	
Sławomir DRAŻBA	62
Zastosowanie generatorów tranzystorowych wraz z układem dopasowania w zgrzewarkach wysokiej częstotliwości do łączenia folii PVC	

Tomasz DRÓŹDŹ, Paweł KIEŁBASA	64
Pomiary zaburzeń prototypowego stanowiska laboratoryjnego z generatorem plazmy niskotemperaturowej w miejscu użytkowania	
Tomasz DRÓŹDŹ, Zdzisław POSYŁEK	66
Projekt i pomiary trójfazowej sieci sztucznej do pomiaru zaburzeń przewodzonych w zakresie od 9 kHz do 30 MHz	
Andrzej ERD	68
Wybrane aspekty bezpieczeństwa magazynowania energii w szczególności baterii złożonych z ogniw litowych	
Radostaw FIGURA, Marcjan NOWAK	70
Analiza stanów dynamicznych układów napędowych z długim wałem	
Dominik GNAŚ, Przemysław ADAMKIEWICZ, Michał STYŁA	72
Hardware and software in the localization system using UWB	
Ryszard GOLEMAN	74
Modelling of a single-phase induction motor with a magnetic frequency converter	
Ryszard GOLEMAN, Mariusz HOLUK, Kamil BAŃKA, Kamil GAWKOWSKI	76
Pomiary emisji przewodzonej i promieniowanej wybranych sterowników PLC stosowanych w przemyśle	
Andrey GRISHKEVICH	78
Kraty dystrybtywne w problemach analizy systemów elektroenergetycznych	
Jacek GUMIELA, Dariusz SZTAFROWSKI	80
Założenia konstrukcyjne układu synchronizacji komponentów systemu wizyjnego służącego do reidentyfikacji osób na podstawie chodu	
Damian GZIEŁ, Andrzej JĄDERKO	83
Analiza pracy dławika z rdzeniem kubkowym w przekształtniku energoelektronicznym	
Addis Lemessa JEMBERE, Tomasz JAKUBOWSKI	85
Investigating the impact of UV-C dosage on mechanical characteristics of varied potato cultivars	

Wiktoria KACZMAREK, Leszek KASPRZYK	87
Identyfikacja parametrów schematu zastępczego ogniwo litowo-jonowych	
Robert KAZNOWSKI, Adam KOMARNICKI, Dariusz SZTAFROWSKI	89
Analiza porównawcza systemów zasilania aut niskoemisyjnych – akumulatorowego oraz hybrydowego opartego o akumulator i superkondensator	
Robert KAZNOWSKI, Adam KOMARNICKI, Dariusz SZTAFROWSKI	91
Inteligentne sieci ładowania samochodów elektrycznych z użyciem źródeł odnawialnych i magazynów energii	
Bartłomiej KICZEK, Michał STYŁA, Dominik GNAŚ, Przemysław ADAMKIEWICZ	93
On precision of algorithms in ultra-wideband indoor localization	
Paweł KIEŁBASA, Tomasz DRÓŻDŻ, Marcin POCHEĆ	95
Ocena możliwości wykorzystania promieniowania słonecznego w starachowickiej aglomeracji miejskiej	
Paweł KIEŁBASA, Anna MIERNIK, Tadeusz JULISZEWSKI	97
Wpływ oddziaływania stałego pola elektrycznego na właściwości antyseptyczne wybranych olejków eterycznych	
Grzegorz KŁOSOWSKI, Tomasz RYMARCZYK, Konrad NIDERLA, Jakub SZUMOWSKI, Paweł OLSZEWSKI	100
The use of a very deep residual network in radio tomography imaging	
Jarosław KNAGA, Tomasz SZUL	102
Koncepcja autonomicznego systemu utrzymania klimatu w budynkach inwentarskich	
Zinoviy KOHUT	104
Analiza zastosowania akumulatora w hybrydowym systemie fotowoltaicznym w przypadku małego prosumenta energii odnawialnej	
Grzegorz KOMARZYNIC, Michał AFTYKA	107
The five-limb transformer to power a GlidArc plasma reactor	
Michał KORDASZ, Krzysztof CYRAN	109
Quantum image processing for flight simulators	

Mirosław KORNATKA, Mateusz OSTRYCHARZ	111
Analiza jakości energii elektrycznej w wybranym zakładzie przemysłowym	
Ewa KORZENIEWSKA, Andrzej KRAWCZYK, Artur SZCZĘSNY, Józef MRÓZ, Małgorzata SERWACH	113
Inteligentne opatrunki medyczne	
Ewa KORZENIEWSKA, Rafał ZAWIŚLAK, Szymon PRZYBYŁ, Anna BILSKA, Piotr SARNA	115
Komunikacja bezprzewodowa wykorzystywana w transmisji danych pomiędzy urządzeniami elektroniki noszonej a odbiornikiem	
Anna KOZIOROWSKA, Natalia GAŁKA, Ewelina BATOR, Marek KOZIOROWSKI	118
Efekty oddziaływania pól elektromagnetycznych o częstotliwości 50 Hz na syntezę aromatazy w tkankach macicy sarny europejskiej (<i>Capreolus Capreolus</i> L.)	
Marek KOZIOROWSKI, Patryk KOGUT, Gabriela BETLEJ, Anna KOZIOROWSKA	121
Oddziaływanie pola elektromagnetycznego ekstremalnie niskiej częstotliwości o wartości 120 Hz na syntezę estrogenów mierzoną aktywnością aromatazy w tkankach macicy sarny europejskiej (<i>Capreolus Capreolus</i> L.)	
Andrzej KRAWCZYK, Ewa KORZENIEWSKA	124
Elektromagnetyzm w literaturze pięknej	
Krzysztof KRÓL, Tomasz RYMARCZYK	127
Optimisation of energy consumption in industrial processes using a multisensor platform	
Piotr KRUPSKI, Joanna MICHAŁOWSKA	129
Analiza możliwości stosowania metod filtracji pasywnej LC w ograniczaniu emisji promieniowanej silników uniwersalnych szczotkowych	
Roman KUBACKI, Rafał PRZESMYCKI	131
Absorber grafenowy do zabezpieczania elektroniki bezzałogowych statków powietrznych	
Marek KUCHTA, Benedykt JAKUBOWSKI	133
Metody kalibracji stanowisk pomiarowych do badania impulsowych pól EM	

Dariusz KULAK, Grzegorz SZEWCZYK	135
Aktywność wizualna operatora harwestera pracującego w drzewostanach liściastych	
Joanna LACHOWSKA-KEANE, Krzysztof ŚWITALSKI	137
Quantum technologies in histopathological imaging and diagnosis	
Marek LIS, Michał KOBIERSKI, Marek CHMIEL	140
Oddziaływanie termiczne pola magnetycznego jako szkodliwy element przygotowania konstrukcji urządzenia	
Stanisław LIS, Marcin TOMASIK, Arkadiusz KAPUSTA, Tomasz KLUZEK	143
Ocena układu sterowania procesem wymiany ciepła z wykorzystaniem ogniw Peltiera	
Ewa ŁADA-TONDYRA, Andrzej KRAWCZYK	145
80 lat metody elementów skończonych	
Łukasz MACIURA, Damian PLISZCZUK, Michał MAJ, Tomasz CIEPLAK	147
Using classical classifiers together with a pretrained ResNet50 Network for a very efficient face classification training process	
Jacek MAJCHER	149
Determination of rapeseed moisture based on electrical parameters – a review	
Jacek MAJCHER	151
Use of electrostatic field to increase germination of rape seeds (<i>Brassica Napus L.</i>)	
Jacek MAJCHER, Artur BOGUTA	153
Using KNX virtual applications to learn how to program the KNX system	
Michał MAJ, Damian PLISZCZUK, Tomasz CIEPLAK, Łukasz MACIURA	155
Wykorzystanie przestrzeni barw CAM w automatyzacji optycznej kontroli jakości	
Michał MAJKA	158
Nadprzewodnikowy ogranicznik prądu zwarciowego typu rezystancyjnego dla sieci 6 kV	
Paweł A. MAZUREK	160
Oddziaływania elektromagnetyczne farm fotowoltaicznych	

Paweł A. MAZUREK, Aleksander CHUDY, Leszek RUCHOMSKI, Piotr HOŁYSZKO, Paweł DADEJ	163
Ocena natężeń pól elektromagnetycznych w autobusach elektrycznych taboru Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Lublinie w warunkach rzeczywistych	
Paweł A. MAZUREK, Leszek RUCHOMSKI, Aleksander CHUDY, Piotr HOŁYSZKO, Paweł DADEJ, Radosław GAD	166
Ekspozycja elektromagnetyczna w trolejbusach taboru Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Lublinie	
Mariusz MĄCZKA, Grzegorz HALDAŚ	169
Strojenie struktur QCL w zakresie częstotliwości THz	
Mariusz MĄCZKA, Stanisław PAWŁOWSKI, Jolanta PLEWAKO, Roman SIKORA, Przemysław MARKIEWICZ	171
Zastosowanie metody elementów brzegowych w modelach 3D systemów uziemiających	
Agnieszka MICHALCZUK, Dariusz MYSZOR, Marcin PASZKUTA, Tomasz MOROŃ, Przemysław SKUROWSKI, Krzysztof CYRAN	173
Augmented reality for pilot training in flight simulators	
Joanna MICHAŁOWSKA	176
Modelowa identyfikacja korelacji parametrów awionicznych z natężeniem pola magnetycznego przy użyciu sieci neuronowych	
Anna MIERNIK, Paweł KIEŁBASA, Tomasz DRÓŻDŹ	178
Wpływ oddziaływania stałego pola elektrycznego na strukturę widma elektromagnetycznego wybranych olejków eterycznych	
Anna MIERNIK, Stepan Y. KOVALYSHYN	181
Wpływ oddziaływania stałego pola elektrycznego na emisję fotonową wybranych olejków eterycznych	
Maryna MIKHALIEVA, Liubomyra ODOSII, Krzysztof PRZYSTUPA, Yuryi SHABATURA, Volodimir ROMANCHUK, Lidiya PARASHCHUK	184
Opportunities of electrical technologies for control of the quality parameters of light sensitive materials	

Wojciech MOSIĘSKI, Agnieszka DURAJ	187
Memetic algorithm for detect breast cancer	
Dariusz MYSZOR, Agnieszka MICHALCZUK, Maciej RZEŹNIK, Tomasz KUKUCZKA, Michał WIECZOREK, Michał ZIELIŃSKI, Patryk MONDRY, Wojciech COFALIK	189
Immersive flight training on a budget: affordable flight simulator exploring virtual reality and motion platform	
Krzysztof NĘCKA	192
Analiza wpływu wielkości falownika na ilość i jakość generowanej energii elektrycznej	
Krzysztof NĘCKA, Piotr ŁYSZCZARZ, Stanisław LIS, Anna KARBOWNICZAK-MIŚTAŁ	194
Wpływ optymalizacji sterowania pracą silnika indukcyjnego na jakość energii elektrycznej	
Onyeka J. NWOBODO, Agnieszka MICHALCZUK, Krzysztof CYRAN	196
Dynamic adjustment of the holograms based on SLAM methods in augmented reality glasses	
Krzysztof OLESIAK	198
Pomiary mocy pobieranej przez robota przemysłowego w stanach dynamicznych	
Michał OLESZEK, Tomasz ŁOBODIUK, Krzysztof KRÓL, Tomasz RYMARCZYK	200
Ultra-fast RMS measurement card	
Michał OLESZEK, Tomasz ŁOBODIUK, Krzysztof KRÓL, Tomasz RYMARCZYK, Jakub SZUMOWSKI	202
Measurement issues of high-side AC currents	
Stanisław PAWŁOWSKI, Jolanta PLEWAKO, Ewa KORZENIEWSKA	204
Wpływ zjawiska naskórkowości na impedancję cienkich ścieżek przewodzących	
Stanisław PAWŁOWSKI, Jolanta PLEWAKO, Ewa KORZENIEWSKA, Anna SZLACHTA	207
Analiza wpływu wymiarów i liczby defektów na rezystancję cienkich ścieżek przewodzących	
Serhii PETRYCHENKO, Krzysztof PRZYSTUPA, Antonina MALIUSHEVSKA, Olena MITRYASOVA, Orest KOCHAN	210
Optimizing energy efficiency of dielectric materials' electrodischarge dispersion	

Andrzej POPENDA	212
Modelowanie silnika BLDC z uwzględnieniem różnych aproksymacji przebiegu siły przeciwelektromotorycznej	
Andrzej POPENDA, Marcjan NOWAK, Arkadiusz WINTER	214
Dobór optymalnej konfiguracji sieci neuronowej przy odtwarzaniu prędkości silnika BLDC	
Paweł PTAK, Tomasz PRAUZNER, Henryk NOGA, Piotr MIGO, Agnieszka GAJEWSKA	216
Measurement system for testing the condition of protective layers of power equipment	
Paweł PYSZ, Anna MIERNIK, Paweł KIEŁBASA, Tadeusz JULISZEWSKI	218
Characterizing soil structure and porosity using ground-penetrating radar and spectrophotometry: implications for soil health and nutrient availability	
Paweł PYSZ, Mirosław ZAGÓRDA, Paweł KIEŁBASA	220
Comparing ground penetrating radar and spectrophotometry for mapping soil water content and salinity in agricultural soils	
Grzegorz RYBAK, Tomasz RYMARCZYK	221
Integracja komponentów platformy tomografii elektrycznej IoT w architekturze chmury obliczeniowej	
Tomasz RYMARCZYK, Bartłomiej BARAN, Michał GOŁĄBEK, Piotr BOŻEK, Dariusz MAJEREK, Daria STEFAŃCZAK, Dariusz WÓJCIK	224
Urinary tract monitoring using a bimodal tomographic device	
Tomasz RYMARCZYK, Marcin DZIADOSZ, Mariusz MAZUREK, Oleksii HYKA	227
Development and implementation of algorithms for measurement and reconstruction analysis in ultrasound tomography	
Tomasz RYMARCZYK, Marcin DZIADOSZ, Mariusz MAZUREK, Przemysław LASKOWSKI, Barbara STEFANIAK	229
A comparative study of selected machine learning algorithms for electrical impedance tomography	
Tomasz RYMARCZYK, Michał GOŁĄBEK, Piotr BOŻEK, Daria STEFAŃCZAK, Bartłomiej BARAN, Michał OLESZEK, Dariusz WÓJCIK	231
Design features of a portable ultrasonic-impedance tomograph for bladder monitoring	

Roman SIKORA, Przemysław MARKIEWICZ, Ewa KORZENIEWSKA, Alyona NIKITINA	234
Calculation of electric shock current caused by touch and step voltage in grounding grids including climatic conditions	
Mikołaj SKOWRON, Antoni CIEŚLA, Michał SMYKLA, Przemysław SYREK	236
Elektryzacja ziaren w polu elektrostatycznym	
Przemysław SKUROWSKI, Dariusz MYSZOR, Marcin PASZKUTA, Tomasz A. MOROŃ, Krzysztof A. CYRAN	238
Power demand in an augmented reality holographic display	
Stanisław Mikołaj SŁUPSKI, Ryszard GOLEMAN	240
Selection of operating parameters in technical equipment diagnostics using vehicle testing as an illustrative example	
Przemysław SOBKIEWICZ, Paweł BIEŃKOWSKI, Wojciech BŁAŻEJEWSKI	242
High-resolution microwave split ring resonator based probe for composite tank flaws evaluation	
Tomasz STRUZIŁ, Mikołaj SKOWRON, Marcin BASZYŃSKI	244
Analiza sprawności inwerterowej pompy ciepła w funkcji temperatury zasilania i sterowania według krzywej grzewczej	
Michał STYŁA, Bartłomiej KICZEK, Dominik GNAŚ, Przemysław ADAMKIEWICZ.....	246
Low-energy radio transceivers and personal area networks in transmission radio tomography imaging and in-building localization systems	
Witold SYGOCKI	248
Drapieżne, czy nie... czasopisma, konferencje na wybranych przykładach	
Witold SYGOCKI, Jadwiga WOŹNIAK-KASPEREK	250
Electromagnetic and medicine – obraz dorobku autorów afiliowanych w polskich instytucjach	
Serhiy SYROTYUK, Viktor CHUMAKEVYCH, Valerii SYROTIUK, Roman SHEREMETA, Vadym PTASHNYK, Serhii BARANOVYCH, Jan GIEŁŻECKI, Tomasz JAKUBOWSKI	253
Design and research of computer model of wind turbine using LabVIEW	

Andrzej SZAFRANIEC, Radosław FIGURA	255
Pompe układy napędowe o złożonej transmisji ruchu zawierające długi elastyczny wał	
Grzegorz SZEWCZYK	257
Prędkość przejścia fali dźwiękowej a gęstość drewna na przykładzie świerka pospolitego (<i>Picea Abies</i> (L.) Karst.) i sosny zwyczajnej (<i>Pinus Sylvestris</i> L.)	
Tomasz SZUL	259
Porównanie metod wyznaczania zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania na przykładzie budynku mieszkalnego jednorodzinne	
Kamil ŚWITALSKI, Kamil WERESZCZYŃSKI	261
Is Artificial Intelligence trustworthy enough currently?	
Grzegorz TATOŃ	264
Nadwrażliwość elektromagnetyczna – opis przypadków	
Marcin TOMASIK, Stanisław LIS	265
Konstrukcja i system sterowania platformy jezdnej robota do zbioru truskawek	
Karolina TRZYNIEC	268
Wpływ oddziaływania pulsacyjnym polem elektrycznym na kiełkowanie nasion szczawiu zwyczajnego	
Karolina TRZYNIEC, Małgorzata BANACH	270
Zastosowanie badania bioelektrycznej czynności mózgu do oceny poziomu koncentracji uwagi kierowców	
Paweł TYLEK, Adam PIŁAT, Jakub KLOCEK	272
Pomiar admitancji w ocenie stanu fizjologicznych sadzonek dęba szypułkowego	
Agnieszka WANTUCH, Filip DURLIK	274
Analiza parametrów oświetlenia elektrycznego mających wpływ na zdrowie i samopoczucie człowieka	
Nella WAWRYNIUK	277
Shared photonic laboratory for research on quantum security and beyond	

Piotr WAWRYNIUK	279
Photonic chips for quantum communication	
Kamil WERESZCZYŃSKI, Agnieszka MICHALCZUK, Kacper SPACZYŃSKI-KOCIOŁ, Krzysztof CYRAN	282
Decoherence Free Subspace Qubits on quantum computers	
Krzysztof WERNER, Krzysztof CYRAN	285
Deep learning as a tool of quantum error reduction in quantum image processing	
Dariusz WÓJCIK, Tomasz RYMARCZYK	288
Uncovering insights with Language Modeling: analyzing Przegląd Elektrotechniczny with GPT	
Mykhaylo ZAGIRNYAK	290
Formulas for calculation of the extraction force of magnetic separators (substantiation and clarification)	
Mirosław ZAGÓRDA, Paweł KIEŁBASA, Pavol FINDURA	292
Zmiany sygnału przesterowania silnika elektrycznego systemu jazdy równoległej EZ-PILOT firmy Trimble	
Mirosław ZAGÓRDA, Paweł KIEŁBASA, Paweł PYSZ, Maroš KORENKO	294
Analiza obciążenia instalacji elektrycznej ciągnika rolniczego z systemem jazdy równoległej EZ-PILOT i panelem CFX-750 firmy Trimble	
Anna ZIELIŃSKA, Mikołaj SKOWRON	296
Technologia blockchain w elektromobilności i obszarach elektryfikacji transportu	

PROGRAM KONFERENCJI

STEROWANIE ELEKTROWNIĄ WIATROWĄ ZE ZMIENNYM KĄTEM NATARCIA ŁOPAT PRZY DUŻYCH PRĘDKOŚCIACH WIATRU

Janusz BARAN, Andrzej JĄDERKO

Politechnika Częstochowska, Częstochowa

Abstract: A proposal of the control scheme for wind turbine with variable angle of blades is presented in this paper. Observer system for the non-measurable state variables estimation is used in this control scheme. Algorithm of the effective wind speed calculation is proposed. The control system ensure work of the wind turbine for wind speed in the region between nominal speed and maximum speed, when wind turbine is shouted down due to safety reasons, i.e. in a third and fourth operating regions. The simulation model was built in the Matlab/Simulink environment using the Simscape Electrical toolbox.

Wprowadzenie

Rozróżnia się cztery obszary (strefy) pracy turbiny wiatrowej w zależności od aktualnej prędkości wiatru. Pierwszą strefą pracy jest start turbiny przy minimalnej prędkości wiatru. W drugiej strefie pracy, w zakresie małych i średnich prędkości wiatru pomiędzy prędkością startu V_{ws} , a prędkością znamionową V_{wN} , układ regulacji ma za zadanie sterowanie prędkością wału w sposób zapewniający maksymalną wartość możliwej do uzyskania mocy generatora.

W strefie trzeciej, przy prędkości wiatru bliskiej znamionowej, praca turbiny odbywa się ze stałą prędkością obrotową nieco mniejszą od optymalnej. W strefie czwartej turbina wiatrowa pracuje przy stałej mocy, równej mocy znamionowej, co wymaga od układu regulacji zwiększania lub zmniejszania prędkości obrotowej turbiny przy zmianach prędkości wiatru [1, 2]. W jednostkach dużej mocy regulacja prędkości obrotowej turbiny odbywa się poprzez zmianę kąta natarcia łopat wirnika (rys. 1). W ekstremalnych warunkach wiatrowych łopaty wirnika mogą być ustawione „w chorągiewkę”, co powoduje wyhamowanie turbiny i załączenie hamulca postojowego.



Rys. 1. Turbina wiatrowa o zmiennym kącie ustawienia łopat wirnika (variable-pitch wind turbine)

Regulacja prędkości z estymacją efektywnej prędkości wiatru

Jednym z głównych problemów w sterowaniu turbiną wiatrową jest brak możliwości dokładnego pomiaru prędkości wiatru oddziałującego na wirnik turbiny ze względu na rozmiary koła wiatrowego. Stosowany często pomiar prędkości wiatru na gondoli turbiny wiatrowej jest silnie zakłócony przez zawirowania (turbulencje)

od łopat wirnika, co wymaga specjalnych algorytmów przeliczeniowych i nie zawsze daje pożądaną dokładność [3]. Często stosuje się układy odtwarzania niemierzalnych zmiennych [3, 4, 5].

Przy założeniu, że wirnik turbiny ustawiony jest prostopadle do kierunku wiatru, moment aerodynamiczny wywołany przez przepływ wiatru, jest równy [6]:

$$T_w = \frac{1}{2} \rho \pi R^2 \frac{V^3}{\omega_i} C_p(\lambda, \beta), \quad \text{gdzie: } \lambda = \frac{\omega_i R}{V_w} \quad (1)$$

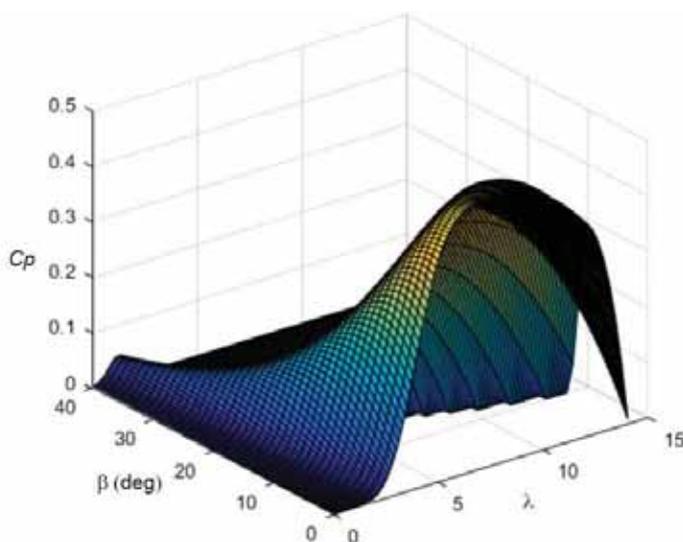
gdzie: ρ – gęstość powietrza, R – promień koła wiatrowego turbiny, ω_i – prędkość kątowna wirnika turbiny, V_w – efektywna, uśredniona prędkość wiatru oddziałującego na wirnik turbiny $C_p = f(\lambda, \beta)$ – współczynnik wykorzystania energii wiatru, przy czym λ – wyróżnik szybkobieżności (*tip-speed ratio*), β – kąt natarcia łopat wirnika turbiny (*pitch angle*).

Celem sterowania w warunkach wiatrowych powyżej znamionowych jest regulacja z zachowaniem stałej mocy wytwarzanej przy wzroście prędkości wiatru, co jest osiągnięte przez zwiększanie kąta natarcia łopat β powodującego spadek momentu aerodynamicznego.

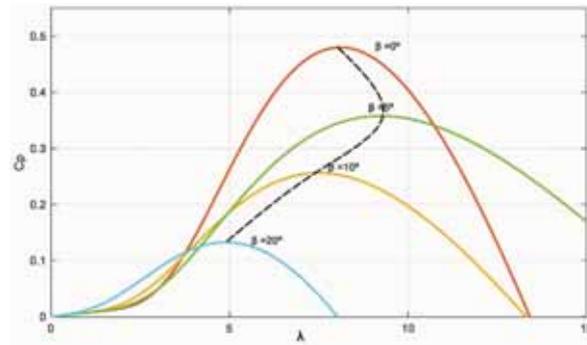
Przy ustalonym kącie natarcia łopat β maksymalna moc wytwarzana przez turbinę przy danej prędkości wiatru V_w jest osiągnięta dla maksymalnej wartości współczynnika wykorzystania mocy C_{pmax} odpowiadającego pewnej optymalnej wartości λ_{opt} wyróżnika szybkobieżności. Krzywa współczynnika mocy $C_p(\lambda, \beta)$ jest wyznaczana doświadczalnie i dostarczana przez producenta turbiny. Dla celów badawczych eksperymentalna krzywa $C_p(\lambda, \beta)$ turbiny wiatrowej jest często aproksymowana funkcją. Jedną z najczęściej stosowanych zależności aproksymujących jest funkcja:

$$C_p(\lambda, \beta) = c_1 \left(\frac{c_2}{\lambda_i} - c_3 \beta - c_4 \right) e^{-\frac{c_5}{\lambda_i}} + c_6 \lambda \quad \text{gdzie: } \frac{1}{\lambda_i} = \frac{1}{\lambda + 0.08\beta} - \frac{0.035}{\beta^3 + 1} \quad (2)$$

β jest kątem natarcia łopat wirnika, $c_1=0.23$, $c_2=104.5$, $c_3=0.4$, $c_4=33.9$, $c_5=13.5$ i $c_6=0.011$. Dla powyższych parametrów $\lambda_{opt} = 7.18$ i $C_{pmax} = 0.47$ dla $\beta=0^\circ$. trójwymiarowy wykres funkcji (2) jest przedstawiony na rysunku 2. Na rysunku 3 pokazano rodzinę krzywych $C_p(\lambda)$ dla różnych kątów natarcia β z zaznaczeniem przebiegu „trajektorii” optymalnych punktów pracy turbiny dla zwiększającego się kąta natarcia β przy wzroście prędkości wiatru V_w .



Rys. 2. Zależność $C_p(\lambda, \beta)$



Rys. 3. Rodzina zależności $C_p(\lambda)$ dla różnych kątów natarcia β

Literatura

- [1] Bourlis D. „Control algorithms and implementation for variable speed stall regulated wind turbines”, PhD thesis, Department of Engineering, University of Leicester, October 2010
- [2] Bourlis D., A Complete Control Scheme for Variable Speed Stall Regulated Wind Turbines, in: Fundamental and Advanced Topics in Wind Power, Ed. by R. Carriveau, InTech, pp. 309-338, 2011
- [3] Baran J., Jąderko A., Układ sterowania turbiny wiatrowej o regulowanej prędkości obrotowej i stałym kącie ustawienia łopat z liniowym obserwatorem momentu aerodynamicznego, Przegląd Elektrotechniczny, Vol. 93, No 12, pp. 59-62, 2017
- [4] Hu Z., Wang J., Ma Y., Yan X., Research on Speed Control System for Fixed-Pitch Wind Turbine Based on Disturbance Observer, 2009 World Non-Grid-Connected Wind Power and Energy Conference, pp. 221-225, Nanjing, 2009
- [5] Neammanee B., Sirisumrannukul S., Chatratana S., Control Strategies for Variable-speed Fixed-pitch Wind Turbines, *Wind Power*, Ed. By S.M. Muyeen, InTech, pp. 209-232, 2010
- [6] Bianchi F., De Battista H., Mantz R., Wind Turbine Control Systems. Principles, Modelling and Gain Scheduling Design, Springer, 2007
- [7] Perelmuter V., Renewable Energy Systems. Simulation with Simulink and SimPowerSystems, CRC Press, 2016
- [8] Simscape Electrical User’s Guide, The Mathworks Inc., 2019

PARAMETRYZACJA PISMA ODRĘCZNEGO NA POTRZEBY DIAGNOSTYKI CHOROÓB NEURODEGENERACYJNYCH

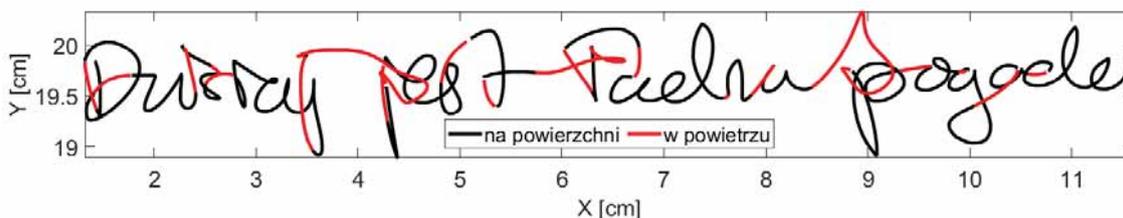
Kamila BIAŁEK, Jacek JAKUBOWSKI, Rafał BIAŁEK

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

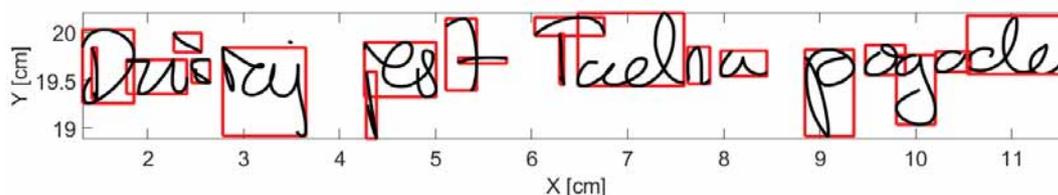
Grafomotoryka, czyli pisanie odręczne jest kluczową umiejętnością człowieka wykorzystywaną w życiu codziennym. Proces tworzenia pisma odręcznego zależy od predyspozycji fizycznej oraz psychicznej człowieka i jest ściśle związane z prawidłowym funkcjonowaniem centralnego układu nerwowego. Sprawia to, że informacje zawarte w piśmie odręcznym mogą posłużyć do diagnostyki chorób układu nerwowego i to na wczesnym etapie ich rozwoju. Podczas pisania w sposób naturalny występują zmiany, których analiza może wskazać na obecność i progresję objawów choroby [1]. Przykładem jest choroba Parkinsona, będąca zaburzeniem neurodegeneracyjnym, której głównymi objawami są: drżenie spoczynkowe, sztywność kończyn, spowolnienie ruchowe tzw. bradykinezja oraz niestabilność postawy ciała [2, 3]. Symptomy te, już na wczesnym etapie rozwoju choroby, mogą powodować problemy z pisaniem lub wywoływać zmiany w piśmie, które mogą stać się podstawą do opracowania testów diagnostycznych w kierunku rozpoznania schorzenia [4].

Nowoczesne tablety graficzne umożliwiają zarejestrowanie danych dotyczących procesu tworzenia pisma, takich jak: czas rejestracji, położenie pióra, siła nacisku oraz kąt nachylenia pióra do powierzchni tabletu. Na ich podstawie możliwe jest wyznaczenie szeregu parametrów, dotyczących nie tylko wyglądu powstałego pisma, ale również dynamiki i kinematyki jego tworzenia, których wartości mogą wskazywać na występowanie objawów choroby Parkinsona. Przykładowo spowolnienie ruchowe może być przyczyną zmniejszonej prędkości pisania, a drżenie spoczynkowe może wpływać na nacisk użyty podczas tworzenia pisma [5]. Dodatkowo jednym z najbardziej charakterystycznych objawów choroby Parkinsona jest zmniejszenie rozmiaru czcionki podczas pisania, zwane mikrografią [6].

W pracy przedstawione zostaną parametry pisma oraz metodyka ich wyznaczania, których ocena może znaleźć zastosowanie diagnostyczne. Autorzy innych prac o podobnej tematyce skupiali się na wyznaczaniu parametrów dotyczących pojedynczych pociągnięć pióra. W przeciwieństwie do nich, w niniejszej pracy wielkości wyznaczane były na podstawie zapisu całego zdania, aby uwzględnić w analizie kilka słów oraz odstępy między nimi. Dzięki temu pod uwagę można wziąć nie tylko ślad pisma widoczny na kartce papieru, ale również ruchy wykonywane w powietrzu.



Rys. 1. Przykładowe zarejestrowane zdanie z uwzględnieniem ruchów nad powierzchnią tabletu



Rys. 2. Widok zdania z zaznaczonymi polami poszczególnych pociągnięć pióra

Wyznaczone parametry można podzielić na 4 grupy: parametry czasowe, prędkościowe, geometryczne i dotyczące nacisku. Do opracowanych parametrów należą m.in. czas pisania, czas trwania przerw między słowami, średnia prędkość pisania, średni nacisk, długość zdania, kąt nachylenia zdania oraz impuls pisma.

Literatura

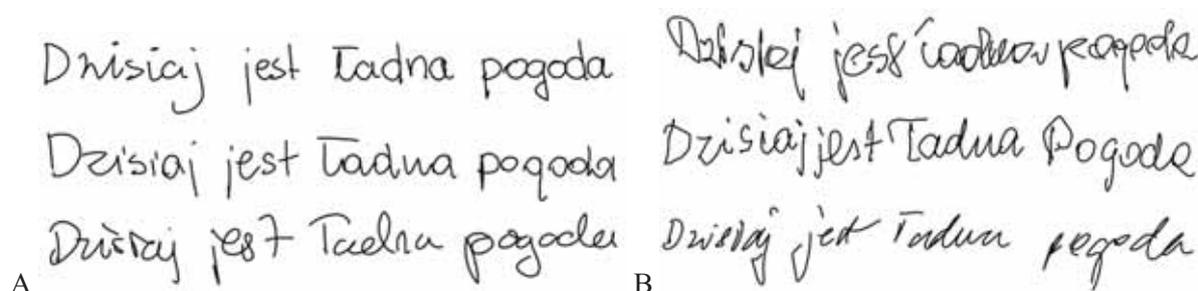
- [1] Van Galen, G. P. (1991). Handwriting: Issues for a psychomotor theory. *Human movement science*, 10(2-3), 165-191.
- [2] Jankovic, J. (2008). Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *Journal of neurology, neurosurgery & psychiatry*, 79(4), 368-376.
- [3] Massano, J., & Bhatia, K. P. (2012). Clinical approach to Parkinson's disease: features, diagnosis, and principles of management. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 2(6).
- [4] Becker, G., Müller, A., Braune, S., Büttner, T., Benecke, R., Greulich, W., Klein, W., Mark, G., Rieke, J., & Thümler, R. (2002). Early diagnosis of Parkinson's disease. *Journal of neurology*, 249(3), 40-48.M.
- [5] Yu, N. Y., Van Gemmert, A. W., & Chang, S. H. (2017). Characterization of graphomotor functions in individuals with Parkinson's disease and essential tremor. *Behavior research methods*, 49(3), 913-922.
- [6] Shukla, A. W., Ounpraseuth, S., Okun, M. S., Gray, V., Schwankhaus, J., & Metzger, W. S. (2012). Micrographia and related deficits in Parkinson's disease: a cross-sectional study. *BMJ open*, 2(3).

ZASTOSOWANIE KONWOLUCYJNYCH SIECI NEURONOWYCH W ROZPOZNAWANIU CHOROBY PARKINSONA NA PODSTAWIE PRÓBEK PISMA

Kamila BIAŁEK, Jacek JAKUBOWSKI, Anna POTULSKA-CHROMIK,
Monika NOJSZEWSKA, Anna KOSTYRA-PRUSZCZYK

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa
Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa

Choroba Parkinsona to obecnie druga po chorobie Alzheimera najczęstsza choroba neurodegeneracyjna. Obecnie na świecie choruje na nią ponad 10 milionów ludzi [1]. Do głównych objawów tej choroby można zaliczyć: drżenie spoczynkowe, sztywność kończyn, spowolnienie ruchowe zwane bradykinezją oraz niestabilność postawy ciała [2]. Pojawienie się któregokolwiek z powyższych objawów może wpłynąć na grafomotorykę czyli umiejętność pisania odręcznego. Proces tworzenia pisma odręcznego wymaga zdolności naśladowania ruchów, wykonywania ruchów sekwencyjnych i precyzyjnych, koordynacji wzrokowo-ruchowej, percepcji wzrokowej oraz sprawności manualnej [3]. W związku z powyższym zmiany w piśmie oraz problemy z pisaniem mogą być pierwszymi zauważalnymi oznakami występowania choroby Parkinsona i jednocześnie stać się podstawą do automatyzacji procesu rozpoznawania choroby na wczesnym etapie jej rozwoju z wykorzystaniem technicznych narzędzi do rejestracji pisma.

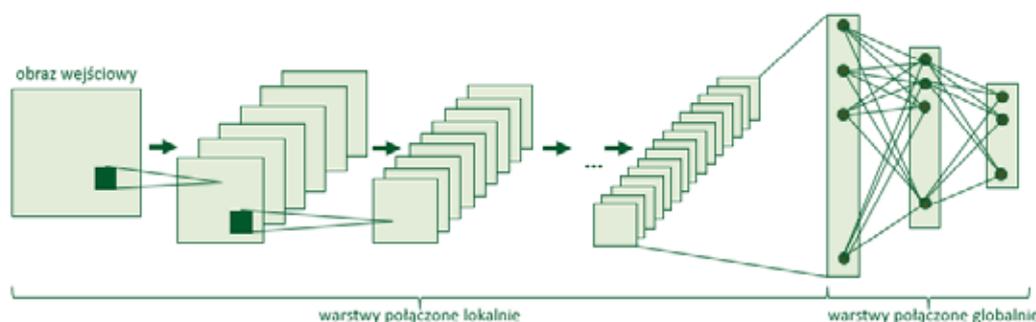


Rys. 1. Przykładowe próbki pisma a) osoby zdrowe, b) osoby chore

W prezentowanej pracy autorzy na podstawie obrazów pisma, zarejestrowanych za pomocą tabletu graficznego, podjęli próbę wykorzystania konwolucyjnych sieci neuronowych do rozpoznawania choroby Parkinsona. Materiał do badań pozyskany został w ramach badań klinicznych przeprowadzonych przez zespół medyczny w Klinice i Katedrze Neurologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego w Warszawie. Przebadano łącznie 48 osób, z pośród których 24 miały stwierdzoną chorobę Parkinsona. Pacjenci zostali poproszeni o zapis pięciu pełnych zdań „Dzisiaj jest ładna pogoda” jednego pod drugim. Dzięki temu uzyskanych zostało łącznie 960 obrazów pisma przedstawiających pojedyncze słowa, które następnie posłużyły jako dane treningowe w procesie uczenia struktury sieci CNN.

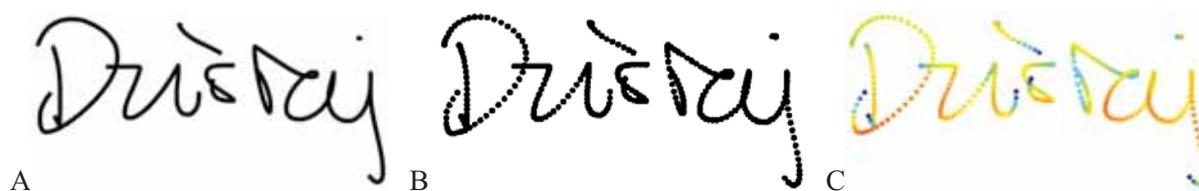
Klasyczne podejście do rozpoznawania choroby na podstawie próbek pisma to zastosowanie tzw. inżynierii cech, która polega na wskazaniu wektorów wartości liczbowych charakterystycznych dla populacji bezpośrednio z wyników wstępnego przetwarzania danych eksperymentalnych a następnie na zastosowaniu jednej z metod uczenia maszynowego. Uzyskiwane tym sposobem dokładności rozpoznawania wynoszą ok. 80% i zależą od zastosowanych metod ekstrakcji i selekcji cech oraz metod klasyfikacji [4]. Dzięki

współczesnym rozwiązaniom sieci neuronowych możliwe jest odmienne podejście, bazujące nie na wektorach cech, ale bezpośrednio na całych obrazach [5]. W strukturze konwolucyjnych sieci neuronowych (CNN) można wyróżnić dwie części: szereg kolejnych warstw o połączeniu lokalnym neuronów, których działanie opiera się na operacji splotu dostarczającej cech diagnostycznych oraz część końcową sieci o pełnym połączeniu neuronów, stanowiącą właściwy klasyfikator [6]. Niestety, konstrukcja własnej wystarczająco rozbudowanej struktury sieci CNN, oraz nauczenie jej do rozwiązywania zadań klasyfikacji z reguły wymaga użycia odpowiednio dużej bazy wzorców. Wobec braku takiej bazy, możliwe jest podejście alternatywne zwane transfer learningiem polegające na wykorzystaniu sieci nauczonej do rozwiązywania zupełnie innego zadania jako struktury bazowej i douczenie tej struktury za pomocą nowej bazy danych uczących. Dostępnymi strukturami sieci wytrenowanymi na dużej bazie danych są np. AlexNet, GoogleNet, VGG-16, Inception3. Użycie gotowej struktury wymaga jednak odpowiedniego przygotowania danych wejściowych oraz dostosowania sieci do rozwiązywania nowego problemu.



Rys. 2. Struktura sieci CNN

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. Wybrane struktury, jako dane wejściowe umożliwiają podanie obrazów kolorowych. Dlatego, oprócz obrazów pisma w postaci czarnego napisu na białym tle, wykorzystano również obrazy pisma z uwzględnieniem siły nacisku w postaci kolorowej skali i porównano wyniki.



Rys. 3. Obraz pisma A) z zastosowaniem interpolacji punktów, B) tylko punkty, C) z uwzględnieniem siły nacisku

Literatura

- [1] Statistics. (n.d.). Parkinson's Foundation. Retrieved October 6, 2022, from <https://www.parkinson.org/understanding-parkinsons/statistics>
- [2] Massano, J., & Bhatia, K. P. (2012). Clinical approach to Parkinson's disease: features, diagnosis, and principles of management. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 2(6). Specyfikacja techniczna tabletu WACOM Intous Pro PTH-860
- [3] Van Galen, G. P. (1991). Handwriting: Issues for a psychomotor theory. *Human movement science*, 10(2-3), 165-191.
- [4] Drotár, P., Mekyska, J., Rektorová, I., Masarová, L., Smékal, Z., & Faundez-Zanuy, M. (2014). Analysis of in-air movement in handwriting: A novel marker for Parkinson's disease. *Computer methods and programs in biomedicine*, 117(3), 405-411.
- [5] Bengio Y., Courville A., & Goodfellow I. (2018). *Deep Learning – systemy uczące się*. Warsaw, Poland: Wydawnictwo Naukowe PWN SA.
- [6] Osowski, S. (2000). *Sieci neuronowe do przetwarzania informacji*. Warsaw, Poland: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

POLE ELEKTROMAGNETYCZNE SYSTEMÓW RADIOWO-TELEWIZYJNYCH W CZORAJ I DZIŚ

Paweł BIEŃKOWSKI

Politechnika Wrocławska, Wrocław

Wstęp

Historia radiokomunikacji ma niewiele ponad 100 lat. W Polsce możemy przyjąć że właśnie w tym roku mija 100-lecie radiokomunikacji – w 1923 roku uruchomiono Transatlantycką Radiotelegraficzną Centralę Nadawczą w Babicach – kolejna rocznica to będzie rok 2026 – kiedy minie 100 lat od rozpoczęcia regularnych transmisji radiofonicznych Polskiego Radia. Te 100 lat to również ciągle zwiększanie emisji energii elektromagnetycznej do środowiska i zainteresowanie tematem oddziaływania PEM na biosferę. Początki to „syndrom radiotelegrafistów” sformułowany w latach 30-tych 20 wieku – badany między innymi przez dr. P. Czerskiego czy prof. S. Manczarskiego, później różne incydenty polityczne i w końcu w latach 50-tych pierwsze unormowania prawne w ochronie przed nadmiernym narażeniem na PEM pracowników. Ochrona populacji generalnej to lata 80-te XX wieku – dlatego dopiero wtedy z prostej przyczyny – wcześniej nie było problemu – bo istotne z punktu widzenia oddziaływania PEM instalacje były posadowione z reguły na obszarach niedostępnych dla ludności – dobrze chronionych i było ich stosunkowo mało. Pierwszym głośnym i w tamtych czasach praktycznie jedynym problemem był nadajnik 1 Programu Polskiego Radia w Konstancynie – no może druga dość głośna sprawa dotyczyła nadajnika w okolicach Krakowa. Realnie w Polsce dopiero po 1989 roku nadajniki radiowe i telewizyjne trafiły „nad strzechy” – na dachy wieżowców czy kominy elektrociepłowni. 100 lat RTV to też zmiany technologiczne – a to wiązało się ze zmianami w emitowanym polu elektromagnetycznym.

Radiofonia

Transatlantycką Radiotelegraficzną Centralę Nadawczą trudno przypisać do radiofonii – ale nie można o niej nie wspomnieć – fale bardzo długie o częstotliwości poniżej 20 kHz – moc 400 kW i system antenowy zainstalowany na 10 wieżach o wysokości 126 m każda do dzisiaj robi wrażenie. Na szczęście w tamtych latach nie zwracano jeszcze uwagi na oddziaływanie PEM na ludzi. Początki radiofonii to modulacja AM i fale długie i średnie – ale wykorzystywano również fale krótkie. Anteny – albo anteny pionowe posadowione bezpośrednio nad powierzchnią ziemi – albo poziome – rozwieszone między masztami o wysokości kilkunastu-kilkudziesięciu metrów. Moce nadajników – co najmniej dziesiątki kW. Modulacja amplitudy to modulacja wyjątkowo mało sprawna energetycznie – najwyżej niewiele ponad 30% emitowanej mocy służyło transmisji informacji – reszta energii „marnowała” się w bezużytecznej z punktu widzenia transmisji informacji fali nośnej. Sytuacja była lepsza w modyfikowanych AM – największą sprawność osiągała jednowstęgową modulacją w wytłumioną falą nośną – SSB – ale trudności techniczne w jej odbiorze praktycznie uniemożliwiły jej stosowanie w radiofonii. Stacje średnifalowe były w Polsce połączone w sieć transmitującą 2 program Polskiego Radia i obsługiwały raczej okolice dużych miast – mając zasięg kilkadziesiąt kilometrów. Obecnie radiofonia analogowa opiera się na falach ultrakrótkich – UKF – pasmo 87-108 MHz. Ze względu na charakter propagacji – falę troposferyczną – anteny, a właściwie zwykle układy antenowe z kształtowaną charakterystyką promieniowania umieszcza się możliwie wysoko – na szczycie masztów antenowych – ale także np. na dachach wieżowców czy kominach. Sygnał z nadajników o mocach od kilkadziesiąt watów do kilkunastu kilowatów nadawany jest z modulacją częstotliwości – modulacją znacznie sprawniejszą energetycznie i pozwalającą uzyskać znacznie lepszą jakość dźwięku – odpowiadającą nawet standardom Hi-Fi Stereo. Stereo – to co dzisiaj wydaje się oczywistością – to duży rozdział w historii radiofonii. Wystarczy powiedzieć, że na do końca lat 80-tych XX wieku w Polsce jedynym programem z audycjami nadawanymi w stereo był 2 program Polskiego Radia z ogromną przewagą muzyki klasycznej. Z nadawaniem stereo nie a żadnego problemu w cyfrowym radiu – standardzie DAB+. Cyfrowa radiofonia naziemna ma swoją historię już w XXI wieku – pierwsze testy prowadzono w roku 2009 – regularne transmisje

od 2012 roku. Radio cyfrowe dostało do dyspozycji częstotliwości kanałów telewizyjnych od 5 do 12 – czyli zakres częstotliwości między 174 a 230 MHz. Dzięki wykorzystaniu technik cyfrowych nadajniki DAB+ mogą mieć mniejsze moce w stosunku do UKF FM – a tym samym emitować do środowiska mniej energii elektromagnetycznej. Zasadniczo i nadajniki UKF FM i DAB+ nie stanowią zbyt dużego problemu z ochroną środowiska elektromagnetycznego – oczywiście pod warunkiem rozsądnie zaprojektowanej instalacji antenowej. Faktem jest, że w dużych radiowo-telewizyjnych centrach nadawczych (RTCN) zwykle anteny UKF FM są instalowane najniżej (DAB+ zwykle wyżej – bezpośrednio nad UKF FM) i mają najszerze wiązki promieniowania i tym samym w polu elektromagnetycznym mierzone w otoczeniu takich instalacji zwykle dominują właśnie składowe UKF FM pochodzące z listków bocznych charakterystyki promieniowania stosowanych układów antenowych.

Telewizja

Telewizja – czyli „okienko Pana Bairda” swoją historią sięga roku 1926. W Polsce prace nad telewizją rozpoczęto w połowie lat 30-tych. Pierwszy nadajnik telewizyjny w Warszawie zainstalowano na wieżowcu Prudential i w sierpniu 1939 roku rozpoczęto pierwsze oficjalne transmisje Telewizji Polskiej. Po wojnie regularne nadawanie programu telewizyjnego rozpoczęto w 1952 roku – ale telewizja była dostępna tylko w największych miastach i to nie od razu we wszystkich – np. do Wrocławia TVP dotarła dopiero w 1958 roku. Na telewizję kolorową przyszło poczekać do 1972 roku. W telewizji analogowej stosowano modulację amplitudy z częściowo wytłumioną dolną wstęgą boczną. Mimo tego zabiegu i tak na jeden kanał telewizyjny musiano przeznaczyć 8 MHz. Tak szerokie pasmo sygnału modulującego wymusiło wykorzystanie do transmisji częstotliwości znacznie wyższych niż dla radia – co najmniej 70 MHz. W praktyce kanały telewizyjne zajmowały początkowo pasmo tzw. VHF- między 70 a 230 MHz (kanały 1-12), w latach 70-tych rozpoczęto transmisje w kanałach UHF – częstotliwości od ok. 470 do 860 MHz (kanały 20-68). Obecnie pasmo telewizyjne zostało okrojone od dołu przez DAB+, od góry przez systemy telefonii komórkowej – najpierw LTE 800 MHz a teraz pasmo między 700 a 800 MHz jest zwalniane dla 5G. Od 2013 roku w Polsce nadawana jest tylko telewizja cyfrowa w tzw. multipleksach – do 2022 roku w standardzie DVBT - MPEG-4 – obecnie DVB-T2 z kodowaniem HEVC – ale nie wszystkie multipleksy. Ze względu na właściwości propagacji fal metrowych i decymetrowych dla zapewnienia odpowiedniego zasięgu niezbędne jest instalowanie anten możliwie jak najwyżej i stosowanie układów antenowych o dużym zysku kierunkowym. Oczywiście poza dużymi centrami nadawczymi są też nadajniki małej mocy – albo transmitujące programy lokalne – albo służące „doświetleniu” obszarów, które są „w cieniu” nadajników głównych – np. kotłiny górskie. Moce nadajników to od kilkudziesięciu watów w nadajnikach retransmisyjnych do kilku kilowatów w dużych RTCN-ach. Wysokie posadowienie anten oraz kształtowanie charakterystyki promieniowania powoduje, że dobrze zaprojektowana instalacja nie stanowi problemu z punktu widzenia ochrony środowiska elektromagnetycznego. Oczywiście są, podobnie jak w przypadku radia UKF FM, małe nadajniki lokalizowane np. na dachach budynków – ale i one przy właściwym projekcie nie są problemem. Dodatkowo przejście na system transmisji cyfrowej pozwoliło na zmniejszenie mocy nadajników[9] i w efekcie obniżenie emisji energii elektromagnetycznej do środowiska.

Podsumowanie

Historia radiodifuzji to tylko 100 lat. W tym czasie nastąpił potężny rozwój systemów – zmiany technologii, ale idea pozostała ta sama – transmisja fonii i wizji „w eter” do nieznannej liczby odbiorców bez żadnych ograniczeń (oczywiście poza programami kodowanymi). Przed erą telefonii komórkowej – nadajniki radiofoniczne i telewizyjne miały największy wkład w energię elektromagnetyczną emitowaną do środowiska. Jednocześnie systemy te były lokalizowane zwykle na wydzielonych obszarach i nie stanowiły znaczącego „obciążenia” polem elektromagnetycznym dla ludności – no może poza małymi lokalnymi nadajnikami na dachach budynków. Można się zastanawiać, czy radiodifuzja w obecnej postaci ma rację bytu w dobie internetu – zwłaszcza dostępnego bezprzewodowo z sieci komórkowych. Na to pytanie trudno odpowiedzieć – ale warto zauważyć, że większość stacji radiowych wykorzystuje już internet do „radia internetowego” – transmisji on-line programu w sieci. Warto jednak zauważyć, że jednak typowa radiodifuzja zapewnia większą dostępność programów radiowych i telewizyjnych i zdaniem autora jeszcze długo będzie się broniła – zwłaszcza dotycząca to radiofonii.

ZMIANA PARAMETRÓW OBRAZÓW TOMOGRAFICZNYCH I SCYNTYGRAFICZNYCH KOŚĆCA W DIAGNOSTYCE ZMIAN NOWOTWOROWYCH

Hanna BŁAŻEJEWSKA, Agnieszka WOSIAK¹, Liliana BYCZKOWSKA-LIPIŃSKA

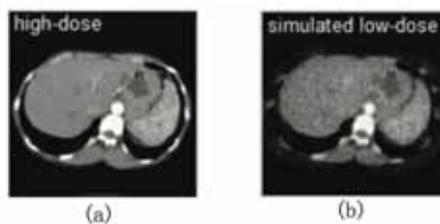
¹ Politechnika Łódzka, Łódź

Tomografia komputerowa (ang. *computed tomography*, CT) to jedno z najbardziej zaawansowanych i najdokładniejszych obecnie badań obrazowych, pozwalających zobaczyć struktury znajdujące się wewnątrz żywego organizmu. Odgrywa kluczową rolę w diagnostyce nowotworowej, umożliwiając zarówno wykrycie zmian, jak i późniejsze określanie ich progresji, ocenę skuteczności i planowanie terapii, jak również stanowi metodę wspomagającą dla metod inwazyjnych, takich jak biopsje [1].

Widoczność struktur na obrazach pozyskanych z tomografii komputerowej można dodatkowo zwiększyć, podając pacjentowi środek cieniujący tzw. kontrast. Środki cieniujące odgrywają kluczową rolę w poprawie widoczności komórek nowotworowych na obrazach tomografii komputerowej (CT) i scyntygrafii kości (medycyna nuklearna). Ich podanie do organizmu, pomaga zwiększyć kontrast między normalnymi i nieprawidłowymi tkankami, ułatwiając wykrywanie i ocenę zmian patologicznych, w szczególności guzów nowotworowych.

Zarówno w tomografii komputerowej, jak i scyntygrafii kości istotne jest zastosowanie odpowiedniej dawki środka kontrastowego lub radiofarmaceutyku, aby uzyskać jak najlepszą jakość obrazu przy jednoczesnym zminimalizowaniu ryzyka wystąpienia działań niepożądanych lub powikłań. Zbyt niska dawka środka kontrastowego może nie zapewniać wystarczającego wzmocnienia kontrastu, co utrudnia wizualizację małych lub subtelných guzów. Może to prowadzić do wyższego wskaźnika wyników fałszywie ujemnych lub błędnej diagnozy. Z kolei podanie zbyt dużej dawki środka kontrastowego może spowodować zwiększone tłumienie promieni rentgenowskich, prowadząc do artefaktów obrazu i zmniejszonej zdolności do różnicowania guza i zdrowej tkanki. Ponadto duże dawki mogą zwiększać ryzyko wystąpienia działań niepożądanych. U wszystkich pacjentów należy użyć najmniejszej ilości środka kontrastującego koniecznego do uzyskania dobrego efektu diagnostycznego, czyli takiego, który pozwala na zaobserwowanie zmian w obrazie. Radiolodzy i lekarze medycyny nuklearnej wyznaczają i dostosowują dawkę dla każdego indywidualnego pacjenta na podstawie takich czynników, jak masa ciała, historia medyczna i konkretne wykonywane badanie obrazowe.

Celem opisanych w ramach niniejszej pracy badań jest ocena, jaki poziom parametrów związanych z różnicami jasności w wynikach badań pozwala na skuteczne wykrycie zmian nowotworowych i opracowanie rozwiązania symulującego zmianę dawki podanego kontrastu i wskazanie dla danego pacjenta minimalnej wartości dawki pozwalającej na uwidocznienie różnic w obszarach. Dotychczas przeprowadzane badania pokazują, że odpowiednia modyfikacja obrazu pozwala na skuteczne wyodrębnienie zmian również dla niskich dawek środków kontrastujących, co ilustruje rysunek 1 [2].



Rys. 1. Różnica pomiędzy obrazem CT dla wysokiej dawki środka kontrastującego (a) oraz zasymulowaną niską dawką środka kontrastującego (b) [2]

Badania eksperymentalne przeprowadzone zostały na referencyjnym zbiorze „A whole-body FDG-PET/CT dataset with manually annotated tumor lesions (FDG-PET-CT-Lesions)” [3]. Zbiór zawiera 501 zestawów danych pozyskanych w wyniku przeprowadzonych badań PET/CT całego ciała od pacjentów ze zdiagnozowanym chłoniakiem złośliwym, czerniakiem i niedrobnokomórkowym rakiem płuca (NSCLC) oraz 513 zestawów danych bez zmian złośliwych. Protokół obrazowania obejmuje diagnostyczną tomografię komputerową z dożylnym wzmocnieniem kontrastowym, z wyjątkiem pacjentów z przeciwwskazaniami.

W celu symulacji podania dawki kontrastu zastosowane zostały następujące metody modyfikacji obrazów tomograficznych i scyntygraficznych z zastosowaniem modyfikacji histogramów [4]:

- wyrównanie histogramu (ang. *histogram equalization*, HE) związane z powiększeniem globalnego kontrastu obrazów, szczególnie gdy wykorzystywany sygnał opisujący obraz jest reprezentowany przez wartości z niewielkiego zakresu; poprzez rozciągnięcie tych wartości na szerszy zakres, natężenia mogą być lepiej dystrybuowane na histogramie, co z kolei pozwala zwiększyć kontrast we fragmentach o jego niskim poziomie; może prowadzić do skuteczniejszego obserwowania struktur kostnych w diagnostyce medycznej na podstawie obrazów oraz do dokładniejszego prezentowania szczegółów;
- rozciąganie histogramu (ang. *histogram stretching*, HS) wykonywane, gdy wartości jasności obrazu nie obejmują pełnego zakresu możliwych wartości,
- dopasowanie histogramu (ang. *histogram matching*, HM), które poprawia kontrast oryginalnego obrazu dopasowując go do oczekiwanego histogramu poprzez mapowanie wartości pikseli i kontrolowanie względnej częstotliwości ich występowania.

W celu zachowania jakości obrazu symulowanego, uzyskanego w wyniku modyfikacji nie odbiegającej od jakości oryginalnego obrazu, przyjęte zostały trzy miary podobieństwa:

- szczytowy stosunek sygnału do szumu (ang. *peak signal-to-noise ratio*, PSNR) [5],
- histogram intersection (HI) [6],
- structural similarity index (SSIM) [7].

W badaniach wykorzystano głębokie uczenie z uwzględnieniem splotowych sieci neuronowych (CNN, ang. *convolutional neural networks*). Metody głębokiego uczenia osiągają coraz większą wydajność w naukach medycznych, w szczególności splotowe sieci neuronowe, które są stosowane w rozpoznawaniu obrazów i diagnostyce medycznej [8, 9].

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że analizowane metody symulacji podania dawki kontrastu pozwalają w większości przypadków skutecznie wskazać dawki niższe, dla których stopień różnicowania zmian określany za pomocą metryk ewaluacyjnych procesu klasyfikacyjnego obrazu nie uległ pogorszeniu w sposób istotny statystycznie.

Literatura

- [1] Cao, Wenming, et al. "A comprehensive review of computer-aided diagnosis of pulmonary nodules based on computed tomography scans." *IEEE Access* 8 (2020): 154007-154023.
- [2] Zhang, Shu, Youshen Xia, and Changzhong Zou. "Comparison of sparse-view CT image reconstruction algorithms." 2016 International Conference on Audio, Language and Image Processing (ICALIP). IEEE, 2016.
- [3] A whole-body FDG-PET/CT dataset with manually annotated tumor lesions (FDG-PET-CT-Lesions). URL: <https://wiki.cancerimagingarchive.net/pages/viewpage.action?pageId=93258287>
- [4] Jeong, Chang Bu, Kwang Gi Kim, Tae Sung Kim, Seok Ki Kim. "Comparison of image enhancement methods for the effective diagnosis in successive whole-body bone scans." *Journal of digital imaging* 24 (2011): 424-436.
- [5] Peng, Yan, et al. "Terahertz spectroscopy in biomedical field: a review on signal-to-noise ratio improvement." *Photonix* 1 (2020): 1-18.
- [6] Chaki, Jyotismita, et al. "Histogram-based image color features." *Image Color Feature Extraction Techniques: Fundamentals and Applications* (2021): 29-41.
- [7] Mudeng, V., Kim, M., & Choe, S. W. (2022). Prospects of Structural Similarity Index for Medical Image Analysis. *Applied Sciences*, 12(8), 3754.
- [8] Shen W, Zhou M, Yang F, Yang C, Tian J. 2015. Multi-scale convolutional neural networks for lung nodule classification. In *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 9123: Information Processing in Medical Imaging, pp. 588–99.
- [9] Jan Wuestemann, Sebastian Hupfeld, Dennis Kupitz, Philipp Genseke, Simone Schenke, Maciej Pech, Michael C. Kreissl and Oliver S. Grosser, "Analysis of Bone Scans in Various Tumor Entities Using a Deep-Learning-Based Artificial Neural Network Algorithm—Evaluation of Diagnostic Performance", *Cancers*, 2020, s. 2-4

STEROWANIE AUTOMATYKĄ BUDYNKOWĄ Z WYKORZYSTANIEM URZĄDZEŃ MOBILNYCH

Artur BOGUTA, Jacek MAJCHER

Lublin University of Technology, Lublin

Wstęp

Automatyka budynkowa coraz częściej zastępuje standardowe urządzenia, które wymagają ciągłego nadzorowania ich przez użytkownika. W pierwszej fazie wprowadzania tych urządzeń pojawiła się konieczność modyfikacji instalacji elektrycznej, do której trzeba było dołożyć przewody sterujące (magistralne). Obecnie komunikacja urządzeń odbywa się za pomocą transmisji radiowej oraz sieci WiFi połączonej do serwerów przekazujących dane do poszczególnych urządzeń. Choć często odległości od urządzenia do serwera jest bardzo duża to i tak obecne łącza internetowe zapewniają płynność działania układów automatyki budynkowej. Największą zaletą tych urządzeń jest ich komunikacja przy wykorzystaniu sieci WiFi, Bluetooth lub przy użyciu łączności radiowej na częstotliwości 433 MHz. Ta częstotliwość jest wykorzystywana głównie do sterowania urządzeniami za pomocą pilotów radiowych, czujników ruchu, wilgotności i temperatury. Czujniki są najczęściej zasilane bateriami lub akumulatorami. Zastosowane w systemie Smart Home powinny pracować w standardzie ZigBee lub podobnym.

Pojawiające się pojęcie Smart Home oznacza automatykę budynkową, czyli zestaw układów elektronicznych pozwalających na zdalne sterowanie urządzeniami elektrycznymi w domu. Sterowanie zdalne pozwala na manualne załączanie poszczególnych urządzeń, programowanie funkcji czasowych oraz tworzenie scen. Scena w urządzeniach Smart Home pozwala na uzależnienie pracy różnych urządzeń od np. warunków pogodowych, pory dnia i nocy oraz stanu pracy innych urządzeń. Stanowi to znaczne ułatwienie w obsłudze urządzeń przez osoby niepełnosprawne.

W urządzeniach Smart Home często wykorzystuje się standard ZigBee. Jest on stosowany w różnych czujnikach przyciskach zasilanych z baterii. Główne zalety systemu ZigBee to niezawodność, niskie zużycie energii i natychmiastowy dostęp, co jest szczególnie ważne przy obsłudze wszelkiego rodzaju czujników. Wśród zalet wymienia się też wsparcie ze strony producentów, mnogość kompatybilnych produktów oraz łatwość w tworzeniu i rozbudowywaniu systemów. Transmisja danych ZigBee jest uwierzytelniona, dzięki czemu mamy gwarancję, że do sieci nie podłączy się żadna przypadkowa osoba. ZigBee znacznie odciąża sieć Wi-Fi i zapewnia bezpieczeństwo transmisji danych.

Komunikacji z wykorzystaniem standard ZigBee

Zastosowania połączenia urządzeń przez system ZigBee to najczęściej automatyka budynkowa oraz monitoring. System ZigBee został stworzony specjalnie z myślą o technologii Smart Home. Umożliwia on łatwe korzystanie z urządzeń takich jak: inteligentne gniazda i dzwonki do drzwi, czujniki ruchu, czujniki przeciwpożarowe oraz czujniki otwarcia drzwi i okien. Ze względu na natychmiastowy dostęp, ZigBee często wykorzystywany jest w systemach monitoringu. Zastosowanie znajduje on też w biurach, zakładach pracy, hotelach, a nawet przy projektowaniu inteligentnych miast.

Zalety standardu ZigBee:

- niskie zużycia energii – aby uzyskać certyfikat, urządzenia bateryjne muszą pracować dwa lata na jednym zestawie,
- topologia mesh – dzięki której każde urządzenie podłączone do stałego zasilania przekazuje sygnał do innych urządzeń,
- niska cena urządzeń końcowych,
- ruch poza siecią WiFi.

Zasada działania ZigBee jest podobna, od klasycznej sieci WiFi, różni się tym, że zastosować można w niej wiele routerów, które tworzą siatkę i wzmacniają sygnał. Składa się ona z koordynatora, czyli bramki centralnej, która wysyła sygnał do urządzeń końcowych. Urządzenia końcowe mogą być też routerami (wzmacniać sygnał). Dużą zaletą ZigBee jest też oddzielenie komunikacji od sieci WiFi. Ma to duże znaczenie gdy posiadamy dużo urządzeń a nasz router jest średniej jakości. W takim przypadku urządzenia szybciej komunikują się między sobą i nie czekamy na reakcje urządzeń wykonawczych po wysłaniu sygnału z czujników. W niektórych zastosowaniach reakcja urządzenia wykonawczego powinna być natychmiastowa.

Rodzaje urządzeń stosowanych w sieci ZigBee:

- koordynator – element sieci odpowiedzialny za przesyłanie i pobieranie danych z urządzeń końcowych. Każda sieć może posiadać tylko jedno takie urządzenie. Służy ono jako węzeł początkowy, do którego mogą przyłączać się inne urządzenia. Najczęściej pełni on funkcję urządzenia zbierającego dane. Koordynator ma ograniczenia co do liczby urządzeń, które można do niego podpiąć. Do najbardziej znanych jednostek centralnych należą: Amazon Echo, Nest Audio, Apple HomeKit, Samsung SmartThings, Bosch Home Connect czy Google Home Hub,
- router – jego zadaniem jest przekazywanie sygnału dalej i zwiększanie zasięgu, przez tworzenie rozległej sieci. Takim wzmacniaczem może być urządzenie, które jest na stałe zasilane z sieci elektrycznej np. żarówka LED, włącznik, przekaźnik, smart gniazdko czy przełącznik ścienny. Musi mieć jednak zawsze podłączony przewód N. Urządzenia bez przewodu neutralnego, które możemy zainstalować w miejscu dotychczasowych wyłączników nie mogą być routerami,
- urządzenie końcowe – jest to urządzenie zasilane często z ogniw galwanicznych, mogą to być np. różnego rodzaju czujnik ruchu, dymu czy zalania wodą. Takie urządzenie łączy się bezpośrednio z bramką i przekazuje jej informacje o swoim stanie oraz o tym, co w danej chwili mierzy. W celu zmniejszenia zużycia prądu urządzenie może znajdować się w stanie uśpienia. Czas przejścia pomiędzy stanem uśpienia a działania jest bardzo krótki rzędu kilku ms.

Literatura

- [1] UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities.
- [2] Majcher, J. (2017). The use of automation components to ensure adequate microclimate in rooms. *ECONTECHMOD: An International Quarterly Journal on 2. Economics of Technology and Modelling Processes*,
- [3] Tota, P. (2017). Miasto inteligentne–miasto dostępne. Nowoczesne technologie miejskie w kontekście projektowania uniwersalnego. *Środowisko Mieszkaniowe*.

DYNAMIKA ELEKTRODYNAMICZNEGO KSZTAŁTOWANIA METALI W UJĘCIU FALISTOŚCI ODKSZTAŁCONEJ POWIERZCHNI

Borys BOROWIK¹, Marek KĘSY²

¹ Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

² 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].

Falistość w procesie odkształcania

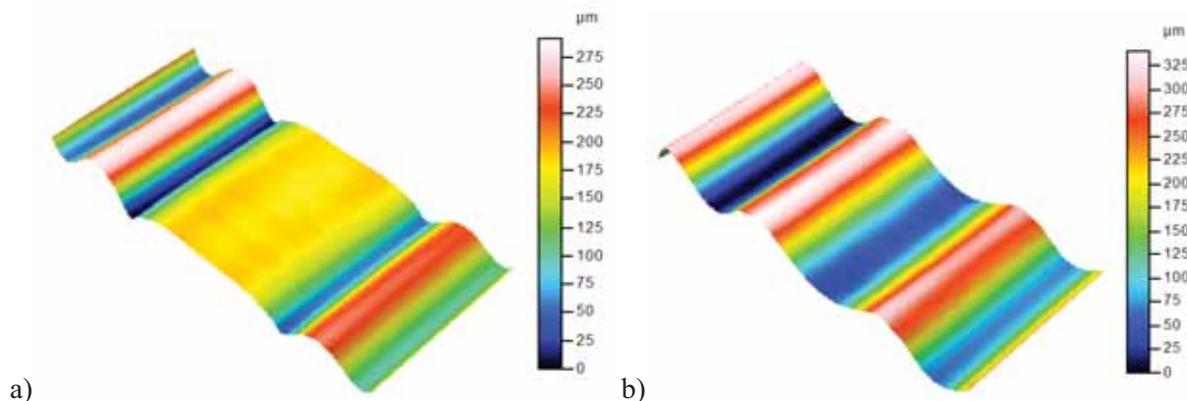
Falistość powierzchni stanowi zbiór nierówności przypadkowych lub zbliżonych do postaci okresowej. Nierówności te charakteryzują się łagodnym, zbliżonym do sinusoidy profilem oraz znacznym udziałem składowej losowej falistości. Przyczyną jej powstania są najczęściej drgania układu obróbkowego lub inne okresowe zaburzenia procesu. Przyczyną powstającej falistości mogą być m.in.: nierównomierność pracy przekładni mechanicznych, drgania przenoszone z innych obiektów, drgania własne generowane np. przez procesy tarcia, niejednorodność struktury obrabianego materiału. Ponadto powstawanie falistości na kształtowanej powierzchni skorelowane jest w dużym stopniu z właściwościami i stanem technicznym układu obróbkowego, cechami konstrukcyjnymi obrabianego przedmiotu oraz konstrukcją i stanem oprzyrządowania technologicznego [6].

Dynamika elektrodynamicznego formowania metali, w powiązaniu z krótkotrwałym czasem i pulsacyjnym charakterem siły Lorentza stanowią podstawę dla przyjęcia tezy występowania drgań w układzie obróbkowym, którego podstawowymi elementami są formowany wsad rurowy oraz matryca kształtująca.

Analizy teoretyczne weryfikowane praktyką metrologiczną struktury geometrycznej powierzchni wskazują, iż prowadzony w powyższych warunkach proces kształtowania wywoływać powinien w strukturze geometrycznej kształtowanej powierzchni składową falistość [6, 7, 8, 9].

Powyższa charakterystyka procesu pozwoliła przyjąć tezę, iż kształtowane w procesie elektrodynamicznej obróbki powierzchnie aluminiowych wsadów rurowych wykazywać powinny silną składową falistość. Ponadto odmienność w sposobie formowania powierzchni zewnętrznej, z dominacją procesów wymuszających stany rozciągania oraz oddziaływanie zjawisk wynikających z bezpośredniego kontaktu kształtowanej powierzchni z powierzchnią matrycy kształtującej – odniesiona zostanie do właściwości powierzchni wewnętrznej, gdzie dominujące są stany ściskania oraz brak zjawisk wynikających z fizycznego kontaktu z powierzchnią matrycy.

Zarejestrowane topografie 3D obszaru odkształcenia rozpatrywane pod kątem falistości powierzchni przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Topografie 3D obszaru odkształcenia rozpatrywane pod kątem falistości powierzchni: a) obszar zewnętrzny, b) obszar wewnętrzny

Wyznaczone parametry statystyczne opisujące rozkłady falistości dla obu analizowanych obszarów prezentuje tabela 1.

Tabela 1. Dane statystyczne opisujące rozkłady profili falowych dla analizowanych powierzchni wsadu rurowego

Parametr	Wp [μm]	Wv [μm]	Wz [μm]	Wc [μm]	Wt [μm]	Wa [μm]	Wq [μm]	Wsk	Wku	Wsm [mm]	Wdq [$^\circ$]
Obszar zewnętrzny	24,0	21,8	45,9	194	264	48	50,4	-0,344	5,51	7,21	3,73
Obszar wewnętrzny	32,1	32,0	64,1	286	327	90	92,6	0,0986	2,18	7,29	4,91

Wnioski

Przeprowadzone pomiary SGP oraz przeprowadzona pod kątem składowej falistości analiza filtrowanych danych potwierdziła wysuwane tezy. Jednocześnie wskazała na różnice w rozkładach falistości oraz wartościach opisujących ją parametrów dla analizowanych powierzchni zewnętrznych mających w czasie odkształcenia fizyczny kontakt z powierzchnią zastosowanej matrycy, oraz powierzchni wewnętrznych, które takiego kontaktu nie miały.

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] Nowicki B., Struktura geometryczna powierzchni. Chropowatość i falistość powierzchni, WNT, Warszawa 1991
- [7] Adamczak S., Pomiary geometryczne powierzchni. Zarysy kształtu, falistość i chropowatość, WNT, Warszawa 2008.
- [8] Oczko K., Liubimov V., Struktura geometryczna powierzchni. Podstawy klasyfikacji z atlasem charakterystycznych powierzchni kształtowanych, OW PRz, Rzeszów 2003
- [9] Górecka R., Polański Z., Metrologia warstwy wierzchniej, WNT, Warszawa 1983

PROJEKT ORAZ ANALIZA KINEMATYCZNA ROBOTA TYPU RÓWNOLEGŁA SCARA

Borys BOROWIK¹, Michał SOBIEPAŃSKI²

¹ Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

² Politechnika Częstochowska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki

Wstęp

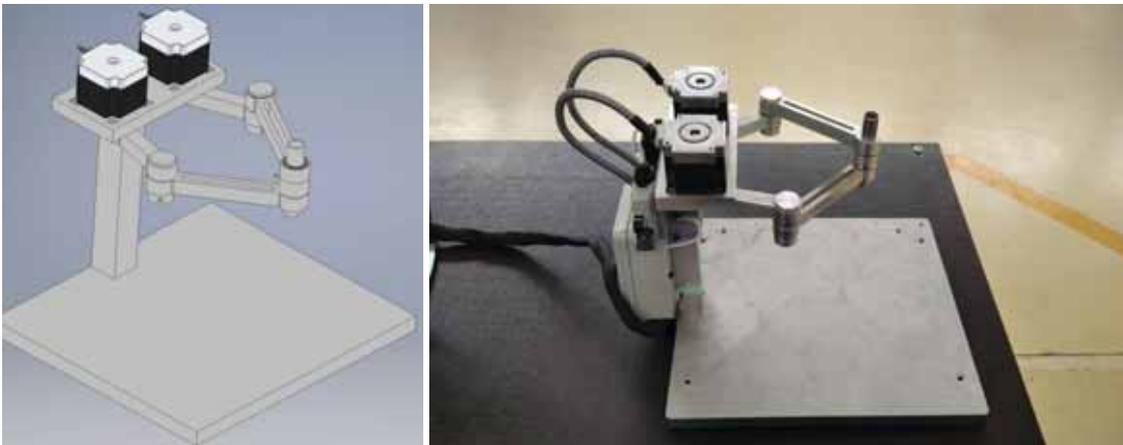
W ostatnich latach notuje się znaczny wzrost produkcji robotów o kinematyce równoległej. Roboty te charakteryzują się dużą dokładnością, szybkością i niewielkimi rozmiarami, przez co wykorzystywane są we wszelkiego rodzaju operacjach, w których niezbędna jest duża precyzja. Znajdują zastosowanie przy produkcji niezwykle precyzyjnych części (zegarki, mikroelektronika) jak i w medycynie gdzie duża dokładność powtarzalności ruchów jest bezwzględnie wymagana. [1,2]

Roboty typu SCARA

Roboty SCARA są najpopularniejszymi robotami stosowanymi przy paletyzacji. Szybkość i dokładność ich działania doskonale odnajduje się w przemyśle.

Zastosowanie podwójnego ramienia w konstrukcji znacznie zwiększa stabilność i bezwładność robota.

Projekt takiego robota pokazany jest na rys. 1.



Rys. 1. Projekt oraz realizacja praktyczna robota typu podwójna SCARA [5]

Prezentowana konstrukcja została zbudowana w oparciu o stop aluminium. Elementy konstrukcji zostały wykonane ze stopu PA4, charakteryzującego się dobrą wytrzymałością oraz łatwością obróbki. Podstawa silników oraz ramiona zostały wykonane za pomocą obróbki skrawającej za pomocą frezarki. Elementy statyczne, pełniące role centrująca lub podtrzymującą nieruchome części konstrukcji zostały wykonane za pomocą druku 3D. Do połączeń śrubowych użyto znormalizowanych śrub i nakrętek.

Analiza kinematyczna robota

Gdy mechanizm połączony jest w łańcuch kinematyczny powstają dwa problemy. Pierwszy to jaką pozycję w przestrzeni przyjmie efektor, dla podanych ustawień połączeń. Polega to na rozwiązaniu układu dla parametrów zastępczych w notacji D-H (tab. 1).[3,4]

uk.	θ_i	d_i	a_i	α_i
1	0	a_1	0	0
2	$\theta_{2,var}$	0	a_2	0
3	$\theta_{3,var}$	0	a_3	0
4	0	$-a_{4,var}$	0	0

$$R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot R_4 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_2 + \theta_3) & -\sin(\theta_2 + \theta_3) & 0 & a_3 \cdot \cos(\theta_2 + \theta_3) + a_2 \cdot \cos(\theta_2) \\ \sin(\theta_2 + \theta_3) & \cos(\theta_2 + \theta_3) & 0 & a_3 \cdot \sin(\theta_2 + \theta_3) + a_2 \cdot \sin(\theta_2) \\ 0 & 0 & 1 & a_1 - a_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Tabela 1. Parametry robota w notacji D-H

Sytuacja wygląda inaczej, gdy chcemy obliczyć pozycje każdego członu dla znanej pozycji. W przypadku robotów jest to niezbędne i jest to zadanie bardzo trudne ze względu na to, iż wiele rodzajów robotów ma bardzo skomplikowane łańcuchy kinematyczne. Dlatego rozwiązanie kinematyki odwrotnej musi uwzględniać ograniczenia ruchów, unikanie kolizji jak i optymalne wybieranie rozwiązań pod różnymi kryteriami np. czasu całej operacji.

Z wyliczonego układu otrzymujemy:

$$\begin{aligned} P_x &= a_3 \cdot \cos(\theta_2 + \theta_3) + a_2 \cdot \cos(\theta_2), \\ P_y &= a_3 \cdot \sin(\theta_2 + \theta_3) + a_2 \cdot \sin(\theta_2), \\ P_z &= a_1 - a_4. \end{aligned}$$

Musimy z tego wyliczyć θ_2 , θ_3 oraz a_4 . Podnosząc dwa pierwsze równania do kwadratu i dodając do siebie stronami otrzymujemy

$$\theta_3 = \arccos \frac{P_x^2 + P_y^2 - a_2^2 - a_3^2}{2 \cdot a_2 \cdot a_3},$$

skąd uzyskujemy dwie wartości kąta θ_3 gdyż ten sam punkt można uzyskać na 2 sposoby ułożenia ramion. Znając kąt θ_3 łatwo możemy obliczyć θ_2 .

$$\theta_2 = \arctan \frac{P_x}{P_y} + \arcsin \frac{a_3 \cdot \sin(\theta_3)}{\sqrt{P_x^2 + P_y^2}}.$$

Ze względu na występowanie kąta θ_3 również otrzymamy 2 rozwiązania. Ostatnią zmienną wyliczymy z 3 równania $a_4 = P_z - a_1$.

Wnioski

Zaprojektowany i wykonany robot umożliwia wykonanie prostych procesów paletyzacji, oraz innych zadań. Prosta konstrukcja oraz podwójne ramię umożliwia szybką i precyzyjną realizację wymagających procesów. Dzięki zastosowaniu silników krokowych oraz sterownika możemy małym kosztem skonstruować bardzo praktycznego robota.

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] Słabik Piotr, Budowa robota typu Parallel Scara - Praca Inżynierska, Częstochowa 2018

ZAPOTRZEBOWANIE BUDYNKÓW AKADEMICKICH NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ W LATACH 2019-2022 – STUDIUM PRZYPADKU

Marcin BUCZAJ

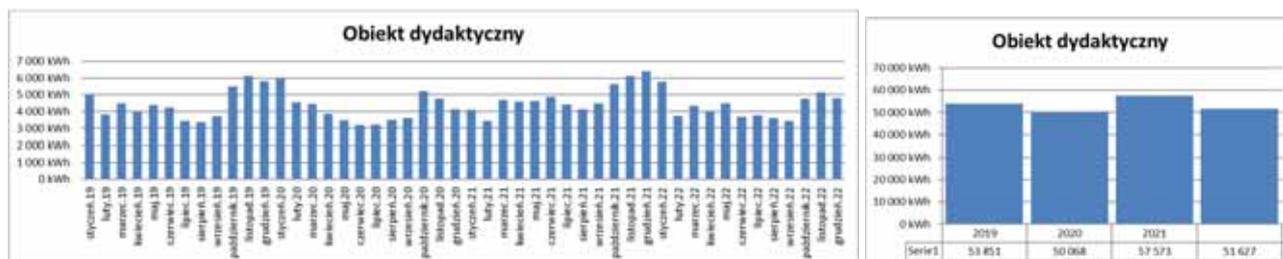
Politechnika Lubelska, Lublin

Wstęp

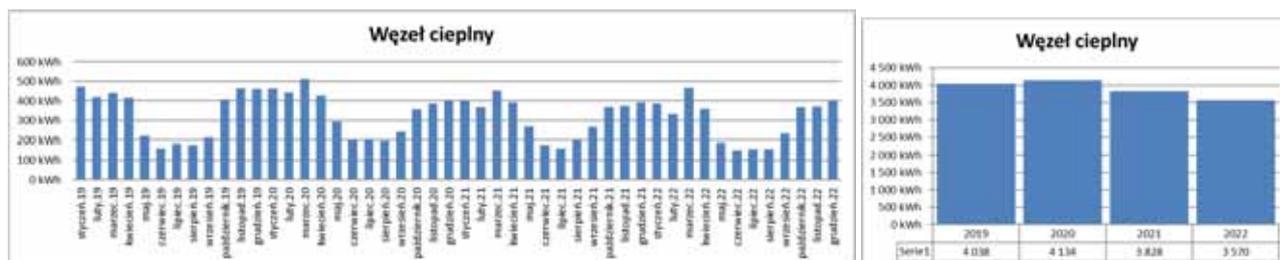
Ostatnie lata (2020-2023) to trudny okres związany z wystąpieniem różnych anomalii w funkcjonowaniu życia publicznego. Rok 2020 to rok związany z powstaniem i rozprzestrzenieniem się po świecie pandemii COVID-19. Rok 2021 to rok związany z powrotem do normalnego funkcjonowania Uczelni, ale już zgodnie z po-pandemicznymi realiami i dostosowaniem się życia publicznego do nowych warunków pracy i nauki. Rok 2022 to rok związany z wybuchem wojny na Ukrainie oraz wzrostem cen nośników energii. Pandemia i wojna na Ukrainie odcisnęła piętno na wszystkich dziedzinach życia, w tym na funkcjonowaniu Uczelni. Funkcjonowanie Budynków Akademickich to skomplikowany proces związany z dostarczaniem do nich mediów energetycznych (energia elektryczna, energia cieplna, woda, gaz) oraz obsługą systemów infrastruktury technicznej budynku [1, 2, 3].

Zużycie energii elektrycznej w wybranych obiektach Uczelni w latach 2019-2022

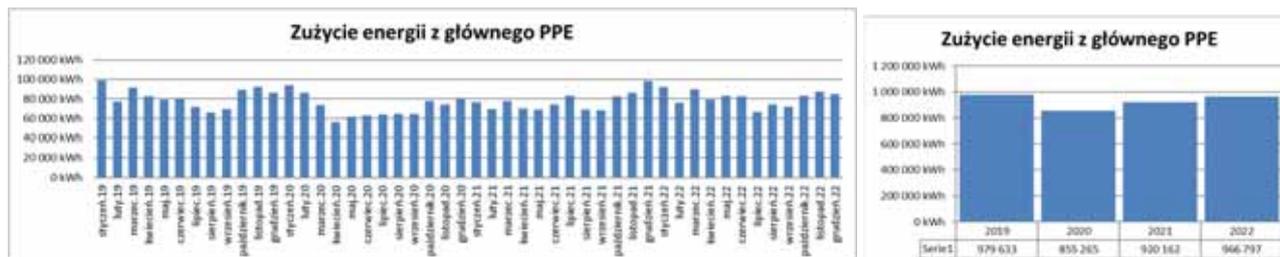
Jednym z podstawowych mediów energetycznych jest energia elektryczna. Budynki zużywają energię elektryczną w celu zapewnienia odpowiednich warunków pracy, komfortu oraz realizacji zadań związanych z bezpieczeństwem. Czynniki te kształtują określoną krzywą zapotrzebowania na energię elektryczną. Zużycie energii elektrycznej w poszczególnych typach budynków w normalnych warunkach jest w pewnych granicach stabilne i przewidywalne. Za taki okres referencyjny przyjęto rok 2019, który nie odbiegał zbytnio od lat wcześniejszych. Zaburzenia krzywej zapotrzebowania na energię elektryczną w budynkach związane są z występowaniem stanów anormalnych: miejscowych awarii, okresów remontów i modernizacji, zmian schematu pracy urzędzeń, a także występowaniem czynników zewnętrznych – globalnych. Okres pandemii, okres po-pandemiczny oraz okres toczącej się na Ukrainie wojny były takimi zewnętrznymi czynnikami, które w danych okresach czasu zauważalnie wpłynęły na normalną pracę i funkcjonowanie Uczelni. Przedstawione poniżej dane obrazują wpływ czynników zewnętrznych na bieżące zużycie energii elektrycznej w latach 2019-2022. Przedstawione typy budynków związane są z realizacją misji kształcenia studentów i prowadzenia prac naukowo-badawczych na Uczelni.



Rys. 1. Zapotrzebowanie na energię elektryczną w wybranym obiekcie dydaktycznym w poszczególnych miesiącach i latach w okresie 2019-2022



Rys. 2. Zapotrzebowanie na energię elektryczną w pomieszczeniu technicznych węzła ciepłego w poszczególnych miesiącach i latach w okresie 2019-2022



Rys. 3. Zapotrzebowanie na energię elektryczną dla wybranej grupy budynków zasilanych z jednego układu zasilania w poszczególnych miesiącach i latach w okresie 2019-2022

Za charakterystyczne okresy związane z funkcjonowaniem budynków można przyjąć:

- I 2019 – II 2020 – typowe miesiące (przed pandemią COVID-19);
- III 2020 – VI 2020 – twardy lockdown (początek pandemii COVID-19);
- VII – IX (2019 / 2020 / 2021 / 2022) - okresy urlopowe i wakacyjne;
- X 2020 – soft lockdown (okres próbny normalnej pracy i nauki);
- XI 2020 – VI 2021 – średni lockdown (hybrydowy okres pracy i nauki);
- X 2021 – XII 2021 – soft lockdown (quasi-normalny okres pracy i nauki);
- III 2022 – XII 2022 – okres powiązany z wpływem wojny na Ukrainie.

Podsumowanie

Zapewnienie odpowiednich warunków funkcjonowania nowoczesnych budynków wiąże się ze stałym dostarczaniem do nich mediów energetycznych. W przedstawionym okresie (lata 2019-202) budynki akademickie były eksploatowane w różnym stopniu. W tym okresie występowały okresy: normalnej pracy, twardego lock-downu, miękkiego lock-downu, praca hybrydowa i zdalna, funkcjonowanie budynków w warunkach narzuconych ograniczeń. Przedstawiona analiza zużycia energii elektrycznej wykazała, że w porównaniu do normalnego okresu użytkowania (rok odniesienia 2019) zaobserwowano, że okresy anomalii odcisnęły swoje zauważalne piętno i widoczne były czasowe ograniczenia związane z zapotrzebowaniem na energię elektryczną w budynkach. Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej dla całych budynków było zauważalne, ale nie spektakularne. Oznacza to, że nowoczesne budynki użyteczności publicznej charakteryzują się pewnym poziomem zapotrzebowania na energię elektryczną i ta wartość stanowi dla nich pewną bazę o stałej wartości. Jest to spowodowane tym, że systemy infrastruktury technicznej zapewniające komfort i bezpieczeństwo użytkowania charakteryzują się stałym zapotrzebowaniem na energię elektryczną i nie można ich po prostu wyłączyć. W najbardziej krytycznym miesiącu, podczas twardego lock-downu (kwiecień 2020) zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynkach spadło zaledwie o około 30%.

Literatura

- [1] Wiatr J., Miegoń M.: Zasilanie budynków użyteczności publicznej oraz budynków mieszkalnych w energię elektryczną – Część I. Dom Wydawniczy MEDIUM, Warszawa 2012.
- [2] Buczał M., Michałak D.: Smart City - Elementy zarządzania środowiskiem i infrastrukturą miasta inteligentnego. Wydawnictwo Texter, Warszawa 2018.
- [3] Sinopoli J., Smart building system for architects, owners and builders. Elsevier, New York 2010.

Finansowanie: FD-20/EE-2/402

FUNKCJONOWANIE MAGAZYNÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ JAKO UKŁADÓW UMOŻLIWIAJĄCYCH OGRANICZANIE KOSZTÓW ZAKUPU ENERGII ELEKTRYCZNEJ NA PRZYKŁADZIE ODBIORCY Z GRUPY TARYFOWEJ B23

Marcin BUCZAJ¹, Andrzej SUMOREK¹, Agnieszka BUCZAJ²

¹ Politechnika Lubelska, Lublin

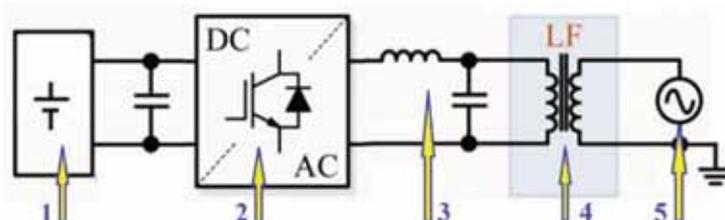
² Uniwersytet Przyrodniczy, Lublin

Wstęp

Funkcjonowanie obiektów budowlanych wiąże się z pewną konsumpcją energii elektrycznej. Energia elektryczna jest dostarczana do użytkownika za pomocą sieci elektroenergetycznych. Za jej dostarczenie pobierana jest stosowna opłata. Opłaty są naliczane na podstawie stosownych umów z producentem i dostawcą energii elektrycznej, a ich wielkość w zdecydowanej większości związana jest ze stawkami zatwierdzonymi przez Prezesa URE w stosownych taryfach [1, 2]. Na całkowity koszt energii elektrycznej wpływa wiele czynników, np. profil energetyczny odbiorcy związany z charakterystycznym dla niego przebiegiem zmienności obciążenia. Na podstawie analizy profilu energetycznego można określić najbardziej korzystną dla odbiorcy grupę taryfową. Drugim z ważnych czynników wpływających na koszty związane z użytkowaniem energii elektrycznej jest ograniczanie poboru energii w strefach czasowych dziennych i przerzucania pewnych grup odbiorników do pracy w nocnych strefach czasowych. Ze względu na specyfikę funkcjonowania obiektu nie zawsze takie rozwiązanie jest możliwe, np. funkcjonowanie obiektów użyteczności publicznej. W takim przypadku pewnym rozwiązaniem, umożliwiającym ograniczanie kosztów zakupu energii elektrycznej jest zastosowanie magazynu energii i aktywne jego wykorzystanie do ładowania w okresach nocnych i korzystanie z tej energii w okresach dziennych w ramach autokonsumpcji. Najbardziej korzystne w tym przypadku są grupy odbiorców z trójstrefowej grupy taryfowej, np. B23.

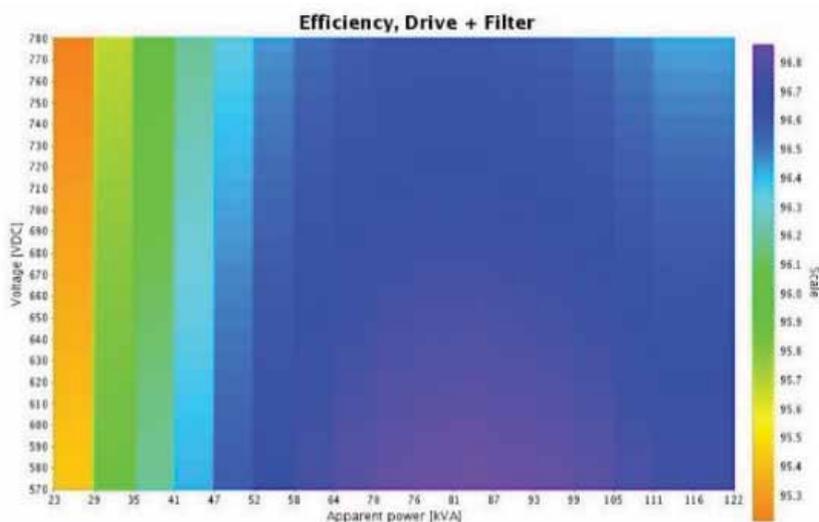
Magazyny energii jako źródło energii elektrycznej

Magazyny energii wykorzystywane do zaspakajania potrzeb energetycznych odbiorców to nowe rozwiązania podnoszące bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej. Umożliwiają one gromadzenie nadmiarowej energii w przypadku współpracy z układami OZE lub też mogą służyć jako rezerwuuar energii stosowany do ograniczenia rachunków za energię elektryczną. Klasyczne rozwiązanie zastosowania magazynu energii w budynku to rozwiązanie polegające na współpracy magazynu energii z instalacjami OZE (panelami PV lub wiatrakami) w ramach układów prosumenckich. Niemniej jednak magazyny energii mogą funkcjonować jako niezależne układy. Schemat blokowy układu magazynu energii został przedstawiony na rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy układu magazynu energii współpracującego z siecią zasilania budynku: 1 – magazyn energii; 2 – układ przekształtnika mocy; 3 – filtr LC; 4 – transformator separacyjny; 5 – sieć elektroenergetyczna

Racjonalne funkcjonowanie magazynu energii związane jest z jego sprawnością. Im jest ona wyższa tym efektywniejsze są przemiany energetyczne związane z magazynowaniem i oddawaniem energii elektrycznej. Na rys. 2. przedstawiona została mapa sprawności układu przekształtnikowego stosowanego w magazynach energii.



Rys. 2. Sprawność układu przekształtnikowego wykorzystywanego w magazynach energii

Struktura opłat za energię elektryczną

Opłaty związane z użytkowaniem energii elektrycznej są związane trzema czynnikami, pierwszy to opłaty stałe, drugie zależne od zamówionej mocy, a trzecie od zużytej energii. Dodatkowo trzeci czynnik może być podzielony, na energię zużytą w określonych strefach czasowych. W przypadku taryf wielostrefowych występują różnice cenowe za 1kWh. Charakterystyka wybranych składników opłat przedstawiona została w tabeli 1.

Tabela 1. Główne składniki opłat zależne od zużycia energii elektrycznej i ich szacunkowe stawki

Nazwa składnika	Oznaczenie	Jednostka	Cena netto
Energia w szczycie przedpołudniowym	S01	zł/kWh	1,16400
Energia w szczycie popołudniowym	S02	zł/kWh	1,34800
Energia w pozostałych godzinach doby	S03	zł/kWh	0,86000
Opłata przesyłowa w szczycie przedpołudniowym	S04	zł/kWh	0,07525
Opłata przesyłowa w szczycie popołudniowym	S05	zł/kWh	0,13440
Opłata przesyłowa w pozostałych godzinach doby	S06	zł/kWh	0,02445
Opłata mocowa	S07	zł/kWh	0,10260
Opłata jakościowa	S08	zł/kWh	0,02421
Opłata kogeneracyjna	S09	zł/kWh	0,00496
Opłata OZE	S10	zł/kWh	0,00090

Analizując przedstawione w tabeli 1 stawki związane z zakupem energii elektrycznej, wynika, że najmniejszy koszt zakupu energii elektrycznej ponosi odbiorca w strefie nocnej poza godzinami obowiązywania opłaty mocowej. Natomiast największy jest koszt zakupu energii elektrycznej w szczycie popołudniowym w godzinach objętych naliczaniem opłaty mocowej.

Dla obu tych okresów koszty zakupu energii elektrycznej wynoszą odpowiednio:

- najniższy koszt zakupu energii elektrycznej:

$$C_{min} = S03 + S06 + S08 + S09 + S10 = 0,91452 \text{ zł/kWh};$$

- najwyższy koszt zakupu energii elektrycznej:

$$C_{min} = S02 + S05 + S07 + S08 + S09 + S10 = 1,61507 \text{ zł/kWh}.$$

Podsumowanie

Z analizy kosztów jednostkowych wynika, że koszt 1 kWh w okresach nocnych stanowi ok. 57% kosztu 1 kWh w okresach szczytu popołudniowego. Wynika z tego, że racjonalne może być wykorzystywanie magazynów energii elektrycznej od aktywnego działania na rynku energii elektrycznej w prowadzeniu efektywnych działań ekonomicznych.

Literatura

- [1] PGE Dystrybucja: Taryfa dla usług dystrybucji energii elektrycznej PGE Dystrybucja, Lublin 2023.
- [2] Majka K.: Systemy rozliczeń i taryfy w elektroenergetyce, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2005.

Finansowanie: FD-20/EE-2/402

MODEL MATEMATYCZNY ELEKTRYCZNEGO UKŁADU NAPĘDOWEGO Z UWZGLĘDNIENIEM TYRYSTORÓW GTO

Andriy CHABAN^{1,3,4}, Marek LIS², Andrzej SZAFRANIEC¹, Evhen FEDIV⁴

¹ Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Radom

² Politechnika Częstochowska, Częstochowa

³ Narodowy Uniwersytet Politechnika Lwowska, Lwów

⁴ Lwowski Narodowy Uniwersytet Przyrodniczy, Lwów

Wstęp

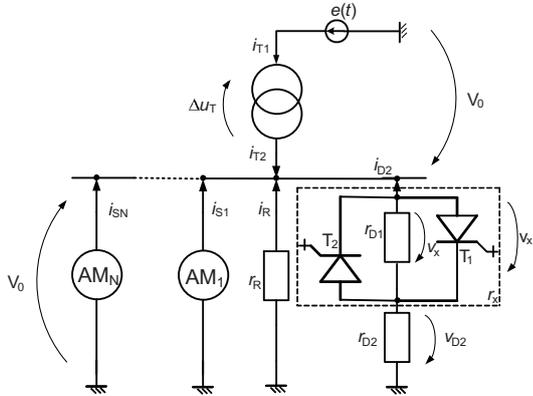
Problem stabilizacji napięcia elektrycznego zespołu napędowego jest jednym z najbardziej aktualnych problemów elektrotechniki stosowanej. W stanach ustalonych stabilizacja napięcia jest realizowana poprzez kompensację mocy biernej. Natomiast w stanach nieustalonych zmiana wartości prądu wzbudzenia maszyn synchronicznych także prowadzi do efektu regulowania a w konsekwencji do stabilizacji napięcia układu napędowego. Geneza stabilizacji napięcia jest znana, a fizyczny sens można opisać poprzez kształt charakterystyk zewnętrznych generatora synchronicznego. Przy obciążeniu rezystancyjno-indukcyjnym napięcie na zaciskach twornika generatora maleje, a zatem zmniejsza się również napięcie zasilające układ napędowy. Zdecydowana większość elementów elektrycznych zespołu napędowego to obciążenia własne: transformatory mocy, asynchroniczne silniki elektryczne, dławiki itp. Natomiast przy obciążeniu rezystancyjno-pojemnościowym napięcie zespołu napędowego zwiększa się. W takim przypadku występuje konieczność stabilizacji napięcia. Istnieje szereg metod stabilizacji napięcia. Jedną z najbardziej znanych jest włączenie do zespołu napędowego kompensacyjnych baterii kondensatorów statycznych lub innych elementów.

W niniejszej pracy przedstawiamy analizę energetyczną elektrycznego zespołu napędowego właśnie za pomocą urządzenia kompensacyjnego specyficznego typu, które składa się z dwu tyrystorów GTO, które na rys.1 są połączone równolegle. Tyrystory GTO to rodzaj elementów półprzewodnikowych, które podobnie jak konwencjonalny tyrystor otwierają się za pomocą impulsu sterującego, a zamykają się za pomocą innego sygnału sterującego – sygnału zaporowego. Oznacza to, że tyrystory GTO umożliwiają sterowanie napięciem w dość szerokim zakresie.

W teorii elektrotechniki stosowanej jest znane, że prostowniki zwykłego typu są urządzeniami, które pobierają moc bierną w stanie ustalonym. To jest związane z tym, że wyprostowane prądy w przypadku ogólnym są funkcjami nieokresowymi, co powoduje, że w trakcie rozkładu ich w szereg Fouriera pojawia się fazowe przesunięcie między prądem a napięciem. W przypadku wykorzystania tyrystorów GTO sytuacja jest inna. Różne sposoby sterowania tyrystorami GTO powodują, że układ przedstawiony na rys. 1 stanowi obciążenie rezystancyjno-indukcyjne lub rezystancyjno-pojemnościowe. W przypadku obciążenia rezystancyjno-indukcyjnego (układ pobiera moc bierną) załączenie tyrystora powoduje sygnał sterujący a blokowanie tyrystora następuje w chwili przejścia chwilowej wartości prądu przez jego zerową wartość. Natomiast przy obciążeniu rezystancyjno-pojemnościowym (układ generuje moc bierną) sytuacja jest odwrotna. Załączenie odbywa się w chwili zerowej wartości prądu, a o wyłączeniu decyduje sygnał sterujący podawany na bramkę tyrystora.

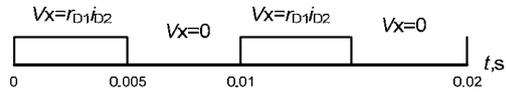
Model matematyczny układu. Analizujemy układ napędowy, który zawiera transformator mocy, silniki asynchroniczne, obciążenie rezystancyjne oraz urządzenie kompensacyjne, którymi są tyrystory GTO przedstawione na rys. 1.

Model matematyczny systemu elektromechanicznego został opracowany na podstawie teorii nieliniowych obwodów elektromagnetycznych z uwzględnieniem pierwszego i drugiego prawa Kirchhoffa, które zostały wykorzystane do opisu strukturalnych równań elektrycznego układu napędowego. Napięcie zasilające układ napędowy zostało wyznaczone na podstawie pierwszego prawa Kirchhoffa, drogą jego całkowania dla zerowych warunków początkowych [1, 2].



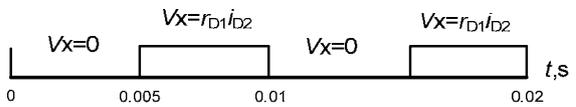
Rys.1. Schemat analizowanego układu napędowego

1. Eksperyment pierwszy: $\alpha \in [90^\circ; 180^\circ]$



Rys. 2a. Diagram czasowy pracy nieliniowego elementu r_x dla kąta wyzwalania tyrystora $\alpha \in [90^\circ; 180^\circ]$

2. Eksperyment drugi: $\alpha \in [0^\circ; 90^\circ]$



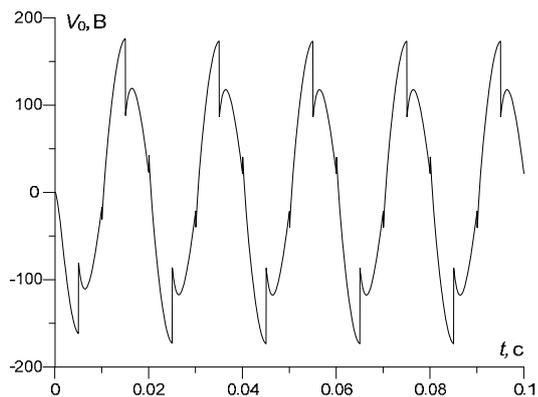
Rys. 2b. Diagram czasowy pracy nieliniowego elementu r_x $\alpha \in [0^\circ; 90^\circ]$

W przypadku ogólnym układ nieliniowych równań różniczkowych ma następującą postać:

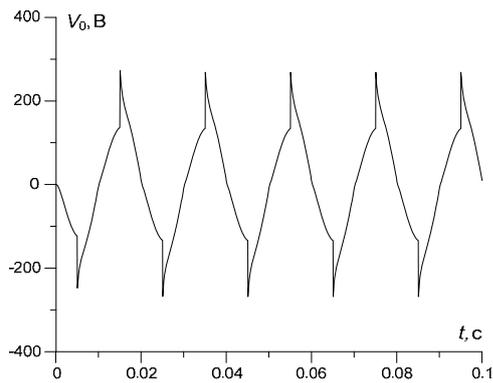
$$\begin{cases} \frac{dx_i}{dt} = f_i(i_{S1}, \dots, i_{SN}, i_{T2}, i_R, i_{D2}, V_0), \\ V_0 = \varphi(i_{S1}, \dots, i_{SN}, i_{T2}, i_R, i_{D2}) \end{cases} \quad (1)$$

gdzie x_i – odpowiednie prądy i napięcie V_0 odbiorników energii, i – liczba równań różniczkowych, f czy f_i – prawe części równań różniczkowych, φ – funkcja pozwalająca na obliczenie napięcia układu napędowego [2].

Wyniki symulacji komputerowej



Rys. 3. Chwilowe napięcie układu V_0 dla sterowania zgodnie z rys. 2a



Rys. 4. Chwilowe napięcie układu V_0 dla sterowania zgodnie z rys. 2b

Na rysunkach 3 oraz 4 przedstawiono przebiegi napięcia układu napędowego dla sterowania zgodnie z rys. 2 przy jednakowych kątach sterowania.

Wnioski

Wykorzystanie tyristorów GTO w kompensacji mocy biernej daje możliwość pominięcia baterii kondensatorów statycznych lub innych urządzeń kompensacyjnych. Pozostaje natomiast możliwość regulowania napięcia za pomocą tyristorów, jako prostowników sterowalnych.

Literatura

- [1] Chaban, A., Lis, M., Szafraniec, A., Voltage Stabilisation of a Drive System Including a Power Transformer and Asynchronous and Synchronous Motors of Susceptible Motion Transmission. *Energies* 2022, 15, 811. <https://doi.org/10.3390/en15030811>
- [2] Chaban A.: *Hamilton-Ostrogradski Principle in Electromechanical Systems*, Soroki: Lviv, Ukraine; p. 488, 2015.

UWZGLĘDNIENIE PRZEWODÓW ODGROMOWYCH W ANALIZIE PROCESÓW PRZEJŚCIOWYCH W ELEKTRYCZNYCH LINIACH PRZESYŁOWYCH HVAC

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

¹ Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Radom

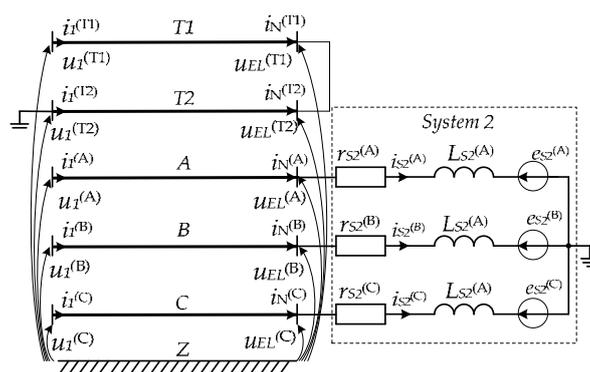
² Politechnika Częstochowska, Częstochowa

³ Lwowski Narodowy Uniwersytet Przyrodniczy, Lwów

⁴ Narodowy Uniwersytet Politechnika Lwowska, Lwów

Wstęp

Wpływ elektromagnetycznych procesów nieustalonych w długich liniach zasilania jest bardzo odczuwalny na większość urządzeń elektroenergetyki przemysłowej. Wiadomo, że bez ich uwzględnienia prawie niemożliwe jest projektowanie i analiza pracy sieci elektrycznych. Dotyczy to również doboru zabezpieczeń przekaźnikowych i automatyzacji sieci elektrycznych [1]. Do realizacji wymienionych zadań wykorzystuje się aparat modelowania matematycznego. Oczywiście, że dla wysokiego stopnia Opracowanie modelu systemu elektroenergetycznego powinno uwzględniać wszystkie czynniki charakteryzujące sieć elektryczną [2]. Dlatego konieczne jest stosowanie takich modeli matematycznych, które odtwarzałyby skomplikowane procesy falowe w linii zasilania. Innym ważnym czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę podczas modelowania procesów elektromagnetycznych jest obecność przewodów odgromowych w takich liniach, które również mają znaczący wpływ na ogólną postać procesów przejściowych w linii, co również wymaga zastosowania odpowiedniego modelu matematycznego. W pracy niniejszej podczas modelowania procesów nieustalonych w sieci energetycznej został postawiony główny akcent na wpływ przewodów odgromowych na fazowe przewody linii. Tak więc, **celem pracy** jest modelowanie matematyczne procesów nieustalonych w trójfazowej linii zasilania wysokiego napięcia z uwzględnieniem obecności przewodów odgromowych, a także analiza na tej podstawie elektromagnetycznych procesów falowych w analizowanym obiekcie.



Rys. 1. Schemat obliczeniowy badanego fragmentu sieci elektroenergetycznej

Na rysunku 1 przedstawiono fragment sieci elektroenergetycznej, który składa się z długiej linii zasilania, pracującej na równoważny system elektroenergetyczny. Linia elektroenergetyczna jest przedstawiona, jako linia o rozłożonych parametrach elektrycznych uwzględniająca dwa przewody odgromowe. Linię taką możemy analizować, jako linię pięcioprzewodową: przewody odgromowe T1, T2 oraz trzy przewody fazowe A, B, C. Zastępczy system elektroenergetyczny jest o przez fazowe siły elektromotoryczne e_{S2} (wraz z odpowiadającymi im modułami i kątami fazowego przesunięcia) oraz z jego wewnętrznymi rezystancjami

r_{S2} i indukcyjnościami L_{S2} . Przewody odgromowe T1 i T2 są połączone między sobą na końcu linii, natomiast na jej początku są rozwarne. Przewód odgromowy T2 jest uziemiony na początku linii.

Do analizy procesów przejściowych w badanym fragmencie układu przesyłania energii elektrycznej zostały wykorzystane następujące równania:

$$\frac{d\mathbf{i}_{S2}}{dt} = \mathbf{L}_{S2}^{-1} (\mathbf{u}_{EL}^{S2} - \mathbf{r}_{S2}\mathbf{i}_{S2} - \mathbf{e}_{S2}) ; \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial t^2} = (\mathbf{LC})^{-1} \left(\frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial x^2} - (\mathbf{Lg} + \mathbf{rC}) \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} - \mathbf{rgu} \right). \quad (2)$$

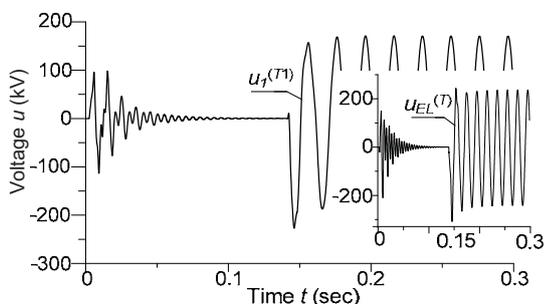
Do równania (2) wykorzystywane są następujące warunki brzegowe [3]:

$$-\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial x} = \mathbf{L} \frac{\partial \mathbf{i}}{\partial t} + \mathbf{ri}. \quad (3)$$

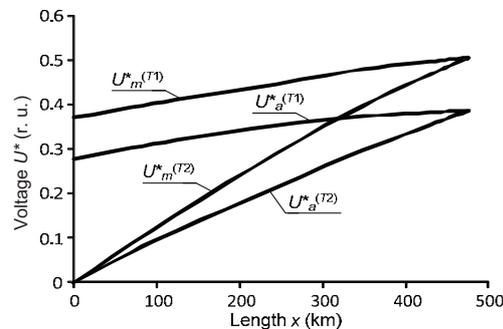
Równanie (3) można otrzymać na podstawie drugiego prawa Kirchhoffa dla obwodów elektrycznych o parametrach rozłożonych.

Symulację komputerową przeprowadzono w celu przeanalizowania elektromagnetycznych procesów przejściowych, które są obecne w symetrycznej trójfazowej linii elektroenergetycznej z dwoma przewodami odgromowymi (rys. 1) podczas zwarcia jednofazowego do ziemi. Badania mają charakter testowy w celu zastosowania opracowanego modelu zarówno w aspekcie teoretycznym jak i zostały przeprowadzone dla rzeczywistej linii elektroenergetycznej o napięciu 750 kV i długości 476 km.

Na rys. 2 przedstawiono chwilowe napięcia przewodu odgromowego T1. Na rys. 3 przedstawiono przebiegi napięć przewodów T1 i T2 wzdłuż linii podczas zwarcia jednofazowego na jej końcu, gdzie: U_m^* – maksymalne wartości modułów napięcia przewodów w stanie nieustalonym; U_a^* – wartości amplitudy napięć przewodów w ustalonym stanie zwarciovym.



Rys. 2. Chwilowe napięcia przewodu odgromowego T1



Rys. 3. Przebiegi napięć przewodów T1 i T2 wzdłuż linii podczas jednofazowego zwarcia na jej końcu

Wnioski

Wyniki symulacji komputerowych potwierdzają zasady teoretyczne, w tym, brak napięć i prądów w przewodach odgromowych w linii elektroenergetycznej symetrycznej. W przypadku pracy linii zasilania w trybie asymetrycznym lub awaryjnym w przewodach odgromowych indukują się SEM, a w konsekwencji płyną prądy, co potwierdza przydatność opracowanego modelu matematycznego linii z przewodami odgromowymi do analizy sieci elektroenergetycznych.

Literatura

- [1] 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.
- [2] Perzynski, T., Levoniuk, V., Figura, R. Transient Electromagnetic Processes Analysis in High Voltage Transmission Lines during Two-Phase Short Circuits, *Sensors* vol. 1, p. 298, 2023.
- [3] Chaban A.: *Hamilton-Ostrogradsky Principle in Electromechanical Systems*, Soroki: Lviv, Ukraine; p. 488, 2015.

SYSTEM DO ANALIZY ZAWARTOŚCI HARMONICZNYCH SIECI ELEKTROENERGETYCZNEJ Z MODUŁEM ARCHIWIZACJI I WIZUALIZACJI DANYCH

Jerzy CHUDORLIŃSKI, Aleksander LISOWIEC,
Mariusz KUCHARZEK, Grzegorz KOWALSKI

Łukasiewicz – Instytut Tele- i Radiotechniczny, Warszawa

Streszczenie

Artykuł dotyczy metod kompensacji przekładników pomiarowych, a także opracowania metody pomiarowej wyznaczania parametrów częstotliwościowych przekładników małej mocy LPVT oraz wniosków z eksploatacji stanowiska pomiarowego pozwalających na usprawnienie przetwarzania i analizy danych pomiarowych.

Wstęp

Energia elektryczna jest towarem o określonych parametrach ilościowych i jakościowych, dlatego też istnieje konieczność pomiaru i rejestracji poszczególnych parametrów i sygnalizacji przekroczeń określonych limitów. Większość parametrów została sprecyzowana w odpowiednich normach i dotyczy częstotliwości, odchylenia napięcia, asymetrii, zapadów napięcia czy zawartości wyższych harmonicznych. Kontrola parametrów jakościowych pozwala na ocenę stanu technicznego poszczególnych instalacji i urządzeń odbiorczych. Parametry jakości energii elektrycznej sprawdza się na granicy pomiędzy dostarczycielem energii elektrycznej i jej odbiorcą.

Akwizycja danych pomiarowych niezbędnych do wyznaczenia jakości energii w sieci elektroenergetycznej odbywa się za pomocą przekładników napięciowych, które są wykonywane w trzech technologiach, jako przekładniki transformatorowe, pojemnościowe i rezystancyjne.

Przekładniki elektroenergetyczne

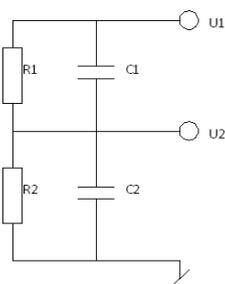
Przekładniki transformatorowe są elementami elektroenergetycznymi obniżającymi napięcie z odpowiednią barierą izolacyjną pomiędzy uzwojeniami pierwotnym i wtórnym. Przekładnia transformatora jest tak dobrana, aby napięcie wyjściowe wynosiło z reguły 100 V przy nominalnym napięciu wejściowym. Przesunięcia fazowe w takich przekładnikach wynikają z indukcyjności uzwojeń oraz właściwości rdzenia magnetycznego. Przekładniki małej mocy LPVT są dzielnikami napięcia wykonanymi z kondensatorów lub rezystorów. Stopień podziału takiego dzielnika wynika z stosunku reaktancji pojemności kondensatorów lub rezystorów użytych w przekładniku. Górna gałąź dzielnika wykonana jest z specjalnego ceramicznego kondensatora lub rezystora wysokonapięciowego. Taki dzielnik wykazuje także pewne przesunięcie fazowe, ponieważ użyte elementy nie są elementami idealnymi i wymagają kompensacji dla uzyskania odpowiedniej charakterystyki częstotliwościowej. Wymagana przepisami jakość energii musi być analizowana do 40 harmonicznej. Charakterystyki częstotliwościowe przekładników napięciowych małej mocy LPVT nie są znormalizowane. Znormalizowane są za to wymagania co do parametrów mierzzonego napięcia. Brak pewności co do poprawności wyników pomiarów z przekładnika może prowadzić do błędnej diagnozy stanu jakości energii elektrycznej w kontrolowanej sieci dystrybucyjnej. Aby temu zapobiec wymagany jest dobry jakościowo odpowiednio skompensowany przekładnik LPVT.

Metoda pomiaru charakterystyki częstotliwościowej przekładnika

Charakterystyka częstotliwościowa przekładnika napięciowego małej mocy LPVT, wykonanego w postaci rezystancyjnego dzielnika napięciowego, zależy w istotny sposób od dokładności przeprowadzenia kompensacji częstotliwościowej. Doboru pojemności kompensującej, dołączonej do rezystora dolnego

dzielnika dokonuje się na podstawie znajomości pojemności równoległej do rezystora górnego dzielnika, który jest połączony jedną z końcówek z szyną średniego napięcia. Duża wartość rezystancji rezystora górnego dzielnika sprawia, że wartość jego pojemności jest trudna do wyznaczenia za pomocą miernika RLC. Wartość pojemności równoległej rezystora górnego można wyznaczyć na podstawie znajomości charakterystyki częstotliwościowej przekładnika bez dołączonej pojemności kompensującej. Jednym z istotnych parametrów przekładników napięciowych średniego napięcia jest przesunięcie fazowe wnoszone przez ten przekładnik dla sygnału o częstotliwości 50 Hz. Ma ono znaczenie zarówno podczas pomiarów mocy i energii, jak i przy analizie jakości energii. Normy PN-EN-IEC 61869-6 i PN-EN-IEC 61869-11 opisują wymagania odnośnie dopuszczalnego przesunięcia fazy wnoszonego przez przekładnik napięciowy.

Dysponując układem do pomiaru charakterystyki częstotliwościowej przekładnika można potwierdzić skuteczność kompensacji. Schemat zastępczy przekładnika napięciowego rezystancyjnego małej mocy został przedstawiony na rysunku 1.

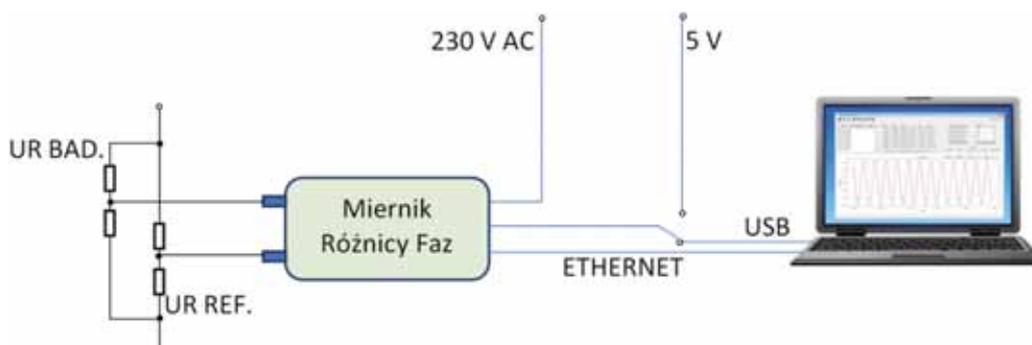


Rys. 1. Elektryczny układ zastępczy dzielnika rezystancyjnego UR

Pojemność $C1$, składająca się z pojemności pasożytnej i celowo dodanej o wartości około 2 pF, jest połączona równolegle do rezystora $R1$ pracującego na potencjale $U1$ linii średniego napięcia, natomiast $C2$ jest pojemnością dołączaną równolegle do rezystora $R2$ dla skompensowania charakterystyki częstotliwościowej dzielnika. Zerowe przesunięcie fazy dla przetwornika w całym zakresie częstotliwości uzyskuje się przy spełnieniu warunku $C2 = \frac{R1C1}{R2}$. Norma dotycząca dokładności przetworników UR mówi, że dla 50 Hz przesunięcie fazowe musi się mieścić w zakresie ± 20 min. Wartość rezystancji rezystora $R1$ dzielnika UR wynosi typowo 100 M Ω , a $R2$ kilkanaście kiloomów w zależności od napięcia znamionowego sieci. Zmierzenie pojemności $C1$ podłączonej równolegle z rezystancją $R1$ jest trudne. Znajomość wartości $C1$ jest istotna dla wyznaczenia $C2$.

Układ pomiarowy

Układ pomiarowy do oceny przesunięcia fazowego rezystancyjnych sensorów napięcia składa się z komparatora faz, dzielników napięcia wzorcowego i mierzonego, źródła napięcia i komputera z oprogramowaniem. Schemat blokowy układu pomiarowego został przedstawiony na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat blokowy układu pomiarowego

Generator napięcia podaje napięcie zmienne równoległe na oba dzielniki, wzorcowy i mierzony. Przy wykorzystaniu generatorów typu Omicron CMC-356 lub Calmet C300B, można korzystać z napięcia do 600 V AC przy częstotliwościach do 1000 Hz. Oba przyrządy podają napięcie z precyzją nastawy do 0,02%. Dla poprawienia wiarygodności pomiarów, napięcie wyjściowe z obu dzielników powinno być zbliżone do siebie, czyli stopień podziału powinien być jednakowy. Dzięki zaawansowanej obróbce obliczeniowej sygnału z komparatora faz, niewielkie różnice w amplitudzie obu sygnałów nie wpływają na precyzję pomiaru. Dzielnik wzorcowy może być dostosowany do kilku odmian wykonania sensora, czyli dzielnika mierzonego. Dzielnik wzorcowy charakteryzuje się mniejszymi wartościami zastosowanych rezystorów dzięki czemu ich pojemności pasożytnicze wnoszą pomijalne przesunięcie fazowe.

Podsumowanie

Zastosowanie przekładników napięciowych małej mocy LPVT w systemie kontroli jakości energii wymaga od nich odpowiedniej charakterystyki częstotliwościowej obejmującej minimum 40 harmonicznych częstotliwości sieci 50 Hz. Dla kompensacji częstotliwościowej sensora należy wyznaczyć pojemność $C1$, a następnie pojemność kondensatora $C2$ z wyrażenia $C2 = \frac{R1C1}{R2}$, uwzględniając przy tym pojemność kabli połączeniowych. Zasadniczą trudnością jest wyznaczenie wartości kondensatora $C1$ podłączonego równoległe do rezystora $R1$. Rozdzielczość pomiaru amplitudy oraz fazy transmitancji sensora rezystancyjnego, uzyskana w opracowanym i wykonanym układzie pomiarowym, pozwala wyznaczyć wartość $C1$ z przebiegu tej transmitancji. Przeprowadzone badania pokazują, że dokładność pomiaru różnicy faz sygnałów na obydwu wejściach jest lepsza od 500 ns a różnica wzmocnienia obydwu kanałów układu pomiarowego jest mniejsza od 0,01%. Pozwala to wykonywać pomiary porównawcze sensorów dla sygnału wejściowego sensorów (tzn. sygnału podawanego od strony średniego napięcia) większego od ok. 560 V.

Literatura

- [1] Jarosław Walczak, Krzysztof Pacholski, Radosław Kowalczyk, Wysokonapięciowy dzielnik rezystancyjny, L Międzyuczelniana Konferencja Metrologów MKM 2018, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej Nr 59, DOI: 10.32016/1.59.44.
- [2] PN-EN IEC 61869-11:2018-07 - Przekładniki -- Część 11: Dodatkowe wymagania dla małej mocy pasywnych przekładników napięciowych, z uwzględnieniem wymagań norm ogólnych.
- [3] PN-EN 61869-6:2017-03 - Przekładniki -- Część 6: Dodatkowe wymagania ogólne dla przekładników małej mocy.
- [4] PN-EN 50160:2010- Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych.

CURRENT HARMONIC EMISSION OF ON-BOARD ELECTRIC VEHICLE CHARGERS

Aleksander CHUDY

Lublin University of Technology
Department of Electrical Engineering and Electrotechnologies

Introduction

Electric vehicle integration into the power grid can have a significant impact on the power quality parameters. According to many modelling and simulation research the increasing share of EVs in the road transport sector will result in increased peak demand, the presence of higher levels of voltage and current harmonics and other problems related to power quality parameters, which need to be identified and then eliminated or mitigated [1-4]

The case of study were 7 on-board EV chargers (Table 1). The majority of current harmonics emission measurements during light-duty EVs charging took place in private garages of single-family houses in the Lublin Voivodeship between February and May 2022 and the remaining tests were carried out in Lublin University of Technology building and at the PGE Dystrybucja S.A. building in Lublin. Depending on the availability of a given power quality analyser and the possibility of measuring with given current clamps, 2 power quality analysers were used for the tests: Sonel PQM-711 (Sonel C-5A or Sonel F-2 current clamps) and Chauvin Arnoux 8336 (Chauvin Arnoux MA193 or PAC93 current clamps). Due to the nature of the load, which are the EV charging systems, the averaging time has been configured as short as possible to identify the start, momentary interruption or end of EV charging.

Table 1. Technical specifications: EV model, charging mode, active energy consumed, Electric Vehicle Supply Equipment and power quality analysers and measuring clamps used

EV model (battery capacity)	Charging mode	Active energy, kWh	Electric Vehicle Supply Equipment	Power quality analyser and current clams model
BMW i3 (21,6 kWh)	Mode 2	13,85	Laboratory charging cable	Sonel PQM-711, Sonel C-5A
Mercedes e-Vito (41,4 kWh)	Mode 2	32,32	Akyga AK-EC-11	Sonel PQM-711, 3 × Sonel C-5A
Nissan Leaf (24 kWh)	Mode 3	15,75	ABL eMH1 Wallbox 7,2 kW	Sonel PQM-711, Sonel F-2
Volkswagen e-Golf (35,8 kWh)	Mode 2	16,60	Akyga AK-EC-07	Chauvin Arnoux 8336, PAC93
Hyundai Kona Electric (42 kWh)	Mode 2	24,37	Zencar 22 kW	Chauvin Arnoux 8336, 3 × MA193
Kia e-Niro (67,5 kWh)	Mode 3	55,03	Kia Charge Home (EVB Wallbox 1M)	Chauvin Arnoux 8336, 3 × MA193
Tesla Model 3 (75 kWh)	Mode 3	56,46	Tesla Wall Connector	Chauvin Arnoux 8336, 3 × MA193

The average harmonic current for each EV was assessed against the PN-EN 61000-3-2 and PN-EN 61000-3-12 limits even though EVs charged at 11 kW were not required to comply with the PN-EN 61000-3-2 standard. In the analysis the charging process was divided into two stages: constant current (CC) mode and constant voltage (CV) mode.

Analysis of the obtained results

Table 2 presents the assessment of the compliance of the permissible harmonic current levels of on-board EV chargers with the PN EN 61000-3-2 and PN EN 61000-3-12 standards.

Table 2. Assessment of current harmonics emission of individual vehicles against PN-EN 61000-3-2 and PN-EN 61000-3-12

Vehicle	Charging power	CC mode		CV mode	
		PN-EN 61000-3-2	PN-EN 61000-3-12	PN-EN 61000-3-2	PN-EN 61000-3-12
1	2.6 kW	PASS	PASS	PASS	PASS
2	3.5 kW	PASS	PASS	–	–
3	4 kW	PASS	PASS	–	–
4	6.6 kW	FAIL	PASS	–	–
5	6.6 kW	PASS	PASS	PASS	PASS
6	11 kW	PASS	PASS	–	–
7	11 kW	FAIL	FAIL	FAIL	FAIL

1 – BMW i3, 2 – VW e-Golf, 3 – Hyundai Kona Electric, 4 – Mercedes e-Vito, 5 – Nissan Leaf, 6 – Kia e-Niro, 7 – Tesla Model 3

On-board charger of Mercedes e-Vito (6.6 kW; < 16 A per phase) did not meet the requirements of PN-EN 61000 3-2:2014 due to excessive values of the 15th (0.19 A) and 21st (0.14 A) harmonics of the L1 phase voltage. The requirements of PN-EN 61000-3-2:2014 and PN-EN 61000-3-12:2012 were also not met for the Tesla Model 3 in both charging modes. In CC mode, the 11th (4.53% – L1, 3.74% – L2, 3.94% – L3) and 13th (2.21% – L1, 2.49% – L2, 2.46% – L3) harmonics were exceeded, while in the case of CV mode, the exceedances were for the 7th (10.75% – L1, 10.96% – L2, 9.67% – L3), 9th (4.35% – L1), 11th (9.12% – L1, 8.02% – L2, 8.69% – L3) and 13th (4.10% - L1, 4.45% - L2, 3.95% - L3) harmonics.

Conclusions

The aim of the research was to measure current harmonics emission of 7 on-board EV chargers. The results show that 5 of 7 EVs meet requirements of PN-EN 61000-3-2 and PN-EN 61000-3-12 standards.

References

- [1] Nour M., Chaves-Ávila J. P., Magdy G., Sánchez-Miralles Á., Review of Positive and Negative Impacts of Electric Vehicles Charging on Electric Power Systems, *Energies*, 13 (2020), Nr 18, p. 4675
- [2] Das H. S., Rahman M. M., Li S., Tan C. W., Electric vehicles standards, charging infrastructure, and impact on grid integration: A technological review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 120 (2020), p. 109618
- [3] Chudy A., Mazurek P., Electromobility – the Importance of Power Quality and Environmental Sustainability, *J. Ecol. Eng.*, 20 (2019), Nr 10, 15-23
- [4] Khan W., Ahmad A., Ahmad F., Saad Alam M., A Comprehensive Review of Fast Charging Infrastructure for Electric Vehicles, *Smart Science*, 120 (2018), Nr 11, 1-15

Acknowledgements

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

WPŁYW STAŁEGO POLA ELEKTRYCZNEGO O PARAMETRACH GENEROWANYCH PRZEZ LINIE PRZESYŁOWE WYSOKIEGO NAPIĘCIA PRĄDU STAŁEGO NA WYCHWYT (³H)GLUKOZY PRZEZ WYBRANE TKANKI I NARZĄDY SZCZURÓW BIORĄCE ISTOTNY UDZIAŁ W METABOLIZMIE WĘGLOWODANÓW

Grzegorz CIEŚLAR¹, Paweł SOWA²

¹ Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

² Politechnika Śląska w Gliwicach

Cel badania

Celem pracy była ocena wpływu długotrwałej ekspozycji szczurów w stałym polu elektrycznym o parametrach fizycznych generowanych przez linie wysokiego napięcia prądu stałego na wychwyt podawanej dootrzewnowo glukozy znakowanej (³H) przez wybrane tkanki i narządy szczurów biorące istotny udział w metabolizmie węglowodanów (wątroba, mięsień sercowy, mięsień szkieletowy z uda, aorta, tkanka tłuszczowa i nerka).

Zwierzęta doświadczalne i metodyka badań

Materiał badawczy stanowiły 64 samce szczurów rasy Wistar w wieku 6 tygodni, o masie ok. 150 g, podzielone na 2 równoliczne grupy nie różniące się znamionnie pod względem wyjściowej masy ciała. W trakcie ekspozycji szczury przebywały w optymalnych warunkach środowiskowych w specjalnie zaadaptowanym pomieszczeniu o stałej temperaturze (22°C) i wilgotności powietrza. Oświetlenie zmieniało się w cyklu 12-godzinny z zmianą cyklu dziennego i nocnego odpowiednio o godzinie 7⁰⁰ i 19⁰⁰. Zwierzęta karmione były standardową paszą granulowaną Labofed B i miały nieograniczony dostęp do wody pitnej.

Szczury z grupy eksperymentalnej zostały poddane cyklowi codziennych ekspozycji na działanie stałego pola elektrycznego o natężeniu 25 kV/m, odpowiadającym typowym wartościom natężenia stwierdzanym w korytarzu aktualnie działających linii przesyłowych wysokiego napięcia prądu stałego, natomiast szczury z grupy kontrolnej poddawane były ekspozycji pozorowanej, w trakcie której pomiędzy elektrodami układu ekspozycyjnego nie było generowane pole elektryczne. Czas trwania pojedynczej ekspozycji wynosił 8 godzin. W obu grupach wydzielono 4 równoliczne podgrupy (po 8 szczurów każda), różniące się czasem ekspozycji w polu elektrycznym lub ekspozycji pozorowanej. Szczury z poszczególnych podgrup poddawane były cyklowi odpowiednio 14, 28 i 56 codziennych ekspozycji, a w ostatniej podgrupie zwierzęta po zakończeniu cyklu 56 codziennych ekspozycji przebywały dalej przez okres 28 dni w tych samych warunkach środowiskowych z wyłączeniem oddziaływania pola elektrycznego. Stałe pole elektryczne wykorzystywane w doświadczeniu generowane było za pomocą układu ekspozycyjnego składającego się z: autotransformatora, transformatora wysokiego napięcia 220 V/60 000 V, prostownika kaskadowego, opornika wodnego, 2 okrągłych elektrod, pomiędzy którymi umieszczano klatkę ze zwierzętami oraz kilowoltomierza magnetostatycznego typu C 196.

Po zakończeniu cyklu badawczego składającego się z ustalonej liczby ekspozycji w polu elektrycznym lub odpowiednio ekspozycji pozorowanych każdorazowo 8 szczurów z poszczególnych grup było głodzonych przez 20 h, a następnie sekcjonowanych o tej samej porze dnia w godzinach dopołudniowych (pomiędzy 8⁰⁰

i 10^{00}). W dniu sekcji zwierzętom podawano dootrzewnowo glukozę znakowaną trytem (D-[6- ^3H]Glucose Aqueous solution sterilise o aktywności właściwej 20-40 Ci/mmol (0,75-1,5 Tbc/mmol), Amersham Biosciences UK Ltd., Wielka Brytania) w dawce 500 $\mu\text{Ci/kg}$ masy ciała. Następnie po 15 minutach od momentu podania część zwierząt z każdej grupy (odpowiednio po 8 szczurów) uśmiercano przez dekapitację. Natychmiast po dekapitacji zwierząt i ich całkowitym skrwawieniu prowadzono sekcję tułowia, w trakcie której pobierano fragmenty wątroby, mięśnia sercowego, mięśnia uda, aorty, tkanki tłuszczowej oraz nerki o masie 50-100 mg, które po usunięciu resztek krwi za pomocą bibuły i odpowiednim opracowaniu wykorzystywano do pomiarów radioaktywności za pomocą licznika scyntylicyjnego.

Uzyskane fragmenty poszczególnych narządów po zważeniu umieszczano w poliuretanowych fiolkach scyntylicyjnych Polyvials (Zinsser Analytic „Polyvials” GmbH, Frankfurt/Mein, Niemcy) o objętości 20 ml, do których dodawano 1 ml rozpuszczalnika tkankowego Soluene-350 (Tissue solubilizer) (Packard Instruments B.V. Packard Acomberra Company, USA), szczelnie zamykano, a następnie inkubowano w temperaturze 37°C przez 48 godzin, aż do całkowitego rozpuszczenia tkanek. W kolejnym etapie do fiolek wlewano 10 ml płynu scyntylicyjnego Insta-Gel Plus (Universal LSC-coctatil) (Packard Bio-Science Company, USA), intensywnie mieszano zawartość fiolek i umieszczano w liczniku scyntylicyjnym Liquid Scintillation Counter DSA 1409 (Wallac, Finlandia). Liczbę impulsów zliczano dwukrotnie przez 2 minuty. Wyniki uśredniano i po odliczeniu wartości tła (przy wykorzystaniu odpowiednich standardów) oraz uwzględnieniu wydajności licznika dla stosowanego izotopu wyrażano w DPM (Disintegrations Per Minute), tj. jako liczbę rozpadów promieniotwórczych w ciągu minuty w przeliczeniu na 100 mg świeżej tkanki. Uzyskane wyniki oznaczenia radioaktywności glukozy znakowanej (^3H) po 15 minutach od podania dootrzewnowego odpowiadały szybkości jej wychwytu do wnętrza komórek poszczególnych narządów i były w dużej mierze uzależnione od aktualnego zapotrzebowania tkanek na ten związek oraz aktywności błonowych przenośników glukozy.

Omówienie wyników i wnioski

W 14 dniu cyklu ekspozycji w grupie szczurów eksponowanych w polu elektrycznym średni wychwyty (^3H)glukozy w lizatach wątroby i nerki był statystycznie wyższy w porównaniu do grupy kontrolnej, odpowiednio o 12,9% ($p=0,035$) oraz o 19,2% ($p=0,001$), natomiast w lizatach mięśnia sercowego, mięśnia uda, aorty i tkanki tłuszczowej nie różnił się statystycznie od odpowiednich wartości w grupie kontrolnej. W 28 cyklu ekspozycji w grupie szczurów eksponowanych w polu elektrycznym średni wychwyty (^3H)glukozy w lizatach wątroby, mięśnia uda i tkanki tłuszczowej był statystycznie wyższy w porównaniu do grupy kontrolnej, odpowiednio o 19,2% ($p=0,011$), o 43,3% ($p=0,001$) oraz o 44,1% ($p=0,003$), w lizatach nerki był statystycznie niższy w porównaniu do grupy kontrolnej o 24,7% ($p=0,001$), a w lizatach mięśnia sercowego i aorty nie różnił się statystycznie od odpowiednich wartości w grupie kontrolnej. W 56 dniu cyklu ekspozycji w grupie szczurów eksponowanych w polu elektrycznym średni wychwyty (^3H)glukozy w lizatach tkanki tłuszczowej był statystycznie niższy w porównaniu do grupy kontrolnej o 38,6% ($p=0,001$), a w lizatach wątroby, mięśnia sercowego, mięśnia uda, aorty i nerki nie różnił się statystycznie od odpowiednich wartości w grupie kontrolnej. Natomiast w 28 dniu po zakończeniu cyklu ekspozycji w grupie szczurów eksponowanych w polu elektrycznym średni wychwyty (^3H)glukozy w lizatach poszczególnych tkanek i narządów nie różnił się statystycznie od odpowiednich wartości w grupie kontrolnej.

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań wykazano, że długotrwała ekspozycja na oddziaływanie stałego pola elektrycznego o parametrach fizycznych generowanych przez linie przesyłowe wysokiego napięcia prądu stałego powoduje w początkowej fazie cyklu ekspozycji wzrost, a w końcowej fazie cyklu adaptacyjny spadek intensywności wychwytu (^3H)glukozy, z następową normalizacją intensywności wychwytu po zakończeniu cyklu ekspozycji w narządach i tkankach insulinozależnych, prawdopodobnie w wyniku przejściowego pobudzenia wydzielania insuliny oraz zmniejszenia sekrecji kortykosteronu w warunkach oddziaływania stałego pola elektrycznego o badanych parametrach [1].

Literatura

- [1] Cieślak G., Mrowiec J., Fiolka J., Sowa P., Sieroń A.: Impact of extremely strong static electric field generated nearby High Voltage Direct Current transmission lines on carbohydrates metabolism in rats. J. Appl. Sci. Agric., vol. 9, no. 11 Special 2, pp. 370-375, Jan. 2014.

MONITOROWANIE DRGAŃ MECHANICZNYCH ELEKTROWNI WIATROWYCH O PIONOWEJ OSI OBROTU

Krzysztof CIURA, Andrzej JĄDERKO, Luiza RAKOWSKA

Politechnika Częstochowska, Częstochowa

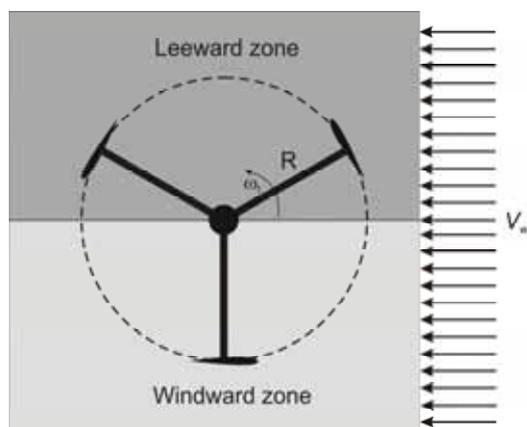
Abstract: The article presents a system for monitoring mechanical vibrations from wind turbines with a vertical axis of rotation, which are located on the roof of building F of the Faculty of Electrical Engineering of the Częstochowa University of Technology. To determine the nature of mechanical vibrations, vibration sensors were used along with the Arduino microcontroller, mounted on the supporting structures of the wind turbines in the building. The system software was developed in the C++ development environment. A recursive Kalman Filter was used to filter signals from vibration sensors. The developed software enables the visualization, analysis and archiving of measurement data.

Keywords: vertical axis wind turbine, H-Darrieus rotor, torque periodic bursts, Kalman Filter

Opis problemu naukowego

Wirnik typu H-Darrieus jest jedną z wersji turbin wiatrowych o pionowej osi obrotu. Sprawność przetwarzania energii turbiny osiąga wartości powyżej 30%. Płaty takiego wirnika są proste i pionowe (rys. 1). Przekrój poprzeczny płatów turbiny jest wynikiem symetrycznego złożenia znormalizowanych profili lotniczych według NACA (National Advisory Committee of Aeronautics), co powoduje powstawanie siły nośnej podczas oddziaływania wiatru na lewą, albo prawą stronę płata. Przekrój poziomy turbiny H-Darrieus z trzema płatami pokazano na rysunku 1, natomiast przykładowy przekrój płata (profil NACA 0021) na rysunku 2. Właściwości turbin wiatrowych o pionowej osi obrotu z wirnikiem typu H-Darrieus opisano w [1, 2, 3].

Siła nośna wytwarzająca moment obrotowy turbiny wiatrowej o pionowej osi obrotu powstaje w czasie, kiedy płat turbiny znajduje się w strefie nawietrznej, tj. przekrój płata pozostaje „w natarciu”. Do analizy aerodynamiki wirników typu H-Darrieus wykorzystuje się teorię podwójnej wielokrotnej strugi (model DMS), która została zaproponowana przez Paraschivoiu [4, 5]. Z teorii tej wynika, że w chwili przejścia płata wirnika ze strefy nawietrznej do zawietrznej i odwrotnie, występuje uderzenie momentu aerodynamicznego na skutek skokowo zmieniającej się siły nośnej płata (skokowy wzrost lub skokowy spadek). Powoduje to oscylacje momentu mechanicznego na wale generatora, a co za tym idzie, oscylacje prędkości obrotowej. Uderzenia momentu aerodynamicznego wywołują drgania konstrukcji, na której posadowiona jest turbina oraz niepożądane efekty dźwiękowe, a także oscylacje wartości generowanej mocy elektrycznej.



Rys. 1. Przekrój poziomy trójpłatowej turbiny typu H-Darrieus



Rys. 2. Przekrój płata o profilu NACA 0021

Opis układu pomiarowego

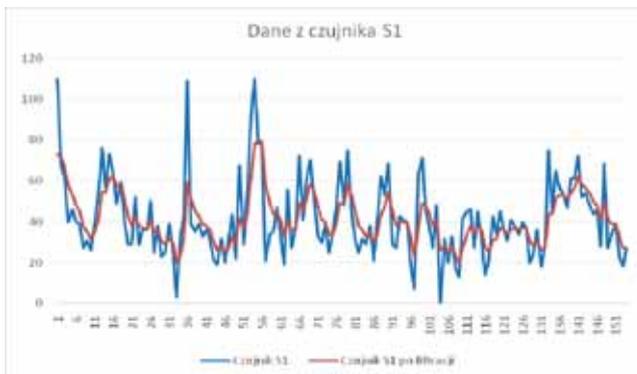
W układzie pomiarowym zastosowano cztery czujniki wibracji z membraną piezoelektryczną, która jest wrażliwa na działanie sił mechanicznych. Membrana ta generuje sygnał elektryczny, proporcjonalny do wielkości siły mechanicznej. Czujniki zostały umieszczone w obudowach z tworzywa sztucznego i przymocowane do elementów konstrukcji nośnych elektrowni wiatrowych na budynku F WE PCz. Jako położenie dwóch czujników wybrano punkty środkowe konstrukcji, gdzie występują największe amplitudy drgań. Trzeci czujnik, dla porównania wskazań, umieszczono na początku ramienia konstrukcji nośnej jednej z turbin, natomiast czwarty czujnik umieszczono na niewykorzystanej konstrukcji wsporczej. Dodatkowo, do systemu dodano czujniki temperatury i wilgotności.

Podstawę układu pomiarowego stanowi hybrydowa jednostka centralna z mikrokontrolerem Arduino Uno R3 oraz wyświetlaczem. Jednostka centralna została osadzona w hermetycznej obudowie przezroczystej, którą umieszczono w klimatyzowanej szafie elektrycznej. Urządzenie Arduino UNO odczytuje w czasie rzeczywistym dane z czujników drgań.

Mikrokontroler Arduino UNO komunikuje się z komputerem PC za pośrednictwem interfejsu UART. Do komunikacji zastosowano wzmacniacz USB – LAN i wykorzystano kabel teleinformatyczny UTP, dzięki czemu możliwa jest transmisja danych do 50 metrów [6, 7].

Poprzez interfejs szeregowy dane w postaci cyfrowej są przesyłane do komputera PC. Aby uzyskać graficzne przedstawienie przebiegów z danego czujnika, należy skopiować otrzymane wcześniej wartości liczbowe do programu Microsoft Excel i wygenerować z nich wykresy.

Zastosowany Filtr Kalmana, poprzez odpowiedni dobór elementów macierzy kowariancji, umożliwia filtrację uzyskanych surowych danych z czujników drgań. Na rysunkach 3 i 4 pokazano przykładowe przebiegi drgań konstrukcji, wygenerowane z czujników S1 i S2, przed i po filtracji Kalmana.



Rys. 3. Przebiegi przed i po filtracji Kalmana – S1



Rys. 4. Przebiegi przed i po filtracji Kalmana – S2

Literatura

- [1] Willy T., Tjukup M., Sohif M., Mohd H. R., Kamaruzzaman S., Darrieus vertical axis wind turbine for power generation I: Assessment of Darrieus VAWT configurations, *Renewable Energy*, 75 (2015), 50-67
- [2] Xin J., Gaoyuan Z., KeJun G., Wenbin J., Darrieus vertical axis wind turbine: Basic research methods, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42 (2015) 212–225
- [3] Aykut O. O., Serhat Y., Effects of wind gusts on a vertical axis wind turbine with high solidity, *Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics*, 162 (2017), 1–11
- [4] Paraschivoiu I., Wind Turbine Design – With Emphasis on Darrieus Concept, *Presses Internationales Polytechnique*, Canada (2002)
- [5] Mazur D., Szczerba Z., Badania wstępne turbiny wiatrowej w konfiguracji pionowej w tunelu aerodynamicznym oraz obliczenia przy użyciu metody DMS, *Przegląd Elektrotechniczny*, 90 (2014), nr 1, 175-178
- [6] Górski A., Monitorowanie drgań mechanicznych z wykorzystaniem platformy Arduino, *Praca dyplomowa inżynierska*, Częstochowa 2018
- [7] Furman J., Monitorowanie drgań mechanicznych elektrowni wiatrowych o pionowej osi obrotu – skalowanie systemu, *Praca dyplomowa magisterska*, Częstochowa 2021

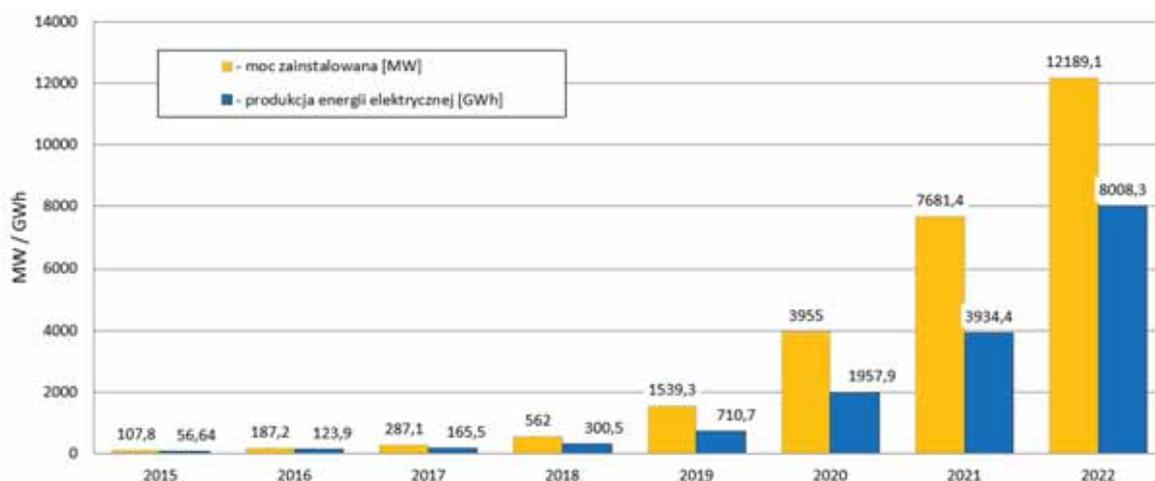
ANALIZA UZYSKU ENERGII DLA NADAŻNEJ ORAZ STACJONARNEJ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Paweł CZAJA

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny, Częstochowa

Wstęp

Obowiązujące w ostatnim okresie regulacje prawne w zakresie pozyskiwania „zielonej energii” oraz różne formy wsparcia finansowego, wpłynęły na bardzo dynamiczny przyrost budowanych i użytkowanych instalacji fotowoltaicznych (PV). Łączna moc zainstalowana w źródłach fotowoltaicznych w Polsce na koniec 2022 roku wynosiła 12 189,1 MW, a w porównaniu do grudnia 2021 roku nastąpił wzrost o 58% [1]. W 2022 roku do systemu elektroenergetycznego podłączono 356 048 nowych instalacji PV [1].



Rys. 1. Moc zainstalowana oraz wyprodukowana energia elektryczna z instalacji PV w Polsce w latach 2015-2022 [1, 2]

W artykule porównano roczne uzyski energii z rzeczywistych instalacji PV wybudowanych w miejscowości Częstochowa - trzech instalacji PV stacjonarnych oraz jednej instalacji nadażnej. Instalacje PV wybudowane są w promieniu 2 km pomiędzy sobą. Poza bardzo wczesnymi godzinami rannymi oraz późnymi wieczornymi, nie występują zacienienia. Dla wszystkich instalacji można przyjąć identyczne warunki nasłonecznienia. W analizowanym okresie (2022 r.) nie stwierdzono wyłączeń instalacji PV, wynikających z przekroczenia dopuszczalnej wartości napięcia w sieci rozdzielczej.

Dobór oraz techniczne rozwiązania w zakresie lokalizacji modułów PV

W przypadku instalacji PV stacjonarnych, uzyskanie maksymalnej ilości produkowanej energii, związane jest bezpośrednio z ustawieniem modułów PV w kierunku południowym oraz z ich kątem pochylenia. Dla Polski południowej, optymalny kąt pochylenia to ok. $30\div 35^\circ$, dla Polski północnej ok. $35\div 40^\circ$ [3]. Należy zaznaczyć, że w dość szerokim zakresie zmian kąta pochylenia modułów PV jak również pewnych odchyień od kierunku południowego, zmiana nasłonecznienia padającego na płaszczyznę ustawienia modułów zmienia się w niewielkim zakresie [4]. W przypadku instalacji PV zabudowanych na obiektach budowlanych, bardzo rzadko moduły montowane są pod optymalnym kątem. Najczęściej ustawienie modułów PV, bezpośrednio wynika z usytuowania obiektu oraz konstrukcji dachu.

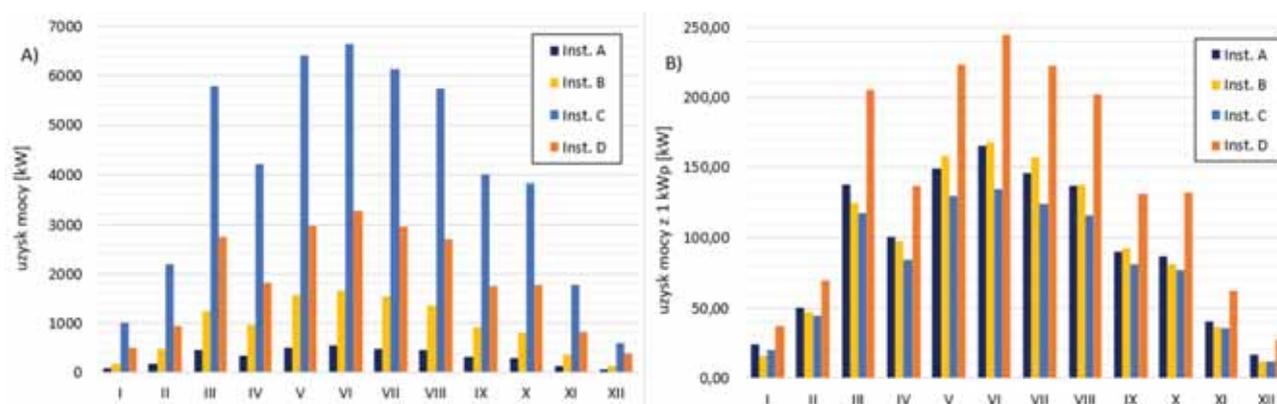
System nadążny, polegający na montażu modułów PV na platformach śledzących wędrówkę Słońca, zwiększa uzysk energii w przeliczeniu na jednostkową moc modułów. W porównaniu z optymalnie ustawioną instalacją PV stacjonarną, system nadążny pozwala na zwiększenie rocznej produkcji energii o ok. 30% [3]. Ograniczeniami dla systemów nadążnych są wymagania związane z odpowiednią przestrzenią bez zacienień pod ich budowę oraz wysokie koszty samej konstrukcji i jej serwisowania.

Analiza rocznej produkcji energii

W tabeli nr 1 zestawiono podstawowe parametry techniczne analizowanych instalacji PV. Instalacje A i B są typowymi instalacjami prosumenckimi zabudowanymi na obiektach mieszkalnych lub gospodarczych. Ustawienie modułów PV wynika z kąta pochylenia połaci dachowej oraz orientacji budynku. Instalacja C zabudowana jest na dachu płaskim budynku magazynowego, kąt pochylenia 30° wynika z zastosowanej konstrukcji wsporczej. Instalacja D składa się z dwóch platform obrotowych, na których zamontowano po 15 modułów PV. Platformy wyposażone są w układy śledzące położenie Słońca oraz system obracający platformami w dwóch osiach.

Tabela 1. Zestawienie parametrów technicznych oraz uzysków energii analizowanych instalacji PV

	Instalacja A	Instalacja B	Instalacja C	Instalacja D
Typ modułów PV	LR4-60HBD-365M	Trinasolar 395	LR4-60HPH-365M	LR4-72HBD-445M
Ilość modułów	365 W – 9 szt.	395 W – 25 szt.	365 W – 136 szt.	445 W – 30 szt.
Łączna moc PV	3 285 W	9 875 W	49 640 W	13 350 W
Ustawienie	- kąt pochylenia 30° - azymut +12° na zach.	- kąt pochylenia 10° - azymut 0° (południe)	- kąt pochylenia 30° - azymut +11° na zach.	- system nadążny
Inwerter	ASW TLC3000 Aiswei - Solplanet 3 kW (3F) – 1 szt.	11KTL-X SOFAR 11 kW (3F) – 1 szt.	Sunny Tripower 25000TL SMA 25 kW (3F) – 2 szt.	Mikroinwertery HM-1500 Hoymiles 1,5 kW (1F) – 15 szt.
Roczna produkcja	3 753 kWh	11 127 kWh	48 319 kWh	22 603 kWh
Roczny uzysk z 1 kWp (modułów)	1 142 kWh	1 126 kWh	973 kWh	1 693 kWh



Rys. 2. – A) Uzysk energii - rzeczywisty w poszczególnych miesiącach 2022 roku; – B) Uzysk energii w przeliczeniu na 1 kWp zainstalowanych modułów PV dla poszczególnych miesięcy

Instalacje A i B osiągnęły bardzo zbliżony uzysk roczny energii w przeliczeniu na 1 kWp. W instalacji B, moduły PV ustawione są pod kątem 10° co wpłynęło na większy uzysk w trzech miesiącach letnich ale mniejszy w pozostałych. Instalacja C osiągnęła roczny przeliczeniowy uzysk na poziomie 973 kWh, pomimo

identycznego ustawienia modułów PV jak w inst. A. Na zaniżony wynik, wpłynęła awaria techniczna jednego łańcucha modułów PV, która została wykryta w trakcie analizowania wyników z poszczególnych inwerterów. Instalacja D – nadążna, osiągnęła przeliczeniowy uzysk roczny z 1 kWp równy 1693 kWh. Wynik ten jest większy o 48% względem uzysku instalacji A. Rozwiązanie w systemie nadążnym w przeliczeniu ma 1 kWp zainstalowanych modułów PV jest pięciokrotnie droższe od instalacji montowanych bezpośrednio do konstrukcji dachowych.

Literatura

- [1] Informacja statystyczna o energii elektrycznej, Agencja Rynku Energii S.A., nr 12 (348) 2022, ISSN 1232-5457
- [2] Energia ze źródeł odnawialnych w 2021 r. Analizy statystyczne, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2022, publikacja dostępna na stronie stat.gov.pl, ISSN: 1898-43479
- [3] Szymański B.: Instalacje fotowoltaiczne, Wydawnictwo Globenergia, Kraków 2021
- [4] Ilba M.: Energia słoneczna. Nasłonecznienie i praktyczna efektywność mikroinstalacji fotowoltaicznych na terenie Polski, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2022

DETEKCJA BŁĘDÓW DZIAŁANIA WZMACNIACZY IZOLACYJNYCH W SYSTEMACH POMIAROWYCH

Bartosz DOMINIKOWSKI

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

Obecnie coraz częściej stosowane są elektroniczne układy izolacyjne w systemach pomiarowych zawierające sprzężenie obwodów elektrycznych za pomocą barier: indukcyjnej, pojemnościowej oraz optycznej. Układy izolacyjne stanowią kluczową rolę w bezpiecznym przekazywaniu informacji analogowej lub cyfrowej pomiędzy źródłem sygnału a układem zbierania danych pomiarowych (mikroprocesor). Często przetworniki pomiarowe wysokiego napięcia są zbliżone w budowie elektronicznej do wzmacniacza izolacyjnego. Z tego względu układy o takim obwodzie elektrycznym często są stosowane w pomiarach przemysłowych. Głównym celem wykorzystania tych układów jest separacja obwodów elektrycznych ze względu na narażenie układu cyfrowego pracującego na niskim napięciu na działanie wysokiego potencjału elektrycznego. Układy izolacyjne składają się z wielu bloków takich jak: transformator separujący, wzmacniacze operacyjne, układy transmisji danych wejściowych i wyjściowych oraz układy zasilające oparte na specjalnej przetwornicy DC/DC z oscylatorem. Nowoczesne systemy zasilania są skomplikowanymi układami elektronicznymi przetwarzającymi energię elektryczną pochodzącą z różnych źródeł. Przez dużą liczbę układów elektronicznych system zasilania staje się podatny na różne awarie. W przypadku awarii jednego ze źródeł zasilania ze względu na układy zarządzania energią elektryczną jest możliwość przełączenia zasilania na dodatkowe sprawne źródła napięcia. W sytuacji braku dostarczonej odpowiedniej ilości energii (brak podstawowego czynnika np. energia słoneczna) do źródeł odnawialnych, których zasobniki energii elektrycznej mogą być nienaładowane wzmacniacz izolacyjny może pracować z obniżonym zakresem napięciowym lub niepoprawnie. Za niskie napięcie zasilania powoduje transfer niedostatecznej ilości energii elektrycznej za pomocą przetwornicy pracującej wewnątrz wzmacniacza izolacyjnego. Przez to wzmacniacz wejściowy i wyjściowy układu izolacyjnego działa niepoprawnie. Ze względu na te problemy należy monitorować wartość napięcia na zaciskach jego zasilania. Układy elektroniczne mają określone regiony napięciowe pracy w zależności od ich budowy (typy użytych półprzewodnikowych elementów). Przy zbyt niskim napięciu zasilania pojawia się problem w ustaleniu odpowiednich punktów pracy w poszczególnych miejscach podzespołów wzmacniacza.

Liczba użytych dodatkowych podzespołów elektronicznych w systemie zasilania zwiększa jego awaryjność. W zależności od rodzaju struktury połączenia określana jest funkcja niezawodności. Najczęściej spotykana jest struktura mieszana (szeregową i równoległą). W połączeniu szeregowym poprawność działania systemu zależy od poprawnego działania wszystkich elementów. W równoległym do uszkodzenia systemu pomiarowego dojdzie w przypadku uszkodzenia wszystkich elementów systemu. W połączeniu mieszanym do określenia niezawodności należy zdekomponować system przez użycie odpowiednich relacji połączeń. Nowoczesne systemy zasilania wzmacniacza są skomplikowane i pracują w strukturze mieszanej złożonej z wielu elementów. Jest to kolejny powód potrzeby monitorowania parametrów zasilania.

W systemach pomiarowych używających wzmacniacz izolacyjny często istnieje konieczność wzmocnienia sygnału mierzonego. Układy wzmacniaczy izolacyjnych zawierają wzmacniacz sygnału wejściowego. Układ ten można połączyć w konfiguracji wzmacniacza o wzmocnieniu określonym zależnością $(1+R_f/R_1)$ (gdzie: R_1 - zewnętrzny rezystor wejściowego wzmacniacza układu izolacyjnego, R_f - zewnętrzny rezystor sprzężenia zwrotnego wzmacniacza układu izolacyjnego). Niebezpieczeństwo utraty danych pomiarowych w układzie izolacyjnym może wynikać z: awarii w układzie zasilania wzmacniacza izolacyjnego, awarii toru pomiarowego, wpływu temperatury na rezystancję R_f oraz R_1 lub zmiany ich wartości wywołanych innymi czynnikami zewnętrznymi. W układach rezystancyjnych może dojść do rozwarcia lub zwarcia. Oprócz

elementów rezystancyjnych połączenia elektryczne też są podatne na uszkodzenia wynikające z: wysokiej temperatury lokalnej i wilgotności.

Dużym problemem jest także wysoka częstotliwość sygnału pomiarowego (pulsujący sygnał). W takiej sytuacji rezystor należy rozpatrywać z jego parametrami rzeczywistymi. Ma to duży wpływ na wartość rezystancji przez co zmienia się stała przetwarzania wejściowego wzmacniacza w wzmacniaczu izolacyjnym. Z tego względu wartość oporu elementu rezystancyjnego jest też badana.

Ważnym parametrem wpływającym na dokładność i jakość przetwarzania napięcia układu izolacyjnego jest temperatura pracy. Przy wysokich temperaturach pochodzących z różnych źródeł pojawia się błąd pomiarowy. W układach elektronicznych może dojść do zwarcia i rozwarcia różnych zacisków. W takiej sytuacji wartość prądu z zasilania wzmacniacza może ulec zmianie. Z tego względu w systemie detekcji uszkodzenia istotny jest także pomiar prądu z układu zasilającego.

W układzie wzmacniacza izolacyjnego do diagnostyki uszkodzeń wykorzystano algorytm oparty na eksploracji danych c-mean. System diagnostyki działa w układzie dwóch procesorów. Pierwszy służy do zbierania danych pomiarowych drugi natomiast do diagnostyki stanu pracy wzmacniacza izolacyjnego. Algorytm wyszukuje klastry w danych pomiarowych (monitorowane sygnały w układzie wzmacniacza izolacyjnego) i wyznacza reprezentantów poszczególnych grup. Następnie w sposób rozmyty określany jest stopień wystąpienia awarii w układzie wzmacniacza izolacyjnego. Zaawansowane układy diagnostyczne awarii układów elektronicznych są trudne i złożone obliczeniowo dla mikroprocesora. Przez ich skomplikowanie numeryczne działają one wolno.

Problemy diagnostyki urządzeń elektronicznych są opisywane w [1-5].

Literatura

- [1] Rutkowski J., Słownikowe metody diagnostyczne analogowych układów elektronicznych, WKŁ, (2003).
- [2] M. Tadeusiewicz, S. Hałas, An algorithm for multiple fault diagnosis in analog circuits, *Int. J. Circ. Theory Appl.*, vol. 34, pp. 607-615, (2006).
- [3] M. Tadeusiewicz, S. Hałas, M. Korzybski, „An algorithm for soft-fault diagnosis of linear and nonlinear circuits”, *IEEE Trans. Circ. Syst.-I.*, vol. 49, pp. 1648-1653, 2002.
- [4] K. Gunanandhini., P. Jayachandar., S. P. Karthi., Analog Circuit Fault Detection using Soft Computing Techniques, *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, Vol. 5 Issue 05, (2016).
- [5] Michał Tadeusiewicz., Marek Ossowski., A Verification Technique for Multiple Soft Fault Diagnosis of Linear Analog Circuits, *International Journal of Electronics and Telecommunications*, (2018).

THE IMPROVED DURABILITY AND WEAR RESISTANCE OF SLIDING CURRENT-COLLECTING TRANSPORT ASSEMBLIES

Volodymyr DRAHOBETSKYI, Dmytro MOLOSHTAN,
Anastasiia SYMONOVA, Alyona NIKITINA

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyyi National University, Kremenchuk

Introduction

The improvement of existing designs and manufacturing technologies for sliding contacts of electric transport current-carrying units, as well as increasing their reliability, efficiency and operational durability is an important problem. It should be noted that even the use of materials with enhanced performance properties and taking into account the dynamics of wear of sliding contacts does not solve this problem.

The purpose of the research consists in the extension of the service life of parts with the identification of the most significant factors of performance and increasing the durability of parts, the refinement of the technological parameters of their manufacture with optimization of the mechanical properties of materials subjected to wear and fatigue failure.

Material of the research

Sliding electrical contacts are most exposed to friction and wear processes. The negative frictional effect is exacerbated by electrodynamic processes. Sliding electrical contacts (SEC) are current-collecting devices of transport, electric machines, radio-electronic and radio-electric equipment. Consider the first type of SEC. It has been established that the largest number of failures of electric transport falls on electric equipment and is most associated with SEC [1].

The use of methods of analysis of operational data allows us to find out the most significant factors for the loss of performance of transport current-collecting devices [1]. The most significant factors of loss of operability are shown in Fig. 1.

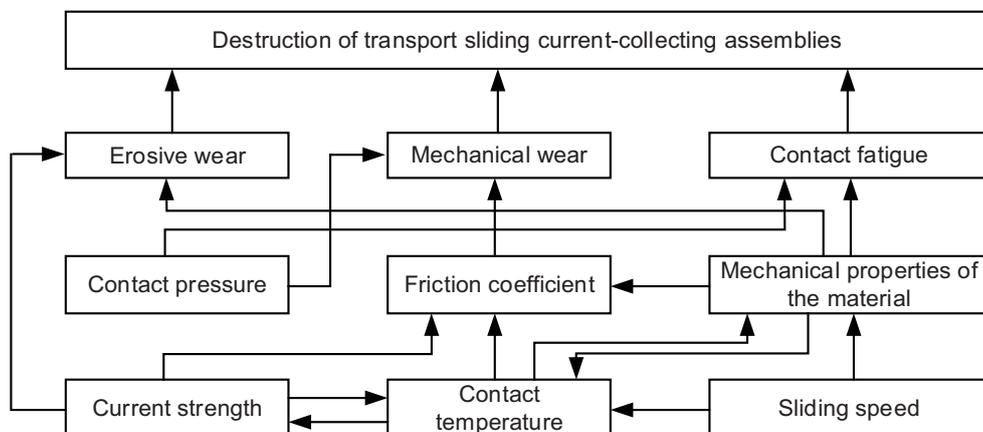


Fig. 1. Most significant failure factors for sliding current-collecting assemblies

Taking into account the large range of parts of electric equipment of electric transport, the diagram includes sliding current-collecting assemblies of transport. The current-collecting assemblies of transport (urban, railway, underground) are subjected to the greatest wear, the main types of which are electrical (erosive) wear and wear associated with changes in the thermal friction conditions of the contact.

Electrical (erosive) wear is decisive in assessing the resource of electric transport. It occurs during sparking and arcing. It also occurs when the surfaces of the contacting elements come off in motion and in the parking lot during start-up. In this case, the rubbing elements are also subjected to impact loads. In addition, during sparking, microparticles including electrical insulation are chipped. Therefore, when forming a wear model, it is necessary to take into account these factors. To do this, we use the equation of shock-abrasive wear by mass, the equation that determines the temperature in the contact zone, and material hardness and plasticity dependence on temperature.

Practical recommendations and experimental verification

The joint solution of the equations of wear by mass and surface temperature caused by friction makes it possible to determine the wear by mass of sliding contacts. At the same time, we assume that the work of friction forces is transformed into heat. In addition, the heat flux on the contact surface takes into account only the frictional component. The expression for wear by mass is of the form:

$$W = \frac{0,942C \cdot f^2 \cdot N \cdot v \cdot H_a (1 + \delta / \delta_a) \cdot \alpha_{ff} \sqrt{a_1 \cdot \ell_1} \cdot \gamma}{A_o \cdot H_m \cdot \sigma_b \cdot \lambda_1 \cdot \delta / \delta_a} \sqrt{\frac{a_1 \cdot \ell_1}{\pi \cdot v}} \cdot \gamma \quad (1)$$

where W – wear by mass; C – specific heat capacity of the pantograph insert; f – friction coefficient; N – normal load; v – travel speed; H_a, H_m – wire and pantograph insert hardness; δ, δ_a – relative thinning of the insert and wire material, respectively; α_{ff} – heat flow distribution coefficient; A_o – contact surface area; σ_b – temporary destruction resistance of the current collector; λ_1, a_1 – coefficients of thermal conductivity and thermal diffusivity of the wire, respectively; γ – pantograph insert material density.

This dependence has an extremum (min) as to the friction coefficient. The research of the extreme makes it possible to find the ratio of the physical and mechanical properties of materials corresponding to minimal wear. In the design and technological formation of parts by pressure treatment and hardening, the maximum operational durability and wear resistance of hardened parts correspond to plastic deformations equal to the limiting uniform ones [2]. The values of these deformations are determined by dependence:

$$360 \cdot (130 - HB)^{-1} \leq \varepsilon_p, \quad (2)$$

where HB – Brinell material hardness (MPa).

The results of calculating the hardening treatment parameters according to expressions (1), (2) are in good agreement with the operational data and test data on electric transport.

Conclusion

The most significant factors for the loss of efficiency of sliding current-collecting assemblies of transport have been identified. Dependences for the calculation of wear by mass and the values of limiting uniform deformations in the design and technological formation of parts have been established.

References

- [1] Koval V. A. Analysis of operating conditions of sliding contacts of urban electric transport to ensure their reliability [Text] // Collection of papers of the Ukrainian State Academy of Railway Transport. – 2012. – No.132. – P. 160–166.
- [2] Dragobetskii V. V., Mospan D. V., Trotsko O. V., Lotous V. V. Excavator bucket teeth strengthening using a plastic explosive deformation. Metallurgical and Mining Industry. 2015. No. 4. P. 363–368.

ZASTOSOWANIE GENERATORÓW TRANZYSTOROWYCH WRAZ Z UKŁADEM DOPASOWANIA W ZGRZEWARKACH WYSOKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI DO ŁĄCZENIA FOLII PVC

Sławomir DRAŻBA

FIAB Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Bronisław Koziółkiewicz Sp. k., Wrocław

Wstęp

Jedną z tematów konferencji jest „Zastosowanie elektromagnetyzmu w inżynierii”. Jest to niezwykle szeroki zakres zagadnień, wystarczy tylko chwilę zastanowić się nad znaczeniem pojęć „elektromagnetyzm” oraz „inżynieria”. Dotyczą one na przykład wytwarzania energii elektrycznej, a jednocześnie projektowania i produkowania urządzeń do tego służących: prądnic, transformatorów, linii przesyłowych, aparatury rozdzielczej. W tym samym obszarze zagadnień plasujemy podzespoły i systemy „konsumujące” energię elektryczną, czyli zamieniające ją na inne formy energii, służące nieprzeliczonym zastosowaniom. Można tutaj na chybił-trafił wymienić silniki elektryczne, ale też windy, tramwaje czy schody ruchome, źródła światła (gdzie na „wyjściu” również mamy jakąś formę elektromagnetyzmu), lodówki, urządzenia telekomunikacyjne, telewizory... Jeśli pojawia się obok hasło „Zastosowania elektromagnetyzmu w medycynie”, to na dobrą sprawę zawiera się ono w tym samym przewodnim temacie konferencji. Zaprojektowanie, wyprodukowanie oraz eksploatacja tomografu czy robota chirurgicznego to zasadniczo „elektromagnetyzm” i „inżynieria”.

Rozpatrując z tego punktu widzenia temat mojego wystąpienia wydawać by się mogło, że będę poruszał się w bardzo wąskim obszarze zagadnień. Chciałbym mianowicie zaprezentować dokonania zespołu działającego w firmie FIAB, pracującego nad wykorzystaniem pola elektromagnetycznego wysokiej częstotliwości do obróbki (przede wszystkim łączenia) niektórych tworzyw sztucznych. W ramach projektu dofinansowanego ze środków NCBiR, nr POIR.01.01.01-00-0012/15, powstał między innymi generator tranzystorowy wielkiej częstotliwości o mocy 8 kW, który zasilą urządzenie zgrzewające. Przewidziane jest ono do łączenia folii PVC, ale może też działać z innymi tworzywami termoplastycznymi (PET, poliuretan, EVA).

Rozwinięcie prelekcji:

1. Geneza projektu (generatory lampowe działają doskonale – po co nam generator tranzystorowy?):
 - a) Krótkie omówienie systemów lampowych.
 - b) Potencjalne korzyści wynikające z zastąpienia lamp tranzystorami.
 - c) Wady urządzeń tranzystorowych (z częścią z nich można sobie poradzić).
2. Skromny zakres wykorzystywanych zjawisk elektromagnetycznych, ale skomplikowany oraz interdyscyplinarny projekt:
 - a) Małe moce pojedynczych tranzystorów – opracowanie rozwiązań pozwalających na równoległe ich łączenie.
 - b) Zaawansowane, wewnętrzne układy pomiarowe.
 - c) Wrażliwość podzespołów półprzewodnikowych na przeciążenia – konieczność wdrożenia szybkiego, mikroprocesorowego układu sterowania.
 - d) Straty mocy w podzespołach półprzewodnikowych o niewielkich gabarytach – konieczność stosowania wydajnych (cieczowych) układów chłodzenia.
 - e) Wymóg stosowania automatycznego układu dopasowania (silniki krokowe, precyzyjny układ mechaniczno-elektryczny, algorytm szybkiej regulacji).

f) Oprogramowanie sterownika generatora oraz sterownika układu dopasowania jako duży, informatyczny system.

3. Realizacja projektu:

- a) Szereg pojawiających się problemów wymagających intensywnych i efektywnych działań.
- b) Osiągnięte rezultaty – poprawne funkcjonowanie urządzenia zgrzewającego, ustawianego na działanie z regulowaną mocą wyjściową, od 1/3 do maksymalnej (8 kW).

Podsumowanie

Realizowane przedsięwzięcie okazało się wielkim wyzwaniem inżynieryjnym. W ciągu kilku lat pracy nad projektem zgromadzono bardzo duże doświadczenie, w różnych dziedzinach (elektroniki, mechaniki, hydrauliki, informatyki), a pomimo wielu przejściowych trudności osiągnięto ostatecznie wszystkie zaplanowane cele.

Tranzystorowe urządzenie zgrzewające wykazuje zatem zalety, które przewidywano jako możliwe do uzyskania:

- osiągnięto zaplanowaną, wysoką wydajność zgrzewania (45 cm² zgrzewanej powierzchni z kilowata dostarczonej mocy);
- potwierdzono skuteczność działania automatycznego układu dopasowania, zarówno w czasie trwania kolejnych cykli zgrzewania, jak i w momencie zmiany powierzchni elektrod czy grubości łączonego materiału – co przekłada się na łatwość obsługi urządzenia;
- wykazano absolutną stabilność podstawowej częstotliwości pracy generatora (27,12 MHz) oraz bardzo niewielką emisję zakłóceń w innych zakresach częstotliwości;
- urządzenie tranzystorowe zużywa w czasie eksploatacji mniej energii elektrycznej niż porównywalnej mocy i wydajności urządzenie lampowe.

Trzeba jednak przyznać, że ze względu na większy stopień komplikacji układu oraz koszt zastosowanych podzespołów półprzewodnikowych urządzenie zgrzewające z generatorem tranzystorowym kosztuje obecnie więcej niż podobne pod względem parametrów urządzenie z generatorem lampowym. Jest to istotna bariera ograniczająca powszechne zastosowanie opracowanych rozwiązań. Ale technologia półprzewodników nie stoi w miejscu – pojawiają się nowe generacje tranzystorów, które kosztują coraz mniej, a pozwalają na uzyskanie coraz większych mocy wyjściowych. Jest więc duża szansa na to, że projekt nowego generatora wykorzystującego te podzespoły okaże się ostatecznie bezkonkurencyjny w porównaniu z technologią lampową - również pod względem ekonomicznym, a nie tylko ze względu na właściwości eksploatacyjne czy efektywność energetyczną urządzeń z generatorami tranzystorowymi.

Osoba do kontaktu: Włodzimierz Kwaśniewski tel. 691505266 w.kwasniewski@fiabmachines.com

POMIARY ZABURZEŃ PROTOTYPOWEGO STANOWISKA LABORATORYJNEGO Z GENERATOREM PLAZMY NISKOTEMPERATUROWEJ W MIEJSCU UŻYTKOWANIA

Tomasz DRÓŻDŹ, Paweł KIEŁBASA

Uniwersytet Rolniczy, Kraków

Wstęp

Pomiary emisji promieniowanej urządzeń elektrycznych i elektronicznych przeprowadzane są zgodnie z wymaganiami, zawartymi w stosownych dokumentach normalizacyjnych, dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej. Określają one metodę pomiarową, konfigurację stanowiska pomiarowego, parametry i charakterystyki aparatury pomiarowej a także definiują dopuszczalne poziomy natężenia pola elektrycznego, emitowanego przez urządzenia.

Stanowisko pomiarowe – badane urządzenie

Badany obiekt jest urządzeniem prototypowym (rys.1) składającym się z następujących elementów i parametrach: zasilanie 230 V, N, PE, jedna szafa sterownicza z pulpitem IP67, generator indukcyjny 75 kHz, moc na jonizatorze 300 W, dwie pompy 60 W, kompresor, oprzyrządowanie (oscylloskop, kamery + wyświetlacze, rotametry).

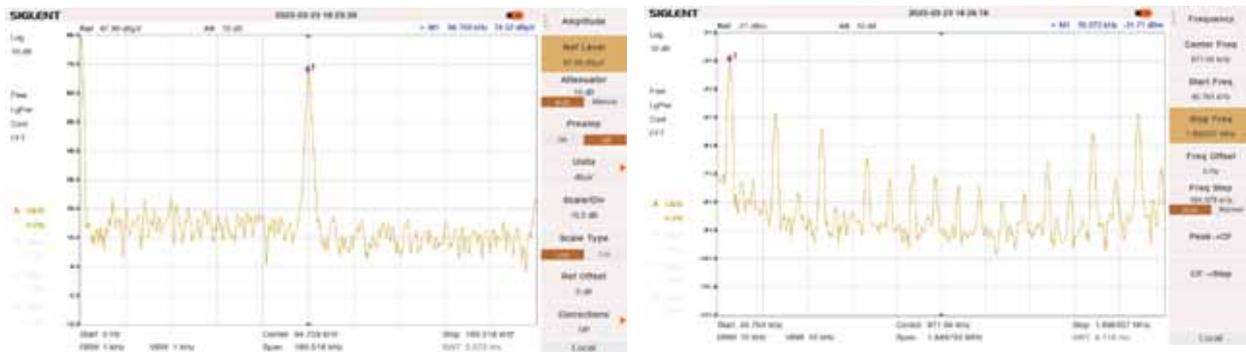


Rys. 1. Widok stanowiska w miejscu użytkowania wraz z układem pomiarowym

Pomiary w miejscu użytkowania wykonano analizatorem widma wyposażonym w antenę pętlową. Urządzenie zakwalifikowano do grupy urządzeń mających docelowo spełnić wymagania Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz. U., 19 grudnia 2019, poz. 2448). Pomiary pola elektromagnetycznego wykonano zgodnie z normą: PN-EN 62233:2008 Metody pomiaru pól elektromagnetycznych elektrycznego sprzętu do użytku domowego i podobnego z uwzględnieniem narażania człowieka. Wartości dopuszczalne określono na podstawie rozporządzenia ministra zdrowia z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz. U., 19 grudnia 2019, poz. 2448).

Wyniki badań

W roli jednego z sensorów pomiarowych może być zastosowana antena pętlowa, zaprojektowana i wykonana zgodnie w wymogami normy PN-IEC 801-2:1994 (PN-86/E-06600), dotyczącej kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń automatyki i pomiarów przemysłowych. Antena przeznaczona jest do pracy w zakresie częstotliwości od 30 Hz do 50 kHz. W roli miernika zakłóceń zastosowano analizator widma Siglent SSA3021 o zakresie pomiarowym od 9 kHz do 2,1 GHz (rys. 2).



Rys. 2. Przykładowe charakterystyki zaburzeń zrastrowane w czasie pomiarów

Podsumowanie

Zaburzenia Jonizator przekraczają dopuszczalne poziomy zaleca się zastosować osłonę elektromagnetyczną. W celu ochrony przed przekroczeniem dopuszczalnych poziomów pola elektrycznego zaleca się umieszczenie transformatora jonizatora w osłonie metalowej. Należy rozważyć zastosowanie filtra przeciwzakłóceniewego odpowiedni dobranego do badanego urządzenia w celu redukcji zakłóceń przewodzonych

Literatura

- [1] E. David, O. John: Wpływ biologicznych pól elektromagnetycznych. Przegląd Elektrotechniczny 1994, nr 5, s. 118.
- [2] M. Nałęcz, J. Jaworski: Miernictwo magnetyczne. WNT, Warszawa 1968.
- [3] M. Komorowski, T. Chady: System pomiarowy przestrzennych rozkładów pól magnetycznych. PAK 1993, nr 8, s. 188-192.
- [4] PN-IEC 801-4:1994- Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń do pomiaru i sterowania procesami przemysłowymi -- Wymagania dotyczące serii i szybkich elektrycznych zakłóceń impulsowych.
- [5] A. Kobus, J. Tuszyński, Z.L. Warsza: Technika hallotronowa. WNT, Warszawa 1980.
- [6] P. Ruszel: Wybrane zagadnienia wewnętrznej kompatybilności elektromagnetycznej przyrządów elektrycznych i systemów pomiarowych. PAK, 1992, nr 6, s. 124-128.
- [7] PN-69/E 02031 - Przemysłowe zakłócenia radioelektryczne. Dopuszczalne poziomy.
- [7] PN-EN 62233:2008 Metody pomiaru pól elektromagnetycznych elektrycznego sprzętu do użytku domowego i podobnego z uwzględnieniem narażania człowieka
- [8] ROZPORZĄDZENIA MINISTRA ZDROWIA z dnia 17 grudnia 2019 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (Dz. U., 19 grudnia 2019, poz. 2448), tabela 2 (przytoczona poniżej).

PROJEKT I POMIARY TRÓJFAZOWEJ SIECI SZTUCZNEJ DO POMIARU ZABURZEŃ PRZEWODZONYCH W ZAKRESIE OD 9 KHZ DO 30 MHZ

Tomasz DRÓŹDŹ¹, Zdzisław POSYŁEK²

¹ Uniwersytet Rolniczy, Kraków

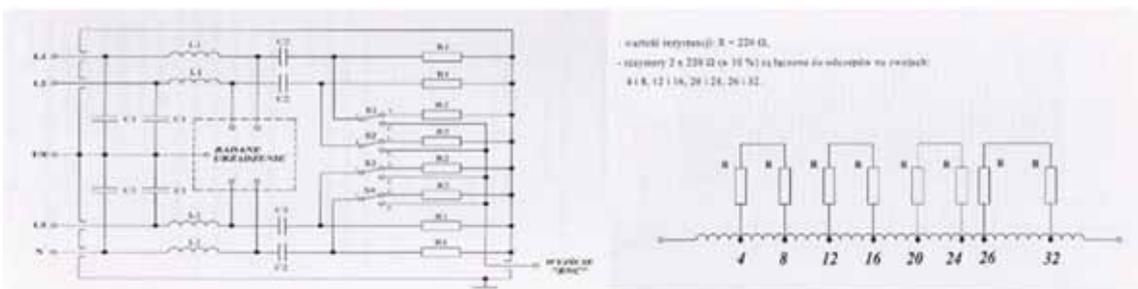
² Emerytowany pracownik, Wydział Elektryczny Politechniki Częstochowskiej

Wstęp

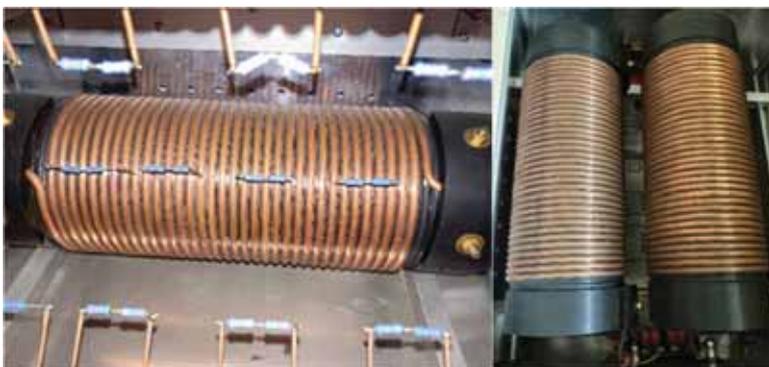
Sieci sztuczne stosowane są w pomiarach napięć wielkiej częstotliwości w zakresach od 9 kHz do 100 MHz przy prądach roboczych do 500 A. Przedmiotem opracowania jest sieć sztuczna typu V stosowana do pomiaru napięć występujących pomiędzy każdym z przewodów zasilania sieciowego a ziemią odniesienia. W artykule omówiono problematykę budowy takiej sieci sztucznej wykorzystywanej w torach zasilania do pomiaru zaburzeń elektromagnetycznych przewodzonych generowanych przez obiekty elektryczne. Badania takie stosowane są w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej do wymagań cywilnych. Zaprojektowana a następnie wykonana i przebadana sieć sztuczna może być wykorzystywana w badaniach wstępnych oraz jako stanowisko dydaktyczne.

Układ pomiarowy

Przedstawiony na rys. 1 schemat sieci sztucznej posłużył do jej wykonania. Układ ten może być stosowany do konstrukcji sieci sztucznych na prądy do 100 A.



Rys. 1. Schemat modelu sieci sztucznej typu V, schemat sekcjonowania uzwojenia cewki indukcyjnej sieci sztucznej wraz z odczepami

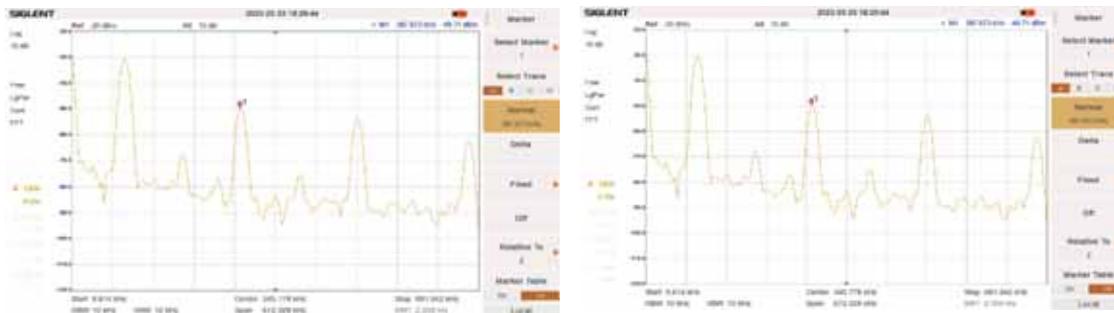


Rys. 2. Zdjęcia wykonanej sieci sztucznej

Dla dużych poziomów zakłóceń sieciowych należy zastosować filtr zapewniający zmniejszenie niepożądanych sygnałów, które powinny być przynajmniej o 10 dB mniejsze od wartości mierzonych przez odbiornik pomiarowy. Prezentowana sieć zabezpiecza wejście miernika zakłóceń przed napięciem sieci zasilania dla czterech przewodów zasilania. Zastosowana sekcja przełączników: S_1 , S_2 , S_3 , S_4 umożliwia dołączenia odbiornika pomiarowego do mierzonego przewodu sieciowego przy poprawnym obciążeniu pozostałych przewodów sieciowych. Do podłączenia odbiornika pomiarowego zastosowano gniazdo BNC. Elementy L_1 , C_1 , R_1 określają impedancję a element C_2 zapewnia odpowiednią izolację miernika zakłóceń od napięcia sieci zasilającej.

Metodyka badań

Badania przeprowadzono na stanowisku pomiarowym wyposażony w analizator widma Siglent SSA3021, stabilizator impedancji, model trójfazowej sieci sztucznej, badane urządzenie. Podczas przeprowadzania badań ustalono dokładność z jaką model sieci sztucznej jest w stanie odwzorować zakłócenia generowane przez badane urządzenie oceniając symetrię odwzorowania widmowego. Badanie wykonano w pewnych odstępach dla charakterystycznych dla zakłóceń przewodzonych zakresów częstotliwości od 150 kHz do 30 MHz. Przykładowe zarejestrowane charakterystyki przestawiono na rys. 3.



Rys. 3. Przykładowe zarejestrowane charakterystyki przy dołączeniu urządzenia badanego do zacisku L_1 sieci sztucznej

Podsumowanie

Zaprojektowana i wykonana sieć sztuczna typu V pozwala na badanie urządzeń trójfazowych dużej mocy takie jak prądnice, przetwornice, silniki komutatorowe, elektroniczne układy przekształtnikowe i wiele innych. Prezentowana sieć sztuczna przy odpowiednim połączeniu spełnia wymagania normy PN-EN 55016-1-2 także jako sieć sztuczna jednofazowa.

Literatura

- [1] Więckowski T.: Badania kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń elektrycznych i elektronicznych. Oficyna wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2001.
- [2] Bogatin E., Signal Power Integrity – Simplified, 3rd Edition, Prentice Hall, 2018
- [3] PN-EN 55016-1-2:2014-09, Wymagania dotyczące aparatury pomiarowej i metod pomiaru zaburzeń radioelektrycznych oraz odporności na zaburzenia. Część 1-2: Aparatura do pomiaru zaburzeń radioelektrycznych i do badań odporności – Układy sprzęgające dla pomiarów zaburzeń przewodzonych
- [4] PN-EN 55011:2016-06, Urządzenia przemysłowe, naukowe i medyczne. Charakterystyki zaburzeń o częstotliwości radiowej. Poziomy dopuszczalne i metody pomiaru
- [5] PN-EN 55014-1:2017-06, Kompatybilność elektromagnetyczna. Wymagania dotyczące przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń. Część 1: Emisja
- [6] PN-EN 55015:2013-10, Poziomy dopuszczalne i metody pomiaru zaburzeń radioelektrycznych wytwarzanych przez elektryczne urządzenia oświetleniowe i urządzenia podobne
- [7] PN-EN 55032:2015-09, Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń multimedialnych -- Wymagania dotyczące emisji.

WYBRANE ASPEKTY BEZPIECZEŃSTWA MAGAZYNOWANIA ENERGII W SZCZEGÓLNOŚCI BATERII ZŁOŻONYCH Z OGNIW LITOWYCH

Andrzej ERD

Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu

Posiadanie energii, a dokładniej dysponowanie nią, jest jedną z najważniejszych potrzeb człowieka. Jest ona niezbędna we wszystkich procesach wytwórczych, i przetwórczych, jednym słowem warunkuje rozwój człowieka jako gatunku ale także egzystencję jako pojedynczej istoty. Przez tysiąclecia energię pozyskiwano w większości z przetwarzania paliw. W ostatnich czasach dominuje nurt zamiany tych źródeł na odnawialne (OZE). Niestabilność aktualnie wykorzystywanych OZE jak i zmienność zapotrzebowania powoduje konieczność magazynowania energii. Coraz bardziej znaczącym odbiorcą energii magazynowanej są samochody elektryczne (EV).

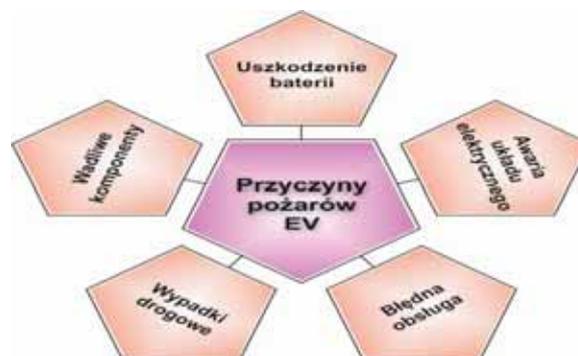
Aktualnie najlepsze własności pod względem liczby cykli ładowania i energii właściwej, spośród opracowań będących na rynku, są baterie litowe. Wraz z rozwojem baterii litowych zaczęły się pojawiać doniesienia o pożarach wywołanych przez urządzenia w nie wyposażone [1]. Poczynając od smartfonów przez laptopy, hulajnogi elektryczne, rowery elektryczne, skutery i samochody elektryczne aż do magazynów energii włącznie. Wraz z wzrostem ilości energii magazynowanej w baterii problemy rosną w sposób znaczący. Cechą wspólną pożarów ogniw jest duża prędkość narastania, trudności z ugaszeniem, wydzielanie toksycznych spalin.

Wydaje się że najczęściej występującymi problemami [2,3] w odniesieniu do baterii litowych są: przegrzanie i zapłon, wybuch, wyciek elektrolitu, degradacja pojemności, niewłaściwe użytkowanie w sensie zarówno obciążania jak i ładowania. Zilustrowano to na rysunku 1.

W odniesieniu do pożarów samochodów elektrycznych można wskazać czynniki pokazane na rysunku 2. Są to uszkodzenia wewnętrzne baterii, uszkodzenia układu elektrycznego, wadliwe komponenty, wypadki drogowe, wadliwa obsługa i konserwacja [4,5].



Rys. 1. Przyczyny uszkodzeń baterii litowych



Rys. 2. Przyczyny uszkodzeń pojazdów elektrycznych

Oczywiście wraz z rozwojem konstrukcji ogniw pojawiło się szereg zabezpieczeń zarówno we wnętrzu ogniw jak i w bateriach. Należą do nich zabezpieczenia przed przegrzaniem, przekroczeniem temperatury, napięcia, prądu, balansowanie ogniw, komunikacja z innymi elementami systemu [6]. Niestety przypadki pożarów EV są coraz częstsze.

Problem jest na tyle poważny, że rozpoczęto stosowanie ograniczeń w korzystaniu z EV w szczególnych warunkach. Np. na promach norweskiej linii Havila Kystruten wprowadzono całkowity zakaz przewozu pojazdów EV i z napędem wodorowym [7,12].

Pokazane poniżej na rys. 3 klatki z filmu [8] wskazują na jeszcze jedną przyczynę. Mianowicie brak separacji ognioodpornej pomiędzy dużymi zespołami baterii na wypadek pożaru. Zwykłe ścianki ognioodporne pomiędzy kolejnymi ładowarkami mogłyby w wielu przypadkach znacznie zmniejszyć straty. Przykładów tego rodzaju zdarzeń można przytoczyć znacznie więcej.



Rys. 3. Pożar grupy autobusów wywołany eksplozją baterii jednego z nich

W przypadku dużych magazynów energii możliwe jest stosowanie oprócz separacji poszczególnych sekcji magazynu instalowanie czujników wykrywających śladowe ilości gazów połączone z systemami gaszenia[9]. Czujniki takie wykrywają pierwsze nieznaczne początkowo wycieki gazu z ogniwa, które poprzedzają proces ucieczki termicznej.

Na niższym poziomie konstrukcji systemów zasilania wydaje się być koniecznym zwrócenie uwagi na taką budowę baterii i BMS by zarządzać temperaturą z dokładnością do pojedynczego ogniwa, a nie tylko ich pewną grupą łącznie. W współczesnych konstrukcjach układów chłodzenia baterii najczęściej na elementach chłodzących są montowane grupy ogniw [10]. Jak pokazano w pracy [11] skłonność do zapłonu jest tym wyższa im wyższy jest stopień naładowania ogniwa, tak więc wskazanym jest by w przypadku wykrycia ogniwa mogącego być źródłem pożaru odciąć je elektrycznie i rozładować ogniwa sąsiednie. W ten sposób w połączeniu z stosowaniem dobrej jakości izolacji termicznej, może zostać wytworzona strefa obniżonej palności co ograniczy pożar do części baterii lub przynajmniej opóźni jego pełnoskalowy rozwój, dając szansę na przeprowadzenie skutecznej akcji gaśniczej.

W przypadku małych urządzeń powinno być propagowane posiadanie gaśnic ze środkami przeznaczonymi do gaszenia ogniw litowych w szczególności w miejscach gdzie występuje nagromadzenie urządzeń zasilanych bateriami litowymi np. notebooków. W takim wypadku gaśnice powinny być umieszczane obok tradycyjnych gaśnic proszkowych czy pianowych w miejscach łatwo dostępnych przez pracowników.

Literatura

- [1] Examples of Lithium Battery Fires – YouTube; <https://www.youtube.com/watch?v=8nz5ijXcckI> odsłona 12.04.202
- [2] Safety Risks to Emergency Responders from Lithium-Ion Battery Fires in Electric Vehicle. National Transportation Safety Board. Safety Report NTSB/SR-20/01. Washington, DC
- [3] Electric vehicle fires: a review of the fire hazards associated with lithium-ion batteries; Royal Society of Chemistry, 2019.
- [4] Electric Vehicle Fires - What We Know and What We Can Do About Them; National Renewable Energy Laboratory, 2019.
- [5] Sun P., Bisschop R., Huichang N.; Electric vehicle fire safety: a review of the challenges and solutions; Fire Technology volume 56, pages1361–1410 (2020) Springer.
- [6] Erd A.; Stoklosa J.; Main design guidelines for battery management systems for traction purposes IEEE Xplore 2018 | Journal article |DOI: 10.1109/AUTOSAFE.2018.8373345
- [7] Na-prom-samochodem-elektrycznym-nie-wjedziesz; <https://www.wnp.pl/logistyka/na-prom-samochodem-elektrycznym-nie-wjedziesz,675139.html> odsłona 12.04.2023
- [8] Electric bus burst in to flames, sets nearby vehicles on fire; Youtube.com/watch?V=T71cVhxG_v4 odsłona 12.04.2023
- [9] Jak kontrolować zagrożenie pożarowe w magazynach energii? ElektroInfo 1-2/2023 ISSN 1642-8722; pp 65-67
- [10] Buidin T. I. C., Mariasiu F. Battery Thermal Management Systems: Current Status and Design Approach of Cooling Technologies. *Energies* 2021, 14, 4879.
- [11] Erd A.; Stan naładowania ogniwa litowego i jego wpływ na zapłon oraz przebieg procesu palenia Przegląd Elektrotechniczny 2022(12) |Journal article | doi:10.15199/48.2022.12.66
- [12] New knowledge about battery fires in electric cars on ferries CFP A Europe ; <https://cfpa-e.eu/new-knowledge-about-battery-fires-in-electric-cars-on-ferries/> odsłona 12.04.2023

ANALIZA STANÓW DYNAMICZNYCH UKŁADÓW NAPĘDOWYCH Z DŁUGIM WAŁEM

Radosław FIGURA¹, Marcjjan NOWAK²

¹ Uniwersytet Radom

² Politechnika Częstochowska

Wstęp

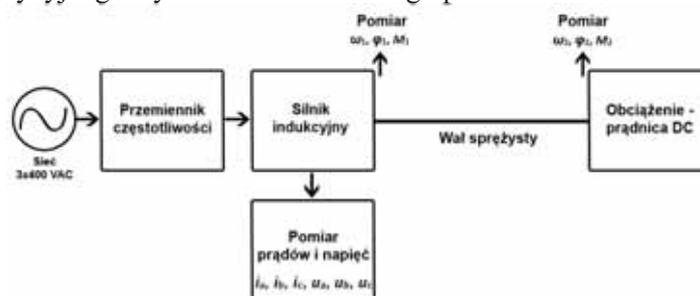
Układy napędowe są powszechnie stosowane w przemyśle do napędu maszyn [1] oraz w transporcie zarówno lądowym jak i morskim. Wszędzie tam, gdzie jednostka napędowa jest oddalona od elementu napędowego, stosowane jest przeniesienie napędu za pośrednictwem długich wałów napędowych. Układy napędowe zawierające długi wał wykorzystywane są w napędach przy pompowaniu wody z rzek i zbiorników wodnych [2], w napędach statków wodnych [3] czy w pojazdach, w których jednostka napędowa znajduje się z przodu zaś oś napędowa jest zlokalizowana w tylnej części pojazdu.

Materiały z których wytwarzane są wały napędowe charakteryzują się współczynnikiem sprężystości. Oznacza to, że przy przenoszeniu napędu, wał ulega odkształceniom mającym dynamiczny charakter. Wielkość pojawiających się odkształceń zależy od materiału z którego wał jest wykonany, długości oraz średnicy wału oraz momentów dynamicznych, pochodzących od jednostki napędowej i obciążenia wału.

Badania eksperymentalne długich wałów napędowych o rzeczywistych wymiarach są bardzo kosztowne oraz mogą być niebezpieczne w przypadku przekroczenia granicy odkształcenia sprężystego. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań obrazujących skalę odkształceń dynamicznych na przykładzie długiego wału wykonanego w małej skali. Prezentowane wyniki badań stanowią podstawę do analizy właściwości dynamicznych długich wałów wykonanych w skali makro.

Stanowisko badawcze

Stanowisko badawcze zostało wyposażone w trójfazowy indukcyjny silnik napędowy zasilany z przemiennika częstotliwości oraz prądnicę prądu stałego realizującą funkcję obciążenia układu (rys. 1). Obydwie maszyny sprzęgnięte zostały wałem o długości 60 cm i średnicy 15 mm. Na obydwu końcach wału zainstalowane zostały enkodery służące do precyzyjnego wyznaczania chwilowego położenia wału.

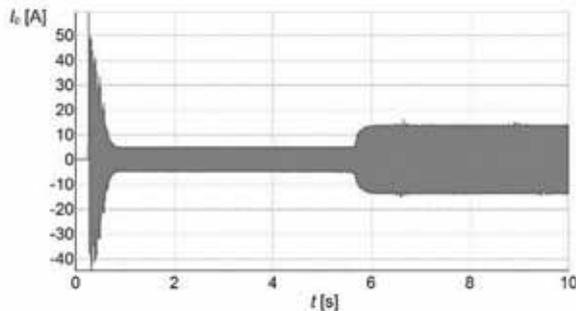


Rys. 1. Schemat blokowy stanowiska badawczego

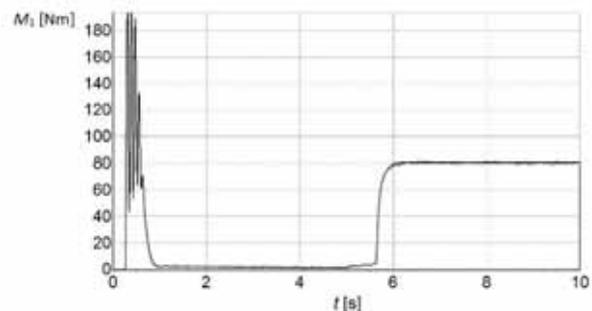
Pomiary wielkości elektrycznych oraz mechanicznych były rejestrowane z wykorzystaniem kart pomiarowych przy zachowaniu pełnej synchronizacji odczytów. Rozruch badanego układu wykonano przy zerowym momencie obciążenia $M_2=0$. Układ napędowy obciążony był momentami bezwładności wynikającymi z mas wirujących układu oraz momentami tarcia wynikającymi z łożyskowania maszyn elektrycznych.

Wyniki badań eksperymentalnych

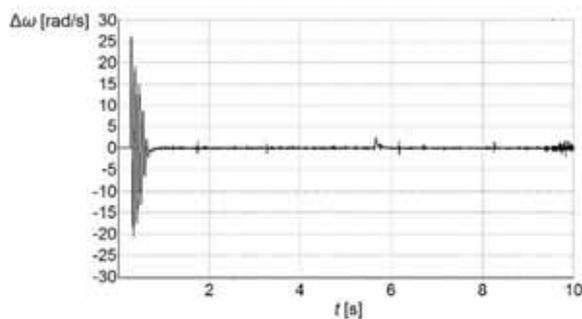
Szczegółowej analizie zostały poddane: prąd I_c stojana silnika napędowego (na przykładzie fazy C, rys. 2), moment elektromagnetyczny M_1 występujący na wale silnika napędowego (rys. 3), różnica prędkości $\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2$ występująca na skrajnych końcach wału (rys. 4) oraz kąt $\Delta\varphi$ kręcenia wału (rys. 5).



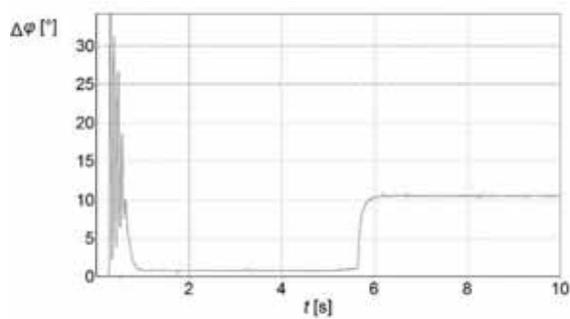
Rys. 2. Prąd fazy C silnika indukcyjnego klatkowego



Rys. 3. Moment obciążenia na wale silnika indukcyjnego klatkowego.



Rys. 4. Różnica prędkości skrajnych końców wału



Rys. 5. Kąt skręcenia wału

W trakcie rozruchu bez obciążenia zaobserwowano typowy dla silników indukcyjnych wzrost prądu i_c stojana do wartości około 3 razy większej niż prąd znamionowy silnika. Wartość chwilowego momentu na wale silnika osiągnęła wartość 2,5 razy większą niż moment znamionowy silnika. Dynamika momentu M_1 zilustrowana na rysunku 3 spowodowała powstanie różnicy prędkości $\Delta\omega$. Zarejestrowane ujemne wartości różnicy prędkości $\Delta\omega$ (rys. 4) świadczą o chwilowych większych prędkościach ω_2 końca wału w stosunku do prędkości początku wału ω_1 . Powstałe stany dynamiczne spowodowały efekt skręcenia długiego wału. Kąt skręcenia wału $\Delta\varphi$ mierzony między końcami wału dochodził do 35° .

Wnioski

Dynamiczne obciążenia występujące w układach napędowych zawierających długie wały powodują skręcanie wałów. Efekt ten zależy od wartości momentów dynamicznych występujących w układzie napędowym oraz od wymiarów i materiału z jakiego wykonany jest wał. Przy doborze wałów do układu napędowego należy przewidzieć dynamiczne momenty obciążenia występujące w układzie, ponieważ są wielokrotnie większe od momentów statycznych i mogą w trakcie eksploatacji powodować uszkodzenia wału oraz elementów łączeniowych takich jak sprzęgła. W efekcie skręcenia wału występuje również jego skrócenie co powoduje powstawanie sił i naprężeń współosiowych.

Literatura

- [1] Popenda A., Chaban A., Szafraniec A., Dynamics of Electromechanical Systems Containing Long Elastic Couplings and Safety of Their Operation, *Energies* 2021, 14(23), 7882; <https://doi.org/10.3390/en14237882>
- [2] Szafraniec A. Modelowanie matematyczne procesów oscylacyjnych w napędzie elektrohydraulicznym o podatnej transmisji ruchu, *Przegląd Elektrotechniczny*, 93 (2017), nr 12, 167-170
- [3] Vizentin, G.; Vukelic, G.; Murawski, L.; Recho, N.; Orovic, J. Marine Propulsion System Failures—A Review. *J. Mar. Sci. Eng.* 2020, 8, 662. <https://doi.org/10.3390/jmse8090662>.

HARDWARE AND SOFTWARE IN THE LOCALIZATION SYSTEM USING UWB

Dominik GNAŚ¹, Przemysław ADAMKIEWICZ^{1,2}, Michał STYŁA¹

¹ Information Technology Research & Development Center (CBRTI sp. z o. o.), Rzeszów

² University of Economics and Innovation,
Faculty of Transport and Information Technology, Lublin

Introduction

A localization system based on ultra-wide bandwidth ensures high localization accuracy. However, for a localization system to work properly, the measuring equipment must be designed and programmed to balance accuracy, range, and battery life. This article discusses the hardware layer of the anchor and tag used for the localization system and the embedded software.

Hardware solution

A key component of the designed anchor and tag circuits is the UWB DWM1000 module, which communicates with the NRF52832 microcontrollers used in the tag and the STM32F746 via the SPI bus. The figure below shows the wiring diagram of the tag. The tag uses environmental sensors such as temperature, humidity and pressure sensors. In addition, a programmable accelerometer was used to wake up the microcontroller from its sleep state and start measuring distance and environmental conditions. The use of the accelerometer significantly reduced the power consumption of the transmitter, as the system measured distance when a shock was detected.

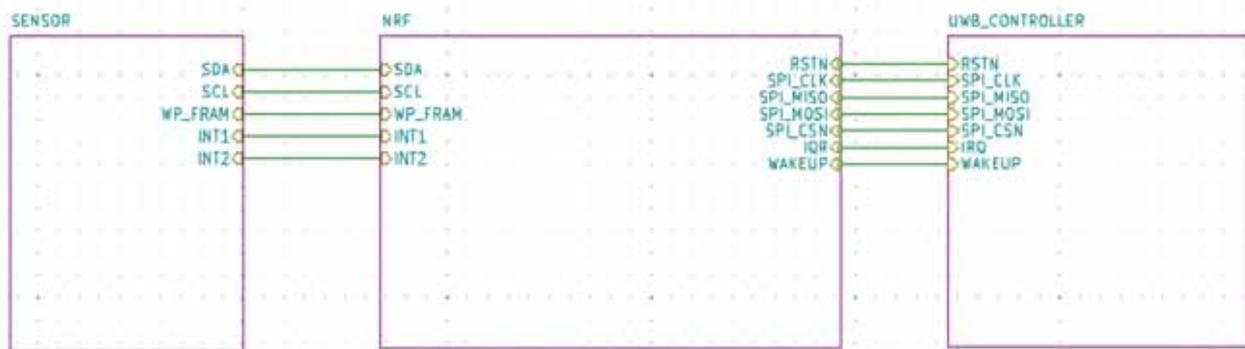


Fig. 1. Schematic diagram of the marker

In the location system, the anchor had an Ethernet link that enabled high-speed data transmission of the following 100Mbit/s with full-duplex, which allowed fast transmission of large amounts of data. The anchor was equipped with a DC/DC converter to lower the voltage so that it could be powered by PoE (*Power over Ethernet*) and an external SRAM (*Static Random Access Memory*) to store the results of environmental measurements so that in the event of a sudden power outage or loss of the Ethernet connection, they could be re-transmitted after a second power outage. A fourth anchor was used to create the prototype location system, and although only three anchors would be sufficient to determine position, increasing the number of anchors significantly improved the accuracy of the location. An additional NRF52832 microcontroller was used in the anchor to make it possible to connect to the anchor via Bluetooth. This connection allowed the anchor to be configured without having to reprogram it. The frame transit time is measured via the hardware layer of the DWM module. After the fly-through measurement, the distance is calculated via an external processor, in this case, via the STM32F746. Figure 2 shows a 3D visualisation of the marker and anchor that were used for the localization system study

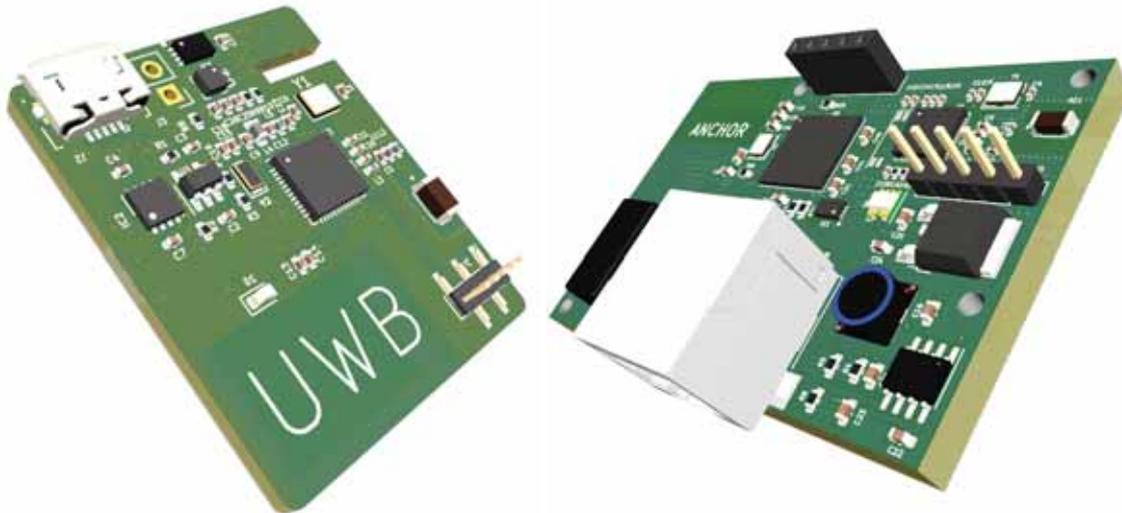


Fig. 2. The left picture 3D visualization of the marker, no the right 3D visualization of the anchor

Embedded software solution

The software embedded in the marker was responsible for initializing the distance measurement. This device had a function that determined with which anchor the distance measurement would be taken. Because of its battery power supply, the marker had to operate in deep sleep mode, so a low-power programmable accelerometer was used to wake up the device, which, after measuring the appropriate acceleration value, woke up the microcontroller, which operates in deep sleep mode. The marker had a real-time clock that triggered a measurement of the environmental conditions after 10 s. When any of the measured values differed significantly from the previous one, it was sent by the UWB module. This solution was used because the circuit on the PCB responsible for the highest power consumption was the DWM 100 module. In the case of the anchor, no energy-saving measures were applied, as the anchor had to be ready to establish a connection all the time.

Using the NRF52832 microcontroller in the marker and anchor allowed both devices to be configured. In the case of the marker, it was possible to enter the number of all available anchors and assign a sequence number to the marker. In the anchor, the anchor sequence number was determined using Bluetooth communication.

Literatura

- [1] S. Sardar and A. K. Mishra, "UWB based dielectric material characterization using hardware/software co-design based ANN," 2013 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), Cape Town, South Africa, 2013, pp. 1196-1200, doi: 10.1109/ICIT.2013.6505843.
- [2] K. M. S. Thotahewa, J. -M. Redoute and M. R. Yuce, "Hardware implementation of an IR-UWB coordinator node for WBAN applications," 2014 IEEE 25th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communication (PIMRC), Washington, DC, USA, 2014, pp. 2168-2172, doi: 10.1109/PIMRC.2014.7136532..
- [3] C. Zhai, Z. Zou and L. Zheng, "Software defined radio IR-UWB positioning platform for RFID and WSN application," 2012 IEEE International Conference on Ultra-Wideband, Syracuse, NY, USA, 2012, pp. 501-505, doi: 10.1109/ICUWB.2012.6340400.
- [4] G. Liang, J. Portilla and T. Riesgo, "Low-complexity timing synchronization scheme for MB-OFDM UWB receiver based on sign-bit," 2012 IEEE International Conference on Ultra-Wideband, Syracuse, NY, USA, 2012, pp. 311-315, doi: 10.1109/ICUWB.2012.6340435..
- [5] D. Yang, H. Li, G. D. Peterson and A. Fathy, "Compressed sensing based UWB receiver: Hardware compressing and FPGA reconstruction," 2009 43rd Annual Conference on Information Sciences and Systems, Baltimore, MD, USA, 2009, pp. 198-201, doi: 10.1109/CISS.2009.5054716.
- [6] J. I. Jamp and L. E. Larson, "Hardware Considerations for Spectral Encoded UWB Transmitters," 2006 IEEE International Conference on Ultra-Wideband, Waltham, MA, USA, 2006, pp. 623-628, doi: 10.1109/ICU.2006.281620.
- [7] M. Drutarovsky and D. Kocur, "Optimization of fast hadamard deconvolution implementation for ARM CPU based M-sequence UWB radar sensor node," 2017 Progress in Electromagnetics Research Symposium - Fall (PIERS - FALL), Singapore, 2017, pp. 1288-1294, doi: 10.1109/PIERS-FALL.2017.8293330.

MODELLING OF A SINGLE-PHASE INDUCTION MOTOR WITH A MAGNETIC FREQUENCY CONVERTER

Ryszard GOLEMAN

Lublin University of Technology, Lublin

Introduction

Electric machines are the most common devices used in everyday life and the number of their types is increasing with the development of science, engineering and technology. The development of electrical machines over the next few years will be mainly related to the evolution of computer hardware, consumer appliances and public transport applications and systems (land, sea and air), micro-electromechanical systems, special applications such as nuclear technologies, weapons systems and others [1, 2, 6, 7]. The development of special machines with unconventional topologies is also foreseen, such as written pole motors, transverse flux motors (TFMs), hybrid, piezoelectric, resonant, oscillating, superconducting, rotary-linear, etc. In this group of unconventional machines is included a single-phase motor with a 50Hz/150Hz magnetic inverter. The magnetic circuit of the single-phase motor model and its components are shown in Figure 1.

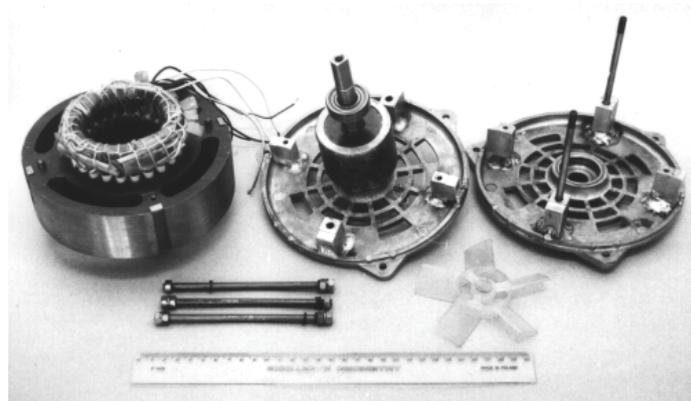


Fig. 1. Components of the model of a single-phase induction motor with magnetic frequency converter

A single-phase motor model in the PSpice application

The circuit model of the hybrid motor in the PSpice application convention is shown as two segments in Figures 2 and 3. It includes passive elements R, L, C, ABM functional elements and controlled voltage and current sources.

The frequency converter is represented by elements E1, E7, which are controllable voltage sources whose outputs include signals containing the dominant third harmonic. The nonlinearity of the magnetic core is described by the magnetising characteristic defined by the hyperbolic function $H = \alpha \sinh(\beta B)$, where $\alpha = 4.32191 \text{ A/m}$, $\beta = 4.57582 \text{ 1/T}$.

The resistance of the converter windings and their dissipation inductance are represented by elements L1, R1. The power loss in the converter magnetic core is represented by resistor R5, and in the internal part of the package by resistor R6. The d- and q-axis motor circuits are represented by the controlled voltage and current sources E2, E3 and H1, H2.

A capacitor is connected in a series with the winding in the q-axis, together with a switch to turn off the start-up phase. The drag torque representing the mechanical losses is modelled by a functional element and an appropriate mathematical formula.

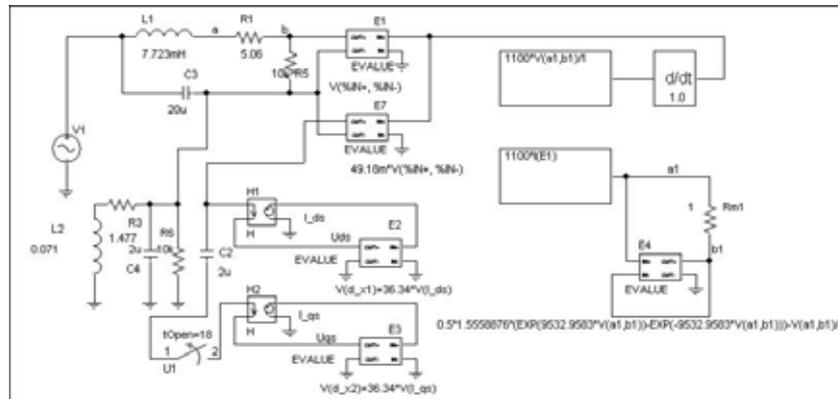


Fig. 2. Single-phase hybrid induction motor model in PSpice, segment 1

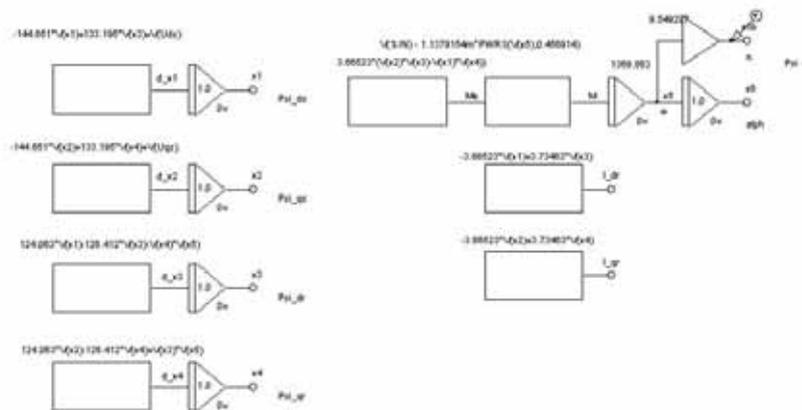


Fig. 3. Single-phase hybrid induction motor model in PSpice, segment 2

Summary

Special machines often take advantage of physical phenomena that are considered harmful, parasitic and incidental in medium- and high-power electrical machines [3, 4, 5, 8]. This class of machines can include high-speed induction motors, which are a combination of a classical motor and a magnetic frequency converter that uses the phenomenon of non-linearity in the magnetic circuit to generate a flux at an increased frequency.

References

- [1] Buticchi G. et al., Challenges of the optimization of a high-speed induction machine for naval applications, *Energies*, 12, 2431, 2019.
- [2] Gieras J. F., *Advancements in electric machines*, Springer, 2008.
- [3] Goleman R., Three phase induction motor integrated with a magnetic frequency changer, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, vol. 254-255, pp. 229-301, 2003.
- [4] Goleman R., Performance and characteristics of a hybrid induction motor with magnetic frequency changer, *Przełąd Elektrotechniczny*, vol. 96, nr 12, pp. 170-173, 2020.
- [5] Sakamoto Y., Ohkubo T., Ohta M., Natusaka M., Three-phase parametric induction motor excited by a single-phase power supply, *IEEE Trans. Magn.*, 37, No. 4, pp.2837-2839, 2001.
- [6] Sobczyński D., Review of solutions used in high-speed induction motor drives operating in household appliances, *Power Electronics and Drives*, Vol. 1(36), No. 1, 2016.
- [7] Soong W.L., Kliman G.B., Johnson R.N., White R.A., Miller J.E., Novel high-speed induction motor for a commercial centrifugal compressor, *IEEE Trans. on Industry Applications*, vol. 36, No. 3, pp. 706-713, 2000.
- [8] Yamada S., Takeuchi A., Sudani T., Bessho K., High-speed ac motor including the function of a magnetic frequency tripler”, *IEEE Trans. Magn.*, 22, No. 5, pp. 967-969, 1986.

POMIARY EMISJI PRZEWODZONEJ I PROMIENIOWANEJ WYBRANYCH STEROWNIKÓW PLC STOSOWANYCH W PRZEMYSŁE

Ryszard GOLEMAN^{1,2}, Mariusz HOLUK¹, Kamil BAŃKA¹, Kamil GAWKOWSKI¹

¹ Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie, Chełm

² Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Lublin

Streszczenie

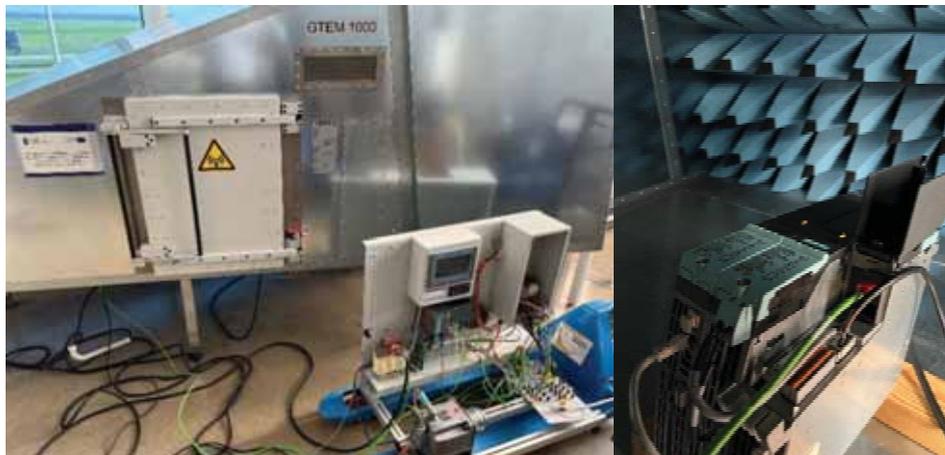
W artykule przedstawiono wyniki badania emisji elektromagnetycznej przewodzonej i promieniowanej wybranych sterowników PLC firmy Siemens, które odniesiono do Dyrektywy EMC i dopuszczalnych limitów w normach zharmonizowanych.

Przeprowadzone pomiary wykazały, że testowane sterowniki PLC spełniają wymagania związane z zagadnieniami EMC w zakresie emisji promieniowanej.

W pracy zaprezentowano wyniki pomiarów emisji elektromagnetycznych zaburzeń przewodzonych dla następujących elementów: sterownika Sinamics Control Unit CU320-2pn, oraz przekształtnika częstotliwości Single Motor Module z modułem Sinamics s120 Smart Line Module firmy Siemens w zakresie częstotliwości 30 MHz ÷ 1 GHz. Seria Sinamics S120 to rozwiązanie wysokowydajne narzędzie inżynierskie dla szerokiej gamy zastosowań przemysłowych, m.in. silniki, serwonapędy. Komponenty sterujące i mocy systemu napędowego są przeznaczone głównie do zastosowań komercyjnych i przemysłowych w sieciach zasilających.

Do pomiarów pola elektromagnetycznego emitowanego przez urządzenia elektryczne wykorzystano asymetryczną szerokopasmową komorę GTEM (ang. Gigahertz Transverse ElectroMagnetic Cell). Jej konstrukcja jest udoskonaleniem komory TEM, która ma lepsze parametry, zarówno w odniesieniu do wielkości przestrzeni badanej jak i zakresu częstotliwości.

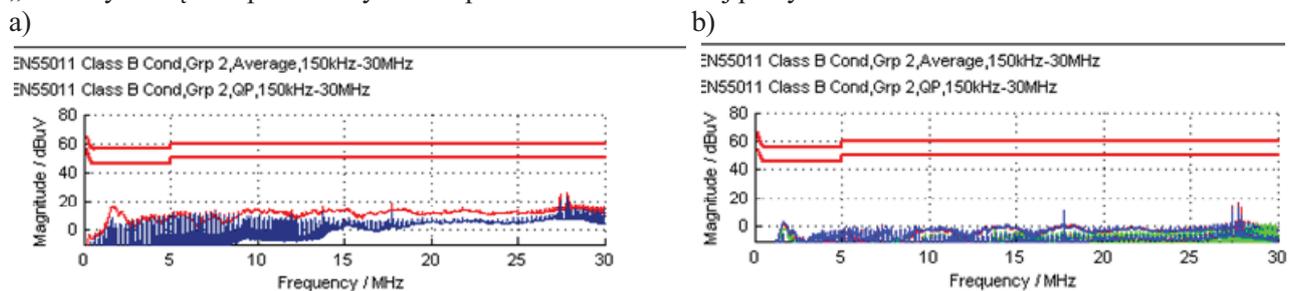
Stanowisko pomiarowe składa się z komory GTEM 1000 firmy TESEQ o wysokości uniesienia septum równej 1m, analizatora widma TDEMI 1G firmy Gauss Instruments oraz oprogramowania umożliwiającego automatyczne sterowanie analizatorem i gromadzenie danych z poszczególnych serii pomiarów (rys. 1).



Rys. 1. Stanowisko badawcze pozwalające na wykonanie testów odporności i emisji zakłóceń elektromagnetycznych znajdujące się w CSI PANS w Chełmie

Komora GTEM umożliwia przeprowadzenie pomiarów emisji promieniowanej zgodnie z IEC 55022 oraz testów odporności zgodnie z IEC 61000-4-20. Badania doświadczalne modułów – wykonano zgodnie z normą EN 55011:2016. Urządzenia poddane badaniom emisji zaburzeń przewodzonych to moduły: Sinamics Control Unit CU320-2pn, Sinamics s120 Smart Line Module, oraz Single Motor Module. Zakres napięć wejściowych zasilania wynosi od 110 V do 230 V. Badania emisji przewodzonej wykonano przy zasilaniu sieciowym 230 V, podczas pracy układu napędowego z maszyną synchroniczną, stanu kalibracji i podgrzewania oraz w trybie podłączenia urządzenia do zasilania (forma trybu czuwania). Zaburzenia mierzono jako napięcia zaburzeń niesymetrycznych między płaszczyzną ziemi odniesienia (uziemieniem) a każdym przewodem przyłącza. Zmierzone wartości w formie graficznych wykresów odniesiono do poziomów dopuszczalnych wynikających z norm.

Do badań wykorzystano odbiornik firmy Gauss Instruments TDEMI 1G Real Time TDEMI oraz komorę GTEM 1000. Testy badanych podzespołów zostały wykonane zgodnie z wytycznymi normy PN-EN55011, w pełnym zakresie częstotliwości od 30 MHz do 1 GHz, z wykorzystaniem detektora quasi-szczytowego i szerokości pasma 120 kHz. W pierwszej fazie badań przeprowadzono pomiar tła w celu porównania zakłóceń uzyskanych podczas „stand-by” urządzeń pomiarowych oraz podczas ich nominalnej pracy.



Rys. 2. Wyniki pomiarów zaburzeń promieniowanych dla przekształtnika częstotliwości firmy Siemens występujących w odległości: a) 3 m, b) 10 m

Emitowane poziomy zaburzeń przewodzonych przez moduły są niskie i nie przekraczają dopuszczalnych limitów zarówno dla środowiska przemysłowego jak i mieszkalnego. Przekształtnik częstotliwości oraz sterowniki nie emitują zaburzeń elektromagnetycznych, które mogłyby zakłócać pracę innych urządzeń elektrycznych i elektronicznych pracujących w danym środowisku. Uzyskane wartości emisji zaburzeń (w aspekcie kompatybilności elektromagnetycznej) są zatem potwierdzeniem spełnienia Dyrektywy EMC 2004/108/WE oznaczającym zgodność urządzenia z wymaganiami norm zharmonizowanych z tą dyrektywą. Z analizy wynika, że producent modułów: sterownika Sinamics Control Unit CU320-2pn, przekształtnika częstotliwości Single Motor Module z modułem Sinamics s120 Smart Line Module, dba o utrzymanie poziomów dopuszczalnej emisji. Komponenty są szeroko stosowane w przemyśle elektrotechnicznym charakteryzują się ciągłą pracą, co sprawia, że pracują w środowisku o długotrwałym narażeniu. Przeprowadzone badania potwierdzają, że produkty firmy Siemens charakteryzują się wysoką jakością oraz spełniają akceptowalne wymagania związane z kompatybilnością elektromagnetyczną.

Literatura

- [1] EN 55011:2016, Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement.
- [2] EN 55022:2010, Information technology equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement.
- [3] EN 61000-4-20:2011E, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-20. Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides.
- [4] Goleman R., Mazurek P., A., Holuk M., 3D printers – are they electromagnetically compatible?, *Przegląd Elektrotechniczny*, ISSN 0033-2097, R. 98 NR 12/2022, pp.246-249.
- [5] Mazurek P., Selected aspects of electrical equipment operation with respect to power quality and EMC, *Przegląd Elektrotechniczny*, 93 (2017), nr 1, 21-24.
- [6] 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.
- [7] Pałczyńska B., Zastosowanie komory GTEM do pomiaru emisji promieniowanej przenośnych baterii akumulatorowych, *Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*, Nr 57/2017, 85-88.

KRATY DYSTRYBUTYWNE W PROBLEMACH ANALIZY SYSTEMÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH

Andrey GRISHKEVICH

Uniwersytet WSB Merito Chorzów

Wstęp

Wprowadzenie operacji algebraicznych na przekrojach jest podstawą do traktowania zbiorów minimalnych st -przekrojów w grafie jako krat dystrybutywnych. To z kolei umożliwia nadanie niektórym zestawom przekrojów (w szczególności zbiorom przekrojów minimalnych) częściowego porządku i uzyskanie wizualnej reprezentacji geometrycznej takich zestawów przekrojów w postaci diagramu [1]. Teoria reprezentacji (skończonych rozkładów) krat dystrybutywnych [2] umożliwia wyodrębnienie nierozkładalnych (nieredukowalnych) przekrojów w kracie dystrybutywnej przekrojów i uzyskanie reprezentacji pewnego zbioru przekrojów tylko przez podzbiór przekrojów nierozkładalnych. T.j. aby przeliczyć jakiś zbiór przekrojów, wystarczy znać skład i porządek częściowy w podzbiornie przekrojów nierozkładalnych.

Krata dystrybutywna minimalnych przekrojów grafu

Niech $(G=(V,U), c, s, t)$ – sieć, gdzie G jest spójnym grafem skierowanym bez pętli i krawędzi wielokrotnych, V jest zbiorem wierzchołków grafu G , U jest zbiorem skierowanych krawędzi grafu G , $u = (i, j) \in U$ jest zorientowaną krawędzią prowadzącą od wierzchołka $i \in V$ do wierzchołka $j \in V$, $c : U \rightarrow \mathfrak{R}^+$ – nieujemna funkcja przepustowości (wagi), $s, t \in V$.

Mając dwa rozłączne podzbiory A i B zbioru V oznaczamy przez $(A,B) = \{(i,j) : (i,j) \in U; A,B \subseteq V, i \in A, j \in B\}$ zbiór wszystkich krawędzi w U z ogonem w A i głową w B . Przekrój oddzielający $s \in V$ od $t \in V$ [3] to dowolny zbiór krawędzi $r = (R, V \setminus R) \subseteq U$, gdzie $s \in R$ i $t \in V \setminus R$ ($V \setminus R$ jest dopełnieniem R w V). Zbiór wszystkich przekrojów grafu G oznaczamy $S_{s,t} = \{r : r = (R, V \setminus R) \subseteq U, s \in R, t \in V \setminus R\}$.

Waga (przepustowość) przekroju r to suma wag (przepustowości) $c(r) = \sum_{u \in r} c(u)$ krawędzi w r . Funkcja $c : 2^{\mathcal{V} \setminus \{s,t\}} \rightarrow \mathfrak{R}^+$ jest funkcją submodularną [4] zbioru $R \subseteq \mathcal{V} \setminus \{s,t\}$, tj. $c(X \cup Y) + c(X \cap Y) \leq c(X) + c(Y)$, $X, Y \subseteq \mathcal{V} \setminus \{s,t\}$. W zbiorze przekrojów $S_{s,t}$ grafu G można wyróżnić podzbiór przekrojów o minimalnej wadze (przepustowości) $M_{c,s,t} = \{m : m = \underset{r \in S_{s,t}}{\operatorname{argmin}} c(r)\}$.

Zdefiniujemy operacje binarne \vee, \wedge w zbiorze $M_{c,s,t}$. Niech $m_3 = m_1 \vee m_2$, $m_4 = m_1 \wedge m_2$, gdzie $M_3 = M_1 \cup M_2$, $M_4 = M_1 \cap M_2$. Można pokazać, że zbiór przekrojów minimalnych z wprowadzonymi do niego operacjami \vee, \wedge jest kratą dystrybutywną $\langle M_{c,s,t}; \vee, \wedge \rangle$.

Reprezentacja przekrojów w kracie dystrybutywnej

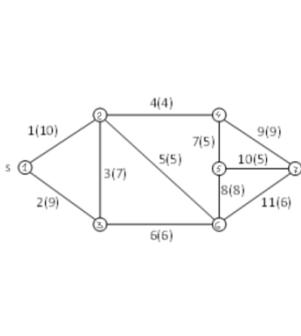
Przekrój minimalny $p \in M$ nazywa się \vee -nierozkładalnym (\wedge -nierozkładalnym) [2], jeśli dla wszystkich m_1, m_2 z wyrażenia $p = m_1 \vee m_2$ ($p = m_1 \wedge m_2$) wynika $p = m_1$ lub $p = m_2$. Przez P_\vee (P_\wedge) będziemy oznaczać zbiór nierozkładalnych przekrojów kraty $\langle M; \vee, \wedge \rangle$ ($P_\vee, P_\wedge \subseteq M$).

Jest oczywiste, że P_\vee jest zbiorem częściowo uporządkowanym jako podzbiór częściowo uporządkowanego zbioru M . Zbiór antyłańcuchów częściowo uporządkowanego zbioru P_\vee będziemy nazywać $A(P_\vee)$. Zbiór

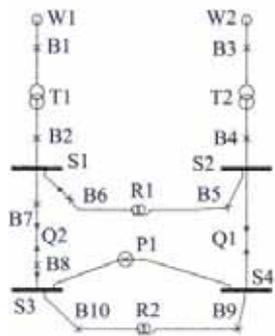
minimalnych przekrojów wzajemnie jednoznacznie odpowiada zbiorowi antylańcuchów częściowo uporządkowanego zbioru nierozkładalnych minimalnych przekrojów. Na podstawie tej zgodności zbiór minimalnych przekrojów grafu w kracie dystrybucyjnej minimalnych przekrojów można opisać analitycznie jako $M = \bigcup_{L \in A(P_\vee)} (\bigvee_{a \in L} a)$.

Przykłady

1. Dla grafu (rys. 1) zbiór przekrojów $S = \{C_i : c(C_i) < 30\} = \{C_i = (R_i, V \setminus R_i) : i = 1, 2, \dots, 9\}$ [5], gdzie $C_1 = \{6, 5, 4\}$, $R_1 = \{1, 2, 3\}$, $c(C_1) = 15$, $C_2 = \{8, 11, 4\}$, $R_2 = \{1, 2, 3, 6\}$, $c(C_2) = 18$, $C_3 = \{1, 2\}$, $R_3 = \{1\}$, $c(C_3) = 19$, $C_4 = \{10, 11, 9\}$, $R_4 = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$, $c(C_4) = 20$, $C_5 = \{4, 7, 10, 11\}$, $R_5 = \{1, 2, 3, 5, 6\}$, $c(C_5) = 20$, $C_6 = \{6, 3, 1\}$, $R_6 = \{1, 3\}$, $c(C_6) = 23$, $C_7 = \{4, 5, 3, 2\}$, $R_7 = \{1, 2\}$, $c(C_7) = 25$, $C_8 = \{5, 7, 6, 9\}$, $R_8 = \{1, 2, 3, 4\}$, $c(C_8) = 25$, $C_9 = \{7, 11, 8, 9\}$, $R_9 = \{1, 2, 3, 4, 6\}$, $c(C_9) = 28$. Znajomość tych przekrojów: 1) można użyć do obliczenia różnych charakterystyk niezawodnościowych sieci przepływowych; 2) ułatwia, a nawet umożliwia zarządzanie i utrzymanie sieci teleinformatyczne, energetyczne, ... [5]. Pierścień zbiorów $\{R_i : i = 1, 2, \dots, 9\}$ jest kratą dystrybucyjną [6]. Na podstawie przekrojów C_2, C_5, C_6, C_7, C_8 można otrzymać przekroje C_1, C_3, C_4, C_9 : $R_1 = R_6 \cup R_7$, $C_1 = C_6 \vee C_7$, $R_3 = R_6 \cap R_7$, $C_3 = C_6 \wedge C_7$, $R_4 = R_5 \cup R_8$, $C_4 = C_5 \vee C_8$, $R_9 = R_2 \cup R_8$, $C_9 = C_2 \vee C_8$.



Rys. 1. Graf [5], krawędź (przepustowość)



Rys. 2. Graf [7], fragment schematu systemu elektroenergetycznego

					W1>	15	52	51	50	22
					B1>	16	59	56	53	23
					T1>	17	60	57	54	24
					B2>	18	61	58	55	25
S1>	30	9	8	7	11	2	6	5	4	3
B7>	40	39	38	35	47	12	28	27	26	19
Q2>	43	42	41	36	48	13	31	30	29	20
B8>	46	45	44	37	49	14	34	33	32	21
	B10<	R2<	B9<	S4<	Q1<	S2<	B4<	T2<	B3<	W2

Rys. 3. Diagram kraty przekrojów dwuelementowych

	W1>	76	75	74	62	110
	B1>	89	86	83	65	113
	T1>	90	87	84	66	114
B5>	B2	91	88	85	67	115
		B10<	R2<	B9<	S4<	Q1
	W1>	78	78	77	63	111
	B1>	98	95	92	68	116
	T1>	99	96	93	69	117
R1>	B2	100	97	94	70	118
		B10<	R2<	B9<	S4<	Q1
	W1>	82	81	80	54	112
	B1>	107	104	101	71	119
	T1>	108	105	102	72	120
B6	B2	109	106	103	73	121
		B10<	R2<	B9<	S4<	Q1

Rys. 4. Diagram kraty przekrojów trzelementowych

2. Dla grafu (rys. 2) zbiór przekrojów jednoelementowych zawiera 1 przekrój $\{1:S3\}$, dwuelementowych – 60 przekrojów $\{2, 3, 4, \dots, 60\}$, trzelementowych – 40 przekrojów $\{61, 62, 63, \dots, 121\}$ (numeracja przekrojów podana jest wg [7]). Kraty dystrybucyjne wygodnie jest przedstawić (rys. 3,4) jako kraty iloczynu łańcuchowego (kodowanie kraty) [2,8].

Na rys. 3: $44:B9, B8 \vee 40:B10, B7 = (\max\{B9, B10\}, \max\{B8, B7\}) = 38:B9, B7$ (przekrój 38, składający się z elementów B9, B7). Na rys. 4: $103:B9, B2, B6 \vee 107:B10, B1, B6 \vee 100:B10, B2, R1 = (\max\{B9, B10, B10\}, \max\{B2, B1, B2\}, \max\{B6, B6, R1\}) = 92:B9, B1, R1$.

Wnioski

Wizualne przedstawienie i sprawne efektywne przeliczenie zbioru przekrojów sieci elektrycznej wymaga uwzględnienia właściwości kraty dystrybucyjnej.

Literatura

[1] Gratzner G., General lattice theory, Akademie-Verlag Berlin, 1978
 [2] Aigner M., Combinatorial theory, Springer-Verlag, 1979
 [3] Hu T., Integer programming and Network Flows, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1969
 [4] Lovász L., Plummer M. D., Matching theory, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1986
 [5] Malinowski J., A fast method for enumerating all minimal d-cut-sets in a flow network, Safety and Reliability of Systems and Processes, Summer Safety and Reliability Seminar, Gdynia Maritime University, 2020, s.183-198
 [6] Birkhoff G., Lattice theory, American Mathematical Society, Providence, RI, 1948
 [7] Electrical Systems and Equipment (Third Edition), Modern Power Station Practice, Incorporating Modern Power System Practice, British Electricity International, Pergamon Press, 1992
 [8] Ore O., Theory of graphs, American Mathematical Society, Providence, RI 1962

ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE UKŁADU SYNCHRONIZACJI KOMPONENTÓW SYSTEMU WIZYJNEGO SŁUŻĄCEGO DO REIDENTYFIKACJI OSÓB NA PODSTAWIE CHODU

Jacek GUMIELA¹, Dariusz SZTAFROWSKI²

¹ New Security Systems sp. z o.o., Warszawa

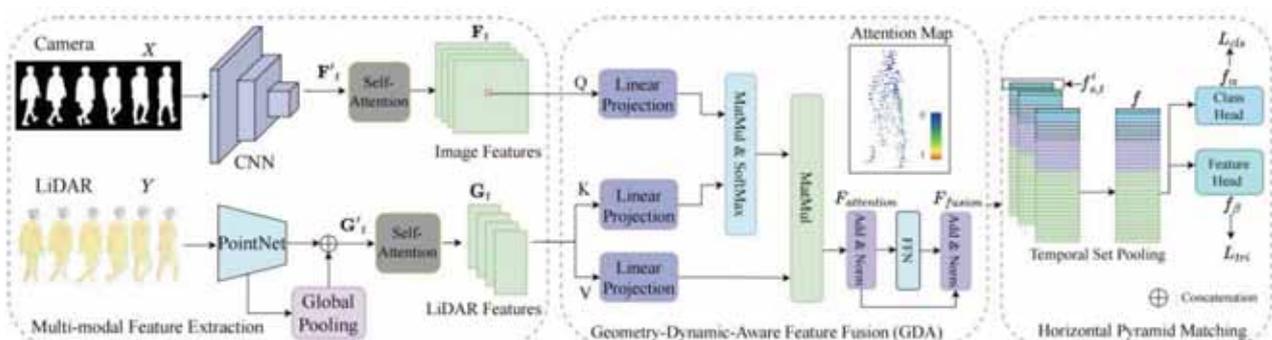
² Politechnika Wrocławska, Wrocław

Streszczenie

Współczesne systemy wizyjne przeznaczone do reidentyfikacji ludzi na podstawie określonych cech biometrycznych składają się z wielu komponentów. W przypadku tak dużej złożoności systemu pojawia się konieczność odpowiedniej synchronizacji wszystkich jego elementów. Podczas rejestracji wejściowego materiału wideo przeznaczonego do dalszej obróbki, komponenty systemu wizyjnego pracują cyklicznie z określoną częstotliwością rejestracji liczby klatek na sekundę. Parametry charakterystyczne, związane z budową wewnętrzną podzespołów takich jak kamery lub projektory odpowiadają za powstawanie niewielkich opóźnień (tzw. jitters) pomiędzy pojawieniem się impulsów wyzwalających, a rzeczywistym zadziałaniem urządzenia. W związku z powyższym konieczna staje się precyzyjna synchronizacja w/w komponentów uwzględniająca te indywidualne cechy aby możliwe było uruchomienie całego systemu rejestrującego materiał wideo w sposób niezawodny. Niniejszy artykuł opisuje koncepcję budowy układu synchronizacji opartego o mikrokontroler typu ESP8266 oraz zegar czasu rzeczywistego DS3231.

Wstęp

Wizyjne systemy reidentyfikacji ludności wraz z rozwojem technologii optoelektronicznych oraz algorytmów głębokiego uczenia maszynowego przeżywają obecnie dynamiczny rozwój. Aktualnie budowane systemy wizyjne składają się przeważnie z projektorów światła strukturalnego wyświetlających na scenie określony wzór-pattern, kamer kolorowych RGB, kamer monochromatycznych, kamer podczerwieni IR [1] oraz lidarów, czyli optoelektronicznych elementów pozwalających na określenie odległości badanego obiektu na podstawie analizy odbitej wiązki lasera. Na rysunku 1 w sposób ogólny przedstawiono schemat systemu reidentyfikacji uwzględniający materiał wejściowy rejestrowany za pomocą kamer oraz lidarów. Działanie poszczególnych komponentów musi podlegać ścisłej synchronizacji ze względu na jakość materiału wejściowego, który następnie jest obrabiany cyfrowo m.in. przez sztuczne sieci neuronowe [2, 3, 4] w celu treningu, a następnie uzyskania efektu rozpoznawania określonych cech badanych obiektów.



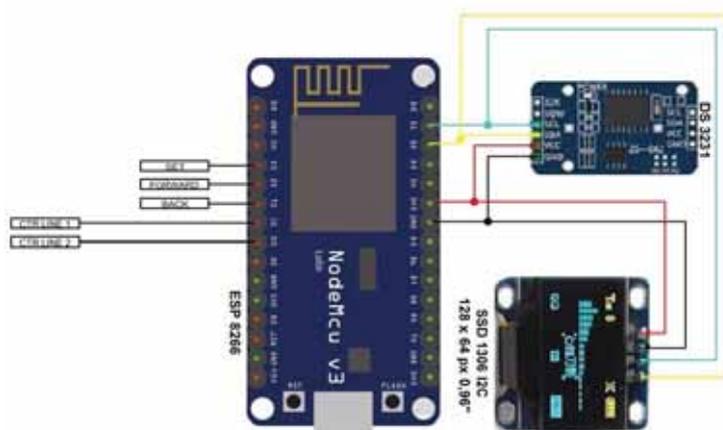
Rys. 1. Schemat przebiegu reidentyfikacji ludzi na podstawie chodu przy zastosowaniu przykładowego systemu wizyjnego [2]

Zjawiskiem utrudniającym synchronizację działania systemu jest przede wszystkim występowanie opóźnień własnych każdego z komponentów charakterystycznego dla każdego z nich. W kartach katalogowych opóźnienia są określane jako minimalny oraz maksymalny czas odpowiedzi, rozumiany jako wysłanie na wyjście kamery pełnej zarejestrowanej klatki obrazu następujące po pojawieniu się na jej wejściu sterującym TRIGGER impulsu wyzwalającego. Ze względu na złożoność systemu i występowanie w nim wielu elementów o znacznie różniących się od siebie czasach zadziałania, konieczne staje się opracowanie systemu opartego o zegar czasu rzeczywistego, pozwalającego na cykliczne wyzwalanie poszczególnych komponentów i uwzględniającego te indywidualne opóźnienia. Funkcję tę z powodzeniem może pełnić układ synchronizujący oparty o mikrokontroler typu ESP 8266 wyposażony dodatkowo w zegar czasu rzeczywistego DS3231 o stabilności 2 ppm.

Opis układu synchronizacji systemu wizyjnego

Ze względu na popularność mikrokontrolerów serii ESP 8266 do budowy układu synchronizacji zdecydowano się zastosować jedną z jego odmian wyposażoną w kompleksowy układ wejścia wyjścia oraz wbudowany programator dostępny na płycie developerskiej Node MCU-12.

Układ wyposażono również w wysokoprecyzyjny zegar czasu rzeczywistego DS3231, dzięki któremu sterownik jest w stanie generować wszystkie niezbędne przebiegi czasowe wyzwalające określone urządzenia (lub całe grupy urządzeń). W celu umożliwienia prowadzenia przyjaznej komunikacji z użytkownikiem, układ wyposażony został również w niewielki wyświetlacz OLED typu SSD1306 oraz trzy astabilne przyciski funkcyjne. Schemat układu synchronizacji przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat układu synchronizacji systemu wizyjnego zbudowanego na bazie mikrokontrolera ESP8266, zegara czasu rzeczywistego DS3231 oraz wyświetlacza SD1306

Na liniach oznaczonych jako: CTRL LINE1 oraz CTRL LINE 2 pojawiają się sygnały prostokątne pozwalające na cykliczne wyzwalanie komponentów systemu podłączonych do tych linii z zaprogramowaną częstotliwością rejestracji materiału video oraz zaprogramowanymi przesunięciami fazowymi w/w przebiegów umożliwiającymi ograniczenie niekorzystnego wpływu opóźnień własnych (jitters) zastosowanych komponentów wchodzących w skład systemu reidentyfikacji osób.

Podsumowanie

Indywidualne parametry każdego z komponentów wchodzących w skład systemów wizyjnych, takich jak: projektory światła strukturalnego, kamery, lidary etc..., charakterystyczne dla każdego z modeli, powodują trudności podczas implementacji kompletnego systemu w nowych warunkach. Ponieważ poszczególne opóźnienia dla każdego z komponentów są stałe, to celowe jest opracowanie indywidualnego harmonogramu pozwalającego na cykliczną pracę przy uwzględnieniu opóźnień własnych. Dzięki zastosowaniu specjalnie w tym celu opracowanego układu synchronizacji opartego o niewielki mikrokontroler typu ESP 8266 oraz wysokostabilny zegar czasu rzeczywistego DS3231 możliwe jest sterowanie w sposób niezawodny całym

nawet najbardziej złożonym systemem rejestracji sekwencji video, jak również elastyczne dopasowanie go do nowych odmiennych warunków pracy.

Literatura

- [1] Dat Tien Nguyen, Hyung Gil Hong, Ki Wan Kim, Kang Ryoung Park; Person Recognition System Based on a Combination of Body Images from Visible Light and Thermal Cameras; Dongguk University, Seoul, Korea, Sensors No 17; 2017
- [2] Xiao Han, Peishan Cong, Lan Xu, Jingya Wang, Jingyi Yu, Yuexin Ma, LiCamGait: Gait Recognition in the Wild by Using LiDAR and Camera Multi-modal Visual Sensors, hanxiao2022,mayuexin, ShanghaiTech University, 2022
- [3] Chendao Jiao; Recognition of Human Body Feature Changes in Sports Health Based on Deep Learning; Hindawi Computational and Mathematical Methods in Medicine Article ID 1736350; Harbin Normal University; Heilongjiang; China; 2022
- [4] Mateusz Majewski, Dariusz Pałka; System graficznego rozpoznawania obiektów ruchomych; Zeszyty Naukowe Warszawskiej Wyższej Szkoły Informatyki No 21, Vol. 13; 2019

ANALIZA PRACY DŁAWIKA Z RDZENIEM KUBKOWYM W PRZEKSZTAŁTNIKU ENERGOELEKTRONICZNYM

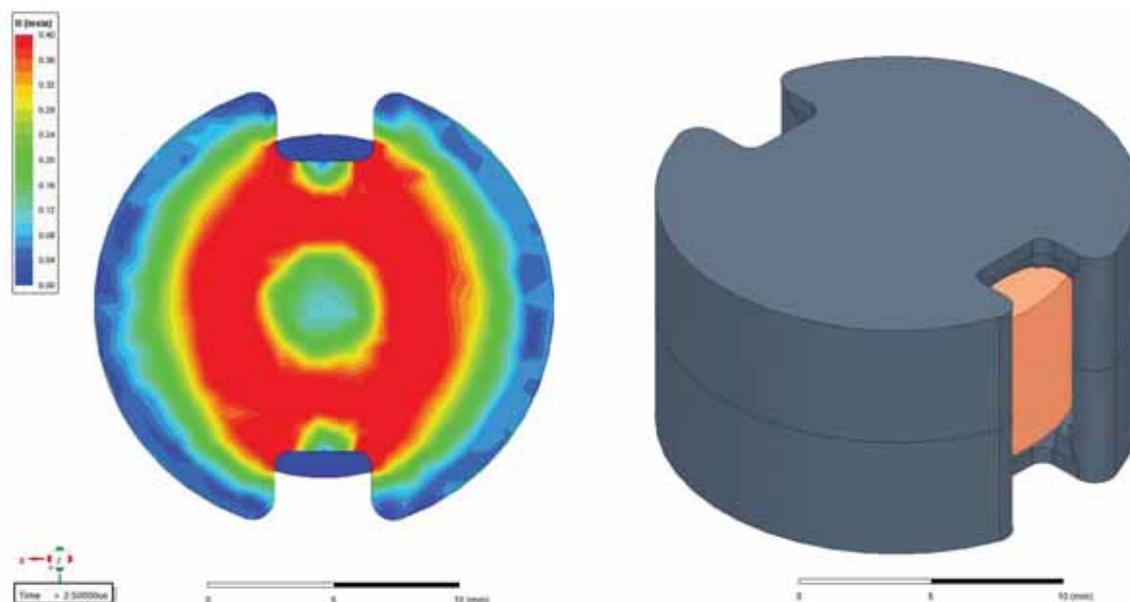
Damian GZIEŁ, Andrzej JĄDERKO

Politechnika Częstochowska, Częstochowa

Abstract: This paper presents the analysis of the operation of a pot core inductor in a power electronic converter. In particular, the issue of pot core inductor losses was discussed. The influence of the pot core inductors construction type on the magnetic field distribution in the ANSYS Maxwell program was compared. Selected cores were constructed and measured in the operating conditions of the DC-DC power electronic converter. The modern Hioki PW-8001 power analyzer was used for the measurement. The obtained results were compared with the results of analytical calculations.

Wprowadzenie

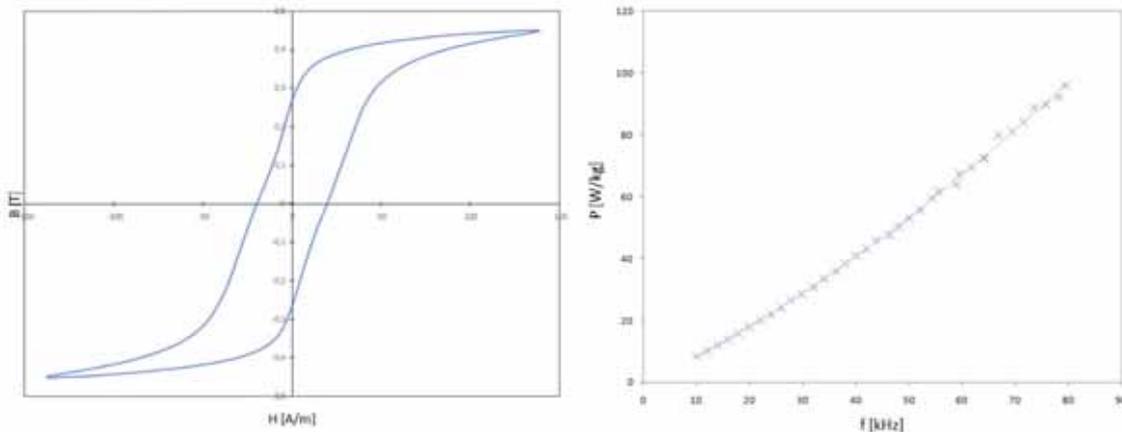
Nieodzownymi elementami przekształtników energoelektronicznych są elementy magnetyczne najczęściej posiadające rdzeń z materiału ferromagnetycznego. Ze względu na różnorodne właściwości materiałów, z jakich wykonane są rdzenie, można rozważać różnorodne typy dławików lub transformatorów dedykowanych do odmiennych zastosowań w układach przekształcania energii. W niniejszej pracy dokonano analizy pracy dławika zbudowanego z wykorzystaniem rdzenia kubkowego (z ang. *pot core*). Do zastosowań w przekształtnikach energoelektronicznych spotykane są rozwiązania rdzeni kubkowych opartych o materiał magnetyczny jakim jest ferryt oraz materiały proszkowe (np. sproszkowane żelazo). Na rysunku 1 przedstawiono rozkład indukcji w rdzeniu oraz konstrukcję dławika z rdzeniem kubkowym w oprogramowaniu dedykowanym symulacjom elektromagnetycznym ANSYS Maxwell.



Rys. 1. Wynik symulacji przeprowadzonej w programie ANSYS Maxwell dławika kubkowego (P 26x16 – seria B65651W) z wykorzystaniem materiału ferrytowego N87 pracującego przy sinusoidalnym wymuszeniu prądowym o częstotliwości 40 kHz (widok z góry wraz z rozkładem indukcji w rdzeniu oraz rzut przedstawiający samą konstrukcję dławika)

Modelowanie rdzeni kubkowych

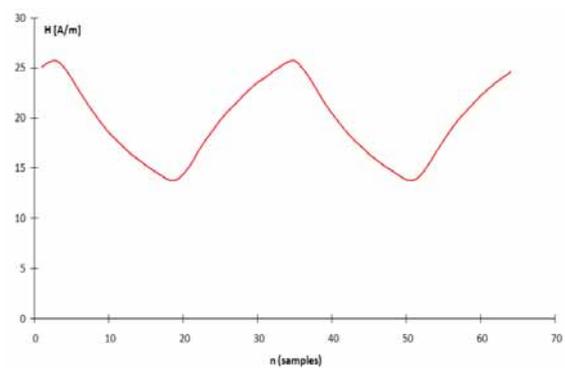
Analizowany w pracy kubkowy typ rdzenia posiada korzystne właściwości wynikające z jego geometrii. Jego zastosowanie pozwala na znaczącą redukcję pola magnetycznego wyciekającego poza obręb rdzenia w stosunku do rdzeni walcowych, czy też szpulkowych, co jednak jest okupione trudniejszymi warunkami odprowadzania ciepła z uzwojenia znajdującego się wewnątrz [1]. W pracy dokonano analizy symulacyjnej na potrzeby określenia rozkładu pola elektromagnetycznego wynikającego z konstrukcji dławika (zarówno bez, jak i ze szczeliną powietrzną). Na potrzeby poprawnego odwzorowania modeli symulacyjnych wykorzystano zmierzone z wykorzystaniem aparatury Brockhaus MPG-200 charakterystyki $B = f(H)$ dla wybranych materiałów magnetycznych (sinusoidalny lub trójkątny kształt indukcji w rdzeniu).



Rys. 2. Zmierzona charakterystyka magnesowania rdzenia $B = f(H)$ ferrytu N87 ($f = 52$ kHz, $B_m = 0,45$ T) oraz uzyskany wykres stratności rdzenia w funkcji częstotliwości indukcji dla przebiegów sinusoidalnych

Weryfikacja eksperymentalna

W oparciu o wybrane rdzenie kubkowe skonstruowano dławiki, które poddano pomiarom podczas pracy w przekształtniku DC-DC zapewniającym uzyskanie przebiegu prądu płynącego przez dławik zawierającego składową stałą. Pomiarów w warunkach pracy rdzenia charakterystycznych dla przekształtnika napięcia dokonano z wykorzystaniem analizatora mocy Hioki PW-8001. Uzyskane rezultaty poddano analizie ze szczególnym uwzględnieniem strat mocy oraz porównano z wynikami obliczeń analitycznych, których metodyka szczegółowo przedstawiona jest między innymi w opracowaniach [1], [3, 4]. Badania pozwoliły doświadczalnie zweryfikować przydatność rdzeni kubkowych w układach energoelektronicznych wymuszających w rdzeniu dławika składową stałą pola magnetycznego.



Rys. 3. Przykładowy przebieg pola magnetycznego rdzenia ferrytowego przy zbliżonym do prostokątnego kształcie przebiegu napięcia wymuszającego (wyniki uzyskane za pomocą aparatury Brockhaus MPG-200)

Literatura

- [1] Kazimierzczuk M., High-Frequency Magnetic Components, Wiley, 2013
- [2] Lotfi A., Rahimpour E., Optimum design of core blocks and analyzing the fringing effect in shunt reactors with distributed gapped-core, Electric Power Systems Research, Vol. 101, pp. 63-70, 2013
- [3] Kondrath N., Kazimierzczuk M., Inductor winding loss owing to skin and proximity effects including harmonics in non-isolated pulse-width modulated dc-dc converters operating in continuous conduction mode, IET Power Electronics, Vol. 3, No. 6, pp. 989-1000, 2010
- [4] Rumatowski K., Straty mocy w uzwojeniach transformatorów zasilaczy impulsowych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2002

INVESTIGATING THE IMPACT OF UV-C DOSAGE ON MECHANICAL CHARACTERISTICS OF VARIED POTATO CULTIVARS

Addis Lemessa JEMBERE, Tomasz JAKUBOWSKI

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja, Kraków

Introduction

Potato is one of the most widely consumed and economically important crops globally. However, its susceptibility to spoilage by bacterial and fungal pathogens remains a significant challenge for the potato industry. The use of UV-C surface treatment has been gaining increasing interest as a non-chemical alternative for reducing microbial load and extending the shelf life of postharvest products [1-6]. UV-C irradiation targets the surface of the potato tuber, and the efficacy of this treatment can be affected by factors such as the variety of potatoes, the intensity of the UV-C dose, and the duration of the exposure. Factors such as product surface characteristics, UV fluence, method of irradiation delivery, and type and location of organisms were also found to play a significant role [7-8]. Potato variety is responsible for the penetrability, and absorbability of light during exposure at a given dose. For this reason, the optimal UV-C dose required to achieve maximum efficacy may vary between different potato varieties, as the thickness and composition of the potato skin can influence the penetration of the UV-C radiation.

Mechanical properties such as firmness, toughness, and elasticity are crucial factors that influence the handling, processing, and storage of potato tubers. A limited number of previous studies have shown that UV-C dose surface treatment can affect the mechanical properties of some fresh produce, including apples, strawberries, and Faba beans [9]. However, the effect of UV-C dose surface treatment on the mechanical properties of different varieties of potato tuber is not well documented. In a study by Jakubowski, T. (2019), the effect of UV-C exposure time and distance from the light on the tuber deformation of three potato varieties (Vineta, Lord, and Owacja varieties) was evaluated. The authors found that shape deformation of different varieties of potato tuber. Similarly, a study investigated the effect of UV-C dose on the weight loss properties of two different potato varieties (Agata' and 'Monalisa) resulting in increased weight loss in both varieties. Overall, the available literature suggests that the effect of UV-C dose surface treatment on the mechanical properties of potato tubers may vary depending on the potato variety and the UV-C dose used.

Purpose of the research

In this research, we aim to investigate the effect of UV-C dose surface treatment on the mechanical properties of different varieties of potato tuber. Three representative varieties of potato tuber were selected for this study. The purpose of the research work is to understand the mechanical changes that occur in different varieties of potato tuber as a result of UV-C treatment, processors can better tailor their processing methods to the specific properties of the potatoes they are working with. Furthermore, different potato varieties may have different responses to UV-C treatment, and understanding these differences can inform potato growers and processors about the best varieties to use for UV-C treatment. By optimizing the UV-C treatment for specific potato varieties, growers and processors can potentially improve the efficiency and effectiveness of this technology for reducing microbial contamination and extending the shelf life of potatoes.

Methodology

Three potato varieties were selected for the study namely Innovator, Victoria, and Frezjer. This was followed by the preparation of semi-finished potato strips through subsequent preparation steps including washing, peeling, and cutting in known dimensions required for the experiment.

The second phase of the experiment is irradiation where a varied UV-C dose is irradiated on the semi-finished products extracted from different varieties. The irradiation setup and procedures were adopted from the method

proposed by (Jakubowski, 2019) in a cubic chamber equipped with a high Aluminum reflector [14]. A UV-C dose ranging from 0.75-3 kJ/cm² was irradiated on the semi-finished potato samples. Following the exposure, the samples were kept in water soaking for three days before mechanical testing.

The third phase of the experiment involved the mechanical testing of exposed and controlled semi-finished samples. The universal testing machine MTS insight 2 was used for the determination of rupture force under compression, bending force and cutting force of the UV-C exposed samples and control samples as per ASTM D695-15. Weight loss was also determined before and after exposure. The results were statistically analyzed by analysis of variance (ANOVA).

Reference

1. Soares, I.G.; Silva, E.B.; Amaral, A.J.; Machado, E.C.; Silva, J.M. Physico-chemical and sensory evaluation of potato (*Solanum tuberosum* L.) after irradiation. *An. Acad. Bras. Ciências* 2016, 88, 941–950.
2. Nawara, P.; Gliniak, M.; Popardowski, E.; Szczuka, M.; Trzyniec, K. Control system of a prototype measurement system for the identification of ultra-low photonic emission of organic materials. In *Proceedings of the 2018 Progress in Applied Electrical Engineering*, Koscielisko, Poland, 18–22 June 2018.
3. Jakubowski, T. Transfer of microwave irradiation effects of seed potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to the plants of next generations. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2015, 21, 1185–1193.
4. Kielbasa, P.; Drozd, T.; Nawara, P.; Drozd, M.; Trzyniec, K. Assessment of the potential of using photon emission to identify selected qualitative features of organic matter. In *Proceedings of the 2018 Applications of Electromagnetics in Modern Techniques and Medicine*, Raławice, Poland, 9–12 September 2018; pp. 117–120.
5. Jakubowski, T. The influence of selected physical methods on the content of starch and simple sugars in stored potato tubers. In *Proceedings of the 2019 Applications of Electromagnetics in Modern Engineering and Medicine*, Janów Podlaski, Poland, 9–12 June 2019; pp. 63–66.
6. Jakubowski, T. The reaction of garden cress (*Lepidium sativum* L.) to microwave radiation. In *Proceedings of the 2018 Applications of Electromagnetics in Modern Techniques and Medicine*, Raławice, Poland, 9–12 September 2018; pp. 81–84.
7. Lemessa, A.; Popardowski, E.; Hebda, T.; Jakubowski, T. The Effect of UV-C Irradiation on the Mechanical and Physiological Properties of Potato Tuber and Different Products. *Appl. Sci.* 2022, 12, 5907.
8. Yemmireddy V, Adhikari A, Moreira J. Effect of ultraviolet light treatment on microbiological safety and quality of fresh produce: An overview. *Front Nutr.* 2022 Jul 22;9:871243. doi: 10.3389/fnut.2022.871243. PMID: 35942168; PMCID: PMC9356256.
9. Araque, L.C.O.; Ortiz, C.M.; Darré, M.; Rodoni, L.M.; Civello, P.M.; Vicente, A.R. Role of UV-C irradiation scheme on cell wall disassembly and surface mechanical properties in strawberry fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 2019, 150, 122–128.

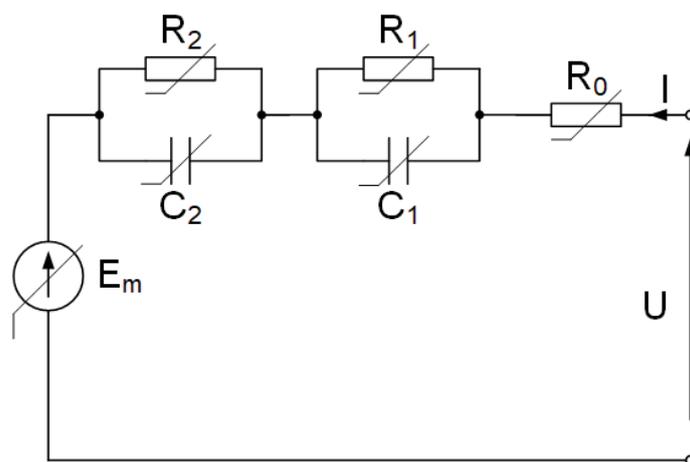
IDENTYFIKACJA PARAMETRÓW SCHEMATU ZASTĘPCZEGO OGNIW LITOWO-JONOWYCH

Wiktoria KACZMAREK, Leszek KASPRZYK

Politechnika Poznańska, Poznań

Wstęp

W ostatnich latach zauważyć można dynamiczny wzrost liczby urządzeń elektrycznych, które do zasilania wykorzystują wtórne ogniwa elektrochemiczne [1-3]. Związane jest to w dużej mierze z rozwojem technologii ogniw, a w szczególności ogniw należących do grupy litowo-jonowych. Wyróżniają się one coraz większą gęstością mocy i energii [2]. Zwiększona ilość energii zgromadzona w jednostce masy lub objętości wiąże się również ze zwiększonym ryzykiem jej uwolnienia. Konsekwencją tego są gwałtowne i niebezpieczne pożary w przypadku zwarć, uszkodzeń lub niewłaściwej eksploatacji ogniw, które – mimo wielu starań ich producentów – nie są jednakowe (nie charakteryzują się identyczną pojemnością ani rezystancją) [1-3]. Dlatego podczas pracy w pakiecie (baterii ogniw) nawet przy szeregowym połączeniu, parametry ich pracy nie są jednakowe. Dotyczy to zarówno napięcia, jak i temperatury. W praktyce rozwiązaniem problemu dewiacji napięć i temperatur są systemy nadzorujące pracę baterii BMS (z ang. Battery Management System). Kontrolują one napięcia i temperaturę ogniw, nie dopuszczając do przekroczenia wartości zalecanych przez producenta. Nie bez znaczenie jest także poprawne projektowanie układów zasilania. Podczas projektowania układów zasilających, które wykorzystują ogniwa, należy dokonać analizy ich pracy i na tej podstawie dobrać ich liczbę oraz parametry. Do analizy pracy ogniw elektrochemicznych w układach elektrycznych wykorzystuje się najczęściej schematy zastępcze (przykład przedstawiono na rys. 1). W literaturze znaleźć można wiele różnych schematów ekwiwalentnych [1], jednak identyfikacja wartości ich elementów nie jest zadaniem prostym z uwagi na silne nieliniowości tych układów, związane ze złożonością procesów elektrochemicznych.



Rys. 1. Model ekwiwalentny 2 rzędu (z 2 blokami RC) [1]

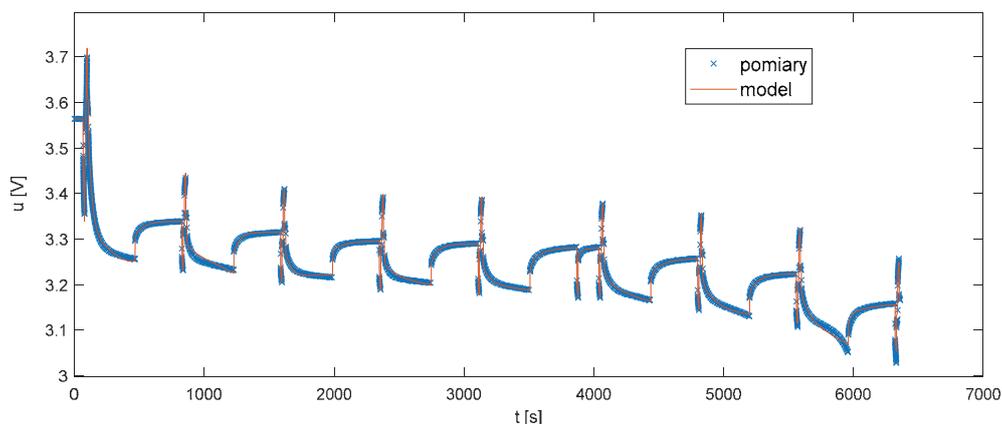
Identyfikacja parametrów modelu

W celu wyznaczenia parametrów ogniwa, przeprowadzono pomiary napięcia na zaciskach ogniwa typu LFP o pojemności 1100 mAh. Procedura polegała na rozładowaniu ogniwa prądem 1C (-1,1 A) przez 10 s, następnie ładowaniu prądem 1C (+1,1 A) przez 10 s oraz rozładowaniu prądem 0,5C (-0,55 A) przez 360 s i relaksacji (bieg jałowy) przez okres 360 s. Cykl ten powtarzano 8rotnie (od 100% do 10% SOC co 11,25%).

Do wyznaczenia parametrów schematu zastępczego w funkcji stanu naładowania wykorzystano genetyczny algorytm optymalizacyjny z funkcją celu w postaci błędu średniokwadratowego, określającego różnicę między napięciem zmierzonym a wyznaczonym podczas symulacji, z wykorzystaniem standardowych zależności elektrycznych opisujących stany nieustalone. Porównanie przebiegów weryfikowano z krokiem 0,1 s. Parametry algorytmu genetycznego: liczba populacji 400, liczba pokoleń 400, metoda krzyżowania *scattered crossover*, mutacja *mutationadaptfeasible* [4]. W wyniku przeprowadzonej optymalizacji uzyskano wartości parametrów schematu zastępczego, które przedstawiono w tab. 1, a następnie porównano przebiegi napięcia zmierzonego oraz uzyskanego podczas modelowania (rys. 2).

Tab. 1. Otrzymane parametry schematu zastępczego

SOC [%]	E [V]	R ₀ [mΩ]	R ₁ [mΩ]	R ₂ [mΩ]	C ₁ [F]	C ₂ [F]
10,00	3.159	69	24	86	286	1177
21,25	3.224	88	25	63	742	1566
32,50	3.258	80	74	10	999	1129
43,75	3.282	81	93	5	788	1741
55,00	3.290	78	10	64	762	993
66,25	3.296	60	19	76	23	641
77,50	3.315	77	65	21	999	567
88,75	3.339	69	12	44	8	1378
100,00	3.564	90	310	202	86	1633



Rys. 2. Porównanie napięcia uzyskanego podczas pomiarów oraz z modelu

Wnioski

W ramach niniejszej pracy zbadano ogniwo typu LFP i opracowano autorską metodą służącą do wyznaczania wartości elementów schematu zastępczego 2 rzędu. Uzyskana zbieżność modelu w stosunku do zarejestrowanych danych, wyrażona współczynnikiem determinacji wynosi $R^2=99,9\%$. Wyniki te potwierdzają poprawność zastosowanej metody identyfikacji parterów modelu.

Literatura

- [1] Tran, M.-K., DaCosta, A., et.al., Comparative Study of Equivalent Circuit Models Performance in Four Common Lithium-Ion Batteries: LFP, NMC, LMO, NCA. Batteries vol. 7, no. 51, 2021
- [2] Burzyński D., Kasprzyk L., A novel method for the modelling of the state of health of lithium-ion cells using machine learning for practical applications, Knowledge-Based Systems, vol. 219, pp. 106900-1-106900-11, 2021
- [3] Burzyński D., Pietracho P., Kasprzyk L., Tomczewski A., Analysis and Modeling of the Wear-Out Process of a Lithium-Nickel-Manganese-Cobalt Cell during Cycling Operation under Constant Load Conditions, Energies, vol. 12, no. 20, s. 3899-1-3899-12, 2019
- [4] <https://nl.mathworks.com/help/gads/ga.html> [dostęp: 30.03.2023]

ANALIZA PORÓWNAWCZA SYSTEMÓW ZASILANIA AUT NISKOEMISYJNYCH – AKUMULATOROWEGO ORAZ HYBRYDOWEGO OPARTEGO O AKUMULATOR I SUPERKONDENSATOR

Robert KAZNOWSKI, Adam KOMARNICKI, Dariusz SZTAFROWSKI

Politechnika Wrocławska, Katedra Energoelektryki

Streszczenie

Samochody niskoemisyjne to nowoczesne pojazdy elektryczne i hybrydowe. Pojazdy tego typu zapewniają oszczędność paliwa oraz ograniczenie emisji zanieczyszczeń. Ich popularność rośnie wraz z coraz większą świadomością ekologiczną społeczeństwa oraz postępem technologicznym w branży motoryzacyjnej. W dzisiejszych czasach ochrona środowiska staje się coraz ważniejsza, a jednym z największych źródeł zanieczyszczeń są pojazdy. Samochody niskoemisyjne to doskonałe rozwiązanie, które pozwala na zmniejszenie emisji szkodliwych gazów, takich jak tlenki węgla, tlenki azotu czy cząstki stałe. Ich emisja jest znacznie mniejsza niż w przypadku tradycyjnych samochodów spalinowych. Artykuł zawiera analizę porównawczą klasycznego systemu zasilania aut niskoemisyjnych opartego o akumulator trakcyjny z hybrydowym systemem zasilania, składającym się z akumulatora trakcyjnego i superkondensatora. Przedstawiono porównanie bilansu energetycznego obu rozwiązań oraz analizę ich wad i zalet.

Wstęp

Baterie (akumulatory trakcyjne) są obecnie najpopularniejszym źródłem energii w pojazdach elektrycznych, jednak mają pewne ograniczenia, w tym przede wszystkim ograniczoną żywotność (ilość cykli ładowania – rozładowania) oraz szybkość przyjmowania oraz oddawania energii elektrycznej. Z kolei superkondensatory charakteryzują się wysoką szybkością ładowania i rozładowania, co czyni je idealnymi do magazynowania energii podczas hamowania oraz jej wydatkowania podczas przyspieszania, ale mają mniejszą gęstość energii, co oznacza, że są mniej przydatne do przechowywania większych ilości energii potrzebnej do celów trakcyjnych.

W związku z tym coraz częściej rozważa się rozwiązania hybrydowe, które łączą w sobie zalety obu tych technologii. Superkondensatory mogą pełnić rolę magazynu energii podczas hamowania i przyspieszania, zapewniając krótkotrwale możliwości oddawania oraz przyjmowania energii. Natomiast baterie mogą zapewnić bardziej stabilne źródło energii w dłuższych przedziałach czasu, co pozwala na pokonanie większych dystansów samochodu z użyciem energii elektrycznej, co ma szczególne znaczenie w pojazdach hybrydowych.

Porównując zalety baterii i superkondensatorów, warto zwrócić uwagę na kilka kluczowych parametrów:

Gęstość energii: superkondensatory mają niższą gęstość energii niż akumulatory. Przykładowo, bateria litowo-jonowa ma gęstość energii wynoszącą około 100-265 Wh/kg, podczas gdy gęstość energii superkondensatora wynosi tylko około 5-10 Wh/kg. Oznacza to, że akumulatory mogą przechowywać więcej energii w mniejszej przestrzeni.

Moc: superkondensatory mają zdolność do szybkiego ładowania i rozładowywania, co oznacza, że mogą gromadzić lub oddawać dużą moc w krótkim czasie. W porównaniu do superkondensatorów, akumulatory mają tendencję do ładowania i rozładowywania się w dłuższych przedziałach czasu.

Oznacza to, że superkondensatory są bardziej odpowiednie do aplikacji, w których wymagany jest szybki dostęp do przyjmowania oraz oddawania energii, co ma miejsce podczas hamowania oraz przyspieszania pojazdów niskoemisyjnych.

Trwałość i żywotność: Superkondensatory mają znacznie dłuższą żywotność niż akumulatory, ponieważ nie ulegają zjawisku wyczerpywania się elektrochemicznego, które występuje w akumulatorach.

Koszt: W porównaniu z akumulatorami, superkondensatory są zwykle droższe na jednostkę pojemności. Na przykład, cena za jednostkę pojemności dla superkondensatora wynosi około 0,05-0,30 USD/F, podczas gdy cena za jednostkę pojemności dla akumulatora litowo-jonowego wynosi około 0,10-0,30 USD/F. Oznacza to, że koszt instalacji superkondensatorów może być nieznacznie wyższy niż koszt instalacji akumulatorów biorąc pod uwagę zastosowaną pojemność w pojazdach niskoemisyjnych.

Podsumowanie

Hybrydowy system zasilania aut niskoemisyjnych w energię elektryczną oparty o akumulatory i superkondensatory oferuje wyższą sprawność w bilansie zamiany energii kinetycznej pojazdu na energię elektryczną. Dzięki zastosowaniu superkondensatorów, pojazdy elektryczne są w stanie dostarczać moc i energię elektryczną w sposób bardziej efektywny i wydajny. Superkondensatory mają znacznie krótszy czas ładowania niż akumulatory. Ponadto, mają one dłuższą żywotność i są bardziej odporne na cykle ładowania i rozładowania. Dzięki temu, hybrydowe rozwiązania polegające na połączeniu baterii i superkondensatorów mogą zapewnić większą niezawodność i trwałość, oraz lepsze wykorzystanie energii elektrycznej i poprawę osiągnięć pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Podczas prezentacji zostaną przedstawione analizy bilansu energetycznego w aucie ze zwykłą baterią oraz w aucie, w którym został zastosowany układ hybrydowy złożony z baterii i superkondensatora.

Literatura

- [1] "Batteries for Sustainability" autorstwa Rafaela C. M. Araujo, J. Barbir, H. M. Ryan, 2013
- [2] "Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030" autorstwa International Energy Agency, 2017
- [3] "Energy Storage in Power Systems" autorstwa Andreas Sumper, Oriol Gomis-Bellmunt, 2015
- [4] "Supercapacitors in Hybrid Electric Vehicles" autorstwa Davida A. Howey, 2011
- [5] "Electrochemical Supercapacitors: Scientific Fundamentals and Technological Applications" - Elzbieta Frackowiak and Francois Beguin, 2013
- [6] "Supercapacitor Materials, Technologies, and Applications" - Xuezhong Wu and Huimin Liu, 2016
- [7] "Design and implementation of a battery/supercapacitor hybrid energy storage system for electric vehicles" autorstwa Xiaosong Hu i innych, 2015
- [8] "Experimental Analysis of Battery-Supercapacitor Hybrid Energy Storage System for Electric Vehicles" autorstwa Mahfujur Rahman i innych, 2019
- [9] "Dynamic modelling and control of a battery/supercapacitor hybrid energy storage system for electric vehicles" autorstwa Yanjun Huang i innych, wydane w 2015 roku.

INTELIGENTNE SIECI ŁADOWANIA SAMOCHODÓW ELEKTRYCZNYCH Z UŻYCIEM ŹRÓDEŁ ODNAWIALNYCH I MAGAZYNÓW ENERGII

Robert KAZNOWSKI, Adam KOMARNICKI, Dariusz SZTAFROWSKI

Politechnika Wrocławska, Katedra Energoelektryki

Wstęp

Rozwój elektromobilności postępuje bardzo dynamicznie. Według prognoz do 2035 roku w Europie będzie około 135 milionów pojazdów elektrycznych (EV) [1]. Tak duża liczba EV spowoduje znaczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną do ich ładowania. Wzrost liczby samochodów elektrycznych na drogach, implikuje opracowanie efektywnych i inteligentnych systemów ładowania (ISL) i smart charging [2], które mogą zminimalizować wpływ na sieć energetyczną i wspierać integrację energii odnawialnej. W niniejszym opracowaniu stawiamy tezę, że inteligentne algorytmy zarządzania ładowaniem pojazdów elektrycznych mogą znacząco zmniejszyć obciążenie sieci energetycznej i umożliwić lepszą integrację odnawialnych źródeł energii. Realizację celu osiągnięto dokonując przeglądu najnowszych badań dotyczących projektowania inteligentnych sieci ładowania, które wykorzystują algorytmy do zarządzania popytem na energię elektryczną oraz analizując wybrane z nich i określając ograniczenia i możliwe problemy.

Inteligentne sieci ładowania – podstawowe koncepcje oraz wyzwania i korzyści

Inteligentne sieci ładowania to systemy koordynujące procesy ładowania EV, mające na celu zarówno zaspokajanie potrzeb użytkowników oraz minimalizowanie wpływu na sieć energetyczną. Kluczowe elementy ISL obejmują:

- Punkty ładowania (PL) dla EV
- Algorytmy zarządzania popytem, które optymalizują procesy ładowania
- Źródła energii odnawialnej (RES) i magazyny energii, które wspierają stabilność sieci

Inteligentna sieć ładowania wykorzystuje zaawansowane systemy kontroli i komunikacji do dynamicznego zarządzania ładowaniem EV w czasie rzeczywistym. Wykorzystuje algorytmy prognostyczne do określenia zapotrzebowania ładowania w sieci, a następnie dopasowuje do niego dostawy energii z systemu elektroenergetycznego i magazynów energii [3].

Główne wyzwania związane z ISL w przedstawionej formule rozszerzonej o RES to zarządzanie popytem oraz optymalizacja procesów ładowania w taki sposób by z jednej strony łagodzić skutki rosnącego popytu na EE ze strony EV, co ma wpływ na stabilność sieci oraz integracja z RES, które charakteryzują się nieregularnym charakterem produkcji energii.

Korzyści wynikające z ISL obejmują kompensację wyżej wymienionych wyzwań tj.:

- Redukcję obciążenia sieci energetycznej i kosztów związanych z ładowaniem
- Wsparcie dla integracji RES
- Zwiększenie efektywności ładowania EV

Algorytmy zarządzania popytem wykorzystywane w ISL

Jednym z kluczowych aspektów ISL są algorytmy zarządzania popytem, które optymalizują procesy ładowania. Wykorzystuje się algorytmy równoważenia obciążenia (load balancing algorithms): te algorytmy dystrybuują popyt na energię elektryczną w taki sposób, aby zminimalizować wpływ na sieć energetyczną [4] oraz algorytmy optymalizacji kosztów (cost optimization algorithms): te algorytmy mają na celu minimalizowanie kosztów związanych z ładowaniem EV, np. poprzez preferowanie tańszych źródeł energii [5].

Integracja RES ze stacjami ładowania

Integracja RES, takich jak energia słoneczna czy wiatrowa, z ISL może przyczynić się do zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w systemie energetycznym bez konieczności ponoszenia dodatkowych kosztów na rozbudowę infrastruktury przesyłowej. Działanie to może ograniczyć również negatywny wpływ zmienności produkcji energii w RES na system elektroenergetyczny. Przykłady badań dotyczących integracji RES z ISL to optymalizacja lokalizacji PL w oparciu o dostępność RES [6] oraz wykorzystanie energii słonecznej do ładowania EV przez fotowoltaikę [7].

Podsumowanie

Inteligentne sieci ładowania to istotne narzędzie w zarządzaniu popytem na energię elektryczną w kontekście rosnącej liczby samochodów elektrycznych, ponieważ największym wyzwaniem nie będzie sam pobór energii, a nieprzewidywalność w zakresie sposobu ładowania pojazdów elektrycznych. ISL pozwolą na zarządzanie ładowaniem EV w sposób zoptymalizowany pod kątem zapotrzebowania na energię elektryczną i jej dostępności ze źródeł odnawialnych. Istotne jest tu skojarzenie systemów ładowania z siecią odnawialnych źródeł energii przy ograniczeniu obciążeń sieci wynikających z transferu energii na znaczne odległości. Prezentacja będzie zawierała wstępne wyniki rozwiązania problemu polegającego na określeniu optymalnych strategii ładowania pojazdów przy uwzględnieniu różnych ograniczeń, takich jak dostępność ładowarek, pojemność magazynów energii, czy kosztów energii. Docelowe opracowanie pokaże przeprowadzone symulacje wykorzystane do generowania danych wejściowych dla problemów optymalizacyjnych z wykorzystaniem programu komputerowego. W ten sposób, symulacje powiązane z zadaniami, pozwolą uzyskać optymalne strategie decyzyjne dla systemów, które są oparte na modelowaniu zachowania w czasie rzeczywistym dla stacji ładowania EV zasilanej RES.

Literatura

- [1] EY Power sector accelerating e-mobility 2022.
- [2] "A review of smart charging strategies for electric vehicles in smart grid environment" Y. Chen (https://www.researchgate.net/publication/318434460_A_review_of_smart_charging_strategies_for_electric_vehicles_in_smart_grid_environment)
- [3] Sadeghianpourhamami, N.; Refa, N.; Strobbe, M.; Davelder, C. Flexibility provision from EV fleets with V2G: A review of services, algorithms and demonstration projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021, 135, 110136.
- [4] Wang, Y., Zhang, Y., & Wang, J. (2020). A decentralized charging control strategy for electric vehicles in the distribution network. *IET Generation, Transmission & Distribution*, 14(7), 1235-1243.
- [5] Liu, N., Wang, C., & Zhang, Y. (2021). An intelligent charging and discharging strategy for electric vehicles considering time-of-use pricing and renewable energy. *Applied Energy*, 282, 116021.
- [6] Zhang, X., Shahidehpour, M., Alabdulwahab, A., & Abusorrah, A. (2016). Hourly electric vehicle charging load forecasting based on the integration of renewable energy resources. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 7(6), 2660-2669.
- [7] Wang, Z., Wu, J., Zhao, H., & Liu, Y. (2019). Optimal sizing and placement of electric vehicle charging stations considering the impact of photovoltaic generation. *IEEE Access*, 7, 85581-85590.

ON PRECISION OF ALGORITHMS IN ULTRA-WIDEBAND INDOOR LOCALIZATION

Bartłomiej KICZEK¹, Michał STYŁA², Dominik GNAŚ², Przemysław ADAMKIEWICZ^{2,3}

¹ Institute of Physics, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin

² Research and Development Center of Information Technologies (CBRTI), Rzeszów

³ Faculty of Transport and Computer Science, WSEI University, Lublin

Introduction

Indoor localization has become an essential technology in contemporary times, as the demand for precise location tracking and monitoring of people, objects, and assets indoors has increased significantly. The ability to track the precise location of objects and individuals indoors has numerous applications in various fields, such as healthcare, retail, manufacturing, and logistics. Unfortunately, the usage of the well-known Global Positioning System (GPS) is severely limited, as the walls and ceilings of a building strongly dampen its signal. Therefore, it is necessary to use a different technology. This paper explores indoor localization based on ultra-wideband (UWB) technology and its usefulness in this application.

Ultra-wide band (UWB) is a radio technology that uses low-energy, short-pulse signals to transmit information. UWB has several advantages over other wireless technologies, such as high precision, low power consumption, and the ability to penetrate through walls and obstacles. Due to these advantages, UWB is well-suited for indoor localization [1-3], which requires high precision and accuracy, even in environments with many obstructions and reflections.

Naturally, the signal undergoes standard fluctuations, and the measured distance between a static pair of an anchor and a transmitter can vary. Additionally, there is a cost-precision trade-off in the design of a UWB-based system. Typically, one wants the system to be as cheap as possible. Therefore, the question is, can the algorithms compensate for the savings on hardware by providing a noise-robust localization solution?

This paper focuses on applying UWB technology for a two-dimensional indoor localization solution. We explore and compare several developed algorithms with the standard trilateration [4].

The algorithms

The main goal of this study is to show the initial results of localization algorithms on noisy data from a UWB system. For this reason, we consider three algorithms – two newly developed ones and the standard trilateration method as a baseline.

The first can be called machine learning-enhanced trilateration (MLET), while the second is localization by optimization (LBO).

For a short explanation, MLET takes every pair of anchors and their corresponding distances and finds intersections of circles. Then the unsupervised machine learning algorithm – DBSCAN – takes the set of intersections and splits the points between the relevant ones and the outliers. The centre of the relevant cluster is the localized position the method returns.

On the other hand, LBO uses a different approach. It constructs an objective function from the distance equations of every anchor. In an ideal case, the function would perfectly vanish for the solution. However, as has been mentioned, we deal with noisy data, so the global minimum of the objective function corresponds to the best approximation of the user's position.

In Figure 1. we present errors in positioning for 80 experiments. It can be seen that trilateration performs worse than the two other methods. The error reaches even 50cm for trilateration, whereas MLET and LBO do not exceed 30 cm.

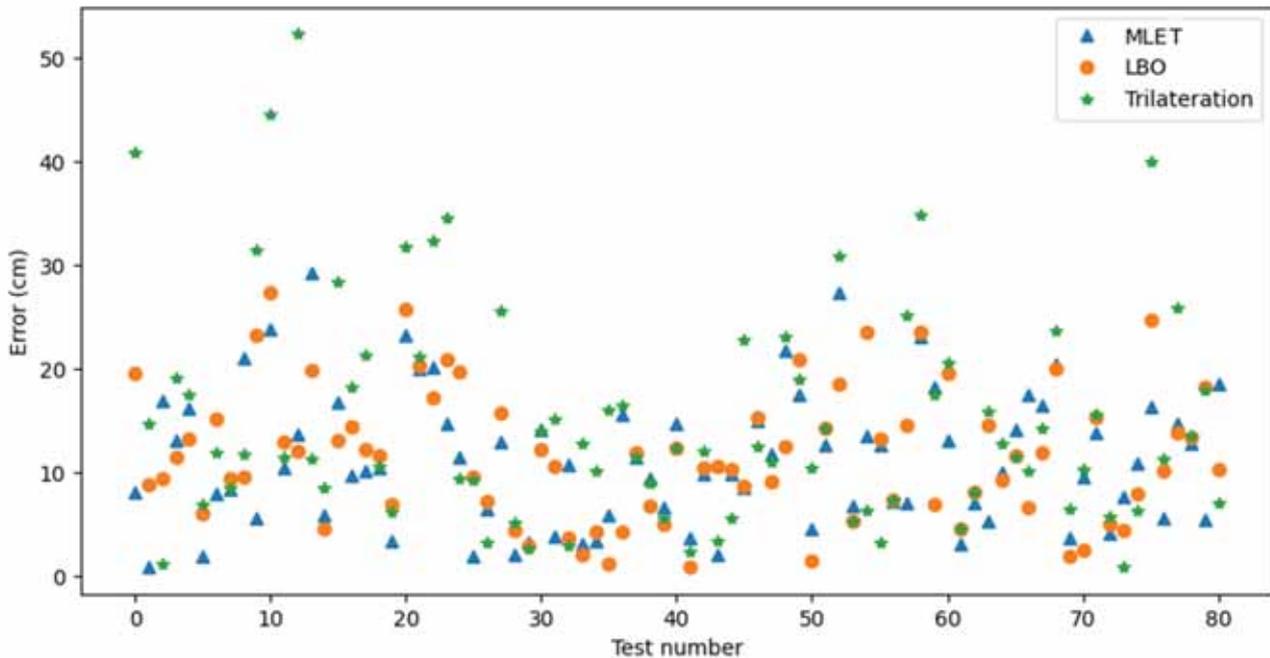


Fig. 1. Errors of positioning - the distance between the real and computed positions - for three considered methods

The table below collects the mean errors of each method. MLET and LBO perform up to 25% better than trilateration.

Table 1. Comparison of errors given by three different algorithms. It can be clearly seen that novel algorithms perform significantly better

Method	Trilateration	MLET	LBO
Mean Error (cm)	15.21	11.31	11.66

What is more important, and is not visible in these numbers, is that trilateration does not always find a solution. There are cases when the input data is so noisy that the proper solution cannot be computed. This does not concern MLET and LBO, which can always find an approximated user position.

References

- [1] L. Barbieri, M. Brambilla, A. Trabattoni, S. Mervic and M. Nicoli, "UWB Localization in a Smart Factory: Augmentation Methods and Experimental Assessment," in *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 70, pp. 1-18, 2021, Art no. 2508218, doi: 10.1109/TIM.2021.3074403.
- [2] Ridolfi, M.; Kaya, A.; Berkvens, R.; Weyn, M.; Joseph, W.; Poorter, E.D. Self-Calibration and Collaborative Localization for UWB Positioning Systems: A Survey and Future Research Directions. *Comput. Surv.* **2021**, *54*, 4.
- [3] Gnaś, D.; Adamkiewicz, P. Indoor Localization System Using UWB. *Inform. Autom. Pomiar. Gospod. Ochr. Środowiska* **2022**, *12*, 15–19.
- [4] E. Teoman and T. Ovatman, "Trilateration in Indoor Positioning with an Uncertain Reference Point," *2019 IEEE 16th International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC)*, Banff, AB, Canada, 2019, pp. 397-402, doi: 10.1109/ICNSC.2019.8743240.

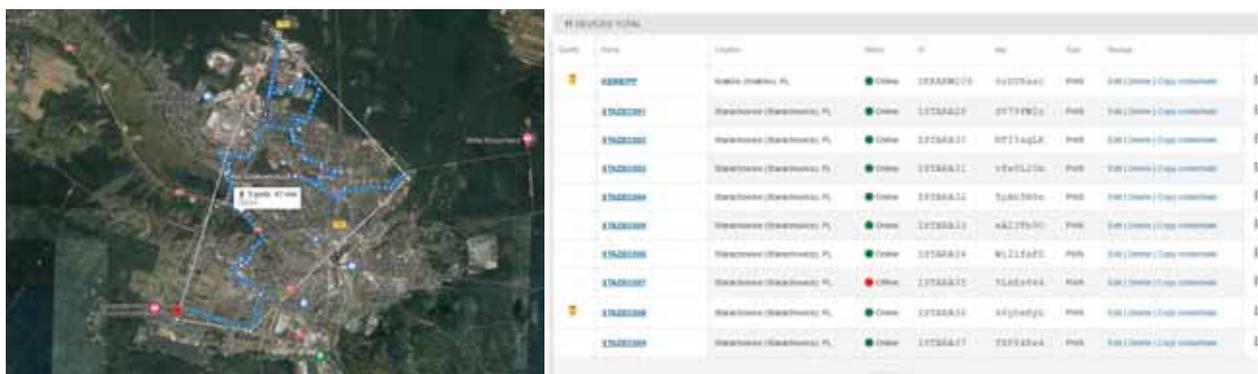
OCENA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO W STARACHOWICKIEJ AGLOMERACJI MIEJSKIEJ

Paweł KIEŁBASA¹, Tomasz DRÓŹDŹ¹, Marcin POCHEĆ²

¹ Uniwersytet Rolniczy, Kraków

² Zakład Energetyki Ciepłej Sp. z o.o., Starachowice

Badania dotyczyły identyfikacji możliwości wykorzystania promieniowania słonecznego jako źródła energii elektrycznej z uwzględnieniem aktualnych możliwości infrastrukturalnych przedmiotowej aglomeracji. Do realizacji tego zadania wybrano stacje pogodowe typu WH 2600 z protokołem internetowym pozwalającym na wizualizację danych w czasie rzeczywistym a także archiwizację danych i ich eksport w żądanym reżimie częstotliwościowym. Stacje pogodowe wyposażone były w wiatrowskaz, czujnik prędkości wiatru, panel solarny, czujnik temperatury i wilgotności, czujnik UV, czujnik światła, czujnik deszczu. Szacowanie niepewności pomiaru przeprowadzono w oparciu o eksperyment wewnątrzlaboratoryjny. Po przeprowadzeniu wizji lokalnej zidentyfikowano miejsca w których możliwa była instalacja stacji pogodowych a geometria przestrzeni rozmieszczenia przedmiotowych stacji pozwalała na zastosowanie standardowych metod interpolacji przestrzennej danych (rys.1).



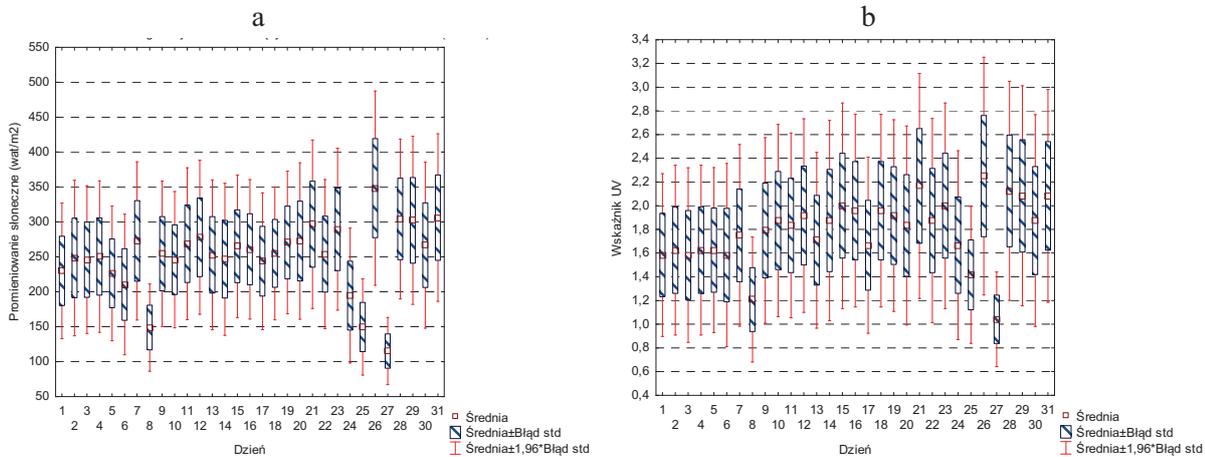
Rys. 1. Rozmieszczenie stacji pogodowych w obrębie aglomeracji miejskiej oraz widok statusu aktywności zainstalowanych stacji

Zainstalowane stacje pogodowe zintegrowano z siecią internetową, co pozwalało na całodobowy monitoring sygnałów pogodowych w formie grafów lub tabel (rys. 2).



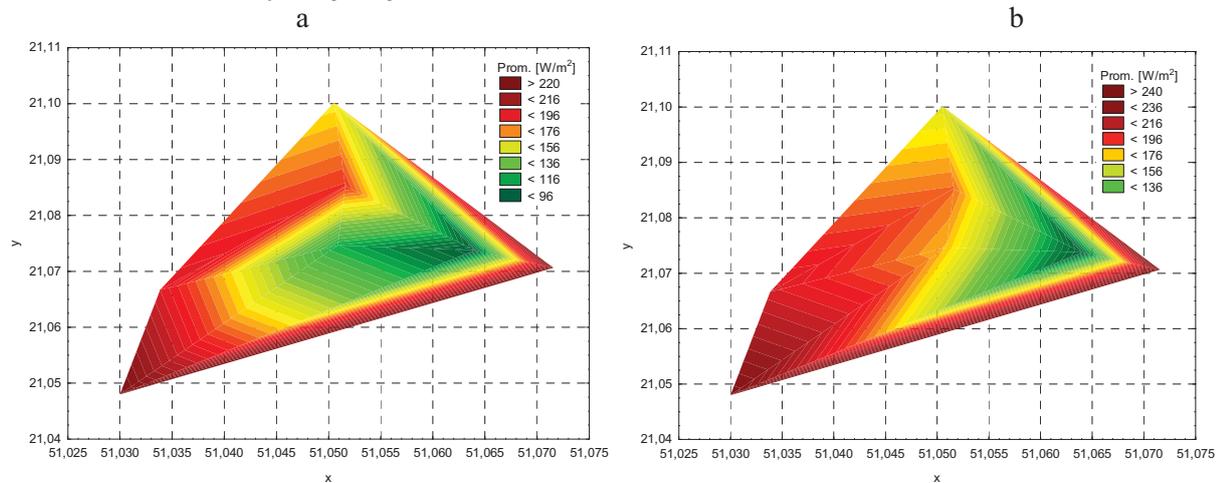
Rys. 2. Widok ekranu aplikacji komputerowej z grafiką mierzonych wielkości

Analiza danych jednego miesiąca pacy (maj 2022) stacji pogodowej ISTAR28 usytuowanej na ul. “Na Szlakowisku 18”. Na rysunkach 3a i 3b przedstawiono wartości średnie oraz zróżnicowanie dobowe oraz miesięczne wybranych wartości mierzonych. Należy zaznaczyć, że dane wejściowe zostały uśrednione dla jednogodzinnych interwałów czasowych.



Rys. 3. Charakterystyka: a) promieniowania słonecznego oraz b) wskaźnika UV (stacja pogodowa ISTAR28 – miesiąc maj)

Natomiast na rysunkach 4a i 4b przedstawiono przestrzenny rozkład promieniowania słonecznego w dwóch kolejnych dniach pomiarowych miesiąca września 2022 roku. Stwierdzono wyraźne zróżnicowanie w potencjalnych możliwościach wykorzystania energii słonecznej, które wynika z charakterystyki dostępnej na te cele infrastruktury miejskiej.



Rys. 4. Przestrzenna struktura promieniowania słonecznego w dwóch kolejnych dniach września w obrębie wybranej aglomeracji miejskiej

WPŁYW ODDZIAŁYWANIA STAŁEGO POLA ELEKTRYCZNEGO NA WŁAŚCIWOŚCI ANTYSEPTYCZNE WYBRANYCH OLEJKÓW ETERYCZNYCH

Paweł KIEŁBASA, Anna MIERNIK, Tadeusz JULISZEWSKI

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Zastosowanie roślinnych olejków eterycznych i ekstraktów jako dodatku do środków spożywczych wywiera działanie antyoksydacyjne lub przeciwdrobnoustrojowe. Należy zaznaczyć, że wśród związków pochodzenia naturalnego olejki eteryczne z roślin aromatycznych i leczniczych wykazują aktywność biologiczną. Bakterie takie jak: *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, *Shigella*, *Enterococcus sp.* i *Escherichia coli* wykazują oporność wielolekową, co uzasadnia stosowanie naturalnych antyseptyków. Ekstrakty roślinne i olejki eteryczne mają właściwości przeciwgrzybicze, przeciwbakteryjne i przeciwwirusowe i prowadzone są badania nad ich potencjalnym wykorzystaniem jako źródła nowych związków przeciwdrobnoustrojowych, środków promujących konserwację żywności oraz alternatywnych rozwiązań w leczeniu chorób zakaźnych [1]. Stosowanie olejków eterycznych przeciwko bakteriom, prowadzi do zwiększenia przepuszczalności ich błony komórkowej [2,3]. Zjawisko to wiąże się z utratą jonów i związanym z tym obniżeniem potencjału błony, a także ze zmianami w funkcjonowaniu pompy protonowej i wyczerpaniem puli ATP [4].

Cel i zakres pracy

Celem badań było określenie stopnia oddziaływania stałego pola elektrycznego na właściwości antyseptyczne wybranych olejków eterycznych. Zakres badań obejmował poddanie wybranych olejków eterycznych oddziaływaniu stałego pola elektrycznego oraz wykonaniu badania na oporność wybranych drobnoustrojów metodą Kirby-Bauera.

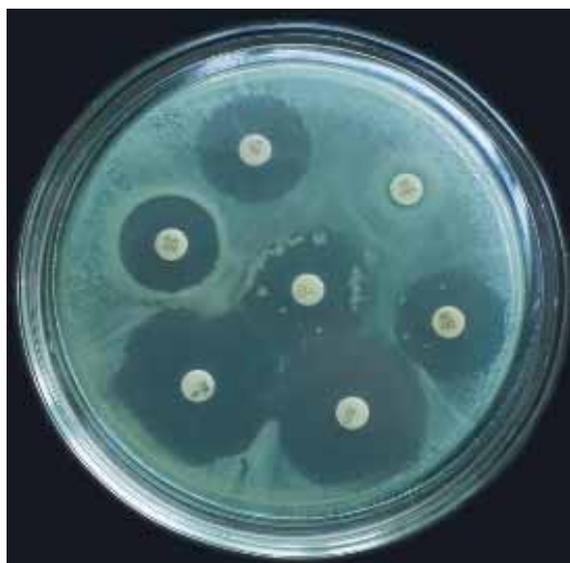
Metodyka badań

W badaniach wykorzystano trzy olejki eteryczne: sosnowy, miętowy i eukaliptusowy. Z olejków eterycznych przygotowano po 4 próbki w dziesięciu powtórzeniach: próbkę kontrolną i trzy stymulowane próbki o czasie trwania 1h, 2h i 3h. Następnie próbki poddano działaniu pola elektrycznego (rys. 1) w trzech wariantach napięcia 3 kV, 6 kV i 9kV oraz w 3 wariantach oddziaływania, tj. czasu stymulacji 1, 2 i 3 godziny.



Rys. 1. Stanowisko do ekspozycji w stałym polu elektrycznym [5]

W celu określenia odpowiedzi badanych szczepów mikroorganizmów – stymulacji lub zahamowania wzrostu, przygotowano zawiesiny o gęstości optycznej 0,5 McF każdego z mikroorganizmów i wprowadzono po 2ml do probówek, z których następnie wprowadzono po 1ml badanych olejków eterycznych poddanych działaniu stałego pola elektrycznego. Hodowle inkubowano przez 24 godziny w temperaturze 37°C. Wrażliwość mikroorganizmów na wybrane olejki eteryczne badano zgodnie z wytycznymi EUCAST (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing). Do badań wybrano metodę dyfuzyjno-dołkową. Związek dyfunduje promieniście, jego najwyższe stężenie znajduje się na brzegu studzienki i maleje wraz ze wzrostem odległości od studzienki (rys. 2). Miarą aktywności zabójczej badanej substancji jest wielkość strefy zahamowania wzrostu mikroorganizmów mierzona w milimetrach. Im większa średnica strefy zahamowania wzrostu mikroorganizmów, tym większa aktywność biobójcza badanej substancji.

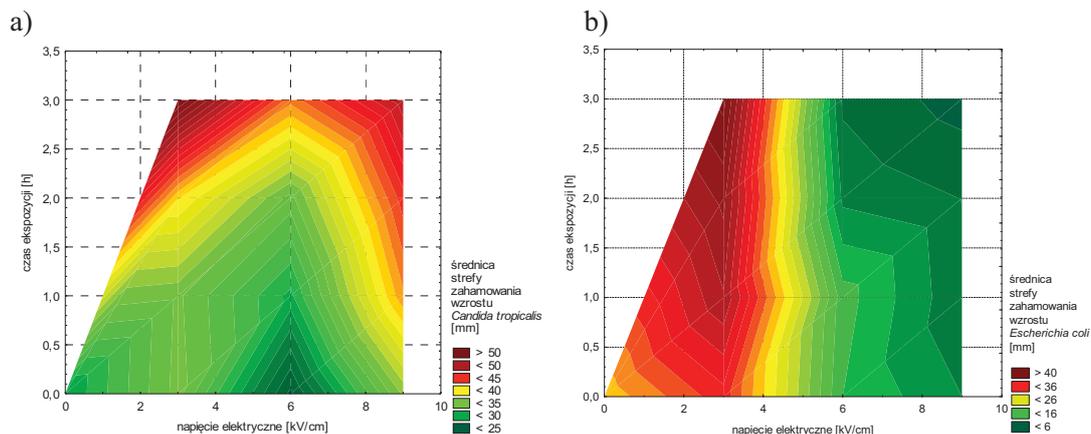


Rys. 2. Przykładowy wynik badania na oporność mikroorganizmów metodą Kirby-Bauera

Wyniki

Stymulacja stałym polem elektrycznym zawiesiny olejku eukaliptusowego (rys. 3a) o wartościach napięcia elektrycznego między 0 a 9 kV/cm i czasem ekspozycji 0–2h pozwala uzyskać średnicę strefy zahamowania wzrostu drożdżaka *Candida tropicalis* na poziomie 35 mm (kolor zielony). Największą średnicę strefy zahamowania wzrostu *Candida tropicalis* odnotowano między wartością napięcia

elektrycznego 1 a 6 kV/cm i czasem ekspozycji 1,25-3h oraz między wartością napięcia elektrycznego 6 a 9 kV/cm i czasem ekspozycji 1-3h (kolor czerwony). Natomiast w przypadku średnicy strefy zahamowania wzrostu bakterii *Escherichia coli*, stymulacja stałym polem elektrycznym olejku eukaliptusowego (rys. 3b) o napięciu elektrycznym między 1 a 4 kV/cm bez względu na czas ekspozycji pozwala uzyskać najwyższe średnice stref zahamowania wzrostu – powyżej 27,5 mm. Dalsza ekspozycja bez względu na czas powodowała spadek wielkości średnicy strefy zahamowania wzrostu. Najśłabsze działanie olejku eukaliptusowego (najmniejsza średnia) uzyskano przy 2,5-3h ekspozycji przy napięciu elektrycznym 6 – 9 kV/cm.



Rys. 3. Relacje między napięciem i czasem ekspozycji stałego pola elektrycznego a wielkością strefy zahamowania wzrostu olejku eukaliptusowego: a) *Candida tropicalis*; b) *Escherichia coli*

Wnioski

Badanie wstępne wykazały wpływ stałego pola elektrycznego na aktywność antyseptyczną badanych olejków eterycznych. Stwierdzono zwiększenie działania hamującego wzrost badanych mikroorganizmów, przy czym lepsze wyniki uzyskano dla grzyba *Candida tropicalis*.

Literatura

- [1] Chouhan, S.; Sharma, K.; Guleria, S. Antimicrobial Activity of Some Essential Oils— Present Status and Future Perspectives. *Medicines* 2017, 4, 58. <https://doi.org/10.3390/medicines4030058>
- [2] Lambert R.J.W., Skandamis P.N., Coote P., Nychas G.J.E. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Appl. Microbiol.* 91(3): 453-462.
- [3] Oussalah M., Caillet S., Lacroix M. (2006). Mechanism of action of Spanish oregano, Chinese cinnamon, and savory essential oils against cell membranes and walls of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*. *J. Food Prot.* 69(5): 1046- 1055.
- [4] Di Pasqua R., Hoskins N., Betts G., Mauriello G. (2006). Changes in membrane fatty acids composition of microbial cells induced by addition of thymol, carvacrol, limonene, cinnamaldehyde, and eugenol in the growing media. *J. Agric. Food Chem.* 54(6): 2745-2749.
- [5] Kielbasa Paweł, Miernik Anna, Drózd Tomasz, - Effect of constant electric field stimulation of suspensions of selected microorganisms on geometric structure of cells. *Przegląd elektrotechniczny*, ISSN 0033-2097, R. 98 NR 5/2022.

THE USE OF A VERY DEEP RESIDUAL NETWORK IN RADIO TOMOGRAPHY IMAGING

Grzegorz KŁOSOWSKI¹, Tomasz RYMARCZYK^{2,3}, Konrad NIDERLA^{2,3},
Jakub SZUMOWSKI³, Paweł OLSZEWSKI³

¹ Lublin University of Technology, Lublin

² WSEI University, Lublin

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

Introduction

Radio tomography imaging (RTI) is a method for finding out if people are in a certain area. Due to the need to deploy multiple transceivers around the monitored area, RTI is adequate for monitoring people indoors. All RTI-based methods can be divided into device-based and device-free categories. In device-based methods, it is required that the monitored person have a smartphone or tag with them. This research focuses on the device-free method, which, apart from the advantage of not having to have additional electronic devices with tracked persons, is also a method that ensures anonymity. Privacy protection is a consequence of the fact that RTI does not identify specific people and does not show their faces or other identifying features. RTI only shows on the screen where some people are. In today's environments, it can be seen that there is a large concentration of Wi-Fi (IEEE 802.11) networks in public areas, leading to a significant improvement in implementations of Wi-Fi-based localization techniques. There are several Wi-Fi-based localization techniques in the literature today. However, few thorough investigations of privacy issues may result from localization techniques that use publicly accessible data from wireless networks. This study analyzes freely available Wi-Fi Received Signal Strength Indicator (RSSI) data to examine the potential of RTI methods based on Wi-Fi. In this research, we test the use of deep residual networks in transforming the measurements into tomograms [1].

The Method

Human localization or human identification in the concept of device-free localization is performed using the underlying theory that the position and mobility of a human body vary and significantly alter the pattern of signals generated by radio frequencies. This change is most noticeable in the 2.4 GHz range, which is used by several IEEE standards, including 802.15.4, 802.11b, and 802.11g [8]. The following are some of the most popular device-free approaches developed for foreman localization [2]: Triangulation, trilateration, hyperbolic lateralization, and other techniques for determining a location. In addition, some common metrics are used to create localization and tracking systems that do not need a device: Time of Arrival (TOA), Time Difference of Arrival (TDOA), Angle of Arrival (AOA), and Direction of Arrival (DOA), often known as the Received Signal Strength Indicator (RSSI). The wireless network's Received Signal Strength (RSS) measurements are the foundation of radio tomographic imaging. The link shadowing measurements (RSSI values) can be utilized to identify those items or materials if we think of link shadow loss as a function of the attenuation caused by the objects or materials in the environment and between the transmitter and the receiver. It is possible to determine the position of the attenuating object using this inverted perspective's large shadowing losses on numerous crossing links [1]. This is the tomographic inverse problem, characterized by a lack of measurements compared to the number of pixels in the reconstruction image.

The authors' original contribution and novelty is using the very deep residual neural network (ResNet) to convert radio measurements into images. The neural network used has 104 layers and 1.6 million learnable. Deep residual networks, also known as ResNets, are a type of deep neural network architecture that has been widely used in many computer vision tasks, such as image classification, object detection, and segmentation. Some of the key features of ResNets include shortcut connections, residual blocks, identity mapping, and deep

architecture. The shortcut connections, also called skip connections, allow information to bypass one or more layers. This helps to mitigate the vanishing gradient problem that can occur in very deep neural networks. The basic building block of a ResNet is the residual block, which consists of two or more convolutional layers, batch normalization, and ReLU activation functions. The shortcut connection is added to the output of the residual block. ResNets also use identity mapping, which means that the shortcut connection passes the input directly to the output. This helps to maintain the original information in the network. Finally, the deep architecture allows for very high accuracy on complex tasks, such as image reconstructions.

Additionally, ResNets can be pre-trained on large datasets, such as ImageNet, which helps to improve their performance on other tasks. Overall, the main benefit of ResNets is their ability to train very deep neural networks without suffering from the vanishing gradient problem. This has led to significant improvements in accuracy on many computer vision tasks. Figure 1 shows the nine-block residual network architecture used in this research.

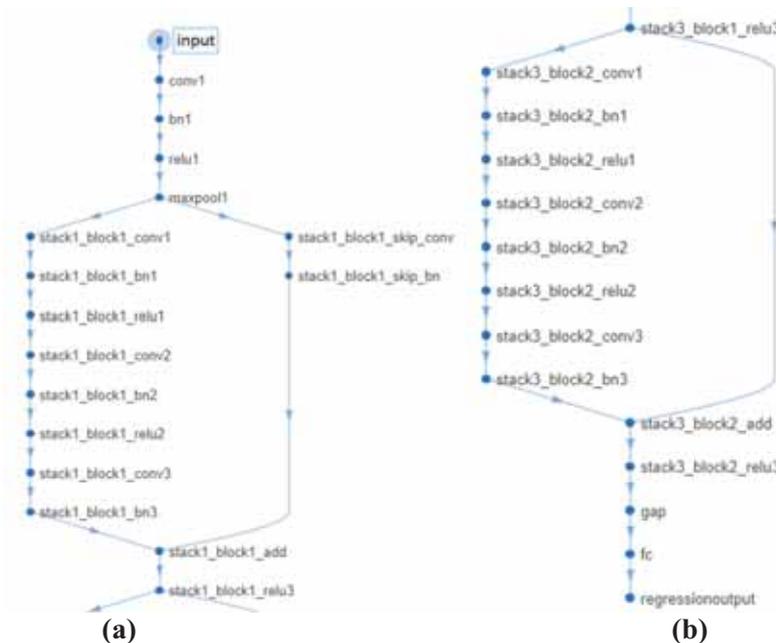


Fig. 1. The nine-block residual network architecture: (a) – the first block, (b) – the last block

Figure 2 compares pattern images with RTI reconstructions obtained with the residual network. Again, the obtained reconstructions are of remarkably high quality.

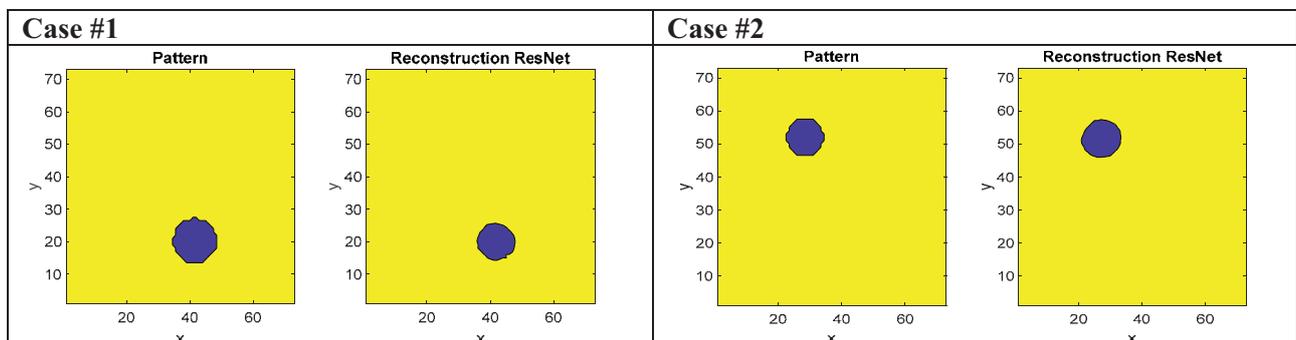


Fig. 2. Comparison of pattern images with RTI reconstructions obtained with the residual network

References

- [1] Wilson J, Patwari N. Radio tomographic imaging with wireless networks. *IEEE Trans Mob Comput* 2010;9:621–32. <https://doi.org/10.1109/TMC.2009.174>.
- [2] Pirzada N, Nayan MY, Hassan FSMF, Khan MA. Device-free Localization Technique for Indoor Detection and Tracking of Human Body: A Survey. *Procedia Soc Behav Sci* 2014;129:422–9. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2014.03.696>.

KONCEPCJA AUTONOMICZNEGO SYSTEMU UTRZYMANIA KLIMATU W BUDYNKACH INWENTARSKICH

Jarosław KNAGA, Tomasz SZUL

Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

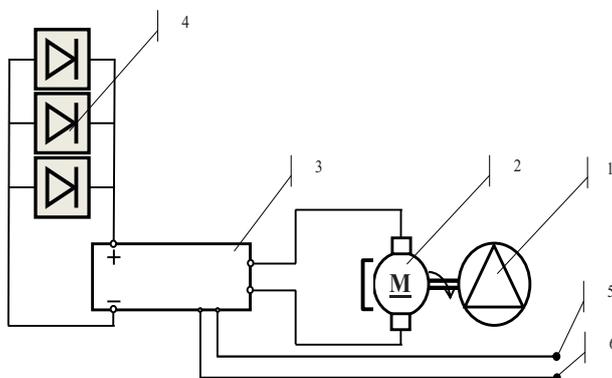
Cel pracy

Celem pracy było opracowanie innowacyjnego rozwiązania z zakresu utrzymania właściwego klimatu w budynkach inwentarskich wykorzystując do tego energię promieniowania słonecznego. Zgodnie z koncepcją system wymuszający ruch powietrza składa się z wentylatora napędzanego silnikiem DC i modułu fotowoltaicznego sterowanego układem analogowym, co ma zapewnić bezawaryjność działania zespołu i przyczynić się do obniżenia kosztów ponoszonych na zakup energii elektrycznej.

Koncepcja układu

Zgodnie z przyjętym celem pracy zespół wymuszający ruch powietrza (oborowy mieszacz powietrza) składa się z klasycznego wentylatora, ale zasilanego silnikiem BLDC (napięcia stałego). Silnik ten jest zasilany bezpośrednio z modułu fotowoltaicznego poprzez prosty analogowy układ sterowania z możliwością zadawania temperatury i wilgotności, przy czym zadawane parametry temperatury czy wilgotności stanowią tylko wartości graniczne pozwalające na bezpośrednie połączenie silnika BLDC z baterią modułów fotowoltaicznych. Natomiast wydajność mieszacza powietrza jest sterowana bezpośrednio ilością energii generowanej przez moduł fotowoltaiczny. Efekt ten zapewnia zależność wprost proporcjonalną pomiędzy wydajnością mieszacza, a natężeniem promieniowania słonecznego (zgodnie z założeniami przedstawionymi przez Madera i in. w pracy [1]), w całym zakresie natężenia promieniowania słonecznego, które z kolei można względnie regulować przez pochylenie baterii modułów fotowoltaicznych. Takie rozwiązanie jest zbieżne z obecnymi zaleceniami dotyczącymi dobrostanu zwierząt [2], gdzie dobrostan jest również zmienną natężenia promieniowania słonecznego [3]. Na podstawie badań własnych moc modułów fotowoltaicznych określana w pikie powinna być większa od 30% do 40% od mocy znamionowej silnika napędzającego wentylator. Zapewni to rozruch mieszacza już przy natężeniu promieniowania słonecznego 130 W/m^2 .

Istotną cechą proponowanego systemu jest jego niezależność od sieci elektrycznej, a w szczególności od możliwych przerw w zasilaniu energią elektryczną co zapewnia mu pełną autonomię pracy i bezawaryjność. Schemat ideowy układu jest przedstawiony na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat blokowy oborowego mieszacza powietrza, 1–wentylator osiowy, 2–silnik BLDC napięcia stałego, 3–sterownik, 4–bateria fotowoltaiczna, 5–rezystancyjny czujnik temperatury, 6–czujnik wilgotności

Zgodnie z przedstawionym schematem (rys. 1) wentylator (1) jest napędzany silnikiem napięcia stałego BLDC (2). Natomiast silnik (2) jest zasilany pośrednio przez sterownik analogowy (3) z baterii modułów fotowoltaicznych, przy czym sterownik kontroluje tylko graniczne przekroczenia wartości temperatury i wilgotności powietrza w oborze. Każde przekroczenie niezależnie od parametru temperatury czy wilgotności, sterownik łączy bezpośrednio silnik BLDC (2) z baterią modułów fotowoltaicznych (4), która jest generatorem energii elektrycznej napięcia stałego. Po zamknięciu obwodu baterii modułów fotowoltaicznych z silnikiem BLDC, sterowanie wydajnością wentylatora jest proporcjonalnie do natężenia promieniowania słonecznego, aż do osiągnięcia mocy znamionowej silnika BLDC co następuje przy gęstości strumienia energii słonecznej powyżej 700 W/m^2 .

Sterownik analogowy (3) jest elementem pozwalającym na zadanie wartości granicznych temperatury i wilgotności przy których będzie się załączał wentylator mieszacza, oraz pozwala na kalibrację czujników temperatury i wilgotności. Zadawane wartości temperatury jak i wilgotności wynikają z konfiguracji biernych elementów elektroniki podstawowej i ich ustawień.

Podsumowanie

Opracowana konstrukcja autonomicznego mieszacza oborowego została zestawiona w wersji laboratoryjnej celem określenia krytycznych parametrów zespołu wykonawczego (wentylatora z silnikiem BLDZ i modułu fotowoltaicznego) przedmiotowej konstrukcji. Do badań wybrano wentylator osiowy o średnicy 170 mm i mocy 36W przy napięciu nominalnym 24V, oraz panel fotowoltaiczny o powierzchni $0,353 \text{ m}^2$, mocy znamionowej 50W i napięciu obwodu otwartego 22,03 V. Na podstawie zestawionego układu w wersji laboratoryjnej można sformułować następujące wnioski:

1. Uruchomienie wentylatora następowało przy promieniowaniu powyżej 50 W/m^2 , a praca stabilna powyżej 100 W/m^2 ;
2. Maksymalną moc 31 W wentylator uzyskał przy promieniowaniu 700 W/m^2 ;
3. Układ w zakresie wyższego promieniowania utrzymywał bezpieczne parametry (napięcia i prądu) co samoczynnie było regulowane przez charakterystykę pracy panelu PV.

Kolejnym etapem badań będzie wykonanie pełnowymiarowego mieszacza powietrza i zainstalowanie go w oborze celem sprawdzenia jego przydatności w warunkach rzeczywistych.

Literatura

- [1] Mader T.L., Davis M.S., Brown-Brandl T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *J. Dairy Sci.* (2016), 84, 712–719
- [2] Angrecka S., Herbut P. Prognozowanie możliwości wystąpienia stresu cieplnego u bydła mlecznego. *Wiadomości Zootechniczne* (2012), 4, 99–105
- [3] Davis S., Mader T. Adjustments for wind speed and solar radiation to the temperature-humidity index. *Nebraska Beef Cattle Rep.* (2013), 224, 48–51

ANALIZA ZASTOSOWANIA AKUMULATORA W HYBRYDOWYM SYSTEMIE FOTOWOLTAICZNYM W PRZYPADKU MAŁEGO PROSUMENTA ENERGII ODNAWIALNEJ

Zinoviy KOHUT ^{1,2}

¹ Faculty of Electrical Engineering,
Czestochowa University of Technology, Częstochowa

² Institute of Applied Mathematics and Fundamental Sciences,
Lviv Polytechnic National University, Ukraine

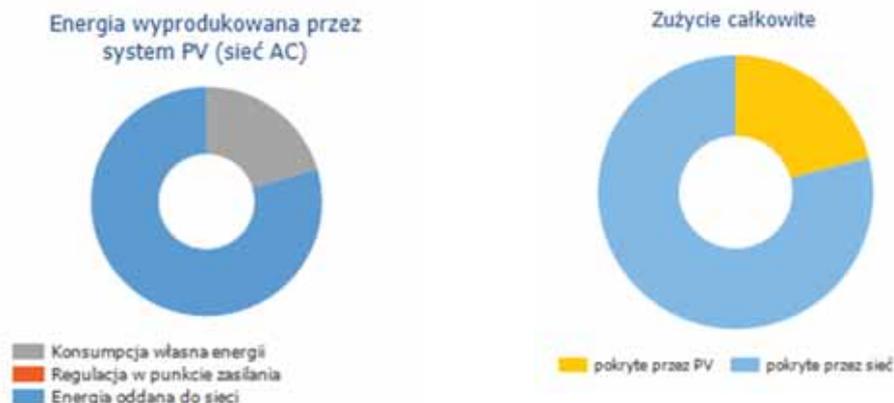
Zastosowanie akumulatora w hybrydowym systemie fotowoltaicznym może przynieść kilka korzyści. Przede wszystkim, umożliwia to zwiększenie wykorzystania energii z paneli słonecznych, ponieważ pozwala na przechowywanie nadmiaru energii i wykorzystanie jej w momencie, gdy zapotrzebowanie na energię jest większe. W ten sposób, system może stać się bardziej niezależny od sieci energetycznej, co może przynieść znaczne oszczędności finansowe. Kolejną korzyścią zastosowania akumulatora w hybrydowym systemie fotowoltaicznym jest to, że pozwala on na zapewnienie ciągłego dostarczania energii, nawet gdy panele fotowoltaiczne nie generują wystarczającej ilości energii. Dzięki temu, użytkownik może mieć pewność, że nie zostanie pozbawiony dostępu do energii elektrycznej, co może być szczególnie ważne w przypadku awarii sieci energetycznej. Przed podjęciem decyzji o zastosowaniu akumulatora, należy dokładnie przeanalizować koszty i korzyści takiego rozwiązania, aby upewnić się, że jest ono opłacalne dla danego użytkownika.

Główną zaletą instalacji hybrydowych jest możliwość magazynowania i wykorzystywania energii elektrycznej na własne potrzeby, zwłaszcza w porach dnia, kiedy promieniowanie słoneczne jest maksymalne, a zapotrzebowanie minimalne [3].

W pracy przeanalizowano i przedstawiono niezbędne wyliczenia dotyczące gospodarstwa domowego o całkowitym rocznym zużyciu energii wynoszącym 4820 kWh [4]. Do zainstalowanego systemu fotowoltaicznego o mocy 4,76 kWp dodano akumulator o pojemności 351 Ah i napięciu $U=55,5$ V, tworząc system hybrydowy.

Bilans energii elektrycznej przed podłączeniem akumulatora:

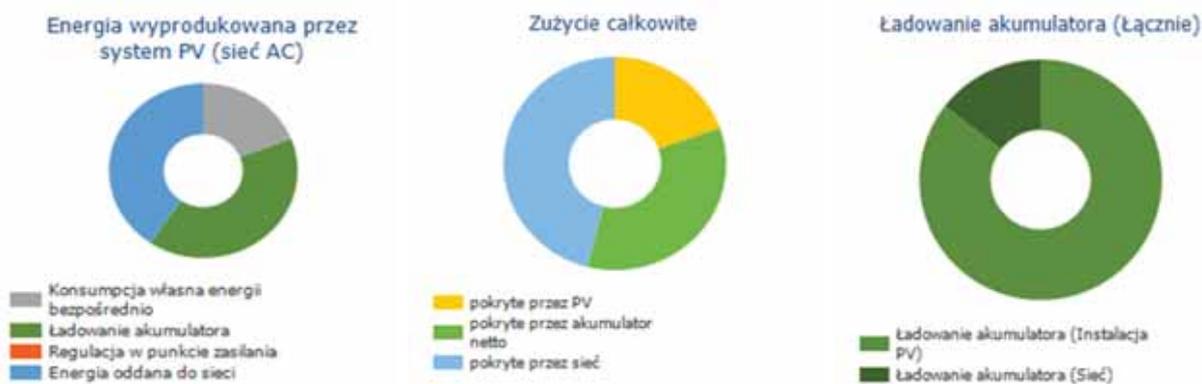
✓ energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)	4 978 kWh;
✓ konsumpcja własna energii	1 013 kWh;
✓ energia oddana do sieci	3 965 kWh;
✓ udział procentowy konsumpcji własnej energii	20,1%;
✓ zainstalowane urządzenia badanej instalacji	4 820 kWh/rok;
✓ energia dostarczona przez PV	1 013 kWh/rok;
✓ energia dostarczona przez sieć elektroenergetyczną	3 822 kWh/rok;
✓ procentowy udział energii słonecznej	20,9%.



Rys. 1. Energia wyprodukowana przez system PV oraz udział w pokryciu zapotrzebowania ON-GRID systemu

Bilans zużycia energii elektrycznej badanego systemu po zainstalowaniu akumulatora LiFePO₄ o pojemności 351 Ah i napięciu $U=55,5$ V wraz z systemem kontroli ładowania i rozładowania:

- | | |
|--|----------------|
| ✓ energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC) | 4 978 kWh; |
| ✓ konsumpcja własna energii | 948 kWh/rok; |
| ✓ ładowanie akumulatora | 2 013 kWh/rok |
| ✓ energia oddana do sieci | 2 016 kWh; |
| ✓ udział procentowy konsumpcji własnej energii | 59,4%; |
| ✓ zainstalowane urządzenia badanej instalacji | 4 820 kWh/rok; |
| ✓ ilość energii oddanej z akumulatora netto | 1 665 kWh/rok |
| ✓ energia dostarczona przez sieć elektroenergetyczną | 2 222 kWh/rok; |
| ✓ procentowy udział energii słonecznej | 54,1%. |



Rys. 2. Energia wyprodukowana przez system PV, udział w pokryciu zapotrzebowania, stan ładowania akumulatora w hybrydowym systemie

Analizując schemat przepływu energii przed i po modernizacji systemu fotowoltaicznego, polegającej na dodaniu akumulatora, widać znaczący wzrost udziału energii słonecznej w pokryciu zapotrzebowania własnego konsumenta. Udział procentowy energii słonecznej w zużyciu własnym zwiększył się z 20,9% do 54,1%. Przed modernizacją konsument wyprodukował z systemu PV 4 978 kWh, co przekroczyło jego zapotrzebowanie. Tylko 1 013 kWh zostało użyte na własne potrzeby, a pozostałe 3 965 kWh oddano do sieci. Bezpośrednio z systemu PV wykorzystano 948 kWh, a na ładowanie akumulatora zużyto 1 665 kWh. Pozostała energia (2 222 kWh) została pobrana z sieci elektroenergetycznej, do której oddano 2 016 kWh.

Tworzenie samowystarczalnych sieci energetycznych i smart gridów jest wyzwaniem obecnych czasów. Wymaga to jednak wsparcia finansowego i technicznego. Rozwój eko innowacyjnych technologii, a zwłaszcza systemów magazynowania energii, jest kluczowy dla rozwiązywania problemów związanych z ochroną środowiska. Obecnie jest to jednym z najważniejszych celów rozwoju technologicznego.

Literatura:

- [1] Dariusz Calus, Radosław Luft i in., *Możliwości i horyzonty eko innowacyjności*, Radom 2020, ISBN 978-83-66550-55-1
- [2] <https://www.gov.pl/web/klimat/nowy-system-rozliczania-tzw-net-billing> [dostęp 05 kwietnia 2023]
- [3] <https://www.ibr-solar.pl/produkty/> [dostęp 04 kwietnia 2023]
- [4] Bogdan Szymański, *Instalacje fotowoltaiczne. Wydanie IV*. Kraków 2015 . ISBN 976-83-64339-03-5

THE FIVE-LIMB TRANSFORMER TO POWER A GLIDARC PLASMA REACTOR

Grzegorz KOMARZYNIC, Michał AFTYKA

Lublin University of Technology,
Faculty of Electrical Engineering and Computer Science,
Lublin

Plasma is used in many technological processes, such as: cutting, spraying of coatings, decontamination of gases and surfaces, production of carbon nanotubes, melting of steel. In which technological processes plasma is used depends on its parameters. For technical purposes, low-temperature plasma is produced in devices called plasma reactors. The main method of plasma generation in these devices is electrical discharge in a gas. In the main, it is the power supply system that determines the parameters of the plasma and the application possibilities of the plasma reactor. In most of the processes in which plasma reactors are used, wide possibilities of regulating the parameters of the power supply are not required. Therefore, it is usual to build power supply systems specialized to work with a specific type of plasma reactor, conducting a specifically defined plasma process. Proper selection of the design of the power supply system depends on the correct operation of the plasma reactor, its cooperation with the power supply network and its impact on other equipment and people. The selection of the power supply system is not simple, since plasma reactors are highly nonlinear consumers with stochastically varying parameters, generating strongly electromagnetic interference and significant overvoltages, and, due to the small resistance of the electric arc, strongly stressing the power supply system. In many cases, the transformer itself, when properly designed, is a good source of power for plasma reactors. The cooperation of a three-electrode plasma reactor of the GlidArc type with a special design five-limb transformer was analyzed. In five-limb transformers, the outer limbs are designed to connect the top yoke of the core to the bottom yoke and create a low reluctance path for the magnetic fluxes. These fluxes in three-limb cores come out of the core and close through oil, air and structural elements of the transformer with which they increase additional losses. In five-limb transformers, the outer limbs of the core are not used to transform energy. By luring these limbs, it is possible to use the magnetic fluxes closing in them to initiate ignition in a three-phase plasma reactor of the GlidArc type. Such a solution is shown in Figure 1.

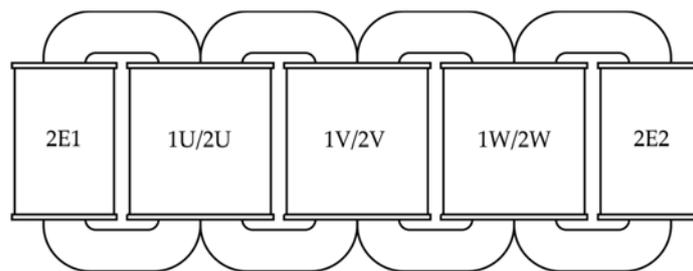


Figure 1. Distribution of windings on a five-limb core; 1U, 1V, 1W - primary phase windings, 2U, 2V, 2W - secondary phase windings, 2E1, 2E2 - additional secondary windings on the outer limbs of the core

The windings labeled U, V, W in Figure 1 are the phase windings of the primary and secondary sides of the transformer. These windings are wound concentrically and the transformer increases the power grid voltage to the value required for proper operation of the plasma reactor. Due to the need to maintain the proper parameters of the plasma, these voltages are lower than the value required to break through the interelectrode gaps and ignite the discharge. Windings marked with the symbol E are used to induce a voltage of the value required to initiate the discharge in the plasma reactor.

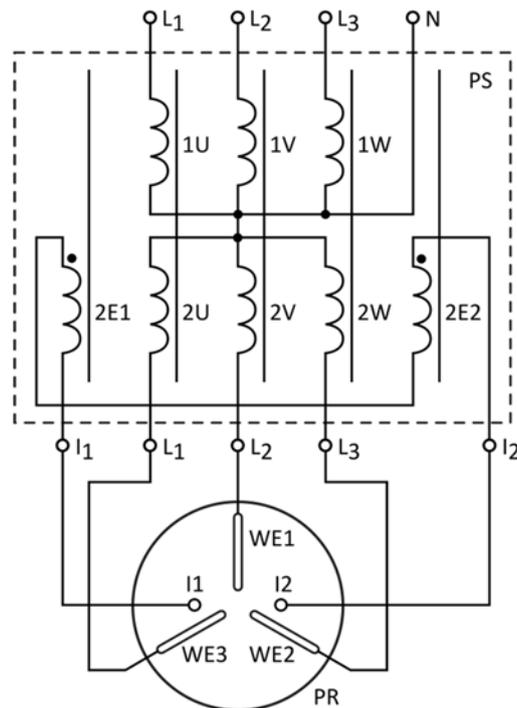


Figure 2. Plasma reactor power supply system; PS - five-column transformer, PR - plasma reactor

The method of connecting the plasma reactor to the five-limb transformer is shown in Figure 2. The reactor's three working electrodes are designed to transfer power to the electrical discharge. They conduct currents of up to 5 A and do not suffer increased thermal erosion from burning arcs. The task of the two working electrodes is solely to ionize the space between the working electrodes to reduce its electrical strength. They do not transmit power to the discharge hence their design does not allow them to conduct currents greater than 500 mA and operate at arc temperatures. In order for these electrodes to perform their functions and at the same time not be damaged, the five-column transformer must have appropriate operating characteristics. The voltages induced in the windings of the outermost limbs must reach 10 kV and, at the same time, the current drawn by the ignition discharge must be limited to 300 mA. The transformer must also be resistant to interference generated by arcs and ignition discharge burning in the plasma reactor. These discharges strongly distort voltages from the sine wave by introducing a wide spectrum of higher harmonics. These harmonics interfere not only with the transformer's operation but also carry over to its primary side disrupting the power grid.

The analyzed design of the five-limb transformer has shown in tests good cooperation with the plasma reactor. Some limitations of this transformer are due to the low dissipation reactance that the phase limb windings have. To make the cooperation of the plasma reactor with the five-limb transformer advantageous, it is necessary to use disc windings with carefully designed division. The outer limbs windings, due to the high voltages induced in them, pose some isolation problems. However, they guarantee reliable and stable conditions for ignition of the discharge in the reactor with simultaneous low erosion of the electrodes.

QUANTUM IMAGE PROCESSING FOR FLIGHT SIMULATORS*

Michał KORDASZ, Krzysztof CYRAN

Department of Computer Graphics, Vision and Digital Systems,
Silesian University of Technology, Gliwice, Poland

Introduction

One of the major branches of quantum informatics is image processing. However, quantum computer, because of different construction in comparison to classical computer, requires also different methods to store and process image.

All of the methods of image processing on quantum computer can be divided into two groups. The criterium is the way of encoding the color whether by using one qubit through angle parameter or basis states of a sequence qubits [1].

In this abstract we, the authors, will concentrate only on grayscale methods: **FRQI** [2], **NEQR** [3], **LPIQE** [4]. However, there are methods which expand above mentioned (FRQI and NEQR only) methods for color images (RGB) support. For example, **MCQI** is extended **FRQI** version [5] which supports RGB, so the same is **NCQI**, which implements RGB support and is based on **NEQR**.

FRQI introduced in 2011 was the first method which fully implemented quantum computer power, however not the first at all. The very first method was **Qubit lattice** introduced in 2003 [5] and the concept was fully based on classical image representation, as mentioned before, **Qubit lattice** does not implement quantum computer's advantage.

Materials & methods

The **FRQI** (ab. Flexible Representation of Quantum Images) is a method introduced in 2011. The FRQI is inspired on a method known from classical computers. The quantum state(s) stores information about color (FRQI method is focused for gray-scale images) and pixels' position on image. The main formula, which describes FRQI state is:

$$|I(\theta)\rangle = \frac{1}{2^n} \sum_{j=0}^{2^{2n}-1} (\cos \theta_j |0\rangle + \sin \theta_j |1\rangle) \otimes |j\rangle \quad (1)$$

where: $\theta_j \in \langle 0; \frac{\pi}{2} \rangle$ - angle which codes gray-scale intensity, $j = 0, 1, \dots, 2^{2n} - 1$ - pixels' position.

The second method is **NEQR** (ab. Novel Enhanced Quantum Representation) introduced in 2013. This method requires two entanglement qubits sequences:

- first qubit sequence is used to encode gray-scale level,
- second qubit sequence is used to store pixels' position on image (just as in FRQI).

The main formula, which describes NEQR state is:

$$|I(\theta)\rangle = \frac{1}{2^n} \sum_{j=0}^{2^{2n}-1} (g(j)) \otimes |j\rangle \quad (2)$$

Where: $g(j)$ – is the intensity of the pixel (in gray scale) from 0 to 255, which means values from $|0000\ 0000\rangle$ to $|1111\ 1111\rangle$, $j = 0, 1, \dots, 2^{2n} - 1$ - pixels' position.

The third method, proposed in 2020 is **Local Phase Image Quantum Encoding**. LPIQE uses local phase to encode color of the pixel. It is described by formula:

$$|I\rangle = \sum_{j=0}^J e^{ip_j} |j\rangle \quad (3)$$

Where: $J = height \times width - 1$ of the image, p_j – pixel’s intensity, j - pixel

Implementation

All of those methods were implemented by using open-source library Qiskit by IBM. Qiskit is a Python library which provides possibility to create quantum circuits and launch them on different IBM’s quantum computers remotely.



Figure 1: From left: original image, preprocessed image and reconstructed image

As you can see, reconstructed image [Figure 1] is not similar to the original one. It is, because of decoherence of quantum environment. Thus, it is required to implement techniques which will allow for error correction [6].

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge that this paper has been written based on the results achieved within the WrightBroS project. This project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation pro-gramme under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 822483. Dis-claimer: The paper reflects only the authors’ view and the Research Executive Agency (REA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

References

- [1] F. Yan, A. M. Ilyasu, i S. E. Venegas-Andraca, „A survey of quantum image representations”, *Quantum Inf. Process.*, t. 15, nr 1, s. 1–35, sty. 2016, doi: 10.1007/s11128-015-1195-6.
- [2] P. Q. Le, F. Dong, i K. Hirota, „A flexible representation of quantum images for polynomial preparation, image compression, and processing operations”, *Quantum Inf. Process.*, t. 10, nr 1, s. 63–84, luty 2011, doi: 10.1007/s11128-010-0177-y.
- [3] Y. Zhang, K. Lu, Y. Gao, i M. Wang, „NEQR: a novel enhanced quantum representation of digital images”, *Quantum Inf. Process.*, t. 12, nr 8, s. 2833–2860, sie. 2013, doi: 10.1007/s11128-013-0567-z.
- [4] K. Wereszczyński, A. Michalczuk, D. Pęszor, M. Paszkuta, K. Cyran, i A. Polański, „Cosine series quantum sampling method with applications in signal and image processing”, *ArXiv201112738 Quant-Ph*, lis. 2020, Dostęp: 20 czerwiec 2021. [Online]. Dostępne na: <http://arxiv.org/abs/2011.12738>
- [5] Y. Cai, X. Lu, i N. Jiang, „A Survey on Quantum Image Processing”, *Chin. J. Electron.*, t. 27, nr 4, s. 718–727, lip. 2018, doi: 10.1049/cje.2018.02.012.
- [6] K. Werner, K. Wereszczyński, i A. Michalczuk, „Experiment-Driven Quantum Error Reduction”, w *Computational Science – ICCS 2022*, D. Groen, C. de Mulatier, M. Paszynski, V. V. Krzhizhanovskaya, J. J. Dongarra, i P. M. A. Sloot, Red., w *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 13353. Cham: Springer International Publishing, 2022, s. 195–201. doi: 10.1007/978-3-031-08760-8_17.

* We would like to acknowledge that this paper has been written based on the results achieved within the WrightBroS project. This project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 822483. Supplementarily, this research work has been co-financed from Polish financial resources for science in 2019-2023 conferred for implementation of the co-financed international project. Disclaimer: The paper reflects only the authors' view and the Research Executive Agency (REA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

ANALIZA JAKOŚCI ENERGII ELEKTRYCZNEJ W WYBRANYM ZAKŁADZIE PRZEMYSŁOWYM

Mirosław KORNATKA, Mateusz OSTRYCHARZ

Politechnika Częstochowska, Częstochowa

Wstęp

Jakość energii elektrycznej jest aktualnym zagadnieniem, któremu większą uwagę zaczęto przypisywać dopiero pod koniec XX wieku. Nieprawidłowe parametry jakościowe energii elektrycznej, zarówno dostarczanej odbiorcy jak i przesyłanej w sieci, prowadzą do nieprawidłowej pracy i uszkodzeń elementów systemu elektroenergetycznego. Problematyka ta została szczegółowo omówiona w wielu publikacjach krajowych, wśród których należy wymienić np. prace [1, 2].

Zagadnienie jakości energii elektrycznej jest szczególnie istotne dla zakładów przemysłowych, prowadzących produkcję w sposób ciągły, gdzie ewentualne postoje wskutek awarii systemu elektroenergetycznego mogą generować ogromne straty finansowe. Według analiz przeprowadzonych w pracy [3], przy powszechnym stosowaniu napędów z energoelektroniką, jakość energii elektrycznej może nie spełniać wymagań stosownych norm i rozporządzeń.

Cel i zakres badań

Celem artykułu jest analiza danych z pomiarów jakości energii elektrycznej w wybranym zakładzie przemysłowym. Do badań wytypowano duże odbiorniki niskiego napięcia (o mocach rzędu setek kW) zasilane z przetwornic częstotliwości, będące urządzeniami technologicznymi przemiałowni cementu w jednej z krajowych cementowni. Pomiary były przeprowadzone analizatorem Lumel ND1. Dla porównania wyników pomiary przeprowadzono na dwóch młynach cementu, zasilanych z dwóch różnych stacji transformatorowych. Podczas badań przeprowadzono pomiary napięć zasilających, prądów obciążeń, współczynnika THDU oraz wyższych harmonicznym prądów i napięć. Analizę powyższych zmiennych przedstawiono na wykresach.

Wyniki badań

Na podstawie pomiarów należy stwierdzić, że jakość energii elektrycznej w rozpatrywanych instalacjach jest niezadawalająca. Zmierzone wartości niektórych parametrów sięgają około 120% wartości maksymalnych podawanych w normie [4]. Ponieważ tak wysokie przekroczenia parametrów mogą skutkować uszkodzeniem urządzeń, a w dalszej konsekwencji postojem młynów i stratami dla zakładu, wstępnie dobrano filtry aktywne dla skompensowania zakłóceń. Ponadto oszacowano straty wynikające z przesyłu mocy wyższych harmonicznym, będącej dodatkowym obciążeniem dla linii zasilających obiekty.

Wnioski

Zapewnienie dostaw energii elektrycznej o prawidłowych parametrach jakościowych, zgodnie z odpowiednimi normami i rozporządzeniami [4, 5] jest ważne zarówno dla operatora systemu dystrybucyjnego, który może być rozliczany z tytułu dostawy energii o nieprawidłowych parametrach, jak również samego odbiorcy. W zakładach przemysłowych jakość energii elektrycznej jest szczególnie ważna z powodu dużej ilości energoelektroniki – zasilaczy, przetwornic częstotliwości czy prostowników. Odbiorca przemysłowy, posiadający własną sieć zakładową średniego i niskiego napięcia – jak analizowany zakład, powinien zwracać szczególną uwagę na spełnianie tych wymogów. Pozwoli mu to na bezawaryjną pracę zakładowego systemu elektroenergetycznego, a tym samym optymalizację kosztów jego działania.

Literatura

- [1] Kowalski Z.: Jakość energii elektrycznej, Monografie Politechniki Łódzkiej, Łódź 2007
- [2] Hanzelka Z.: Jakość dostawy energii elektrycznej. Zaburzenia wartości skutecznej napięcia. Wydawnictwa AGH, Kraków 2013
- [3] Baghzouz Y.: Harmonic study of an industrial plant equipped with variable-frequency drives, Proceeding of the 5th International Conference - Electrical power quality and utilisation. 15-17.09.1999, ISBN 83-907546-6-5, pp. 143-147
- [4] PN-EN 50160:2010
- [5] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz.U. 2007 nr 93 poz. 623 z późn. zm.)

INTELIĞENTNE OPATRUNKI MEDYCZNE

Ewa KORZENIEWSKA¹, Andrzej KRAWCZYK², Artur SZCZĘSNY¹,
Józef MRÓZ³, Małgorzata SERWACH⁴

¹ Instytut Systemów Inżynierii Elektrycznej, Wydział Elektrotechniki,
Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechnika Łódzka

² Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu

³ Wojskowy Instytut Medyczny, Warszawa

⁴ Wydział Prawa i Administracji, Uniwersytet Łódzki

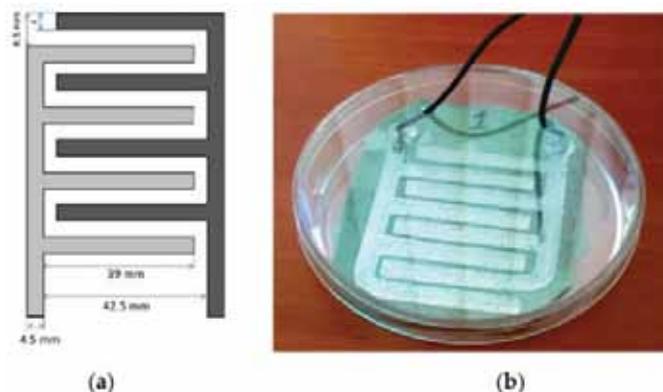
Wprowadzenie

Wraz z rozwojem elektroniki noszonej dużym zainteresowaniem cieszy się monitoring zdrowia i życia ludzkiego. W tym nurcie rozwijają się także inteligentne opatrunki. Są to rozwiązania technologiczne, których zadaniem jest monitorowanie stanu gojenia się ran, w tym rozwoju różnego rodzaju patogenów. Pomiar impedancji czujników, poziomu pH wydzieliny z rany, jej wilgotności czy temperatury ma za zadanie pomoc w szybkiej diagnozie medycznej oraz usprawnieniu leczenia [1,2]. Wśród rozwiązań technologicznych związanych z inteligentnymi opatrunkami, znaleźć można specjalne materiały, skonstruowane w oparciu o inteligentne polimery, nanowarstwy czy też peptydy, które mają właściwości antybakteryjne lub stymulujące regenerację tkanki. Inteligentne opatrunki wspomagają gojenie się nawet przewlekłych ran, które są trudne do zagojenia i wymagają indywidualnego podejścia. Nowoczesne rozwiązania sprzyjają także poprawie jakości życia pacjentów a także mogą zmniejszyć koszty leczenia.

Należy jednak wziąć pod uwagę koszt wytworzenia takich rozwiązań, możliwość nietolerancji przez skórę pacjenta użytych związków chemicznych, a także ewentualnego specjalistycznego szkolenia w zakresie użytkowania zaproponowanych rozwiązań. Jednakże rozwiązania tego typu powinno się traktować jako formę wsparcia leczenia a koszt wytworzenia i użytkowania powinien być jednak zagadnieniem marginalnym.

Przykładowe rozwiązania

Zdrowa ludzka skóra jest pokryta zarówno przyjaznymi jak i szkodliwymi bakteriami, które szybko kolonizują otwartą ranę. Z tego powodu rany należy oczyszczać i w konkretnych sytuacjach przeprowadzać antybiotykoterapię. Wśród patogenów jednym z groźniejszych jest *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*). Dotychczas, aby wykryć rozwijanie się gronkowca złocistego personel medyczny obserwował ranę, robił wymaz z zakażonego obszaru, a następnie analizował wyniki testu laboratoryjnego. Jednak testy wymazowe są czasochłonne, a wymazy robi się w pewnych odstępach czasowych, gdy stan rany budzi niepokój personelu.



Rysunek 1. (a) Geometria wytworzonych elektrod metalicznych w czujniku umożliwiającym detekcję gronkowca złocistego; (b) zdjęcie wykonanej konstrukcji

Jako wsparcie diagnostyki występowania gronkowca autorzy zaproponowali czujniki impedancyjne wytworzone na tekstylnym podłożu kompozytowym. W procesie fizycznego osadzania próżniowego na Cordurę naniesiono srebrne warstwy elektroprowadzące w kształcie elektrod palczastych. Zaproponowane przez autorów rozwiązanie umożliwia detekcję patogenu w czasie około 10h od momentu rozpoczęcia się namnażania się bakterii w ranie. Pomiary parametrów elektrycznych czujnika - pojemności elektrycznej i rezystancji jako składowej rzeczywistej impedancji dokonywano za pomocą miernika impedancji CEM DT-9935 dla częstotliwości testowych 100 Hz/120 Hz/1 kHz/10 kHz/100 kHz. Największe zmiany pojemności, rezystancji oraz impedancji w czasie odnotowano dla częstotliwości testowej 100 i 120 Hz [3].

Inne ośrodki badawcze również starają się opracowywać urządzenia monitorujące oznaki infekcji rany. Według grupy Xiong możliwe jest wykrycie stanu zapalnego rany poprzez detekcję enzymu zwanego dezoksyrybonukleazą lub DNazą. Czujnik wykrywający ten enzym wykorzystuje właściwości hydrożelu nazywanego także żelem DNA. W czujniku dochodzi do weryfikacji ciągłości łańcuchów DNA żelu i informacja na ten temat przesyłana jest do odpowiednich układów identyfikujących tę zmianę [4].

System monitorowania infekcji bakteryjnej ran to projekt badawczy grupy młodych polskich naukowców. Ten zespół badaczy wykorzystał pomiar poziomu pH rany. Do tego celu wykorzystany został sensor chemiczny zbudowany z pasty grafenowej z tlenkiem rutenu oraz elektroprowadzącej pasty z cząstkami srebra. Zaprojektowany opatrunek zakłada umieszczenie sensora chemicznego wraz z anteną RFID między warstwami jałowej gazy. Zbudowane urządzenie nosi nazwę SmartHeal [3].

Podsumowanie

Autorzy w poniższym artykule skoncentrowali się przeglądzie opracowanych rozwiązań dotyczących detekcji rozwijających patogenów na skórze człowieka ze szczególnym uwzględnieniem ran. Dążenie do wykorzystania inteligentnych opatrunków medycznych jest ze względu na szybkość diagnozy medycznej w oparciu o wyniki pomiarów jest bardzo zasadne [6]. Należy dodatkowo zwrócić uwagę na bezprzewodową transmisję informacji, wykorzystującą pole elektromagnetyczne, jako nośnik tej informacji.

Zabezpieczenie przesyłanych danych medycznych, a także badania kliniczne dotyczące opracowanych prototypów, to także ważne zagadnienia prawno-inżynierskie.

Literatura

- [1] Dargaville TR, Farrugia BL, Broadbent JA, Pace S, Upton Z, Voelcker NH. Sensors and imaging for wound healing: a review. *Biosens Bioelectron.* 2013 Mar 15;41:30-42. doi: 10.1016/j.bios.2012.09.029. Epub 2012 Sep 28. PMID: 23058663.
- [2] Gao Y, Nguyen DT, Yeo T, Lim SB, Tan WX, Madden LE, Jin L, Long JYK, Aloweni FAB, Liew YJA, Tan MLL, Ang SY, Maniya SD, Abdelwahab I, Loh KP, Chen CH, Becker DL, Leavesley D, Ho JS, Lim CT. A flexible multiplexed immunosensor for point-of-care in situ wound monitoring. *Sci Adv.* 2021 May 21;7(21):eabg9614. doi: 10.1126/sciadv.abg9614. PMID: 34020961; PMCID: PMC8139589.
- [3] Korzeniewska, E.; Szczęsny, A.; Lipiński, P.; Drózd, T.; Kielbasa, P.; Miernik, A. Prototype of a Textronic Sensor Created with a Physical Vacuum Deposition Process for *Staphylococcus aureus* Detection. *Sensors* **2021**, *21*, 183. <https://doi.org/10.3390/s21010183>.
- [4] Xiong Z, Achavananthadith S, Lian S, Madden LE, Ong ZX, Chua W, Kalidasan V, Li Z, Liu Z, Singh P, Yang H, Heussler SP, Kalaiselvi SMP, Breese MBH, Yao H, Gao Y, Sanmugam K, Tee BCK, Chen PY, Loke W, Lim CT, Chiang GSH, Tan BY, Li H, Becker DL, Ho JS. A wireless and battery-free wound infection sensor based on DNA hydrogel. *Sci Adv.* 2021 Nov 19;7(47):eabj1617. doi: 10.1126/sciadv.abj1617. Epub 2021 Nov 19. PMID: 34797719; PMCID: PMC8604401.
- [5] <https://programy.nauka.gov.pl/autorzy-innowacyjnego-opatrunku-smartheal-zwycieczcami-nagrody-jamesa-dysona/> (dostęp 10 maja 2023)
- [6] Barros Almeida I, Garcez Barretto Teixeira L, Oliveira de Carvalho F, Ramos Silva É, Santos Nunes P, Viana Dos Santos MR, Antunes de Souza Araújo A. Smart Dressings for Wound Healing: A Review. *Adv Skin Wound Care.* 2021 Feb 1;34(2):1-8. doi: 10.1097/01.ASW.0000725188.95109.68. PMID: 33443918.

KOMUNIKACJA BEZPRZEWODOWA WYKORZYSTYWANA W TRANSMISJI DANYCH POMIĘDZY URZĄDZENIAMI ELEKTRONIKI NOSZONEJ A ODBIORNIKIEM

Ewa KORZENIEWSKA, Rafał ZAWIŚLAK, Szymon PRZYBYŁ,
Anna BILSKA, Piotr SARNA

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

Wprowadzenie

Jednym z kluczowych zagadnień dotyczących elektroniki noszonej jest transmisja danych w obrębie sieci bezprzewodowych. Do najczęściej wykorzystywanych rozwiązań należą: technologia Bluetooth Low Energy (BLE), a także protokół ZigBee [1], charakteryzujące się niskim zużyciem energii oraz niską ceną implementacji. Funkcjonalność takich rozwiązań zależy także od energochłonności zaproponowanych rozwiązań, a także ich rozmiarów geometrycznych i wagi. Celem niniejszego opracowania jest analiza wybranych technik komunikacji, które zostały porównane pod względem ich zasięgu oraz energooszczędności [2]. W pracy przedstawiono wyniki dotyczące testów komunikacji bezprzewodowej w zakresie porównania zasięgu komunikacji Bluetooth przeprowadzonych w różnych warunkach, takich jak w budynku, w którym nie było przeszkód oraz w obiekcie użyteczności publicznej, gdzie podczas przeprowadzania testów trwał koncert muzyczny, który ze względu na dużą ilość urządzeń powinien zwiększyć opóźnienie w komunikacji lub w ekstremalnym przypadku uniemożliwić utrzymanie niezawodnej komunikacji. W celu porównania parametrów komunikacji Bluetooth zostały użyte różne popularne modele telefonów różniące się standardem BLE.

Najpopularniejszymi konsumenckimi standardami komunikacji są Bluetooth, WiFi oraz ZigBee, standardy te koegzystują na tym samym zakresie częstotliwości 2.4 GHz ISM, ale różnią się ilością dostępnych kanałów, przepustowością oraz zużyciem energii. Bluetooth oraz Zigbee charakteryzują się znacznie mniejszym zużyciem energii w porównaniu z komunikacją WiFi, ale posiadają znacznie mniejszą przepustowość [3]. Szerokość pasma transmisji dla BLE wynosi 2404-2480 MHz i posiada aż 40 kanałów (kanały co 2 MHz), z których 3 kanały są wykorzystywane do rozgłaszania się urządzenia. Natomiast Zigbee posiada pasmo transmisji w zakresie 2405-2480 MHz, gdzie znajduje się tylko 16 kanałów (kanały co 5 MHz). WiFi posiada 3 główne nie nachodzące na siebie kanały transmisji o następujących pasmach częstotliwościowych: 2403-2423 MHz, 2428-2446 MHz oraz 2453-2473 MHz.

Pomimo pojawienia się na rynku wielu rozwiązań mających zastosowanie w inteligentnych ubraniach [4], znalezienie opracowania przybliżającego właściwy sposób projektowania oraz realizowania komunikacji bezprzewodowej w urządzeniach elektroniki noszonej jest zagadnieniem złożonym nad którym pracuje wiele ośrodków badawczych [5]. Również autorzy niniejszej pracy przeanalizowali możliwe do zastosowania technologie, które umożliwiałyby bezprzewodową komunikację pomiędzy urządzeniami pomiarowymi a urządzeniem centralnym.

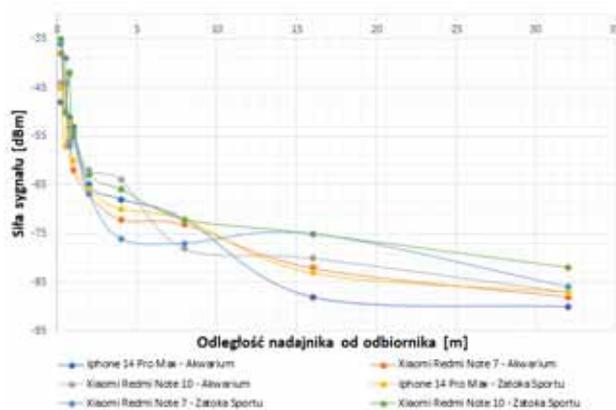
Metoda pomiarowa

W celu przetestowania funkcjonalności oraz przeprowadzenia pomiarów zasięgu, niezawodności oraz prędkości komunikacji Bluetooth została wykorzystana płytk rozwojowa oparta na układzie nRF52832 z BLE oraz łącznością 2,4 GHz. Ponadto zaprojektowany układ pomiarowy został przetestowany pod względem odporności na szumy, a także została dokonana analiza zużycia energii dla technologii Bluetooth oraz ZigBee. Wybrany przez autorów mikrokontroler umożliwia pracę procesora na częstotliwości 64 MHz i zawierają dużą ilość pamięci FLASH (256-512 kB) oraz RAM (32-128 kB). Ponadto posiadają 12-bitowy, 200 kps

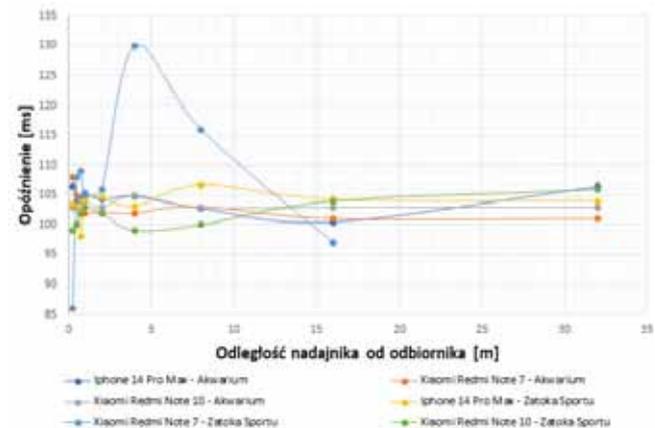
przetwornik analogowo-cyfrowy, 5x 32-bitowych timerów, do 4 połączeń za pomocą SPI oraz 2 połączenia I2C.

Wyniki

Przykładowe pomiary siły sygnału oraz opóźnienia dla układu nRF52832 zostały zaprezentowane na rys. 1 i rys 2.



Rysunek 1. Siła sygnału dla poszczególnych odbiorników



Rysunek 2. Opóźnienia dla poszczególnych odbiorników

Powyższe pomiary zostały przeprowadzone w dwóch różnych lokalizacjach. Jedną z nich był budynek z małą ilością urządzeń zakłócających sygnał (Akwarium), a drugą lokalizacją było miejsce, w którym w trakcie pomiarów odbywała się impreza masowa (Zatoka Sportu). Siła sygnału słabnie wykładniczo wraz ze wzrostem odległości nadajnika od odbiornika, co ma kluczowe znaczenie przy przesyłaniu danych pomiędzy systemami elektroniki noszonej a odbiornikami sygnału.

Na wykresie dotyczącym opóźnienia dla poszczególnych odbiorników można zauważyć, że nie jest ono zależne względem odległości nadajnika od odbiornika i waha się w przedziale 95 – 110 ms.

Dyskusja i wnioski

Autorzy w poniższym artykule skoncentrowali się na zagadnieniu energooszczędnej i bezprzewodowej komunikacji, dzięki której możliwe jest przesyłanie danych do komputera bądź połączenie systemu z urządzeniem mobilnym takim jak smartfon.

Przeprowadzono analizę komunikacji bezprzewodowej w technologii Bluetooth oraz ZigBee. Istotnym problemem związanym z komunikacją bezprzewodową okazały się występujące zakłócenia wynikające z działania różnych urządzeń na tych samych pasmach częstotliwościowych, co przekładało się na zwiększenie opóźnienia.

Po analizie sposobów działania technologii WiFi, Bluetooth, ZigBee, Thread czy Matter, które determinują pracę urządzeń IoT uznano, że największy potencjał aplikacyjny w przypadku urządzeń elektroniki noszonej ze szczególnym uwzględnieniem systemów tekstronicznych ma technologia Bluetooth, która jest obecna prawie w każdym urządzeniu konsumenckim takim jak telefon, czy laptop.

Ponadto moduły Bluetooth zastosowane w nowoczesnych mikrokontrolerach takich jak nRF52 są mikromocowe, zapewniają duży zasięg, a także stabilną komunikację przy małym opóźnieniu oraz małym zużyciu prądu.

Literatura

- [1] W. Abdallah, S. Mnasri, N. Nasri, and T. val, ‘Emergent IoT Wireless Technologies beyond the year 2020: A Comprehensive Comparative Analysis’, in *2020 International Conference on Computing and Information Technology (ICCIT-1441)*, Sep. 2020, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICCIT-144147971.2020.9213799.
- [2] T. Rault, A. Bouabdallah, and Y. Challal, ‘Energy efficiency in wireless sensor networks: A top-down survey’, *Comput. Netw.*, vol. 67, pp. 104–122, Jul. 2014, doi: 10.1016/j.comnet.2014.03.027.
- [3] R. Chaloo, A. Oladeinde, N. Yilmazer, S. Ozcelik, and L. Chaloo, ‘An Overview and Assessment of Wireless Technologies and Co- existence of ZigBee, Bluetooth and Wi-Fi Devices’, *Procedia Comput. Sci.*, vol. 12, pp. 386–391, Jan. 2012, doi: 10.1016/j.procs.2012.09.091.
- [4] Y.-H. Lee *et al.*, ‘Wearable Textile Battery Rechargeable by Solar Energy’, *Nano Lett.*, vol. 13, no. 11, pp. 5753–5761, Nov. 2013, doi: 10.1021/nl403860k.
- [5] T. Govindan *et al.*, ‘On the design and performance analysis of wristband MIMO/diversity antenna for smart wearable communication applications’, *Sci. Rep.*, vol. 11, no. 1, p. 21917, Nov. 2021, doi: 10.1038/s41598-021-01326-y.

EFEKTY ODDZIAŁYWANIA PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH O CZĘSTOTLIWOŚCI 50 HZ NA SYNTEZĘ AROMATAZY W TKANKACH MACICY SARNY EUROPEJSKIEJ (*CAPREOLUS CAPREOLUS* L.)

Anna KOZIOROWSKA^{1,3}, Natalia GAŁKA^{2,3},
Ewelina BATOR³, Marek KOZIOROWSKI^{2,3}

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

² Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych,
Instytut Biotechnologii, Katedra Biotechnologii
Rzeszów

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

Wstęp

W środowisku wyróżnia się dwie grupy pól elektromagnetycznych: pola jonizujące i niejonizujące. Naturalnymi źródłami pól z zakresu niejonizującego (a do tej grupy zalicza się pola o częstotliwościach ekstremalnie niskich) są przede wszystkim: Kosmos, który jest źródłem pól o całym zakresie częstotliwości, wyładowania atmosferyczne, ruch obrotowy Ziemi względem atmosfery i jonosfery (rezonans Schumanna), czy prądy i pływy morskie. Wraz z rozwojem technologii ludzie wprowadzili do środowiska sztuczne źródła pól elektromagnetycznych, do których można zaliczyć sieci elektroenergetyczne, instalacje i urządzenia elektryczne, aparaturę medyczną (lancetrony, koagulatory).

Sarna europejska jest gatunkiem szeroko rozpowszechnionym w większości Europy i bardzo dobrze przystosowuje się do środowiska w którym przebywa. Jest zwierzęciem żyjącym w jednym miejscu i w momencie pojawienia się w jej środowisku sztucznych źródeł pól elektromagnetycznych jest ciągle narażona na ich oddziaływanie.

Główną częścią układu rozrodczego samicy sarny jest macica składająca się z dwóch rogów połączonych tkanką łączną. Endometrium wyściela jamę macicy pozwalając na zagnieżdżenie się embrionu. Składa się z dwóch warstw – podstawnej i funkcjonalnej (czynnościowej). Pierwsza z nich łączy endometrium z miometrium (warstwą zewnętrzną), natomiast warstwa funkcjonalna, umieszczona bliżej światła macicy, zmienia się pod wpływem działania na nią hormonów podczas trwania cyklu rozrodczego.

Aromataza jest enzymem niezwykle ważnym dla poprawnego rozwoju i działania układu rozrodczego zarówno u osobników żeńskich, jak i męskich. Jej udział jest kluczowy w syntezie estrogenów, przez aromatyzację sterydów androgennych. Estrogeny wpływają na poprawne formowanie się tkanki endometrium funkcjonalnego podczas przygotowania układu do ciąży, a także jego usuwanie w przypadku braku zapłodnienia. Zbyt duża ilość aromatazy może prowadzić do zwiększonej produkcji estrogenów, co w konsekwencji może mieć wpływ na wystąpienie endometriozy [Stocco, 2012]. Substratami enzymu aromatazy są np.: testosteron i androstendion. Do funkcji aromatazy należy regulacja syntezy estrogenów z testosteronu w wielu tkankach – w tym w endometrium, jajnikach czy łożysku. Enzym ten jest niezwykle ważny w cyklach reprodukcyjnych u samic.

Cel badań

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu oddziaływania pola elektromagnetycznego ekstremalnie niskiej częstotliwości na produkcję aromatazy, co wpływa na produkcję estrogenów w endometrium macicy sarny europejskiej (*Capreolus capreolus*). Pobrane tkanki poddano oddziaływaniu pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz przez 2 lub 4 godziny. Następnie wykonano reakcję immunohistochemiczną. Wyniki reakcji zostały poddane analizie półilościowej, czyli obliczeniu względnej gęstości optycznej (ROD) preparatów poreakcyjnych, na podstawie wykonanych zdjęć tkanek. Następnie średnie ROD poszczególnych preparatów porównano z kontrolą (tkankami niepoddanymi działaniu pola, hodowanymi w takich samych warunkach i w tym samym czasie co tkanki badane), a także wykonano analizę statystyczną aby dowiedzieć się czy istnieją różnice pomiędzy badanymi grupami.

Materialy i metody

Modelem badawczym w prowadzonych badaniach były tkanki macicy sarny europejskiej. Tkanki zostały pobrane w czasie trwania polowań selekcyjnych w lasach nadleśnictwa Świerczów (woj. Podkarpackie, Polska). Po umieszczeniu w PBS, materiał ten został dostarczony na łodzi (4°C) do laboratorium. Przygotowano próbki o wadze 100 mg, połowę z nich poddano działaniu pola elektromagnetycznego, a połowę wykorzystano jako próbę kontrolną. Fragmenty tkanek zostały umieszczone na 24-dółkowej płytce hodowlanej z 1 ml medium hodowlanego w każdym dołku. Po 2 godzinnej preinkubacji próbki poddano oddziaływaniu pola generowanego przez urządzenie Magneris (Astar, Polska). Próbki znajdowały się pod wpływem pola przez 2 lub 4 godziny. Próbki kontrolne inkubowane były w tym samym czasie i w takich samych warunkach środowiskowych, bez oddziaływania pola.

Po przeprowadzeniu hodowli *in vitro* tkanki macicy zostały zatopione w parafale i przygotowane do badań immunohistochemicznych. Po nałożeniu przeciwciał I i II rzędowych przeprowadzono analizę reakcji immunohistochemicznej. Zdjęcia preparatów zostały wykonane mikroskopem świetlnym i analizowane w programie ImageJ. Obszar komórek macicy, w których pojawił się sygnał immunopozytywny (obecność receptorów) zaznaczono oraz zmierzono poziom szarości dla każdego z obszarów. Następnie policzono względną gęstość optyczną ROD, co pozwoliło na porównanie ilości produktu w poszczególnych grupach badawczych.

Wyniki badań

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują działanie pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz jako czynnika powodującego wzrost produkcji enzymu aromatazy przez tkankę endometrium macicy sarny. Wysoka ilość aromatazy może prowadzić do zawyżonej produkcji estrogenów. Takie zaburzenia hormonalne mogą mieć poważne skutki zdrowotne.

Wnioski

W przeprowadzonych licznych badaniach *ex vivo* i *in vitro*, wskazano na dobroczynne działanie pól elektromagnetycznych ekstremalnie niskich częstotliwości. Wykazują działanie przeciwzapalne, przeciwbólowe czy regeneracyjne, pozytywnie wpływają na gojenie się ran, a także promują proliferację komórek, transport jonów czy syntezę białek, oraz mogą wpływać na sygnalizację w komórkach, dlatego używane są często w terapii osób po udarze mózgu [Cichoń i in., 2018]. Pole elektromagnetyczne o ekstremalnie niskiej częstotliwości sprawdza się także w terapiach fizycznych jako dopełnienie leczenia chirurgicznego i farmakologicznego.

Wyniki badań wskazujące pole elektromagnetyczne ekstremalnie niskiej częstotliwości jako czynnik wpływający na wzrost stężenia aromatazy w tkance endometrium macicy sarny mogą mieć zastosowanie w przyszłości przy badaniach dotyczących problemu niepłodności, bądź problemów podczas ciąży u kobiet.

Aromataza odgrywa również ważną rolę przy regulacji spermatogenezy, więc także w tym wypadku badania mogą przynieść korzyści przy analizie problemów płodności u mężczyzn. Enzym ten obecny jest także przy nowotworach piersi czy endometriozie. W związku z tym badanie wpływu pola elektromagnetycznego na produkcję aromatazy, a co za tym idzie estrogenów w tkankach chorobowych może być przydatne w badaniach nad tymi chorobami, które są coraz częściej spotykane w dzisiejszych czasach.

Literatura

1. Cichoń N., Bijak M., Czarny P., Miller E., Synowiec E., Sliwinski T., Saluk-Bijak J. (2018). Increase in blood levels of growth factors involved in the neuroplasticity process by using an extremely low frequency electromagnetic field in post-stroke patients. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10, 294.
2. Stocco C. (2012). Tissue physiology and pathology of aromatase. *Steroids*, T. 77, Issues 1–2, 27–35;

ODDZIAŁYWANIE POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO EKSTREMALNIE NISKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI O WARTOŚCI 120 HZ NA SYNTEZĘ ESTROGENÓW MIERZONĄ AKTYWNOŚCIĄ AROMATAZY W TKANKACH MACICY SARNY EUROPEJSKIEJ (*CAPREOLUS CAPREOLUS* L.)

Marek KOZIOROWSKI^{1,3}, Patryk KOGUT^{1,3},
Gabriela BETLEJ³, Anna KOZIOROWSKA^{2,3}

¹ Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych,
Instytut Biotechnologii, Katedra Biotechnologii, Rzeszów

² Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Przyrodniczych
Instytut Inżynierii Materiałowej, Rzeszów

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

Wstęp

Pole elektromagnetyczne o ekstremalnie niskich częstotliwościach (do 300 Hz), którego źródłem są powszechnie stosowane urządzenia elektryczne, jest czynnikiem uważanym za szkodliwy dla zdrowia. W związku ze stale rosnącą ilością sztucznych źródeł pola w otoczeniu człowieka i ryzykiem ekspozycji na tego rodzaju pola, na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat temat wpływu pól elektromagnetycznych na organizmy żywe stał się przedmiotem wielu badań. Oddziaływania pól na organizmy żywe są także badane ze względu na pozytywny ich wpływ w terapii bólu, czy schorzeń układu mięśniowo-szkieletowego (Paolucci i in., 2020). Działanie polem elektromagnetycznym o określonych parametrach przynosi szereg pozytywnych skutków i określane jest mianem magnetoterapii. Terapie z wykorzystaniem pola elektromagnetycznego opisywane są jako nieinwazyjne metody leczenia bólu, stanów zapalnych oraz różnorodnych chorób dotyczących układu mięśniowo-szkieletowego. Rehabilitacje wykorzystujące pola elektromagnetyczne cieszą się coraz większą popularnością ze względu na ich potwierdzone licznymi badaniami bezpieczeństwo stosowania oraz ciągle rosnącą dostępność do specjalistycznej aparatury w placówkach medycznych (Paolucci i in., 2020).

Sarna europejska stanowi jeden z kluczowych gatunków zasiedlających europejskie ekosystemy lądowe. Z uwagi na dużą liczebność i rozpowszechnienie sarny europejskiej na terenie niemal całego kontynentu, gatunek ten istotnie wpływa na środowiska leśne i obszary rolnicze, m.in. przyczyniając się do tworzenia nisz ekologicznych dla innych gatunków. Na terenie Polski występują dwa ekotypy sarny europejskiej, tj. leśny i polny, które istotnie różnią się od siebie behawiorem i morfologią. Sarny są zwierzętami osiadłymi, nie migrują na duże odległości i są narażone na oddziaływanie czynników środowiskowych. Wraz z rozwojem miast i terenów przemysłowych budowane jest coraz więcej linii energetycznych oraz stacji transformatorowych, które pojawiając się w środowisku butowania sarny stają się źródłem pól stale oddziałujących na zwierzęta.

U ssaków wyróżnia się trzy rodzaje estrogenów: estron (E1), estradiol (E2) i estron (E3). Estrogeny cyklicznie stymulują proliferację komórek endometrium, dzięki czemu błona śluzowa macicy wzrasta i w ten sposób przygotowuje się do implantacji zarodka. Oprócz tego, hormony te wpływają na zwiększenie przepływu krwi

do endometrium, co jest niezbędne do zagnieżdżenia się zapłodnionej komórki jajowej oraz prowadzą do zwiększenia produkcji śluzu szyjkowego podczas owulacji, tworząc środowisko sprzyjające przetrwaniu plemników i ich poruszaniu się w kierunku uwolnionej komórki jajowej.

Estrogeny działają na tkanki poprzez łączenie się z receptorami estrogenowymi (ER), występującymi w dwóch typach: alfa oraz beta. Oba typy są ekspresjonowane w różnych proporcjach w zależności od tkanki, a w przypadku endometrium macicy stwierdzono obecność zarówno ER- α jak i ER- β . Zbyt wysoka lub zbyt niska ekspresja tych receptorów może być przyczyną szeregu chorób, w tym przerostu endometrium, endometriozy, a nawet raka endometrium (Yu i in., 2022).

Cel badań

Badania mają na celu określenie w jaki sposób pole elektromagnetyczne o częstotliwości 120 Hz i wartości indukcji magnetycznej 8 mT wpływa na syntezę białka aromatazy w endometrium macicy dojrzałych płciowo saren. Skrawki tkanek endometrium macicy poddawane były działaniu pola elektromagnetycznego przez czas 2 lub 4 godzin. W celu sprawdzenia wpływu pola przeprowadzono reakcję immunohistochemiczną, a jej intensywność wyrażono jako względną gęstość optyczną (ROD; ang. Relative Optical Density) produktów reakcji brązu diaminobenzydynowego. Wykonano testy w celu sprawdzenia obecności statystycznie istotnych różnic w wartości ROD pomiędzy grupami doświadczalnymi.

Materiały i metody

Materiał doświadczalny, w postaci tkanek macic dojrzałych płciowo saren, pozyskano w czasie polowań selekcyjnych w lasach Nadleśnictwa Świerczów. Pobrane tkanki przenoszono do buforu PBS i transportowano do laboratorium na lodzie (4°C). Połowę przygotowanych próbek poddano działaniu pola elektromagnetycznego w trakcie inkubacji *in vitro*, a połowę wykorzystano jako próbę kontrolną. Próbki znajdowały się pod wpływem pola przez 2 lub 4 godziny. Próbki kontrolne inkubowane były w tym samym czasie i w takich samych warunkach środowiskowych, bez oddziaływania pola.

Immunohistochemia (IHC) to technika pozwalająca na wykrywanie obecnych w tkankach substancji o charakterze antygenowym (np. białek) dzięki zastosowaniu przeciwciał. Zasada metody opiera się na wykorzystaniu przeciwciała skierowanego przeciwko antygenowi, którego lokalizację w tkance chcemy ustalić, a następnie detekcji powstałego barwnego produktu przy użyciu mikroskopu świetlnego. Metoda ta została wykorzystana do określenia ilości produktu (aromatazy).

Wyniki badań

Celem niniejszych badań było określenie wpływu pola elektromagnetycznego o ekstremalnie niskiej częstotliwości na endometrium macicy sarny europejskiej (*Capreolus capreolus* L.). Wyniki badania eksperymentalnego pozwalają na stwierdzenie, że pole elektromagnetyczne o częstotliwości 120 Hz i wartości indukcji magnetycznej 8 mT istotnie wpływa na ekspresję aromatazy w tkankach endometrium macicy sarny europejskiej. Zarówno dwu-, jak i czterogodzinna ekspozycja na ten czynnik prowadzą do statystycznie istotnego ($P < 0,001$) wzrostu ekspresji białka aromatazy w odniesieniu do tkanek nietraktowanych polem elektromagnetycznym. Nie stwierdzono występowania statystycznie istotnych ($P > 0,05$) różnic pomiędzy zastosowanym krótszym i dłuższym czasem działania pola na tkanki. Spowodowana krótkookresową ekspozycją na pole elektromagnetyczne, zwiększona ekspresja białka aromatazy w tkankach endometrium macicy sarny może świadczyć o zwiększeniu stężenia estrogenów w traktowanych tkankach, gdyż jest to enzym katalizujący biosyntezę estrogenów z androgenów.

Wnioski

Pole elektromagnetyczne o częstotliwości 120 Hz i wartości indukcji magnetycznej 8 mT po czasie inkubacji 2 lub 4 godzin istotnie wpływa na endometrium, skutkując zwiększoną ekspresją aromatazy w tkankach pochodzących z macic saren europejskich (*Capreolus capreolus* L.). W przypadku zastosowanego pola nie stwierdza się różnic w aktywności aromatazy pomiędzy krótszym a dłuższym czasem ekspozycji.

Literatura

- [1] Paolucci, T., Pezzi, L., Centra, A. M., Giannandrea, N., Bellomo, R. G., & Saggini, R. (2020). Electromagnetic Field Therapy: A Rehabilitative Perspective in the Management of Musculoskeletal Pain - A Systematic Review. *Journal of pain research*, 13, 1385–1400.
- [2] Yu, K., Huang, Z. Y., Xu, X. L., Li, J., Fu, X. W., & Deng, S. L. (2022). Estrogen Receptor Function: Impact on the Human Endometrium. *Frontiers in endocrinology*, 13, 827724.

ELEKTROMAGNETYZM W LITERATURZE PIĘKNEJ

Andrzej KRAWCZYK¹, Ewa KORZENIEWSKA^{1,2}

¹ Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu

² Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki, Politechnika Łódzka

Magnetyzm, elektryczność, elektromagnetyzm od wieków pobudzały poetów i mistyków swoją enigmatycznością, nieuchwytnością i nierealnością. Jest to dobra inspiracja dla osób, tworzących literaturę, bowiem literatura posiada podobne cechy. Poeta i mistyk dolnośląski Angelus Silesius (pol. Anioł Ślązak; 1624–1677) tak pisał o magnetyzmie:

*Miłość jest jak magnes, gdy ku Bogu wzywa, zaś samego Boga nawet w śmierć porywa.
Magnes duchowy i stal
Bóg jest magnesem, moje serce jest stalą
Zawsze zwraca się do Niego, gdy tylko go dotknie*

Wielu pisarzy i poetów szło śladami Anioła Ślązaka i wspominali elektryczność, magnetyzm i elektromagnetyzm w swoich utworach. Uczynił to również Adam Mickiewicz, którego, zamieszczone niżej, toasty są wyrazem szacunku, jaki dla zjawisk fizycznych żywił nasz wieszcz narodowy.

Podłożem tego szacunku jest niewątpliwie, nie wszystkim znany, fakt z życia wieszca, a mianowicie jego studia na Uniwersytecie Wileńskim, na Wydziale Fizyko-Matematycznym. Studiowanie fizyki nie trwało zbyt długo, albowiem po roku Mickiewicz przeniósł się na Wydział Polonistyki, ale, jak widać w jego utworach, pozostała sympatia do fizyki i przyrodoznawstwa.

Wiersz Toasty jest wyrazem tej sympatii, dobrze też pokazuje, jakie działy fizyki były w owych czasach nauczane w początkowym okresie studiów. Były to termodynamika, elektryczność, magnetyzm i optyka, w tamtych czasach mające jeszcze trochę charakter wiedzy ezoterycznej. Mechanika była już po Newtonie dziedziną mocno zmatematyzowaną i ujęta w paradygmat rachunku różniczkowego. Stąd mechanika nie pasowała do włączenia jej do utworu, napisanego zapewne ad hoc, z okazji studenckiej imprezy.

A oto owe toasty, napisane, jak twierdzą literaturoznawcy, w 1821 roku

TOASTY

*Co by było wśród zakresu,
Na którym ludzie rzućeni,
Bez światła, ciepła, magnesu
I elektrycznych promieni?
Co by było – zgadnąć łatwo:
Ciemno, zimno, chaos czyste.
Witaj więc, słoneczna dziatwo,
WIWAT światło promieniste!*

*Lecz cóż po światła iskierce,
Gdy wszystko dokoła skrzepło?
Zimny świat i zimne serce,
Ciepła trzeba. WIWAT ciepło!*

*Pełnych światła i zapachu
Często silny wiatr rozniesie;
By ciało zbliżyć ku ciału,
Jest magnes. WIWAT magnesie!*

*Tak gdy zrośniem w okrąg wielki
Przez magnesowaną styczność,
Wówczas z lejdejskiej butelki
Palniem: WIWAT elektryczność!*

Należy zwrócić uwagę na rok powstania wiersza (1821) – dopiero rok przed jego napisaniem Oersted połączył przepływ prądu z generacją pola magnetycznego (1820), za 10 lat Faraday połączy pole magnetyczne

z generacją prądu elektrycznego i powstanie pole elektromagnetyczne (1830). Do całościowego i matematycznego modelu pola elektromagnetycznego, zbudowanego przez Maxwella pozostaje jeszcze około 45 lat (1865).

Elektromagnetyzm w literaturze światowej to w dużej mierze sprawa mesmeryzmu. Ten sposób leczenia, zainicjowany przez Franza Antona Mesmera, wiedeńskiego lekarza, który w Paryżu praktykował leczenie magnetyczne, „wyrównując” pole magnetyczne w ciele pacjenta za pomocą swoich rąk, wspomaganych użyciem magnesów. Uważał, że czynnikiem odpowiedzialnym za zdrowie ludzkie jest wewnętrzny magnetyzm, który nazywał *magnetisme animal*, co zostało przetłumaczone na polski, w sposób bardzo niefortunny, jako magnetyzm zwierzęcy. Należało tutaj posłużyć się łacińskim znaczeniem słowa *anime* – dusza.

Mesmeryzm, ze względu na swoją ezoteryczność, znalazł miejsce w wielu utworach literackich, wśród których największej rangi dziełem była opera Mozarta z librettem napisanym przez Lorenzo Da Ponte: „*Così fan tutte*”. Mesmer dobrze się znał z Mozartem a ich znajomość była szczerą i przyjacielską. Jednak to co się znalazło w operze „*Così fan tutte*” było kpina z działalności Mesmera. Badacze twórczości Mozarta przypuszczają, że powodem zmiany postawy Mozarta był nagły wyjazd Mesmera z Wiednia, opuszczenie żony i grona oddanych mu przyjaciół. W przywołanej operze Mozarta jest scena, kiedy to w celu uzdrowienia dwóch słabujących młodzieńców Ferrderico i Guiliemo wezwany jest lekarz Despina. Lekarz dotyka magnesem głów chłopców, po czym przesuwając sztabkę magnesu wzdłuż ich ciał, wyśpiewując słowa:

*to jest panienki/ magnesu kawał /mesmerycznego/którego sława / z Niemiec pochodzi / a teraz Francja/
rozślawia go.*

Młodzieńców opuszcza słabość, akcja opery toczy się dalej, a lekarz Despina okazuje się być przebraną pokojówką.

Przytoczony wyżej przykład wprowadzania mesmeryzmu, czy, jak później go nazwano, magnetyzowania, do literatury ilustruje jedynie szerokie zainteresowania pisarzy, poetów i filozofów tym zjawiskiem. W literaturze światowej można wymienić takie osoby, jak: Honoriusz Balzac, Aleksander Dumas, Teofil Gautier, Edgar Allan Poe, Ernst Hoffman, Fryderyk Schiller, Karol Dickens czy Percy Shelley. W polskiej literaturze liczba osób, włączających magnetyzm do swoich utworów jest równie długa: Zygmunt Krasiński, Adam Mickiewicz, Antoni Malmczewski, Tomasz Zan, Juliusz Słowacki, Józef Ignacy Kraszewski, Andrzej Towiański. Jarosław Marek Rymkiewicz wydał w 1994 roku esej pt. *Bakiet*, w której mesmeryzm pojawia się już w tytule tego dzieła¹. Rymkiewicz przywołuje mesmeryzm i zasady wykorzystania magnetyzmu do nawiązania kontaktu z ciałami astralnymi. Jego inspiracją do zajęcia się mesmeryzmem było badanie twórczości Aleksandra Fredry, a szczególnie, utworu *Śluby panieńskie* czyli magnetyzm serc.

Warto też przywołać w opowieści o inspiracjach magnetycznych w literaturze twórcę teorii elektromagnetyzmu, a jednocześnie poetę, Jamesa Clerk Maxwella. W zbiorze jego wierszy znajduje się zabawna walentynka z połowy XIX wieku, opisująca uczucia telegrafisty do telegrafistki językiem elektromagnetycznym. Walentynka ta w tłumaczeniu Katarzyny Szumińskiej brzmi tak:

*Przewody wychodzące z duszy mojej
Z twoją się duszą z oddali splatają.
Ciasnymi zaś zwojami własne twoje
Mojego serca igłę okalają.*

*Ono ma dużą moc, napięcie stale,
Jak elektrolit pasja w nim buzuje,
Stąd więc wytwarza tę miłości falę,
Którą w obwodzie twoje kondensuje.*

¹ Bakiet to jest specjalna wanna, z elementami magnetycznymi, służąca do mesmerowskich terapii zbiorowych

*Ach powiedz, gdy powstaje w sercu moim
I przez przewody przebiega ładunek,
Jakież napięcie indukuje w twoim?
Odstukaj, proszę i skróć mój frasunek!*

*Wzrasta magnetyzm, opór pokonuje,
Odpowiedź wystukuje wnet aparat:
"Wolty wzrastają twa miłość ładuje
Swoim kulombem serca mego farad!"*

Warto tutaj wspomnieć, że poezja Jamesa Clerk Maxwella została przetłumaczona przez Marię Konopnicką i wydana jako zbiór wierszy pt. „Z Maxwella” na przełomie XIX i XX wieku. Niestety z tamtego zbioru zachował się jeden wiersz – inne wiersze tłumaczone przez pisarkę zaginęły.

Literatura

1. Andrzej Zięba *Fizyka w poezji Adama Mickiewicza. Foton 129, lato 2015, Uniwersytet Jagielloński*
2. Katarzyna Czeczot, *Magnetyzm, Instytut Badań Literackich, Warszawa 2016*
3. Katarzyna Szumińska, *Informacja osobista*

OPTIMISATION OF ENERGY CONSUMPTION IN INDUSTRIAL PROCESSES USING A MULTISENSOR PLATFORM

Krzysztof KRÓL^{1,2}, Tomasz RYMARCZYK^{1,2}

¹ Research and Development Center, Netrix S.A, Lublin

² WSEI University, Lublin

System description

This paper presents the application of a multi-sensor industrial tomography platform to optimise energy consumption. To this end, work has been done on preparing and developing the technology line. With this approach, observing the problems occurring on the process line was possible. The process line was equipped with sensors that communicate with a control panel, and the control panel transmits the data to a database. The data collected from the sensors is stored in the database so that various deviations of the measured values from the correct data can be monitored and responded to.

In this study, several measurements were made using a working line, with phantoms moving on the line on which measurements were taken. In addition, temperature, humidity and vibration sensors and proximity sensors were placed on the line.

The operation of the prototype line was prepared so that a phantom measuring 7x7x21 cm moves on it. The deployed sensors take ongoing measurements. The sensors were placed on the conveyor belt motor, the line itself, and the measuring terminals of the EIT tomography.

Artificial intelligence algorithms analyse the collected sensor data, and subsequent analysis of the sensor data allows optimisation of the line's operation and the prediction of future failures of individual components.

The sensor data is sent to a database and can be checked and read out at any time. Individual sensors can be added to the system and communicated via the Kafka system. The system continuously displays data from sensors measuring various physical quantities.

The system works with intelligent sensors.

Cyber-physical systems enable increased efficiency and productivity in industrial value creation due to the real-time information provided about technical processes. For cyber-physical systems to be used to their full potential, the information collected should include staff knowledge. Often such knowledge is only available informally, and formalisation is a problem. However, due to this knowledge's great value, systematic recording, categorisation and mapping methods should be introduced. Furthermore, the availability of this knowledge can be used to develop action guidelines, which are an essential part of decision support systems. This is the case, for example, when repairing a damaged car. When a fault occurs for the first time, a documented troubleshooting procedure can guide how to deal with the fault when it recurs, and the person repairing it can benefit from the experience curve effect. However, the task of systematically recording, classifying and mapping tacit knowledge requires additional effort on the part of the staff. Therefore, it is necessary to determine the overall added value based on the availability of guidelines for action after the development and implementation of the decision support system.



Fig. 1. Real line with smart sensors.

References

- [1] Kong XT, Zhong RY, Zhao Z, Shao S, Li M, Lin P, et al. Cyber physical ecommerce logistics system: an implementation case in Hong Kong. *Comput Ind Eng* 2020;139:106170
- [2] He J, Jia G, Han G, Wang H, Yang X. Locality-aware replacement algorithm in flash memory to optimize cloud computing for smart factory of industry 4.0. *IEEE Access* 2017;5:16252-62
- [3] Shang C, Bao X, Fu L, Xia L, Xu X, Xu C. A novel key-value based real-time data management framework for ship integrated power cyber-physical system. 2019 IEEE innovative smart grid technologies — Asia (ISGT Asia) 2019:854-8
- [4] Manavalan E, Jayakrishna K. A review of internet of things (iot) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *Comput Ind Eng* 2019; 127:925-53
- [5] Assawaarayakul C, Srisawat W, Ayuthaya SDN, Wattanasirichaigoon S. Integrate digital twin to exist production system for industry 4.0. 2019 4th technology innovation management and engineering science international conference (TIMES-iCON) 2019:1-5
- [6] Akhtari S, Pickhardt F, Pau D, Pietro AD, Tomarchio G. Intelligent embedded load detection at the edge on industry 4.0 powertrains applications. 2019 IEEE 5th international forum on research and technology for society and industry (RTSD2019:427-30
- [7] Poor P, Basl J, Zenisek D. Predictive maintenance 4.0 as next evolution step in industrial maintenance development. 2019 international research conference on smart computing and systems engineering (SCSE) 2019:245-53
- [8] Occhiuzzi C, Amendola S, Nappi SS, D'Uva N, Marrocco G. Rfid technology for industry 4.0: architectures and challenges. 2019 IEEE international conference on RFID technology and applications (RFID-TA) 2019:181-6
- [9] Intelligent Sensor Platform with Open Architecture for Monitoring and Control of Industry 4.0 Systems / Krzysztof Król, Andrzej Marciniak, Janusz Gudowski, Agnieszka Bojanowska // *European Research Studies Journal.* - 2021, vol. 24, nr Special Issue 2, 597-606
- [10] Lins T, Oliveira RAR. Cyber-physical production systems retrofitting in context of industry 4.0. *Comput Ind Eng* 2020;139:106193.,59
- [11] T. Saarikko, U. H. Westergren, and T. Blomquist, "The Internet of Things: Are you ready for what's coming?," *Business Horizons*, vol. 60, no. 5, 2017

ANALIZA MOŻLIWOŚCI STOSOWANIA METOD FILTRACJI PASYWNEJ LC W OGRANICZANIU EMISJI PROMIENIOWANEJ SILNIKÓW UNIWERSALNYCH SZCZOTKOWYCH

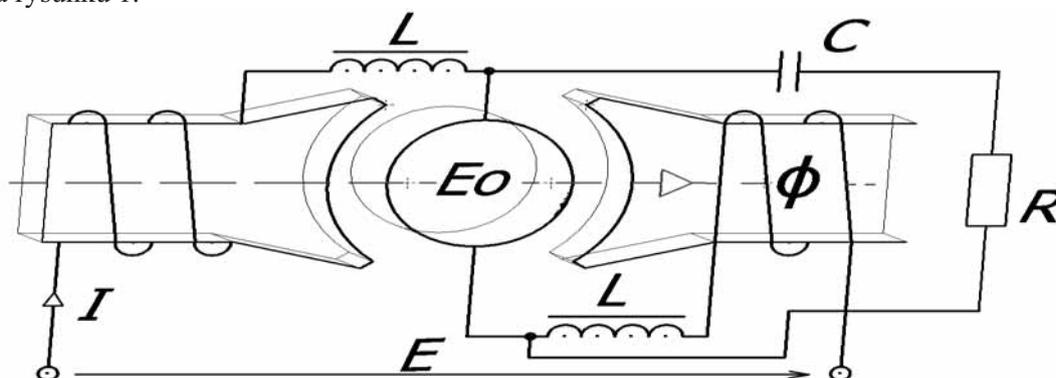
Piotr KRUPSKI¹, Joanna MICHAŁOWSKA²

¹ Lublin University of Technology, Faculty Fundamentals of Technology,

² The University College of Applied Science in Chelm,
The Institute of Technical Sciences and Aviation

Impulsowe zmiany wartości i kierunku prądu spowodowane komutacją towarzyszą procesowi przetwarzania energii w silnikach uniwersalnych komutatorowych. Związane są z generowaniem zaburzeń elektromagnetycznych. Ze względu na dobre proporcje parametrów mechanicznych i masy zastosowanie takich silników w latach dziewięćdziesiątych i dwutysięcznych pozostawało niemal bezalternatywne. Silniki komutatorowe uniwersalne pojawiały się w elektronarzędziach, sprzęcie AGD i napędzie elektrycznym wysokich prędkości obrotowych. Należy nadmienić, że budowa takiego silnika jest bliźniacza z budową silników komutatorowych prądu stałego. Technice silników szczotkowych DC towarzyszy jednak fakt, że źródłem energii dla nich są często ogniwa elektrochemiczne lub nierozbudowane systemy instalacji stałoprądowych. Silniki, włączane do sieci elektroenergetycznej prądu przemiennego operują na podłożu znacznie bardziej rozbudowanego środowiska elektromagnetycznego. Powinny być projektowane i wykonane tak, aby w normalnym środowisku nie były źródłem tych zaburzeń oraz były odporne na określony ich poziom. Zagadnienia współczesnej techniki napędu elektrycznego dowodzą, że problem ten jest istotny nie tylko w silnikach uniwersalnych szczotkowych AC, ale pojawia się na szeroką skalę w silnikach bezszczotkowych BLDC. Mimo implementacji komutacji z zastosowaniem półprzewodnikowych przyrządów przełączających mechanizm generowania zaburzeń pozostaje niezmienny. Komutacja prądu twornika w rezultacie odbywa się podobnie i stanowi podstawę działania silnika.

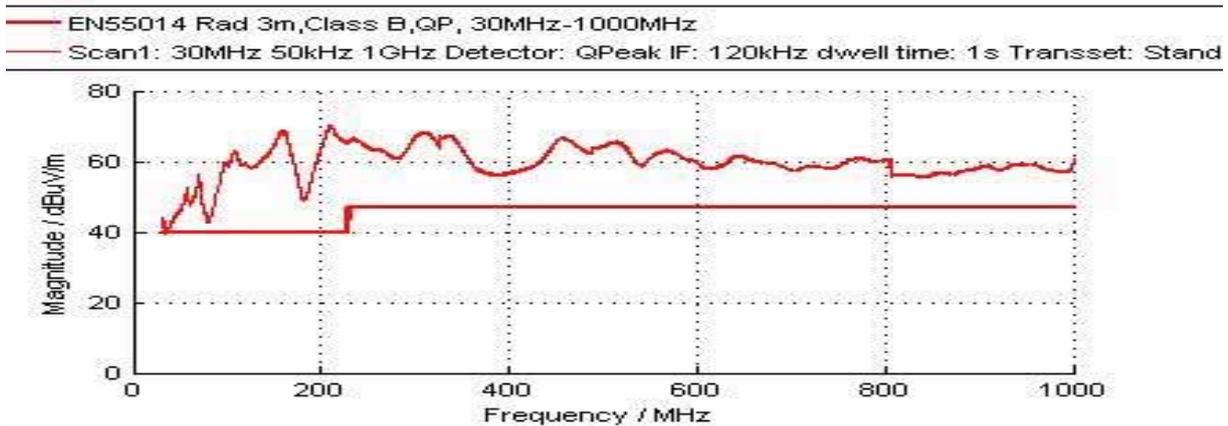
Artykuł prezentuje badania emisji zaburzeń promieniowanych generowanych przez uniwersalny silnik szczotkowy przeprowadzone na stanowisku pomiarowym wyposażonym w komorę *Tesseq GTEM 1000* z podłączonym odbiornikiem pomiarowym *Gauss Instruments TDEMI 1G*. W pierwszej turze pomiarów silnik nie posiadał zestawu elementów: dławików w torze szczotek komutujących oraz dwójnika RC w obwodzie równoległym. Uproszczony model silnika uniwersalnego oraz schemat stosowanego tłumienia widoczny jest na rysunku 1.



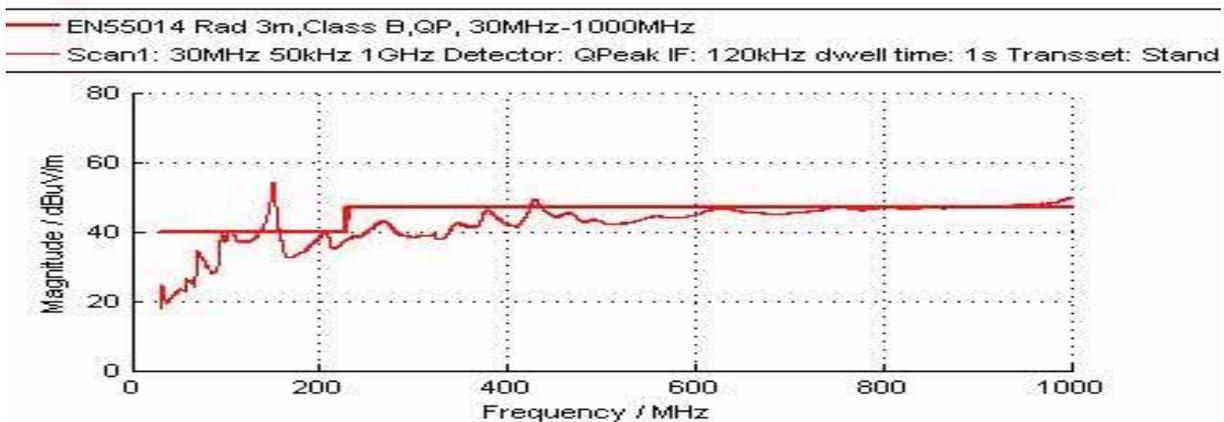
Rys. 1. Uproszczony model silnika uniwersalnego oraz schemat stosowanego tłumienia dla pasywnej redukcji zaburzeń EMC

W kolejnym kroku pomiary powtórzone stosując filtrację. Wykonano badania, zgodnie z normą PN-EN55014, w całym zakresie pomiarowym, tj. od 30 MHz do 1 GHz, z zastosowaniem detektora QP i szerokości pasma rozdzielczości 120 kHz.

W celu ograniczenia emisji promieniowanych zostały zastosowana metoda filtracji poprzez wprowadzenie pasywnych elementów RLC w obwód twornika. Rysunku 2 przedstawia wartości emisji promieniowanej zmierzonej w komorze GTEM 1000 z odniesieniem do wartości dopuszczalnych (PN-EN55014).



Rys 2a. Pomiar zaburzeń promieniowanych bez systemu pasywnej filtracji EMC



Rys. 2b. Pomiar zaburzeń promieniowanych z elementami filtracji pasywnej EMC

Z wykonanych analiz wynika, że producenci sprzętu elektrycznego mają trudności ze spełnieniem wymagań dotyczących kompatybilności elektromagnetycznej w zakresie emisji promieniowanej. Na podstawie przeprowadzonego studium przypadku można zaobserwować, że producenci silników mają trudności ze spełnieniem wymagań dotyczących w zakresie emisji promieniowanej. Stosowanie układów dławików szeregowych w torze szczotek komutujących oraz równoległych dwójników RC pozwala ograniczyć emisję promieniowaną w całym paśmie pomiarowym. Charakterystyka tłumienia zaburzeń jest silnie zależna od stałej czasowej dwójnika RC a także od parametrów dławików szeregowych.

ABSORBER GRAFENOWY DO ZABEZPIECZANIA ELEKTRONIKI BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH

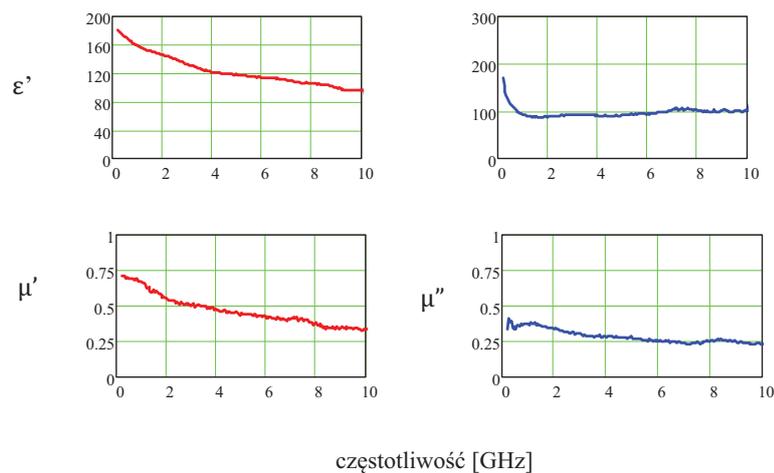
Roman KUBACKI, Rafał PRZESMYCKI

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

W ostatnich latach wzrosło zagrożenie dla poprawnego funkcjonowania urządzeń elektronicznych narażonych na wysokie poziomy promieniowania mikrofalowego. Nowelizowane przepisy dotyczące dopuszczalnych poziomów natężenia promieniowania elektromagnetycznego w środowisku sankcjonują wysokie wartości natężenia pola elektrycznego z anten nadawczych stacji bazowych telefonii komórkowej. Kolejną grupą emiterów pól mikrofalowych o wysokich natężeniach są tzw. jammersy czyli urządzenia do obezwładniania bezzałogowych statków powietrznych (BSP), nazywanych popularnie dronami. Moce generatorów w tych urządzeniach przekraczają 100 W. Źródłami elektromagnetycznego zagrożenia dla dronów są również tzw. wysokomocowe impulsy mikrofalowe HPM (z ang. High Power Microwaves). W tym przypadku moce promieniowania emitowane z anten tych urządzeń dochodzą do gigawatów.

Promieniowanie mikrofalowe o takich mocach stwarza realne zagrożenie do poprawnego funkcjonowania elektroniki, gdyż wzbudzone prądy mogą prowadzić do zakłóceń a nawet uszkodzeń elektroniki, szczególnie w układach wysokiej integracji. Istotnym problemem jest konieczność zabezpieczenia BSP przed takimi impulsami mikrofalowymi. Statki te są powszechnie wykorzystywane w zastosowaniach cywilnych do bezpilotowego transportu w różnych aplikacjach medycznych i logistycznych ale również są bardzo użytecznym środkiem w zastosowaniach wojskowych. Jest oczywistym, że zakłócenie lub uszkodzenie elektroniki lecącego drona może skutkować z jednej strony niekontrolowanym jego upadkiem, co w miejscach zaludnionych może mieć niebezpieczne skutki, a drugiej strony uszkodzenie drona wojskowego będzie przyczyniać się do niezrealizowania jego misji. Problem w tym, że drony, w celu minimalizacji wagi, są wykonane z lekkich tworzyw sztucznych, praktycznie transparentnych dla mikrofal. Zachodzi zatem konieczność pokrycia powierzchni tych obiektów skutecznymi absorberami promieniowania mikrofalowego. Absorber taki powinien charakteryzować się ultra szerokim częstotliwościowym pasmem pracy ale również powinien być odporny na zmienne warunki atmosferyczne.

W pracy przedstawiono absorber na bazie tlenku grafenu, który może być wykorzystany jako skuteczny materiał do absorpcji energii mikrofalowej. Badania przenikalności elektrycznej i magnetycznej tego materiału wykonano w paśmie częstotliwości od 100 MHz do 10 GHz w układzie pomiarowym z wykorzystaniem linii współosiowej. Na rys.1 przedstawiono wartości zespolonej wartości przenikalności elektrycznej (ϵ' i ϵ'') oraz przenikalności magnetycznej (μ' i μ'')



Rys. 1. Wartości przenikalności elektrycznej i magnetycznej

W pracy przedstawiona zostanie skuteczność ekranowania warstwy tlenku grafenu położonej na warstwie plastiku. Na bazie współczynników macierzy rozproszenia S_{ik} zostanie określony współczynnik absorpcji zgodnie z następującą zależnością:

$$AC = -10 \log \left[\frac{S_{21}^2}{1 - S_{11}^2} \right]$$

gdzie: S_{11} , S_{21} – współczynniki macierzy rozproszenia warstwy materiału

METODY KALIBRACJI STANOWISK POMIAROWYCH DO BADANIA IMPULSOWYCH PÓL EM

Marek KUCHTA, Benedykt JAKUBOWSKI

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

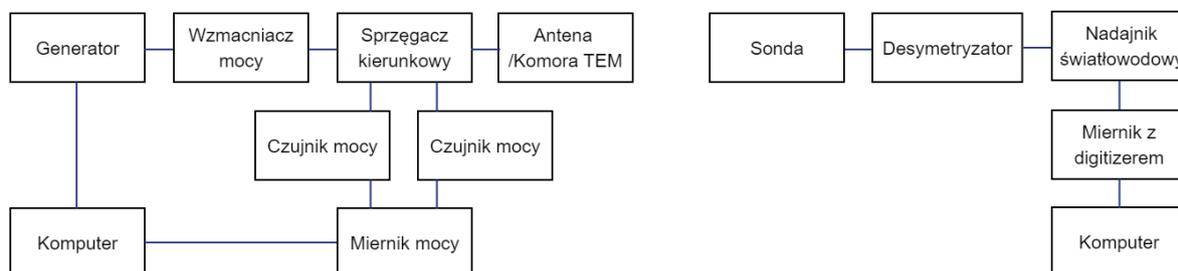
Wstęp

Jedną z istotnych potrzeb metrologii w chwili obecnej jest monitorowanie pola elektromagnetycznego. Niebawem stanie się to koniecznością ze względu na szybko rosnącą liczbę i różnorodność urządzeń generujących pola elektromagnetyczne w różnych pasmach częstotliwości. Przyszłością jest stały monitoring smogu elektromagnetycznego podobny do monitoringu jakości powietrza oraz indywidualne dozymetry natężenia pola dla personelu pracującego w polach o dużym natężeniu. Dużym wyzwaniem dla metrologii jest badanie niestacjonarnych pól impulsowych generowanych przez różnego rodzaju stacje radarowe. Projektowanie, konstruowanie i badania sprzętu pomiarowego do badania impulsowych pól EM szczególnie dużej mocy, wymaga specjalistycznych stanowisk laboratoryjnych umożliwiających wytworzenie pól wzorcowych w ściśle określonej przestrzeni komory bezodbiciowej. Niezbędne jest również opracowanie procedur do badań i kalibracji urządzeń pomiarowych dla impulsowych pól EM dużej mocy.

Stanowisko badawcze

Zadaniem stanowiska laboratoryjnego jest generacja, w kontrolowany sposób, pola elektromagnetycznego z możliwością weryfikacji metrologicznej jego parametrów.

Koncepcję stanowiska przedstawiono na rys.1



Rys. 1. Koncepcja stanowiska laboratoryjnego

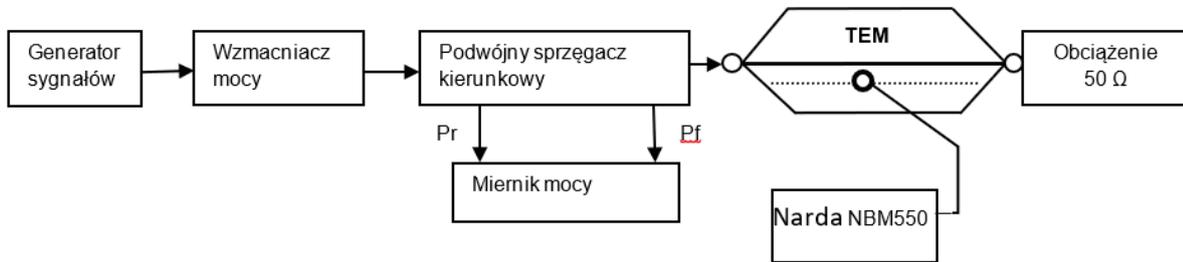


Tor nadawczy zapewnia generację sygnału RF o regulowanym wzmocnieniu na fali ciągłej lub z modulacją impulsową. Sygnał doprowadzony jest do elementu nadawczego emitującego falę elektromagnetyczną dzięki czemu powstaje pole EM w przestrzeni pomiarowej. W torze nadawczym zapewniona jest metrologiczna kontrola mocy sygnału doprowadzonego do anteny (lub komory TEM). Tor pomiarowy zapewnia kontrolę parametrów pola EM poprzez pomiar jego składowej elektrycznej.

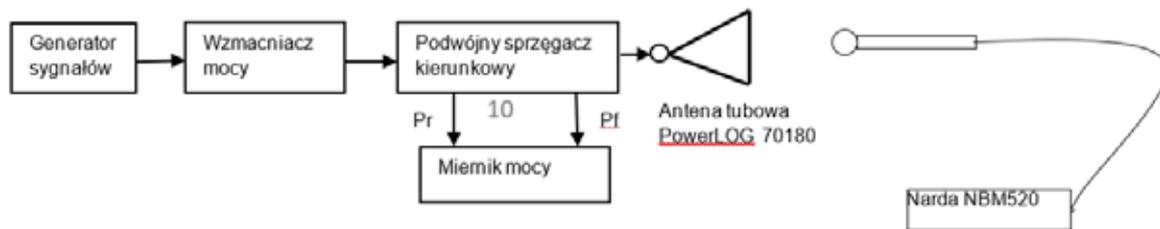
Widok stanowiska laboratoryjnego przedstawiono na rys. 2.

Rys. 2. Widok stanowiska laboratoryjnego

Zestawione stanowisko laboratoryjne zostało uruchomione i przetestowane pod kątem poprawności działania. Następnie przeprowadzono, z jego wykorzystaniem próby badawcze w postaci pomiarów w komorze TEM, rys. 3., oraz pomiarów w wolnej przestrzeni, rys 4. W obu przypadkach przeprowadzono tzw. pomiary kalibracyjne pozwalające na określenie zależności pomiędzy nastawą poziomu sygnału wyjściowego generatora a natężeniem wytworzonego pola elektromagnetycznego.



Rys. 3. Zestaw aparatury do pomiaru strefy jednorodnego pola i kalibracji sondy w komorze TEM ($f_n \leq 1$ GHz)



Rys. 4. Zestaw aparatury do kalibracji sondy ($f_n > 1$ GHz) w komorze bezechowej metodą przejściowego wzorca

Kalibrację stanowiska przeprowadzono metodą przejściowego wzorca, którego podstawą jest określenie poziomu mocy doprowadzonej do anteny P_{f-r} zapewniającego stały poziom natężenia pola (np. 20 V/m) mierzonym miernikiem wzorcowym.

Literatura

- [1] Sprawozdania z realizacji zadania PSOB/16-062/2014/WAT/P w ramach projektu UGB 850, ISE WEL WAT, 2022.
- [2] IEC 61000-4-3, Ed.3.0, 2007.
- [3] IEC 61000-4-20, Ed.1.0, 2003.
- [4] J.P. Kärst, C. Groh, and H. Garbe, “Calculable Field Generation Using TEM Cells Applied to the Calibration of a Novel E-Field Probe”, IEEE Transactions on EMC Vol. 44, No. 1, pp.59-71, 2002.
- [5] N. W. Kang, J. S. Kang, D. C. Kim, and J. H. Kim, “Fabrication of Small Reference Probe and Its Application”, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol.56, No.2, pp.435-438, 2007.
- [6] M. D. Judd, “Transient calibration of electric field sensors”, IEE Proc-Sci. and Meas. Technol. Vol.146, No.3 pp.113-116, 1999.

AKTYWNOŚĆ WIZUALNA OPERATORA HARWESTERA PRACUJĄCEGO W DRZEWOSTANACH LIŚCIASTYCH

Dariusz KULAK, Grzegorz SZEWCZYK

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Już od kilkudziesięciu lat obserwuje się intensywny proces mechanizacji pozyskiwania drewna. Tradycyjne pozyskiwanie drewna na ręczno-maszynowym poziomie techniki cechuje się niską wydajnością przy dużych zagrożeniach środowiskowych i niekorzystnych warunkach pracy. Na ten stan rzeczy nakłada się dodatkowo brak wykwalifikowanych robotników leśnych. Harwestery są powszechnie wykorzystywane w krajach skandynawskich gdzie ten model obejmuje ponad 90% ogólnego pozyskania drewna. W krajach o zbliżonych do naszych warunkach prowadzenia gospodarki leśnej, w Niemczech czy Czechach, udział harwesterów w ogólnym pozyskaniu drewna wynosi ok. 40%. W Polsce nasycenie rynku maszynami wielooperacyjnymi i zmiany na rynku pracy są tak duże, że aktualnie pozyskuje się tak ponad 40% grubizny a liczba harwesterów wynosi ok. 600.

Inne w porównaniu do stanowisk ręczno-maszynowych warunki materialne środowiska pracy powodują pojawienie się form zmęczenia ośrodkowego, wywołanego pracą umysłową, w tym zmęczenia psychicznego i stresu, co w dalszej kolejności może generować zagrożenie wypadkowe. Rozpoznanie zatem natężenia takich obciążeń, szczególnie w trudnych warunkach, jest punktem wyjścia projektowania bezpiecznych i wydajnych systemów technologicznych. W praktyce badawczej oceny stanowisk pracy w leśnictwie stosuje się kilka metod fizjologicznych w pomiarach zmęczenia, które są jednak drogie i skomplikowane metodycznie. Analizy ruchu gałek ocznych, eye-tracking, stosowane dotychczas w leśnictwie rzadko, dokumentują nie tylko efekt podejmowania pracy czyli zmienną aktywność człowieka, ale opisują dodatkowo cały jej przebieg. Zmienna aktywność oczu jest ściśle powiązana ze stanem psychicznym operatora, zwłaszcza w trudnych warunkach pracy, w drzewostanach liściastych w których duże dymensje drzew oraz rozbudowane korony drzew stanowią istotne ograniczenia stosowania harwesterów.

Celem pracy było określenie aktywności wizualnej operatora harwestera pracującego w drzewostanach bukowych w których realizowano zabiegi pielęgnacyjne nawiązujące do trzebieży późnych. Przeprowadzono analizy ruchu gałek ocznych z wykorzystaniem eye-trackera mobilnego oraz zwizualizowano jego sferę wizyjną na mapach cieplnych i ścieżkach skanowania. Prace pozyskaniowe odbyły się za pomocą harwestera Komatsu 931XC.

Pomiar aktywności wizualnej operatora harwestera przeprowadzono za pomocą przenośnego eye-trackera Tobii Pro Glasses 2. Po wykonaniu nagrań w terenie przetransponowano materiał badawczy do komputera z oprogramowaniem Tobii Pro Glasses Controller. Aktywność wizualna operatora harwestera została przeanalizowana w zakresie: przejazdu maszyny pomiędzy kolejnymi drzewami, ścinki i obalania, przerzynki i okrzesywania. Wykonanie analiz eye-trackingowych polegało w pierwszej kolejności na wybraniu *snapshots*, czyli pojedynczych klatek filmowych wyłonionych z zebranego wcześniej materiału filmowego, które ilustrowały daną czynność. Mapy cieplne i ścieżki skanowania wzrokiem wykonano dla drzew zróżnicowanych pod względem miąższości. Po zastosowaniu filtra *fixation* punkty skupienia wzroku naniesiono punkt po punkcie na *snapshots*.

Punkty skupienia wzroku operatora podczas ścinki i obróbki drzew o mniejszej miąższości były bardziej rozproszone niż w przypadku pracy przy drzewach o miąższości średniej. Podczas ścinania i obalania drzewa cienkiego operator poświęcał więcej uwagi otoczeniu, im drzewo było grubsze, a odległości między sąsiednimi drzewami większe, tym mniej rozproszona była ścieżka skanowania wzrokiem sceny wizyjnej.

W trakcie obróbki drzew o mniejszej i dużej miąższości operator poświęcał najwięcej uwagi głowicy harwestera, natomiast przy drzewach o średniej grubości, części wierzchołkowej odcinanego wałka. Największym rozproszeniem uwagi cechowała się praca przy drzewie o średniej miąższości, najmniejszym zaś przerzynka i okrzesywanie drzewa grubego.

Podczas przejazdu operator obserwował całe otoczenie w celu bezpiecznego przejazdu oraz ustawienia maszyny w odpowiednim miejscu drzewostanu przed ścinką kolejnego wyznaczonego do ścinki drzewa. Ocenie podlegała również potencjalna strefa obalenia drzewa i miejsce składowania pakietu wyrobionego drewna.

Analizy eye-trackingowe powinny być stosowane w toku specjalistycznych szkoleń operatorów maszyn wielooperacyjnych. Charakter ich pracy, z zasadniczą przewagą obciążeń psychicznych, wskazuje na konieczność badań poziomu stresu przy wykonywaniu czynności roboczych. Powyższe informacje mogą być wykorzystane przy określaniu prawidłowej, uwzględniającej poziom zmęczenia, struktury zmian roboczych oraz określeniu poziomu wyszkolenia operatorów.

QUANTUM TECHNOLOGIES IN HISTOPATHOLOGICAL IMAGING AND DIAGNOSIS

Joanna LACHOWSKA-KEANE, Krzysztof ŚWITALSKI

National Medical Institute of the Ministry of Interior and Administration
Warsaw

Introduction

The National Medical Institute of MIA, has big resources in the area of histopathological samples, that are in the process of digitalization currently. It is valuable, since the majority of them contains the medical history of the given case. Hence, it is a big set of reference data, that can be used for research on medical imaging, certainly. However, existence of additional information about the alleviation of the disease and other tests, allows to create more sophisticated systems supporting diagnosis.

Nevertheless, in this paper we present the possibility of utilizing this dataset for creating a quantum scanner and microscope for histopathological samples. The main feature that goes beyond the *state-of-art* and therefore not existing in currently available devices is the possibility of observing additional features: the change of the polarization and the phase shift of the light coming through the sample. Hence we can obtain three types of data, that will be described below. These three entities of data, obtained from the hardware, are used as the input for the Deep Learning network that is trained for the tasks of object detection (like cancer cells) or for the diagnosis support purposes. The next feature, is the possibility of measuring and 3D visualization of samples with nanometer accuracy.

The abovementioned device combines quantum holography, and other optical techniques, together with Artificial Intelligence methods, that can be enhanced by using the quantum computation. Quantum holography is the technique that research have been conducted since late '90 of the XX century, e.g., Okugawa and Hotate [1] or Abouraddy et al. [2]. The medical applications of this technique was noticed recently by Toepfer et al. [3]. Defienne et al. in [4] proposed the whole set-up for quantum holography, which is the foundation of the proposed scanner.

On the other hand there are works in the area of QPI (Quantitative Phase Imaging) and polarization-sensitive digital holographic microscopy e.g., by Park et al. [5] or Lee et al. [6], that shows that methods based on phase distortion observation can lead to achieve measurements on the level of $0.1 \mu\text{m}$.

The set-up for the scanner

Deffiene uses the output of SPDC (Spontaneous Parametric Down Conversion) type I process which produces the states $|VV\rangle + |HH\rangle$, which is also used for DFS qubit implementation, and this is the connection point of those two devices, which makes the project consistent.

This formula describes the state, which is entangled in polarization channel but there is no information about space entanglement. In quantum computing we pursue to narrow as possible laser beam and we consider existing the photon on the “first” or “second” beam, therefore we can easily rewrite the state in four slot bra or ket describing the state in Fock space. However, in the holographic imaging application, there are wider beams used, which illuminates the area of a given object and the group of pixels in the EMCCD camera playing the role of detector in the whole system. Therefore, the position of the photon is given by its momentum $\mathbf{k} = (k_x, k_y)$. The position entanglement means that if two photons have the same k_y component one of them has k_x momentum component and the second one $-k_x$. we will denote this situation that one photon has

\mathbf{k} momentum while the second one $-\mathbf{k}$. Now, the hyperentangled state can be rewritten as: $|V\rangle_{\mathbf{k}}|V\rangle_{-\mathbf{k}} + |H\rangle_{\mathbf{k}}|H\rangle_{-\mathbf{k}}$. Since we mentioned about consideration of an area illuminated by a beam of hyperentangled photons, the final state equation is given by: $|A\rangle = \sum_{\mathbf{k}} |V\rangle_{\mathbf{k}}|V\rangle_{-\mathbf{k}} + |H\rangle_{\mathbf{k}}|H\rangle_{-\mathbf{k}}$.

The procedure of obtaining the quantum holographic image is shown schematically on the Fig. 1. The procedure starts with producing the hyperentangled state $|A\rangle$, e.g., using the SPDC. Alice transmits its beam through the pretreated sample. On the scheme it is signed “Alice’s SLM” (Spatial Light Modulator), since in Deffienne experiment this device was used for creating the images in phase domain. However, it can be any sample that we would to examine, e.g., medical specimens. Bob transmits its beam through another SLM. It plays the role of phase correction device. Before the examination, instead of sample there should be placed a device that has the same phase in all places. Because of imperfection of the instruments on the Bob’s and Alice’s cameras the pictures can differ. Using Bob’s SLM we can

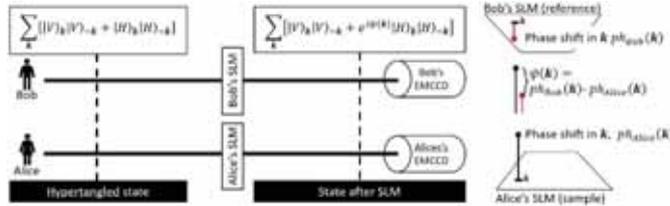


Figure 1. The general scheme of quantum holography imaging. On the picture, there are shown the states before and after going through SLM (Spatial Light Modulator). On the right side there is schematically shown the meaning of $\psi(\mathbf{k})$ function.

mitigate this differences changing the phase shifts in all positions. We can consider this procedure as the set-up calibration process. The pattern arising on the Bob’s SLM we call *reference pattern*. Having the sample and reference pattern we can determine the function $\psi(\mathbf{k})$ which is the difference between the phase shift of sample and reference SLM, which is shown on the right part of the scheme. The state after SLM is given by an equation: $|A'\rangle = \sum_{\mathbf{k}} |V\rangle_{\mathbf{k}}|V\rangle_{-\mathbf{k}} + e^{i\psi(\mathbf{k})}|H\rangle_{\mathbf{k}}|H\rangle_{-\mathbf{k}}$. At the end the beams are detected after passing polarizer rotated by 45 degrees. The intensity correlations are measured between \mathbf{k} -th pixel on Bob’s camera and $-\mathbf{k}$ on Alice’s one. The procedure is repeated several times for different homogeneous phase shift on Bob’s SLM. In the Deffienne experiment the iterations was made for phase shifts $0, \frac{\pi}{2}, \pi$ and $3\pi/2$. Basing on those intensity correlation images the original object can be reconstructed.

Since we don’t want to reconstruct image, but the main goal is to extract features that cannot be available using classical camera, we do not observe correlation between the images got from two cameras only. In extension we would like to make measurement regarding the hyperentanglement, hence we must measure the polarization of photons in Alice and Bob rails. In current solutions it is done by splitting the beam with polarizing beam splitter, which results that in one output of it there appears photons having only the vertical polarization, while on another beam - horizontal one.

The disadvantage of this method is long time of scanning the whole preparation with the fullHD resolution, which takes (according to Deffienne) up to 17 hours. Therefore, our research will focus on speeding up the scanning process. We plan to widen the beams of Alice and Bob to cover all or significant part of the preparation, with the system of lenses. Then we create several sub-beams in such a way that one beam hit exactly one pixel of the detector camera. We can achieve it using the liquid crystal micro lens array known from plenoptic photography technique and described e.g., by Chen et al. in [7]. Such a mechanism leads to have a matrix of beams on the other side of preparation. Which means that there is technological challenge with splitting each outgoing beam. Another method that we will examine is to use rotating mirror technique known from automotive LiDAR (Light Detection and Ranging) described e.g., by Li and Ibanez-Guzman in [8]. In this solution rotating mirror will change the trajectory of laser beam with the frequency a few orders of magnitude (e.g., 2 MHz) higher then EMCCD (40-60 Hz). Since we (AIT) dispose a laser with 40GHz frequency, for each trajectory there will be ca. 20.000 laser pulse shots, which is promising for efficient entangled photon pairs generation using SPDC. Using this setup, we will achieve ca. 33.000 pixels affected per frame, hence the system will generate one image in ca. 65 seconds. Deffienne used 4 images, which we will obtain under five minutes, hence we expect to achieve almost 1000 times speed-up.

We plan to use those speed-up to obtain more images with lesser step, e.g., 100 images, which we expect to obtain in less then two hours. It avails to obtain the step of phase change on the level of $2\pi/100$. Since the wavelength after SPDC will be equal to 810nm we will be able to capture spatial differences on the level of 8

nm. Together with holographic reconstruction method this allows us to reconstruct and visualize in 3D the details of specimens with such accuracy.

The last element of the scanner is the interpretation of the result. We obtain three images: (1) original classical image from the camera, (2) the Bob's image and (3) the Alice's image. We treat those images as an input for deep learning [9] methods and connect them with data fusion [10], to proceed with segmentation and classification task.

References

- [1] T. Okugawa i K. Hotate, „Real-time optical image processing by synthesis of the coherence function using real-time holography”, *IEEE Photonics Technol. Lett.*, t. 8, nr 2, s. 257–259, luty 1996, doi: 10.1109/68.484259.
- [2] A. F. Abouraddy, B. E. A. Saleh, A. V. Sergienko, i M. C. Teich, „Quantum holography”, *Opt. Express*, t. 9, nr 10, s. 498, lis. 2001, doi: 10.1364/OE.9.000498.
- [3] S. Töpfer, M. Gilaberte Basset, J. Fuenzalida, F. Steinlechner, J. P. Torres, i M. Gräfe, „Quantum holography with undetected light”, *Sci. Adv.*, t. 8, nr 2, s. eabl4301, sty. 2022, doi: 10.1126/sciadv.abl4301.
- [4] H. Defienne, B. Ndagano, A. Lyons, i D. Faccio, „Polarization entanglement-enabled quantum holography”, *Nat. Phys.*, t. 17, nr 5, s. 591–597, maj 2021, doi: 10.1038/s41567-020-01156-1.
- [5] Y. Park, C. Depeursinge, i G. Popescu, „Quantitative phase imaging in biomedicine”, *Nat. Photonics*, t. 12, nr 10, s. 578–589, paź. 2018, doi: 10.1038/s41566-018-0253-x.
- [6] K. Lee *i in.*, „Quantitative Phase Imaging Techniques for the Study of Cell Pathophysiology: From Principles to Applications”, *Sensors*, t. 13, nr 4, s. 4170–4191, mar. 2013, doi: 10.3390/s130404170.
- [7] M. Chen *i in.*, „Depth-of-Field-Extended Plenoptic Camera Based on Tunable Multi-Focus Liquid-Crystal Microlens Array”, *Sensors*, t. 20, nr 15, s. 4142, lip. 2020, doi: 10.3390/s20154142.
- [8] Y. Li i J. Ibanez-Guzman, „Lidar for Autonomous Driving: The Principles, Challenges, and Trends for Automotive Lidar and Perception Systems”, *IEEE Signal Process. Mag.*, t. 37, nr 4, s. 50–61, lip. 2020, doi: 10.1109/MSP.2020.2973615.
- [9] I. Domingues, G. Pereira, P. Martins, H. Duarte, J. Santos, i P. H. Abreu, „Using deep learning techniques in medical imaging: a systematic review of applications on CT and PET”, *Artif. Intell. Rev.*, t. 53, nr 6, s. 4093–4160, sie. 2020, doi: 10.1007/s10462-019-09788-3.
- [10] J. Gao, P. Li, Z. Chen, i J. Zhang, „A Survey on Deep Learning for Multimodal Data Fusion”, *Neural Comput.*, t. 32, nr 5, s. 829–864, maj 2020, doi: 10.1162/neco_a_01273.

ODDZIAŁYWANIE TERMICZNE POLA MAGNETYCZNEGO JAKO SZKODLIWY ELEMENT PRZYGOTOWANIA KONSTRUKCJI URZĄDZENIA

Marek LIS, Michał KOBIERSKI, Marek CHMIEL

Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

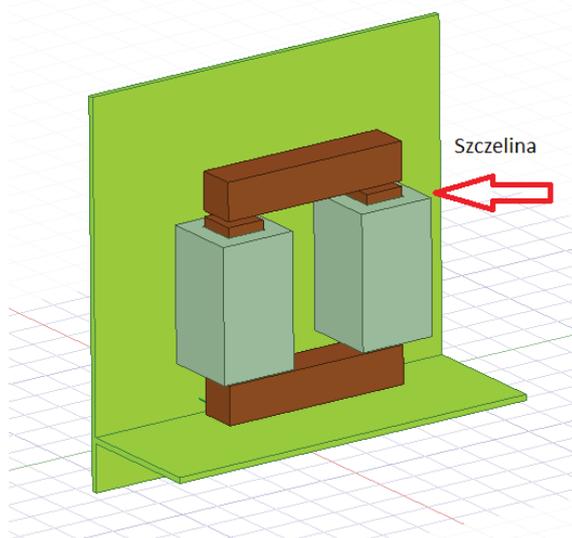
Streszczenie. W artykule przedstawiono jeden z aspektów pracy konstrukcyjnej przy tworzeniu urządzenia – rozmieszczenia elementów generujących pole magnetyczne. Przy konstrukcji urządzenia w pierwszej kolejności bierze się pod uwagę ich rozmieszczenie ze względu na pozycję w schemacie elektrycznym urządzenia, sposób zasilania, rozprowadzenie sygnałów. Artykuł przedstawia sposób analizy jednego z aspektów wzajemnego oddziaływania tych elementów uwzględniających wzajemny wpływ pola magnetycznego i warunków termicznych.

Abstract. Summary. The article presents one of the aspects of the construction work of the created device - especially the arrangement of the elements generating the magnetic field. When constructing the device, first of all, their arrangement is taken into account due to the position in the electrical diagram of the device, the method of power supply, and the distribution of signals. The article presents one aspect of the interaction of these elements, taking into account the mutual magnetic and thermal interactions. (**The thermal impact of the magnetic field as a harmful element of the device construction preparation**).

Wstęp

W trakcie konstruowania urządzenia elektrycznego na etapie rozpoczęcia prac powiązanych z konstrukcją mechaniczną podejmujemy decyzję dotyczącą rozmieszczenia posadowienia zaplanowanych urządzeń. Na tym etapie pracy najczęściej bierzemy pod uwagę ciężar, gabaryty urządzenia. Wytrzymałość mechaniczna elementów podtrzymujących, szczególnie przy planowaniu rozmieszczenia elementów wielko gabarytowych ma tu decydujące znaczenie. Istotne są przewody o dużych przekrojach, waga obwodów magnetycznych itp. Na tym etapie rzadko bierze się pod uwagę elementy których na początkowym etapie nie widać: oddziaływanie pól elektrostatycznych, magnetycznych, ciepła. Wielkości te zaczynają być widoczne w momencie rozpoczęcia działania urządzenia, w chwili gdy rozpoczyna się przepływ energii.

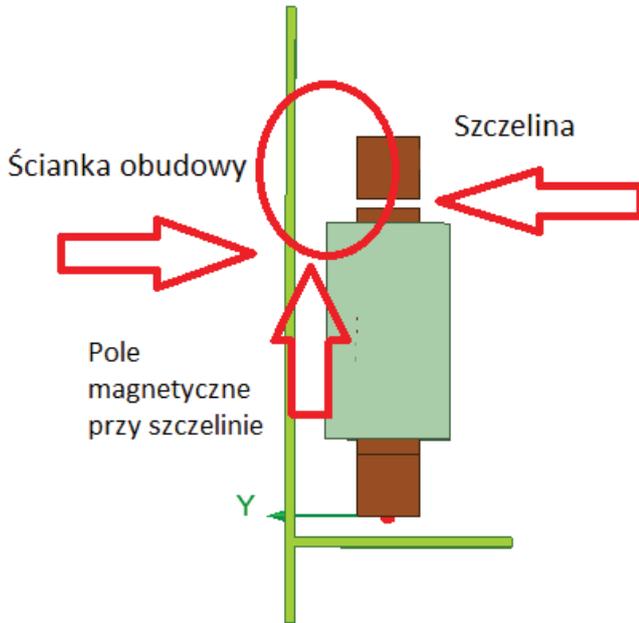
W artykule autorzy pragną zwrócić uwagę na możliwości przewidywania eliminacji podobnych problemów przy pomocy narzędzi dobrze znanych konstruktorom od dawna, mianowicie symulacji komputerowej. Metoda jest stosunkowo tania aczkolwiek wymaga nieco wysiłku i wiedzy.



Rys. 1. Urządzenie elektryczne (dławik) umieszczone w pobliżu stalowej obudowy urządzenia

Na rys. 1 przedstawiono problem z którym można spotkać się w pracy konstruktora urządzeń elektrycznych : zasilania, filtracji oraz pracy urządzeń zasilających.

Dławik umieszczony w pobliżu stalowej obudowy zewnętrznej. Ze względu na swoją funkcję, w celu eliminacji składowej stałej przebiegu, który jest filtrowany, posiada szczelinę powietrzną. Szczelina powietrzna jest źródłem strumienia rozproszonego, które w swoim zasięgu oddziaływania ma stalową ściankę



obudowy. Zadaniem autorów przeprowadzenie doświadczenia wirtualnego którego celem jest sprawdzenie czy jest to położenie nie powodujące niebezpieczeństw. Niebezpieczeństwem w tym przypadku jest temperatura obudowy zewnętrznej powstałej poprzez oddziaływanie prądów Eddy Current w stali ścianki i podniesienie temperatury powietrza wewnątrz obudowy. Nie ma gotowych wzorów które mogły by określić tą temperaturę. Pozostaje doświadczenie wirtualne.

Rys. 2. Miejsce oddziaływania szkodliwego pola strata szczeliny

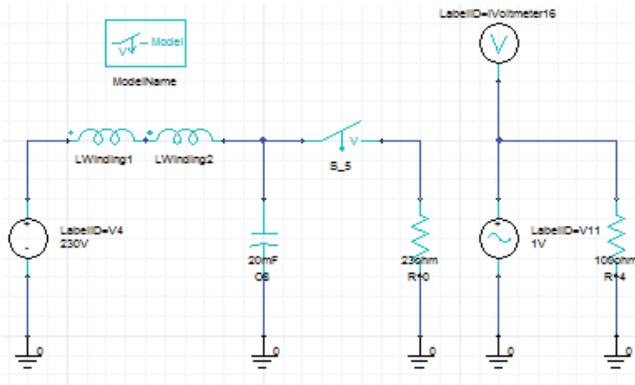
Metodyka obliczeń

Symulacji dokonano w oparciu o programowe środowisko Ansys, działające w oparciu o wykorzystanie metody elementów skończonych. Do symulacji użyto jednocześnie trzech programów : Maxwell do obliczeń strat rezystancyjnych w obszarze oddziaływania pola magnetycznego, programu IcePack pozwalającego na analizę rozptyłu energii cieplnej w obszarach uznanych przez konstruktorów za potencjalnie niebezpieczne dla konstrukcji oraz pomocniczo programu Simplorer do wygenerowania wymuszeń w analizowanym przykładzie . Ze względu na konieczność wymuszeń prądowych w analizowanych obiektach oraz zmiany parametrów urządzeń z obwodami magnetycznymi o zmieniających gabarytach. W celu analizy o szerokim zakresie parametrów, (w symulacji uwzględniono zmianę gabarytów szczeliny, powodującą zmianę indukcyjności elementów indukcyjnych), zastosowano dodatkowo symulację działania prostego obwodu energoelektronicznego przy pomocy programu Simplorer.

Te trzy programy pozwalają na analizę zachowania układu jako obiektu elektromagnetycznego, termicznego oraz elektronicznego w jednym momencie. Pozwalają na badanie zachowania obiektu dla parametrów w szerokim zakresie, a zastosowanie systemu sprzęgania oprogramowania powoduje że zmiany analizowanych parametrów dokonywane są we wszystkich programach jednocześnie (system Ansys Coupling). Tak więc zmiana temperatury obiektu wpływa na parametry (np. zależność rezystancji od temperatury materiału) we wszystkich obiektach i materiałach.

Obwód zasilania układu

Ze względu na zamysły autorów dotyczących szerokiego testowania badanego układu, analizowany dławik bierze udział w zasilaniu przerywacza, gdzie istnieje konieczność oddzielenia tegoż od źródła zasilania. Wynika to z konieczności zmniejszenia impedancji źródła zasilania ze względu na procesy komutacyjne przetwornika impulsowego.



Rys. 3. Schemat pomocniczy niezbędny do wygenerowania właściwego sposobu zasilania badanego dławika. (Simplorer)

Rys. 3 przedstawia sposób wymuszania przepływu impulsowego prądu pobieranego ze źródła napięcia stałego poprzez dolnoprzepustowy filtr typu Γ (gamma). Przerwywacz symulowany jest jako klucz sterowany napięciowo, gdzie napięcie sterujące kluczem reprezentowane jest poprzez źródło napięcia sinusoidalnego o parametrach nadzorowanych przez program Simplorer. Tym sposobem przez dławik płynie prąd impulsowy. Ze względu na składową stałą przebiegu takiego prądu, zastosowano szczelinę powietrzną w celu wyeliminowaniu nasycania się obwodu magnetycznego dławika. Brak szczeliny będzie powodował nasycenie się obwodu magnetycznego dławika, zmniejszenie indukcyjności w filtrze Γ , zmianę jego parametrów i pogorszenie jakości pracy i parametrów filtra dolnoprzepustowego. Zastosowanie szczeliny jest więc konieczne. Autorzy pragną zwrócić uwagę na problemy powiązane z oddziaływaniem termicznym, elektromagnetycznym z jednoczesną analizą działania obwodów elektronicznych. Ze względu na krańcowo różny opis matematyczny tego rodzaju środowisk należało zastosować trzy rodzaje programów. Pakiet Ansys umożliwia to działanie dzięki systemowi współdziałania pomiędzy programami „Coupling” który pozwala na tego rodzaju sprzęgi programowe.

Wyniki obliczeń oraz ich analiza zostaną przedstawione w artykule docelowym

LITERATURA

- [1] Ansys, System coupling Tutorials, Dokumentacja Ansys 2023
- [2] Halmann Damian, Modelowanie Układów Elektromagnetycznych w środowisku Ansys (Ansys Electronics Desktop) Uniwersytet Morski w Gdyni ISBN 978-83-7421-383-7
- [3] Maxwell 15.0 application User's Guide
- [4] Ansys 14.0 application User's Guide
- [5] WorkBench 14 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.

OCENA UKŁADU STEROWANIA PROCESEM WYMIANY CIEPŁA Z WYKORZYSTANIEM OGNIW PELTIERA

Stanisław LIS¹, Marcin TOMASIK¹, Arkadiusz KAPUSTA, Tomasz KLUZEK

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

Wprowadzenie

Procesy chłodzenia są powszechnie wykorzystywane w życiu codziennym. Umożliwiają klimatyzację pomieszczeń, przechowywanie żywności, transport szczepionek i leków. Dominującym rozwiązaniem technicznym w systemach chłodniczych jest technologia sprężania pary [1]. Jednak w obliczu kryzysu energetycznego i potrzeby oszczędzania energii oraz potrzeby ograniczenia szkodliwego wpływu na środowisko czynników chłodniczych, poszukiwane są alternatywne metody chłodzenia [2]. Wśród nich analizowane są rozwiązania techniczne wykorzystujące zjawisko termoelektryczne. Systemy chłodzenia/ogrzewania termoelektrycznego posiadają wiele zalet w stosunku do tradycyjnych rozwiązań [3]. Wśród nich można wymienić: brak płynów roboczych, cichą pracę, brak ruchomych części, niską emisję gazów cieplarnianych, małe rozmiary i niewielką masę, wysoką niezawodność, łatwość przełączania między trybami chłodzenia i ogrzewania oraz niskie koszty konserwacji. Obecnie praktyczne zastosowanie chłodzenia termoelektrycznego koncentruje się na jego wykorzystaniu w systemach klimatyzacji budynków i pojazdów, schładzania urządzeń elektronicznych, regulacji temperatury odzieży. Systemy te stosowane są także w medycynie, można tu wymienić chirurgię gałek ocznych, zamrażanie tkanek oraz chłodzenie preparatów biologicznych podczas ich przechowywania i transportu [4].

Cel i zakres pracy

Celem pracy było opracowanie i analiza układu sterowania procesem wymiany ciepła z wykorzystaniem ogniw Peltiera.

Zakres pracy obejmował: konstrukcję stanowiska badawczego (w tym model fizyczny obiektu sterowania), określenie właściwości dynamicznych obiektu sterowania, sformułowanie modeli symulacyjnych obiektu i układu sterowania, symulację komputerową w środowisku Matlab[®]-Simulink i analizę jakości sterowania, test systemu sterowania w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem obiektu sterowania (model fizyczny), analizę uzyskanych wyników.

Metodyka badań

Badaniami objęto proces sterowania wymianą ciepła z użyciem układu chłodzącego bazującego na ogniwach Peltiera. Analizie poddano optymalizację działania układu sterowania [5]. Funkcją celu dla układu sterowania było zachowanie dobrej jakości sygnału sterującego w warunkach idealnych i przy oddziaływaniu czynnika zakłócającego [6, 7]. Aby zrealizować postawiony cel opracowano stanowisko badawcze, na którym dla obiektu sterowania zarejestrowano charakterystykę skokową (rys. 1). Stanowiła ona podstawę dla sformułowania modelu transmitancyjnego obiektu sterowania [8]. W oparciu o niego w środowisku MatLab-Simulink opracowano model symulacyjny układu sterowania. Model ten stanowił bazę do przeprowadzenia symulacji komputerowych, podczas których badano wpływ zastosowania wybranych korektorów liniowych na jakość sterowania [9, 10]. Proces sterowania analizowano dla warunków idealnych (bez zakłóceń) i z uwzględnieniem sygnału zakłócającego o przebiegach losowym i sinusoidalnym przy częstotliwości 2 mHz i amplitudzie 5 % maksymalnej wartości sygnału zadanego [11]. Na podstawie wyników symulacji wskazano algorytm optymalnego korektora liniowego. Następnie zaimplementowano go w pamięci mikrokontrolera

AVR, który stanowił sterownik sprzętowy umożliwiający test na obiekcie rzeczywistym. Weryfikacja z wykorzystaniem obiektu rzeczywistego dostarczyła ostatecznego potwierdzenia wyników uzyskanych podczas symulacji komputerowych.



Rys. 1.
Stanowisko badawcze

Wyniki badań

Przeprowadzone badania pozwoliły określić jakość sterowania procesem wymiany ciepła z wykorzystaniem ogniw Peltiera dla regulatorów: równoległego PID, I-PID, PID+DD oraz relay.

Podczas analizy dla warunków idealnych, z losowym sygnałem zakłócającym oraz z sinusoidalnym sygnałem zakłócającym najlepszy wynik uzyskały regulatory równoległy PID oraz PID+DD.

Analiza wyników symulacji wskazuje, że zamodelowane algorytmy sterowania charakteryzują się wyższą odpornością na sygnał zakłócający o przebiegu sinusoidalnym (jakość sterowania jest lepsza) i mniejszą odpornością na sygnał o przebiegu losowym (jakość sterowania jest gorsza).

W przypadku regulatora relay wyniki były najgorsze spośród badanych. Interesująca natomiast jest odporność tego regulatora na zakłócenia – dla sygnałów zakłócających o maksymalnej wartości 5% odnotowano wyniki nieznacznie gorsze od tych dla sterowania w warunkach idealnych (bez sygnału zakłócającego).

Literatura

- [1] S. C. Sugarman, *HVAC Fundamentals, Third Edition*. CRC Press, 2020.
- [2] S. Pezzutto i in., „Screening of Cooling Technologies in Europe: Alternatives to Vapour Compression and Possible Market Developments”, *Sustainability*, t. 14, nr 5, s. 2971, mar. 2022, doi: 10.3390/su14052971.
- [3] D. Enescu, „Thermoelectric Energy Harvesting: Basic Principles and Applications”, w *Green Energy Advances*, D. Enescu, Red., IntechOpen, 2019. doi: 10.5772/intechopen.83495.
- [4] H. Jouhara i in., „Thermoelectric generator (TEG) technologies and applications”, *International Journal of Thermofluids*, t. 9, s. 100063, luty 2021, doi: 10.1016/j.ijft.2021.100063.
- [5] R. Tadeusiewicz, *Biocybernetyka: metodologiczne podstawy dla inżynierii biomedycznej*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2014.
- [6] E. Ziółkowska i P. Śmierciak, „Porównanie wyników symulacji wpływu kształtu i amplitudy zakłóceń na jakość sterowania piecem oporowym w układzie z regulatorem PID lub rozmytym”, *Archives of Foundry Engineering*, t. 15, nr 4, Art. nr 4, grudz. 2015.
- [7] E. Ziółkowski i P. Śmierciak, „The Optimization Criteria in Fuzzy Control Systems of Foundry Furnaces”, *Archives of Foundry Engineering*, nr Vol. 14, iss. 2 spec., Art. nr Vol. 14, iss. 2 spec., 2014.
- [8] W. Tarnowski, *Projektowanie układów regulacji automatycznej. Ciągłych z liniowymi korektorami ze wspomaganiem za pomocą Matlab'a*. Koszalin: Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, 2008.
- [9] W. Gruk, S. Habecki, i R. Piotrowski, „Implementacja niekonwencjonalnych regulatorów PID w sterowniku programowalnym”, *Pomiary Automatyka Robotyka*, t. R. 21, nr 1, 2017, doi: 10.14313/PAR_223/31.
- [10] R. K. Sahu, S. Panda, i U. K. Rout, „DE optimized parallel 2-DOF PID controller for load frequency control of power system with governor dead-band nonlinearity”, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, t. 49, s. 19–33, lip. 2013, doi: 10.1016/j.ijepes.2012.12.009.
- [11] J. Knaga, S. Lis, S. Kurpaska, P. Łyszczarz, i M. Tomasik, „Optimisation of Energy Use in Bioethanol Production Using a Control Algorithm”, *Processes*, t. 9, nr 2, Art. nr 2, 2021, doi: 10.3390/pr9020282.

80 LAT METODY ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH

Ewa ŁADA-TONDYRA¹, Andrzej KRAWCZYK²

¹ Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

² Polskie Towarzystwo Zastosowań Elektromagnetyzmu

Wstęp

W roku 2023 przypada osiemdziesiąta rocznica pierwszego opisu metody elementów skończonych (MES), który został opublikowany w 1943 roku w Bulletin of the American Mathematical Society przez Richarda Couranta [1]. Autor tego artykułu urodził się w Lublińcu, w tamtym czasie w niemieckim mieście Lublinitz, w żydowskiej rodzinie Courantów. Prace naukowe w dziedzinie matematyki i jej zastosowań w fizyce prowadził początkowo w Getyndze, u boku Dawida Hilberta, jednego z najgłośniejszych światowych matematyków, a potem, zmuszony atmosferą nazistowskich Niemiec, do emigracji, pracował w USA w utworzonym przez siebie centrum naukowo-edukacyjnym, obecnie znanym pod nazwą Courant Institute of Mathematical Sciences [2].

MES, jako metoda numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych, umożliwiła analizę problemów fizycznych i inżynierskich, do tej pory rozwiązywanych przy użyciu kosztownych eksperymentów lub mało dokładnych metod analogowych. Metoda elementów skończonych jest konglomeratem różnych metod wariacyjnych, m.in. metody Galerkina, i metody Reyleigha-Ritza. W zadaniu dwuwymiarowym MES opiera się na dyskretyzacji obszaru zbiorem trójkątów (elementów skończonych) i przyjmowaniu dwuliniowej aproksymacji szukanej funkcji w każdym trójkącie. W zadaniu trójwymiarowym obiekt przestrzenny dzielimy na elementy czworościenne (tetrahedron). Parametrów funkcji aproksymujących poszukuje się poprzez minimalizację funkcjonału, którego zmienną jest kwadrat funkcji szukanej [3].

Rozwój metody

Metody wariacyjne i pomysły na zastosowanie w rozwiązywaniu równań różniczkowych i całkowych prostych tworów geometrycznych (simplexów) pojawiały się w literaturze matematycznej, ale sama metoda elementów skończonych zyskała popularność od czasu jej zastosowania w rozwiązywaniu zadań inżynierskich. Prekursorami zastosowania metody byli badacze w dziedzinie mechaniki. W historii MES zapisał się Olgierd Zienkiewicz, profesor uniwersytetu walijskiego w Swensea, pochodzący z rodziny polsko-brytyjskiej. Prof. Zienkiewicz jest, jak się powszechnie uważa, autorem pierwszych prac na temat zastosowania MES w analizie naprężeń mechanicznych [4]. Prace z dziedziny zastosowania MES w mechanice obliczeniowej zdominowały na pewien okres rynek badawczy. Należy tę wspomnieć tutaj badaczy z Polski, szczególnie grupę badawczą w Wojskowej Akademii Technicznej, skupioną wokół prof. Jana Szmeltera [5].

W latach osiemdziesiątych XX wieku powstała grupa badaczy, implantująca MES do obliczeń pola elektromagnetycznego w urządzeniach elektrycznych. Grupę tę tworzyli badacze z wielu krajów świata, ale niewątpliwie prekursorami byli Peter P. Silvester (McGill University, Kanada), i M.V.K Chari (Rensselaer Polytechnic Institute, USA) [6]. Oprócz wymienionych, przedstawiciele wielu ośrodków badawczych w całym świecie przystąpili do intensywnych badań w tym obszarze, i tutaj daje się można wymienić takich badaczy, jak Takayoshi Nakata (Japonia), Jean C. Sabbonadiere (Francja), C.W. Trowbridge (Wielka Brytania), A. Konrad (Kanada), G. Molinari (Włochy).

Powstawały bardzo zaawansowane prace z teorii MES, ale też szybko rodziły się firmy komercyjne, które produkowały oprogramowanie inżynierskie. Jednymi z bardziej znanych na rynku softwarowym były Vector

Fields Ltd., czy Infolitica. Najpopularniejsze oprogramowania to PC-OPERA, OPERA-3D, TOSCA, CARMEN (Vector Fields), MAGNET (Infolitica), MAXWELL, FLUX2D, FLUX3D (Magsoft).

Pierwsze polskie prace w zakresie teorii i zastosowania MES w analizie pola elektromagnetycznego rozpoczęły się w końcu lat siedemdziesiątych XX wieku. Najwięcej zaangażowania wykazywały uczelnie: Politechnika Warszawska, Politechnika Szczecińska, Politechnika Łódzka oraz Instytut Elektrotechniki w Warszawie. Polscy badacze zaczęli uczestniczyć, szczególnie po zmianach politycznych w 1989 roku, w konferencjach międzynarodowych, takich jak COMPUMAG, INTERMMAG, CEFC, ISEF, gdzie mieli okazje poznawania najświeższych doniesień na temat badań prowadzonych w ośrodkach zagranicznych, jak też prezentować swoje osiągnięcia. Polscy uczeni publikowali wyniki swoich badań w renomowanych czasopismach światowych, przez co zaczęli być postrzegani jako przewodzący w niektórych obszarach zastosowania MES, np. w analizie pola elektromagnetycznego w obiektach mobilnych, w analizie struktur bioelektromagnetycznych, analizie strumienia rozproszenia w transformatorze, itp. W mniejszym stopniu, głównie z powodu braków sprzętowych oraz słabego dofinansowania w Polsce sektora R&D, rozwijano tworzenie oprogramowania o charakterze użytkowy. W omawianym okresie powstały dwa, stosunkowo duże, pakiety: SONMAP, opracowany przez pracowników Politechniki Szczecińskiej i FAT, opracowany przez pracowników Politechniki Warszawskiej.

Podsumowanie

Metoda elementów skończonych w swojej osiemdziesięcioletniej historii stała się narzędziem obliczeniowym do analizy szerokiego zakresu problemów inżynierskich, medycznych, biologicznych, geofizycznych atmosferycznych i wielu innych, które podlegają opisowi matematycznemu za pomocą równań różniczkowych. Pomimo opracowania w międzyczasie całej palety innych metod numerycznych, MES jest wciąż najczęściej stosowaną metodą. A jej użyteczność wzrasta wraz z coraz większą efektywnością techniki komputerowej.

Literatura

- [1] LIU, Wing Kam; LI, Shaofan; PARK, Harold S. Eighty years of the finite element method: Birth, evolution, and future. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 2022, 29.6: 4431-4453.
- [2] REID C., Courant, Springer-Verlag New York, 1996
- [3] KRAWCZYK, A. Podstawy elektromagnetyzmu matematycznego. Instytut Naukowo-Badawczy ZTUREK, 2001.
- [4] ZIENKIEWICZ O.C. and CHEUNG Y.K., *The Finite Element in Structural and Continuum Mechanics*, London, UK: McGraw-Hill, 1967
- [5] SZMELTER J., *Programy metody elementów skończonych*, Wydawnictwo Arkady, 1973
- [6] SILVESTER, P.P., CHARI M.V.K., *Finite Elements in Electrical and Magnetic Field Problems*, John Wiley & Sons Inc, 1980

USING CLASSICAL CLASSIFIERS TOGETHER WITH A PRETRAINED RESNET50 NETWORK FOR A VERY EFFICIENT FACE CLASSIFICATION TRAINING PROCESS

Łukasz MACIURA, Damian PLISZCZUK¹, Michał MAJ^{1,3}, Tomasz CIEPLAK^{1,2}

¹ Netrix, Lublin,

² Faculty of Management, Lublin University of Technology, Lublin

³ WSEI University, Lublin

Introduction

The best solutions for face classification problems are based on Convolutional Neural Networks. Unfortunately, the training process is very long and needs many data and strong computational hardware. This paper uses a pre-trained ResNet50 Convolutional Model on the VggFace dataset to encode face images to vectors that classical machine learning solutions could classify. The training process can perform in real-time using solutions based on statistical models such as Naïve Bayes-based approaches.

Obtaining and preprocessing training data

The training data was obtained from 105 celebrities chosen from the dataset [1]. Images from the dataset containing photos of celebrities were preprocessed in the following way. In the beginning, the face images (with a size of at least 224x224 are extracted from each photo using the Viola–Jones algorithm [2]. The sample of extraction face images from photos from the celebrities dataset is presented in Figure 1. First, the face extraction algorithm was used to obtain a similar face area in all images from the dataset. Next, the face images are converted to common shapes (224x224x3) and encoded using pre-trained (on VGGFace2 dataset [4]) ResNet50 model [3] without the last classifier dense layers into 2048 element vectors. Next, the weights of the model were downloaded from [5]. These vectors will be inputs to classical machine learning models. The data was split into training and test datasets with stratify to obtain the same training/test ratio per class. Finally, for all 105 classes obtained, 5287 vectors were in the training dataset and 1763 in the test dataset.



Fig. 1. Sample of face extraction using Viola–Jones algorithm; on the left, there is the original image from the celebs dataset, while on the right, there is extracted face.

Used machine learning classification algorithms

In this research the multiple classical machine learning classification algorithms were used for experiments: Multinomial Naïve Bayes [6], Bernoulli Naïve Bayes [7], Complement Naïve Bayes [8], Gaussian Naïve Bayes [9], MLP, SGD [10], SVM [11], decision tree [12], extra tree [13]. Moreover, models based on statistics, as Naïve Bayes approaches, are very fast, so they are good for use in real-time systems.

Training of classical machine learning models for face classification

Using the dataset consisting of vectors described in the previous paragraph, the following classical machine learning models were trained and tested: Multinomial Naïve Bayes, Bernoulli Naïve Bayes, Complement Naïve Bayes, Gaussian Naïve Bayes, MLP, SGD, SVM, decision tree, the extra tree from sci-kit – learn library. Table 1 presents results for the training and test dataset for each model, the whole training time in seconds, and the inference time per sample in milliseconds.

Table 1. The results of accuracy and speed for face classification training and inference.

Classifier	Train accuracy	Test accuracy	Training time [s]	Inference time per sample [ms]
Multinomial Naïve Bayes	99.6974%	99.3761%	0.0534	0.0104
Bernoulli Naïve Bayes	99.7919%	98.8656%	0.1470	0.0278
Complement Naïve Bayes	90.7698%	89.5065%	0.0629	0.0100
Gaussian Naïve Bayes	99.9622%	95.0085%	0.0469	1.5918
MLP	100%	98.1282%	4.2581	0.0031
SGD	100%	98.5820%	12.0322	0.0100
SVM	100%	99.3193%	9.9390	6.2312
decision tree	100%	62.7907%	62.8875	0.0026
extra tree	100%	98.2984%	7.4189	0.0739

Conclusions

As we can see, the best results are obtained using the Multinomial Naïve Bayes model. Moreover, the test accuracy for 105 available classes was more than 99%, with simultaneous training and inference speed (compared to another method). In conclusion, this method (using pre-trained ResNet50 with Multinomial Naïve Bayes classifier) is very good for use in electronic devices, IoT, or mobile apps.

Literatura

- [1] <https://www.kaggle.com/datasets/jessicali9530/celeba-dataset>
- [2] P. Viola, M. J. Jones, Robust real-time face detection. *International Journal of Computer Vision*, 57(2): 137 – 154, 2004
- [3] K. He, X. Zhang, S. Ren, J. Sun, Deep Residual Learning for Image Recognition, *Computer Vision and Pattern Recognition*, 2015
- [4] Q. Cao, L. Shen, W. Xie, O. M. Parkhi, A. Zisserman, VGGFace2: A dataset for recognizing face across pose and age, *International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, 2018
- [5] <https://github.com/WeidiXie/Keras-VGGFace2-ResNet50>
- [6] M. Ismail, N. Hassan, S. Bafjaish, Comparative Analysis of Naïve Bayesian Techniques in Health – Related for Classification Task, *JOURNAL OF SOFT COMPUTING AND DATA MINING VOL.1 NO. 2*, 2020
- [7] G. Singh, B. Kumar, L. Gaur, A. Tyagi, Comparison between Multinomial and Bernoulli Naïve Bayes for Text Classification, *International Conference on Automation, Computational and Technology Management (ICACTM)*, 2019
- [8] B. Seref, E. Bostanci, Performance of Naïve and Complement Naïve Bayes Algorithms Based on Accuracy, Precision and Recall Performance Evaluation Criteria, *International Journal of Computing Academic Research (IJCAR)*, 2019
- [9] Z. Bi, Y. Han, C. Huang, M. Wang, Gaussian Naïve Bayesian Data Classification Model Based on Clustering Algorithm, *Advances in Intelligent Systems Research*, 2019
- [10] S. Diab, Optimizing Stochastic Gradient Descent in Text Classification Based on Fine-Tuning Hyper-Parameters Approach, *International Journal of Computer Science and Information Security*, 2018
- [11] T. Evgeniou, M. Pontil, Support Vector Machines: Theory and Applications, *Machine Learning and Its Applications, Advanced Lectures*, 2001
- [12] L. Breiman, J. Friedman, R. Olshen, C. Stone, *Classification and regression trees*, Pacific Grove: Wadsworth&Brooks, 1984
- [13] P. Geurts, D. Ernst, L. Wehenkel, Extremely randomized trees, *Charine learning* 63, 2006

DETERMINATION OF RAPESEED MOISTURE BASED ON ELECTRICAL PARAMETERS – A REVIEW

Jacek MAJCHER

Lublin University of Technology, Lublin

Introduction

Rapeseed is one of the key oil crops in the world. According to the Food and Agriculture Organisation of the United Nations in 2017, rapeseed is second only to soybeans in the production of vegetable oil. The world leader in rapeseed production in 2017 was the European Union with a production of 22 million tonnes [1]. Rapeseed is an extremely valuable raw material used in many industries. One of the key rapeseed parameters is its moisture content. It is this parameter that determines the date of harvesting or the storage possibilities of seeds. It also has a decisive influence on the price of seeds.

There are many methods and techniques available on the market for measuring rapeseed moisture. The method considered as reference is the oven-drying method. It consists in measuring the weight of a rapeseed sample before and after drying. The moisture content of the material is obtained from the weight difference. Rapeseed, according to [PN-EN ISO 665:2020-09], should be dried at a temperature of 103°C for 3 hours. The above method, despite its accuracy, is used only in laboratory conditions, due to its time-consuming nature. In field conditions, methods that allow for immediate moisture readings are preferred, at the cost of reducing the accuracy of the measurement. Therefore, in such applications, the so-called indirect tests are used, which consist in determining the moisture content of seeds on the basis of other parameters. Among these methods, the following can be mentioned:

- optical – using infrared radiation,
- acoustic,
- magnetic,
- chemical,
- dielectric [2].

The aim of the work is to synthesise information on rapeseed moisture measurement based on its electrical parameters.

Electrical parameters of rape seeds

Rape seeds, being a biological material, are classified as porous materials. Due to their complex structure, they bind relatively large amounts of water. Part of the water in the case of rape seeds is closely related to the surface of the seeds. On the other hand, part of the water contained inside the seeds can be locked in the solid phase. In terms of electricity, rape seeds are classified as dielectrics. Because the anatomical structure of seeds is heterogeneous, they should be classified as heterogeneous dielectrics. In the case of using the electrical properties of rape seeds, several electrical parameters are used to determine seed moisture on their basis:

- resistance,
- capacity,
- dielectric permittivity.

The dielectric permittivity is a complex value $\varepsilon = \varepsilon' - j\varepsilon''$, where the real part ε' is the dielectric constant and the imaginary part ε'' represents the loss factor. The high resolution of the indirect measurement using the dielectric permittivity results from the large difference in the permeability of water in the "free" state, which is about 80,

and the other components of rapeseed, whose permittivity is in the range of 3 to 5. Due to the high content of bound water, it relaxes slower than free water, which leads to a reduction in the so-called effective permittivity of water, which can cause incorrect humidity readings [3].

Using electrical parameters to determine humidity

There are several methods of rapeseed moisture measurement based on their electrical parameters. Among them, we can distinguish:

- resistance/impedance,
- capacity,
- microwave.

The resistance method was described at the beginning of the 20th century in [4]. It consists in measuring the resistance of seeds placed between two parallel plates. These plates are powered with direct current and the value of the current flowing through the seeds is measured. In this case, the resistance of the seeds decreases as their moisture content increases. In the case of supplying the above-mentioned plates with alternating current, it is possible to determine additional parameters such as impedance or capacitance and inductance [5]. Another group are microwave methods. In microwave methods, the moisture content in seeds is measured by the attenuation of microwave radiation passing through the test medium. The measuring system consists of a transmitting antenna connected to a microwave generator, a receiving antenna connected to a measuring device and between the antennas are the tested objects in the form of seeds. The basis of this method is the dependence of microwave energy attenuation on humidity. In this case, the higher the moisture content of the tested seeds, the less signal goes to the measuring device [6].

Conclusions

The electrical parameters of rape seeds can be used to indirectly determine their moisture content. They usually require calibration of measuring devices. These methods, although sensitive to other parameters (e.g. temperature or density), are often used to measure humidity due to the immediate reading. This is especially important in the case of precision farming.

Acknowledgment

The grant was financed in the framework of the pro-quality program "Grants for grants" (Grant nr: 01/GnG/2022).

Literature

- [1] Woźniak, E., Waszkowska, E., Zimny, T., Sowa, S., & Twardowski, T. The rapeseed potential in Poland and Germany in the context of production, legislation, and intellectual property rights. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1423, 2019.
- [2] Flor, O., Palacios, H., Suárez, F., Salazar, K., Reyes, L., González, M., & Jiménez, K. New Sensing Technologies for Grain Moisture. *Agriculture*, 12(3), 386, 2022.
- [3] Jones, S. B., Sheng, W., & Or, D. Dielectric measurement of agricultural grain moisture – theory and applications. *Sensors*, 22(6), 2083, 2022.
- [4] Briggs, L. J. An electrical resistance method for the rapid determination of the moisture content of grain. *Science*, 28(727), 810-813, 1908.
- [5] Kardjilova, K., Bekov, E., Hlavacova, Z., & Kertezs, A. Measurement of electrical properties of rapeseed seeds with LCR meter Good Will 8211, *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(8), 2012.
- [6] Kalandarov, P. I., Mukimov, Z., Abdullaev, K., Avezov, N., Tursunov, O., Kodirov, D., ... & Khushiev, S. Study on microwave moisture measurement of grain crops. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 939, No. 1, p. 012091). IOP Publishing, 2021.

USE OF ELECTROSTATIC FIELD TO INCREASE GERMINATION OF RAPE SEEDS (*BRASSICA NAPUS L.*)

Jacek MAJCHER

Lublin University of Technology, Lublin

Introduction

Rapeseed is one of the most important oil crops in the world. Its seeds are used in many industries, including the production of oil, or as fodder for feeding animals [1]. Rapeseed has several characteristic parameters. One of them is humidity, which determines the possibility of rapeseed storage. Another factor informing about the condition of the seed is the germination rate, which is the main feature in the case of seed material. Determination of germination capacity in accordance with the PN-R-65950 standard consists in establishing the percentage of the number of plant seeds classified as ordinary (appropriate development phase in a specific time). Proving germination capacity is intended to obtain information about the sowing value of a given batch of material so that it can be compared with other batches. Germination capacity is predicated on the appearance of the plant, which is a prognosis for further development.

Many methods of increasing the germination power of seeds are known from the literature. Among them are e.g. hydrothermal and aerothermal processing, or treatment with chemically active materials [2]. Methods using electrostatic phenomena to increase the germination power are also very popular [3, 4].

The aim of this work is to investigate the possibility of increasing the dynamics of the germination force by using an electrostatic field generated by the bifilar winding.

Materials and methods

Rape seeds of the Bellevue variety collected in the 2022 season were used as the research material. The moisture content of the seeds was 7.55. To increase the germination power, a voltage bifilar winding was used as a source of electrostatic field. Rape seeds were exposed to the electrostatic field, changing its parameters: e.g. bifilar winding supply voltage (0-10 kV) or exposure time (2, 4, 6, 8, 10, 12 s). The measurement stand is shown in Figure 1 used as The source of the electrostatic field was a P435 power supply. The drum on which the bifilar winding was wound had the following dimensions: radius $R = 100$ mm, drum width – 65 mm. The bifilar winding was wound with a DY 0.5 mm² wire, the actual insulation thickness for the wire being 0.5 mm.

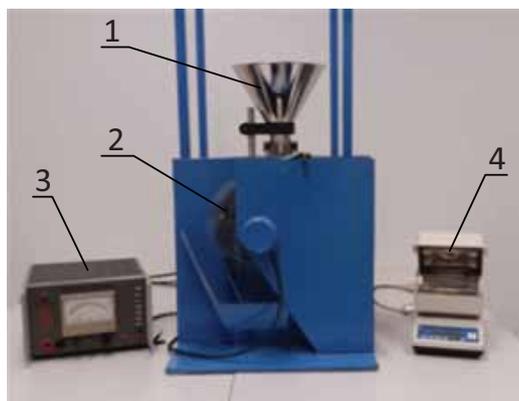


Fig. 1. Experimental setup: 1 - feeder, 2 - bifilar winding, 3 - High voltage power supply, 4 - moisture analyzer

Results

The seeds prepared in this way were placed on Petri dishes lined with lignin. The lignin was then wetted with water. The seeds were in a sunny place at room temperature. The next step was to test the germination strength. This test was performed in accordance with the PN-R-65950 standard. The control sample consisted of seeds not exposed to the electrostatic field. An exemplary result is shown in Figure 2. The seeds were exposed to an electrostatic field of 3 kV.

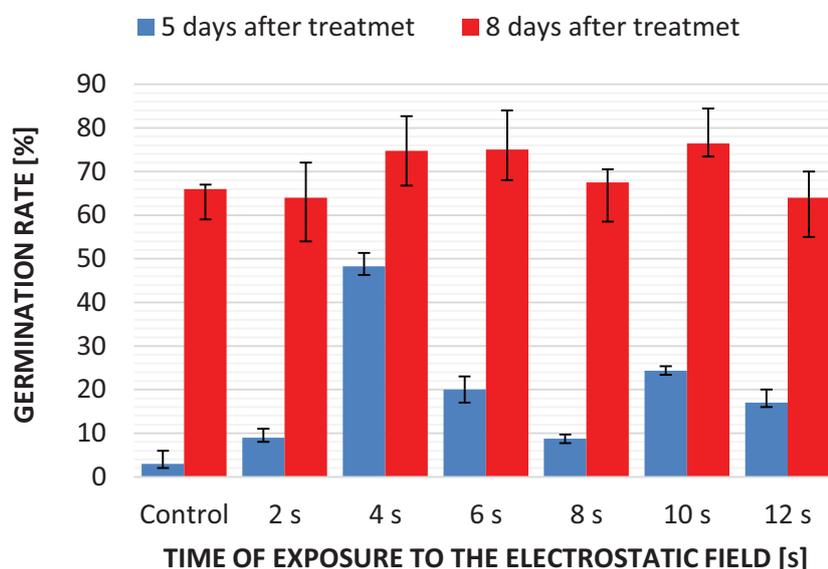


Fig. 2. The dependence of the germination rate on the time of exposure to the electrostatic field.

The conducted research shows that the electrostatic field affects the germination power of rape seeds. It is possible to increase it even by several percent compared to seeds not subjected to the field.

Conclusions

1. By using the bifilar winding as the source of the electrostatic field, it is possible to increase the germination capacity of rape seeds.
2. Both the time of exposure to the field and its intensity affect the germination capacity.

Acknowledgment

Internal grant FD-20/EE-2/410.

Literature

- [1] Majcher, J. The use of an electroseparator with bifilar winding for extracting germ from crushed rape seed. *Przegląd Elektrotechniczny*, 96. 2020.
- [2] Pozeliene, A., & Lynikiene, S. The treatment of rape (*Brassica napus* L.) seeds with the help of electrical field. *Agronomy Research*, 7(1), 39-46.2009.
- [3] Dymek, K., Dejmek, P., Panarese, V., Vicente, A. A., Wadsö, L., Finnie, C., & Galindo, F. G. Effect of pulsed electric field on the germination of barley seeds. *Lwt-food science and technology*, 47(1), 161-166. 2012.
- [4] Attri, P., Okumura, T., Koga, K., Shiratani, M., Wang, D., Takahashi, K., & Takaki, K. Outcomes of pulsed electric fields and nonthermal plasma treatments on seed germination and protein functions. *Agronomy*, 12(2), 482.A. 2022.

USING KNX VIRTUAL APPLICATIONS TO LEARN HOW TO PROGRAM THE KNX SYSTEM

Jacek MAJCHER, Artur BOGUTA

Lublin University of Technology, Lublin

Introduction

Building automation is a basic element of a building's technical infrastructure [1]. One of the most popular building automation systems is the KNX system. It was created in the late 1990s from the combination of Batibus, EIB and EHS systems. As a standard, it was published in 2003 in the form of EN 50090 [2]. However, in 2006 it was presented as the international standard ISO/IEC 14543-3 [3]. KNX belongs to open systems, which means that the communication protocol and other technical parameters of data transfer are available in the form of a standard [4]. The openness of the system allows different manufacturers to produce components compatible with the system. According to the data available on the KNX website [5], currently the KNX brand includes products from over 500 manufacturers.

To be able to program devices in the KNX standard, the ETS (Engineering Tool Software) application is required. Currently, version 6 of the ETS application is available for downloading. While it is possible to download the demo version of the ETS application from the KNX Association website and familiarise oneself with this application, learning to program the KNX system without having the appropriate modules is not possible. Only the release of the KNX Virtual application allows one to learn how to program the system from parameterisation of modules to observation of the operation of a given module.

The purpose of the work is: a) to present the ways of configuring the ETS with the KNX Virtual application, b) present the possibilities of the KNX Virtual application.

KNX Virtual

KNX Virtual is a free tool for registered users. To learn how to program the KNX system using this tool, one should download the KNX Association catalogue from the ETS application database. In this directory we have 22 virtual modules from D0 to D21. The available modules include basic sensors such as switching or binary input, and on the side of actors, for example blinds control or dimming. Virtual modules, like real modules, have the ability to configure individual parameters. An example screenshot of the KNX Virtual application is shown in Figure 1.



Fig. 1. KNX Virtual application window

In the case of virtual modules, the process of programming the installation itself is no different from programming the actual installation. There are the same programming steps, such as:

- creation of building structure,
- adding appropriate modules to rooms,
- device parameterisation,
- creating address groups,
- connecting the ETS application with the installation via a virtual port,
- uploading applications to individual modules,
- indicating the module to which the application is to be uploaded by pressing the programming button,
- telegram monitoring.

An additional advantage of KNX Virtual is the ability to observe the reaction of individual modules to the signal from the sensor. This is done by animating the movement of roller shutters or interactive icons of light sources. This is important especially for beginners who do not fully understand the meaning of individual parameters.

Summary

The KNX Virtual tool is used to learn how to program building automation in the KNX standard. With its help, it is possible to map individual stages of programming the entire installation, without the need to have the appropriate modules. The disadvantage of this solution is the low number and functionality of the simulated modules. An additional disadvantage is the inability to simulate real modules.

Literature

- [1] Majcher, J. Automatyka budynkowa: modny gadżet czy podstawowy element infrastruktury technicznej budynku. *Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering*, (87), 37-46. 2016.
- [2] EN 50090-2-2:1998/A1:2003 Home and Building Electronic Systems (HBES)
- [3] ISO/IEC 14543-3:2006 Information technology — Home electronic systems (HES) architecture
- [4] Horyński, M., Majcher, J. Application of cloud computing in programming intelligent electric networks in prosumers' households. *Journal of Ecological Engineering*, 17(5), 107-113. 2016
- [5] <https://www.knx.org/>

WYKORZYSTANIE PRZESTRZENI BARW CAM W AUTOMATYZACJI OPTYCZNEJ KONTROLI JAKOŚCI

Michał MAJ^{1,2}, Damian PLISZCZUK¹, Tomasz CIEPLAK³, Łukasz MACIURA¹

¹ Netrix, Lublin

² University of Economics and Innovation, Lublin

³ Lublin University of Technology, Lublin

Abstrakt

Jednym z elementów systemu kontroli jakości pomocnym w stwierdzeniu kompatybilności wszystkich składowych jest porównanie kolorów – ocena czy kolory są jednakowe lub określenie jak duże są pomiędzy nimi różnice. W ocenie różnic w kolorach pomagają odpowiednie przestrzenie barw – w tym przypadku posłużono się przestrzenią barw CIE CAM [1]. Wykorzystując model CIE CAM i obserwując komponenty takie jak jasność, nasycenie i odcień można określić poziom postrzeganej różnicy w wyglądzie kolorów.

Cel

Celem jest przekształcenie przestrzeni barw CIE LAB do przestrzeni barw CIE CAM, aby uzyskać lepsze wyniki związane z zadaniem porównania barw i stwierdzenia czy są identyczne czy też różne. Dodatkowo zostanie wykorzystany próg ledwie zauważalnej różnicy (*Just Noticeable Difference – JND*)[2], który jest miarą najmniejszej dostrzegalnej różnicy kolorów między dwoma bodźcami, poniżej której są one nie do odróżnienia. Warto zaznaczyć, że przestrzeń barw CIE CAM posiada przedstawiony próg dla różnic kolorów o nazwie ΔE_{CAM} . Dla tej przestrzeni barw *JND* zależy od kąta odcienia, nasycenia i jasności koloru.

Wstęp

CIE CAM (*CIE Color Appearance Model*) to model kolorów, który opisuje, jak ludzie postrzegają kolory w różnych warunkach oświetlenia. Brane są pod uwagę różne czynniki wpływające na wygląd kolorów, w tym właściwości spektralne źródła światła, właściwości otaczającego środowiska oraz cechy układu wzrokowego człowieka[1].

Model CIE CAM składa się z trzech elementów: jasności (*lightness*), nasycenia (*chroma*) i odcienia (*hue*). Jasność reprezentuje postrzeganą jasność koloru, podczas gdy nasycenie reprezentuje postrzegane nasycenie lub intensywność koloru. Odcień reprezentuje postrzeganą kategorię kolorów, taką jak czerwony, zielony lub niebieski.

Matematyczny model CIE CAM można wykorzystać do obliczenia trzech składowych wyglądu kolorów w oparciu o rozkład widmowy źródła światła i właściwości środowiska oglądania. Model uwzględnia różne efekty adaptacyjne, takie jak adaptacja chromatyczna układu wzrokowego człowieka do różnych typów warunków oświetleniowych.

CIE CAM

Tak jak wspomniano wcześniej CIECAM definiuje zestaw parametrów opisujących wygląd koloru w trzech aspektach jasności, nasycenia i odcienia. CIE CAM opiera się na założeniu, że postrzeganie kolorów zależy od trzech czynników: spektralnego rozkład źródła światła, współczynnika odbicia widmowego obiektu i stan adaptacji kolorów obserwatora. Model uwzględnia wpływ warunków na postrzeganie barw, takich jak oświetlenie, wielkość pola widzenia i otoczenia. Należy również pamiętać w jako sposób oblicza się jasność, nasycenie i odcień koloru, w zależności od konkretnych warunków i zastosowanego oświetlenia[1]:

$$L = \frac{Y}{Y_{w^{1/k}}}$$

gdzie: Y to luminancja koloru, Y_W to luminancja bieli wzorcowej, natomiast k to stała związana z określonymi warunkami

$$C = (a^2 + b^2)^{\frac{1}{2}} * \left(\frac{F}{F+1}\right),$$

gdzie a i b to współrzędne koloru w przestrzeni kolorów CIE LAB, a F to współczynnik zależny od określonego kąta odcienia koloru

$$H = \text{atan2}(b, a),$$

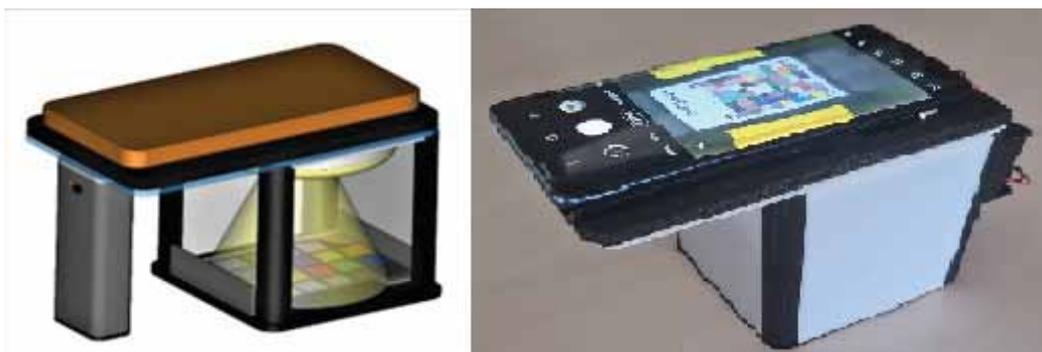
gdzie a i b to współrzędne koloru w przestrzeni kolorów CIE LAB[1].

Adaptacja kolorów to proces, w którym ludzki układ wzrokowy dostosowuje się do zmian w rozkładzie widmowym źródła światła, aby utrzymać względnie stałą percepcję koloru. W CIE CAM adaptacja kolorów jest modelowana za pomocą transformacji adaptacji chromatycznej.

Transformacja adaptacji chromatycznej w CIECAM opiera się na chromatycznym modelu adaptacji von Kriesa [3], który zakłada, że dany proces polega na skalowaniu wrażliwości receptorów czopków w siatkówce na różne długości fal światła.

Przykład użycia

W badaniach zastosowano urządzenie (Rys. 4), które umożliwia oświetlenie obiektu podczas robienia zdjęć[4]. Posiada ono także wbudowaną kartę kolorów. Jest ona zastosowana z dwóch powodów: po pierwsze w celu badania rozkładu histogramu kolorów, a po drugie umożliwia zbieranie danych, które w przyszłości posłużą do budowy modelu głębokiego uczenia związane z oceną podobieństwa kolorów.



Rys. 4. Model urządzenia i rzeczywiste urządzenie do testowania

W ramach prac zbadano różnicę w wynikach przy zastosowaniu przestrzeni barw LAB oraz CAM. Przeprowadzono serię porównawczą i jednym z przykładów jest obiekt przedstawiony na poniższym rysunku (Rys. 5). W pierwszym przypadku dla tego samego obiektu JND zostało określone na poziomie równym 1.0 – więc barwy są identyczne. Zakłada się, że JND kolorów w zakresie od 0.0 do 2.3 oznacza, że to ten sam kolor [4]. Jednak stosując CIE CAM uzyskany wynik to 0.0. Można więc stwierdzić, że badamy ten sam przedmiot wnioskując to z uzyskanego wyniku (kolory są identyczne). Natomiast w przypadku CIE LAB końcowy wynik nie pozwala na wyciągnięcie takiego samego wniosku, jedynie pozwala określić, że barwy obu przedmiotów są na tyle zbliżone, że nie są rozróżnialne dla obserwatora.



Rys. 5. Porównanie tych samych obiektów

Literatura

- [1] C. J. Li, M. R. Luo, and R. W. G. Hunt, “A revision of the CIECAM97s model,” *Color Res Appl*, vol. 25, no. 4, pp. 260–266, Aug. 2000, doi: 10.1002/1520-6378(200008)25:4<260::AID-COL6>3.0.CO;2-9.
- [2] Q. Jiang, Z. Liu, S. Wang, F. Shao, and W. Lin, “Toward Top-Down Just Noticeable Difference Estimation of Natural Images,” *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 31, pp. 3697–3712, 2022, doi: 10.1109/TIP.2022.3174398.
- [3] M. D. Fairchild, “Von Kries 2020: Evolution of degree of chromatic adaptation,” *Color and Imaging Conference*, vol. 28, no. 1, pp. 252–257, Nov. 2020, doi: 10.2352/issn.2169-2629.2020.28.40.
- [4] M. Maj, “Automation of optical quality control in the example of the furniture industry,” *PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY*, vol. 1, no. 1, pp. 247–250, Jan. 2023, doi: 10.15199/48.2023.01.50.

NADPRZEWODNIKOWY OGRANICZNIK PRĄDU ZWARCIOWEGO TYPU REZYSTANCYJNEGO DLA SIECI 6 kV

Michał MAJKA

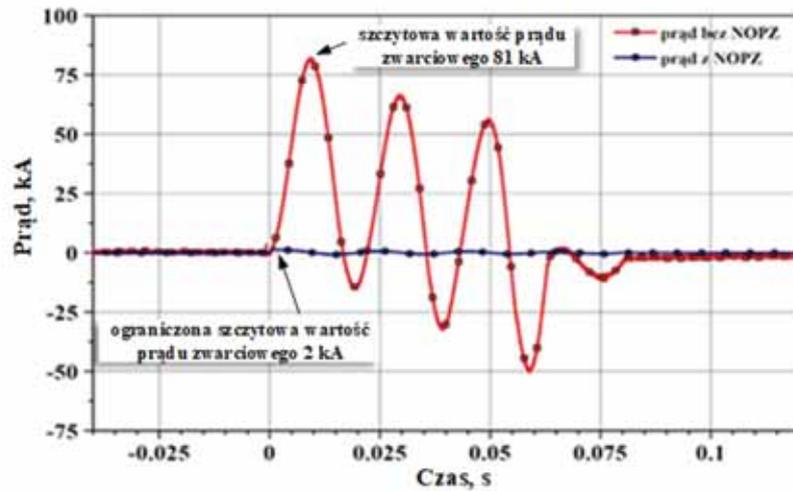
Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, Lublin

Prąd zwarciový jest jednym z podstawowych zagrożeń dla elementów sieci elektroenergetycznych. Zwarcia w systemach elektroenergetycznych powstają najczęściej na skutek przepięć atmosferycznych, błędnych operacji w stacjach elektroenergetycznych, mechanicznych uszkodzeń kabli i słupów, zawilgocenia lub zniszczenia izolacji. Prąd zwarciový płynący w obwodzie zwarciovým jest z reguły wielokrotnie większy od prądu występującego w czasie zwykłej pracy urządzeń sieciowych. Przepływ prądu zwarciového może powodować cieplne i dynamiczne szkodliwe skutki w pracy urządzeń elektroenergetycznych. Duże prądy, pomimo krótkiego czasu płynięcia, powodują gwałtowne nagrzewanie przewodów, kabli i uzwojeń maszyn elektrycznych co może doprowadzić do uszkodzenia ich izolacji i może spowodować powstanie następných zwarć. Siły elektrodynamiczne występujące podczas przepływu prądu zwarciového mogą mechanicznie uszkodzić urządzenia elektroenergetyczne. Każde tego typu uszkodzenie pociąga za sobą kosztowne i czasochłonne naprawy, dlatego bardzo ważne jest zabezpieczenie sieci niezawodnym systemem ochrony.



Rys. 1. Nadprzewodnikowy ogranicznik prądu zwarciového typu rezystancyjnego chłodzony kontaktowo (Instytut Elektrotechniki, Uniwersytet Zielonogórski i Frako-Term sp. z o.o.)

W ramach projektu NCBiR Gekon „Nadprzewodnikowy ogranicznik prądu zwarciového (NOPZ) jako element zwiększający zdolności przyłączeniowe odnawialnych źródeł energii elektrycznej do elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej” konsorcjum w składzie Instytut Elektrotechniki, Przedsiębiorstwo Badawczo-Wdrożeniowe Frako-Term sp. z o.o. i Uniwersytet Zielonogórski wykonało projekt ogranicznika prądu zwarciového dla sieci o napięciu 6 kV i prąd znamionowy 140 A z możliwością przeciążenia do 420 A. Ogranicznik rezystancyjny jest chłodzony kontaktowo za pomocą jednostopniowej kriochłodziarki – rys. 2. Jest to pierwszy na świecie ogranicznik rezystancyjny dla sieci 6 kV w którym zastosowano chłodzenie kontaktowe. Zmiana sposobu chłodzenia ogranicznika pozwala na zwiększenie prądu znamionowego ogranicznika poprzez chłodzenie uzwojeń do niższych temperatur oraz skuteczne ograniczenie kilku następujących po sobie zwarć. Wykonany prototyp ogranicznika został przetestowany w Laboratorium Badawczym Aparatury Rozdzielczej Instytutu Elektrotechniki oraz próbnie zainstalowany w rozdzielni GS2 110 kV / 6 kV na terenie Instytutu Elektrotechniki w Warszawie – rys. 3. Przeprowadzonej testy zwarciového ogranicznika wykazały, że szczytową wartość prądu zwarciového zgodnie z założeniami projektowanymi została ograniczona z 81 kA do 2 kA.



Rys. 2. Eksperymentalnie wyznaczone przebiegi prądu zwarciego w obwodzie bez ogranicznika i z ogranicznikiem dla rezystancyjnego ogranicznika chłodzonego kriochłodziarką (Instytut Elektrotechniki, Uniwersytet Zielonogórski i Frako-Term sp. z o.o.)



Rys. 3. Nadprzewodnikowy ogranicznik prądu zainstalowany w rozdzielni GS2 110 kV / 6 kV na terenie Instytutu Elektrotechniki

Literatura

- [1] Majka M., Kozak S., The Coreless Superconducting Fault Current Limiter 15 kV 140 A, *Przeгляд Elektrotechniczny*, vol. 1, no. 7, pp. 40–43, Jul. 2016, doi:10.15199/48.2016.07.06
- [2] Majka M., Kozak J., Superconducting Fault Current Limiter for the Electric Power System, *Acta Phys. Pol. A*, vol. 130, no. 2, pp. 581–584, Aug. 2016, DOI: 10.12693/APhysPolA.130.581
- [3] Kozak J., Majka M., Janowski T., Kozak S., Nadprzewodnikowy bezrdzeniowy indukcyjny ogranicznik prądu zwarciego średniego napięcia, *Przeгляд Elektrotechniczny*, vol. 88, no. 9b/2012, pp. 245–248, 2012.
- [4] J. Kozak J., Majka M., Kozak S., Janowski T., Design and Tests of Coreless Inductive Superconducting Fault Current Limiter, *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, vol. 22, no. 3, pp. 5601804–5601804, Jun. 2012, doi: 10.1109/TASC.2011.2178977

ODDZIAŁYWANIA ELEKTROMAGNETYCZNE FARM FOTOWOLTAICZNYCH

Paweł A. MAZUREK

Politechnika Lubelska, Lublin

Wstęp

Rozwój gospodarczy ostatnich lat oznacza zwiększone zapotrzebowanie na energię elektryczną. Aby sprostać tym potrzebom konieczne są zarówno rozwój i modernizacja przesyłowej sieci elektroenergetycznej jak i wzrost inwestycji zwiększających produkcję energii elektrycznej jej niezawodność i bezpieczeństwo. Zgodnie ze światowymi rekomendacjami i wytycznymi Unii powinno powstawać coraz więcej instalacji pozwalających na produkowanie „zielonej” energii. Ważny udział w rynku OZE ma właśnie fotowoltaika, dzięki której można wytwarzać energię ze słońca.

Co do zasady, do konieczności rozwoju instalacji OZE w naszym kraju nie trzeba nikogo mocno przekonywać. Wynika to z osiągniętej już świadomości społeczeństwa o potrzebie łagodzenia i zapobiegania skutkom globalnego ocieplenia klimatu, jak i konieczności uodpornienia polskiego systemu energetycznego na skutki szantażu paliwowego w wymiarze fizycznym i ekonomicznym.

Farmy fotowoltaiczne

Farma fotowoltaiczna to duża instalacja słoneczna łącząca w jeden system setki lub tysiące modułów ustawionych na wspólnej przestrzeni. O ile standardowa, przydomowa instalacja fotowoltaiczna służy do produkcji prądu na własny użytek, o tyle celem farmy jest wytwarzanie dużej ilości energii, która następnie jest sprzedawana.

Opłacalność farmy fotowoltaicznej zależy od wielu czynników, na czele z jakością urządzeń, optymalnymi warunkami słonecznymi oraz prawidłową eksploatacją systemu na przestrzeni lat. Biorąc jednak pod uwagę zmieniające się realia i coraz większą rolę OZE w polskim, europejskim czy światowym rynku energetycznym, można potraktować tę inwestycję jako perspektywiczną.

Farmy fotowoltaiczne powstają na całym świecie i przynoszą realne zyski. Rozpoczęta transformacja ekonoenergetyczna nie zostanie więc zatrzymana. Również w naszym kraju od wielu lat rośnie zainteresowanie elektrowniami słonecznymi. W efekcie mapa polskich farm fotowoltaicznych rośnie w imponującym tempie. Fotowoltaika jest stosunkowo nową technologią, dlatego może budzić wątpliwości pod względem bezpieczeństwa. Jednakże od strony technologicznej, dobrze zaprojektowana i eksploatowana farma fotowoltaiczna nie wywołuje żadnego zagrożenia dla ludzi i ma neutralny wpływ na zdrowie. Dlaczego więc społeczeństwo nie chce inwestycji elektroenergetycznych w pobliżu domów? Przez przekonanie, iż budowa infrastruktury elektroenergetycznej wiąże się z różnego rodzaju oddziaływaniami na środowisko, na zdrowie ludzi czy spadek wartości posiadanych nieruchomości. Osoby lub organizacje, których uwaga skupia się na wartościach przyrodniczych, mogą postrzegać budowę farmy jako zagrożenie dla krajobrazu, cennych roślin czy zwierząt.

Analizując literaturowo oddziaływania elektromagnetyczne na środowisko infrastruktur elektroenergetycznych należy przyznać, że nie ma jednoznacznego stanowiska naukowców w tym temacie. Można spotkać zarówno doniesienia o negatywnym, neutralnym lub wręcz pozytywnym wpływie pól elektromagnetycznych na środowisko – florę faunę w tym człowieka.

W związku z niejednoznacznością wyników badań, wiele krajów wprowadziło normy lub zalecenia ograniczające poziomy pola elektrycznego i magnetycznego w środowisku. Także i w Polsce ustalono dopuszczalne poziomy pól - aktualne jest Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku - Dz.U. z 2019 r. poz.2448. Celem tych ograniczeń jest ochrona zdrowia ludzi przed potencjalnie niekorzystnymi skutkami długotrwałego oddziaływania pola elektromagnetycznego, wytwarzanego przez m.in. infrastrukturę elektroenergetyczną do której zaliczyć można farmy/elektrownie fotowoltaiczne.

Pierwszych identyfikacji oddziaływań inwestycji dokonuje się już na początkowym etapie, tj. w trakcie powstawania koncepcji czy projektu. Ale zasadnicze określenia czy w pobliżu planowanej inwestycji, w miejscach dostępnych dla ludzi, wystąpi pole elektryczne i magnetyczne o wartościach przekraczających uznane za bezpieczne, dozwolone poziomy, przeprowadzane są analizy numeryczne i rzeczywiste pomiary emisji pól elektromagnetycznych. Na podstawie tych badań wyciągane są wnioski, służące opracowywaniu nowych, lepszych metod czy technologii bardziej przyjaznych środowisku ale przede wszystkim W efekcie tych analiz realizowane mogą być jedynie takie inwestycje, których funkcjonowanie nie zagraża zdrowiu ludzi.

Badania

Celem artykułu jest zaprezentowanie wyników identyfikacji pól elektromagnetycznych przeprowadzonych zarówno w warunkach rzeczywistych (Rys. 1) jak i analiza poziomów natężeń które przedstawiane są w literaturze. Badania obejmują identyfikacje przestrzenną natężeń pola elektromagnetycznego zarówno w paśmie częstotliwości przemysłowej jak i w zakresie radiowych częstotliwości w okolicy stacji transformatorowej SN 15kV/ nN 0,4kV oraz paneli fotowoltaicznych. Wyniki emisji zestawione zostaną w postaci tabelarycznej i formie graficznych wykresów. W pełnej wersji artykułu przeprowadzona będzie analiza uzyskanych wartości w odniesieniu do obowiązujących limitów środowiskowych.



Rys. 1. Zdjęcia z badań na terenie farmy fotowoltaicznej

Badania współfinansowane ze środków Politechniki Lubelskiej, grant nr FD-20/EE-2/412.

Literatura

- [1] Dąbrowski M., Dąbrowski A., Urządzenia do pozyskiwania i przetwarzania energii słonecznej – stosowane technologie i zagrożenia dla użytkowników, *Bezpieczeństwo Pracy* 2/2016, 23-27
- [2] Łukasik Z., Kozyra J., Kuśmińska-Fijałkowska A., Oddziaływanie przesyłu i rozdziału energii elektrycznej na środowisko naturalne, *Autobusy* 6/2017,312-315
- [3] Gryz K., Karpowicz J., Zradziński P., Pole magnetyczne wytwarzane przez wyposażenie elektroenergetyczne w budynkach – zalecenia profilaktyczne dotyczące ograniczenia narażenia długotrwałego, *Bezpieczeństwo Pracy* 05/2011, 16-19
- [4] Rochalska M., Wpływ pól elektromagnetycznych na florę i faunę, *Medycyna Pracy* 2009(60),43 – 50

- [5] Nadolny Z., Oddziaływanie pola elektrycznego i magnetycznego na organizmy żywe. (pod red.) Jankiewicz S., Uwarunkowania i wyzwania dla energetyki, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu, Poznań 2015
- [6] Wdowiak A., Mazurek P.A., Wpływ pola elektromagnetycznego na rozród człowieka, Przegląd Elektrotechniczny, R. 92 NR 1/2016, doi:10.15199/48.2016.01.30
- [7] Zmysłony M., Biofizyczne mechanizmy działania pól elektromagnetycznych a skutki zdrowotne, Medycyna Pracy, 2006,-57(1):29-39
- [8] Zmysłony M., Działanie biologiczne i skutki zdrowotne pól elektromagnetycznych w aspekcie wymagań raportów o oddziaływaniu przedsięwzięć na środowisko, Medycyna Pracy, 2007(58):27-36
- [9] Szuba M., Hasiec I., Papliński P., Śmietanka H., Zajdler K., Zmysłony M., Gryz K., Karpowicz J., Narażenie na pole elektromagnetyczne w przestrzeni pracy podczas użytkowania systemów elektroenergetycznych i elektrycznych instalacji zasilających prądu przemiennego w energetyce. Metoda pomiaru pola elektromagnetycznego in situ – wymagania szczegółowe, Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy 2016, nr 4(90), s. 91–150, DOI: 10.5604/1231868X.1229515
- [10] Bieńkowski P., Podlaska J., Pole elektromagnetyczne w środowisku - pomiary i monitoring w Polsce, Przegląd Elektrotechniczny, R. 93 NR 12/2017 71-74, doi:10.15199/48.2017.12.18.

OCENA NATĘŻEŃ PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH W AUTOBUSACH ELEKTRYCZNYCH TABORU MIEJSKIEGO PRZEDSIĘBIORSTWA KOMUNIKACYJNEGO W LUBLINIE W WARUNKACH RZECZYWISTYCH

Paweł A. MAZUREK¹, Aleksander CHUDY¹, Leszek RUCHOMSKI¹,
Piotr HOŁYSZKO², Paweł DADEJ³

¹ Politechnika Lubelska, Lublin

² Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Lublin Sp. z o.o.

³ Nowe Technologie Przemysłowe Sp. z o.o.

Wstęp

Sektor transportu jest potężnym konsumentem energii, źródłem emisji CO₂ oraz zanieczyszczeń powietrza. Charakteryzujące się dużą efektywnością energetyczną oraz zerową lokalną emisją, samochody elektryczne są obecnie powszechnie uznawane za jedną z najlepszych alternatyw dla pojazdów spalinowych. Rządy wielu krajów wdrożyły politykę promującą rozwój pojazdów elektrycznych oraz wyznaczyły cele ilościowe na lata 2020–2030 (np. w Polsce Rządowy Plan Rozwoju Elektromobilności zakładający 1 mln pojazdów elektrycznych w 2025 r.) [1,2].

Tabor Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Lublinie

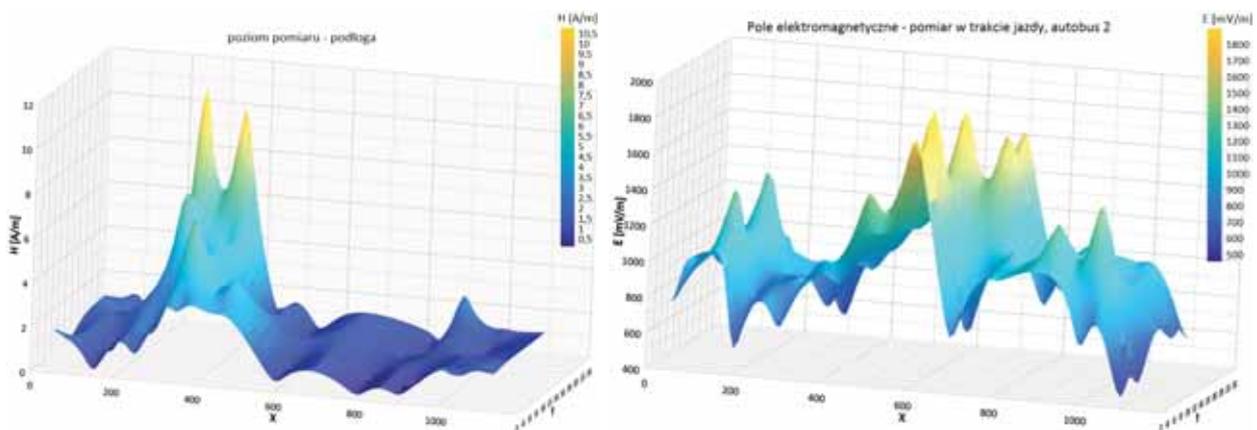
Środkami komunikacji zbiorowej w miastach drugiej połowy XIX w. były dorożki i omnibusy konne. Przełom XIX i XX wieku to wdrożenie komunikacji tramwajowej i autobusowej. Początek funkcjonowania właściwej komunikacji miejskiej w Lublinie rozpoczyna się 1. stycznia 1929 r. kiedy magistrat uruchomił przedsiębiorstwo Autobusy Miejskie m. Lublina (6 autobusów, 2 linie) [3]. Pomimo wielu trudnych okresów (wojna, problemy gospodarki socjalistycznej oraz dynamiki zmian ustrojowych) przedsiębiorstwo stale rozszerza swoją ofertę i dba o wysoki poziom swoich usług transportowych. Aktualnie, rozwój technologii w motoryzacji i coraz większe restrykcje nakładane na korporacje motoryzacyjne i transportowe wpływają na to, że motoryzacja kieruje się w stronę pojazdów niskoemisyjnych lub nieemisyjnych. W skutek tego w strukturach miejskich przedsiębiorstw komunikacyjnych pojawiają się coraz większe liczby pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Obecnie w miejskim taborze eksploatowanych jest 33 szt. autobusów elektrycznych. Znaczny udział tych zasobów stanowią autobusy Solaris Urbino 12 Electric (Rys. 1). Wyposażone są w baterie litowo – jonowe LTO Solaris High Power o pojemności całkowitej 116 kWh, przystosowane do częstego i szybkiego ładowania. Zmagazynowana w nich energia napędza dwa asynchroniczne silniki trakcyjne o mocy znamionowej 60 kW każdy [3]. Silniki napędowe, instalacja elektryczna, przetworniki AC/DC i DC/AC, układy ładowania i zewnętrzna infrastruktura zasilająca są źródłami pola elektromagnetycznego o zróżnicowanych parametrach zmienności w czasie (pole magnetostatyczne i quasi-statyczne – o częstotliwościach z przedziału ok. 20–600 Hz). Dodatkowo wyposażenie transportu publicznego emituje pola wysokich częstotliwości (kasowniki elektroniczne w autobusach, układy systemu łączności bezprzewodowej Wi-Fi). Eksploatacja pojazdów elektrycznych wiąże się więc z emisją pola elektromagnetycznego zarówno w ich wnętrzu jak i na zewnątrz. Rodzi to potrzebę monitoringu takich obiektów celem oceny ich oddziaływania na środowisko elektromagnetyczne, szczególnie w aspekcie bezpieczeństwa podczas ich użytkowania.

Badania

Celem artykułu jest zaprezentowanie wyników (Rys. 2) rozpoznania i oceny elektromagnetycznych aspektów użytkowania w warunkach rzeczywistych autobusów o napędzie elektrycznym w kontekście bezpieczeństwa i badań. Pomiary prowadzono w trakcie postoju, jazdy autobusu, ładowania stacjonarnego oraz pantografowego w wybranych punktach w pojeździe. Do testów wykorzystano autobusy należące do taboru miejskiego MPK Lublin. Testy obejmowały identyfikację przestrzenną natężeń pola elektromagnetycznego wysokich, ekstremalnie niskich częstotliwości oraz składową stałą pola magnetycznego. Badania prowadzono zgodnie z typowymi metodami identyfikacji pól elektromagnetycznych w środowisku [5-9]. Uzyskane wyniki emisji zestawione zostaną w postaci graficznych wykresów. W pełnej wersji artykułu przeprowadzona będzie analiza uzyskanych wartości w odniesieniu do obowiązujących limitów środowiskowych.



Rys. 1. Zdjęcia autobusu elektrycznego Solaris Urbino 12 Electric



Rys. 2. Rozkład przestrzenny składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego (pasmo ELF) oraz rozkład przestrzenny natężenia pola elektromagnetycznego E (pasmo 50MHz - 3,5GHz) w strefie pasażerskiej autobusu. Lewa strona wykresów – tył pojazdu, prawa strona przód pojazdu [4]

Badania współfinansowane w ramach projektu międzysektorowych interdyscyplinarnych studiów doktoranckich INTERDOC PL - umowa nr POWR.03.02.00- 00-I020/16A.

Literatura

- [1] Radović U., Wpływ samochodów elektrycznych na polski system elektroenergetyczny, emisję CO₂ oraz inne zanieczyszczenia powietrza, Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, doi: 10.24425/124366.
- [2] Ministerstwo Energii, Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości”, 2018, <https://www.gov.pl>
- [3] MPK, Historia, <https://www.mpk.lublin.pl>

- [4] Mazurek P.A., Dadej P., Sprawozdanie z badań Nr 149/NN/2022, Badanie pól elektromagnetycznych autobusów elektrycznych i trolejbusów, Politechnika Lubelska, Nowe Technologie Przemysłowe Sp. z o.o., Lublin 2022.
- [5] Bieńkowski P., Podlaska J., Pole elektromagnetyczne w środowisku - pomiary i monitoring w Polsce, doi:10.15199/48.2017.12.18
- [6] Mazurek P.A., Boś B., Wdowiak A., Wybrane zagadnienia pomiaru pól wysokich częstotliwości w środowisku, Przegląd Elektrotechniczny, R. 92, NR 12/2016, doi:10.15199/48.2016.12.24
- [7] Gumiela J., Siłnik L., Szafrowski D., Pomiarowa identyfikacja emisji pola elektromagnetycznego przez samochód elektryczny Przegląd Elektrotechniczny, R. 95, NR 12/2019, doi:10.15199/48.2019.12.27
- [8] Gryz K., Karpowicz J., Molenda M., Zradziński P., Ekspozycja na pola elektromagnetyczne w elektrycznych pojazdach komunikacji miejskiej, Bezpieczeństwo Pracy 7-8/2007, 24-27.
- [9] Gryz K., Karpowicz J., Zradziński P., Tokarski T., Kapica Ł., Ekspozycja na pole elektromagnetyczne podczas użytkowania pojazdów samochodowych z napędem elektrycznym lub hybrydowym, Bezpieczeństwo Pracy, 12/2020, 18-21, DOI: 10.5604/01.3001.0014.5756.

EKSPOZYCJA ELEKTROMAGNETYCZNA W TROLEJBUSACH TABORU MIEJSKIEGO PRZEDSIĘBIORSTWA KOMUNIKACYJNEGO W LUBLINIE

**Paweł A. MAZUREK¹, Leszek RUCHOMSKI¹, Aleksander CHUDY¹,
Piotr HOŁYSZKO², Paweł DADEJ³, Radosław GAD¹**

¹ Politechnika Lubelska, Lublin

² Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Lublin Sp. z o.o.

³ Nowe Technologie Przemysłowe Sp. z o.o.

Wstęp

Idea elektromobilności miejskiej jest odpowiedzią na rosnące problemy z przemieszczaniem się wewnątrz obszarów silnie zurbanizowanych oraz koniecznością zadbania o stan miejskiego środowiska. Działania związane z rozwojem elektromobilności koncentrują się na poprawie dostępności elektrycznego transportu miejskiego, jako najbardziej przyjaznej środowisku formie przemieszczania ludności (promowanie koncepcji zrównoważonego rozwoju oraz poprawa świadomości ekologicznej społeczeństw). Z uwagi na panującą obecnie ekomobilność i dążenie do maksymalnego zmniejszenia szkodliwego wpływu środków transportu na środowisko naturalne, trolejbusy zyskują na coraz większym znaczeniu.

Trolejbusy

Trolejbusy są pojazdami komunikacji zbiorowej wyposażonymi w napęd elektryczny, które zasilane są za pośrednictwem sieci trakcyjnej. Budowane są najczęściej na podstawie konstrukcji różnych modeli autobusów. Do zasilania trolejbusów wykorzystuje się prąd stały o napięciu 600 voltów, ale wraz z rozwojem alternatywnych źródeł zasilania (baterie trakcyjne, supekondensatory, spalinowe agregaty prądotwórcze) pojazdy stają się mniej uzależnione od sieci trakcyjnej, a przy tym bardziej efektywne ekonomicznie [1-4].

Początek historii trolejbusów rozpoczynają badania eksperymentalne w 1892 roku na przedmieściach Berlina. Przełomowym momentem było uruchomienie pierwszej na świecie linii trolejbusowej, przewożącej pasażerów w Bielathal koło Drezna w 1901 roku. W pierwszych dekadach XX wieku systemy trolejbusowe powstawały równolegle z autobusowymi systemami komunikacji miejskiej i kolei nadziemnej lub podziemnej. W latach 50. XX wieku rozwój autobusów, napędzanych silnikiem spalinowym i obniżka cen paliw przyczyniły się do upadku większości sieci trolejbusowych i zastąpieniu ich autobusami. Obecnie trolejbusy na świecie przeżywają renesans ze względu na konieczność ograniczenia emisji substancji szkodliwych do atmosfery i możliwość pozyskiwania energii elektrycznej z czystych źródeł [3].

Z informacji dostępnych w Internecie wynika, że aktualnie systemy trolejbusowe są eksploatowane w ponad 315 miastach na 5 kontynentach. W Polsce, obecnie system komunikacji trolejbusowej jest eksploatowany w trzech miastach - Gdyni, Lublinie i Tychach. Linie trolejbusowe w Lublinie są bardzo ważnym elementem poprawnego funkcjonowania miasta. W ostatnich latach dzięki wykorzystaniu funduszy pochodzących z Unii Europejskiej nastąpił znaczny rozwój i wzrost znaczenia tego rodzaju komunikacji. Przeprowadzono modernizację elementów systemu trolejbusowego począwszy od infrastruktury sieci trakcyjnej poprzez zakup nowego taboru, aż po wybudowanie nowych zajezdni. Sieć trakcyjna jest najdłuższą w Polsce, liczy 152,22 km toru pojedynczego i ciągle się rozwija. Cały system trakcyjny liczy 14 podstacji. Całkowita moc wszystkich podstacji w Lublinie wynosi 22,14 MVA. Co pozwala na obsługę 14 linii trolejbusowych, a tabor

liczy ponad 100 trolejbusów (np. Solaris Trollino 12MB, Solaris Trollino 18, Ursus T70116, Ursus CS18LFT). Najliczniejszy model trolejbusu (37 sztuk) taboru w Lublinie to dwunastometrowy niskopokładowy trolejbus Ursus T70116 z asynchronicznym silnikiem trakcyjnym [4].

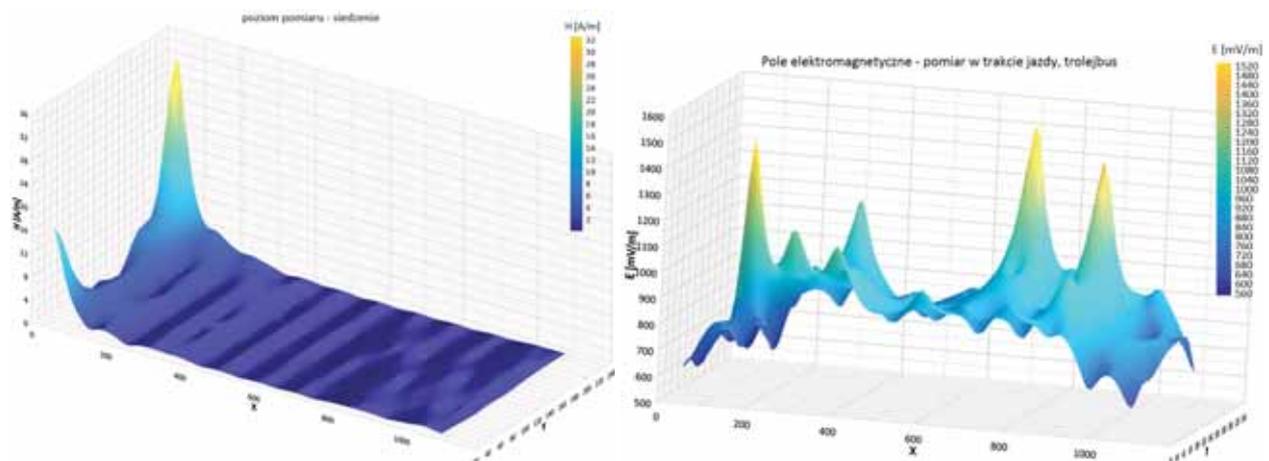
Eksploatacja trolejbusów wiąże się więc z emisją pola elektromagnetycznego zarówno w ich wnętrzu jak i na zewnątrz. Rodzi to potrzebę monitoringu elektromagnetycznego takich obiektów, szczególnie w aspekcie bezpieczeństwa podczas ich użytkowania (analiza w kontekście lokalizacji silników, położenia baterii trakcyjnych, umiejscowienia pasażerów oraz oddziaływania urządzeń i instalacji pokładowych).

Badania

Celem artykułu jest zaprezentowanie wyników (Rys. 2) identyfikacji pól elektromagnetycznych w warunkach rzeczywistej eksploatacji trolejbusów. Pomiaru prowadzono w trakcie postoju i jazdy trolejbusu w wybranych punktach w pojeździe. Do testów wykorzystano pojazdy należące do taboru miejskiego MPK Lublin. Testy obejmowały identyfikacje przestrzenną natężeń pola elektromagnetycznego wysokich, ekstremalnie niskich częstotliwości oraz składową stałą pola magnetycznego. Badania prowadzono zgodnie z typowymi metodami identyfikacji pól elektromagnetycznych w środowisku [5-8]. Uzyskane wyniki emisji zestawione zostaną w postaci graficznych wykresów. W pełnej wersji artykułu przeprowadzona będzie analiza uzyskanych wartości w odniesieniu do obowiązujących limitów środowiskowych.



Rys. 1. Zdjęcia trolejbusu Ursus T70116



Rys. 2. Rozkład przestrzenny składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego (pasmo ELF) oraz natężenia pola elektromagnetycznego E (pasmo 50MHz-3,5GHz) w trolejbusie [4]

Literatura

- [1] Zalewska A., Budowa i zasada działania trolejbusu na przykładzie SOLARIS TROLLINO 12, 1436- 1442 Autobusy 12/2017
- [2] Połom M., Piasecki A., Bartłomiejczyk M., Charakterystyka autonomiczności trolejbusów – nowe doświadczenia w elektromobilności miejskiej, Logistyka, 4/2015, 5394-5401
- [3] Pawełczyk M., Trolejbusy – jako korzystna alternatywa dla transportu zbiorowego, Autobusy 12/2011, 252-263
- [4] MPK, Historia, <https://www.mpk.lublin.pl>.
- [5] Mazurek P.A., Dadej P., Sprawozdanie z badań Nr 149/NN/2022, Badanie pól elektromagnetycznych autobusów elektrycznych i trolejbusów, Politechnika Lubelska, Nowe Technologie Przemysłowe Sp. z o.o., Lublin 2022.
- [6] Zubrzak B., Bieńkowski P., Metody kontroli poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku, Przegląd Elektrotechniczny, R. 96, NR 2/2020 doi:10.15199/48.2020.02.22
- [7] Jabłoński B., Analiza zaburzeń elektromagnetycznych trolejbusów na podstawie taboru miejskiego przedsiębiorstwa komunikacyjnego, Praca inżynierska, Politechnika Lubelska 2021
- [8] Gryz K., Karpowicz J., Molenda M., Zradziński P., Ekspozycja na pola elektromagnetyczne w elektrycznych pojazdach komunikacji miejskiej, Bezpieczeństwo Pracy 7-8/2007, 24-27

STROJENIE STRUKTUR QCL W ZAKRESIE CZĘSTOTLIWOŚCI THZ

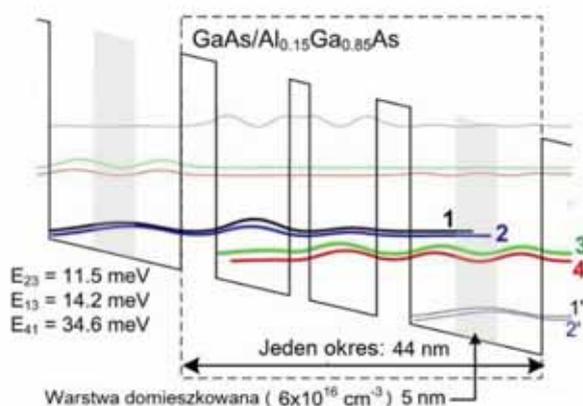
Mariusz MAĆZKA, Grzegorz HALDAŚ

Katedra Podstaw Elektroniki, Politechnika Rzeszowska

Zastosowanie kwantowych laserów kaskadowych (ang. Quantum Cascade Lasers – QCL's) w wielu kluczowych gałęziach gospodarki takich jak przemysł górniczy [1], zbrojeniowy [2] czy medyczny [3] pobudzają ośrodki naukowe na całym świecie do nieustannych badań w kierunku udoskonalania i rozszerzania możliwości działania istniejących struktur półprzewodnikowych QCL jak również poszukiwania nowych rozwiązań w tym zakresie. Szczególną rolę odgrywają tu prace poświęcone zwiększeniu temperatury pracy laserów oraz zakresów ich przestrajania. Nieodzownym narzędziem w tych działaniach są programy symulacyjne, które w znacznym stopniu obniżają ogromne koszty opracowania i realizacji innowacyjnych struktur niskowymiarowych a także przyspieszają proces dochodzenia do ostatecznych rozwiązań konstrukcyjnych współczesnych przyrządów kwantowych.

W naszej grupie badawczej opracowano kilka uzupełniających się wzajemnie modeli, które mogą być stosowane do symulacji struktur niskowymiarowych pracujących jako emitery lub detektory promieniowania elektromagnetycznego. Zastosowanie określonego modelu wynika z charakteru badań i dążenia do optymalizacji czasu ich trwania. Przykładowo szybki w działaniu model WFM (Wanier Function Method) [4] jest stosowany najczęściej do symulacji wstępnych dla określonych warunków zasilania struktury celem określenia istotnego z punktu widzenia badań zakresu parametrów obliczeniowych. Po czym dla tak ustalonego zakresu można użyć bardzo wszechstronnej ale też czasochłonnej metody RSM (Real Space Method) [5]. Dzięki czemu jej niedogodności związane z relatywnie długim czasem obliczeniowym i koniecznością wykorzystywania sporych zasobów sprzętowych są niwelowane przez ograniczenie zakresu parametrów wejściowych.

W niniejszej pracy przedstawiono badania numeryczne przeprowadzone w kierunku określenia możliwości przestrajania struktury QCL emitującej promieniowanie w zakresie częstotliwości terahercowych. Przykładową realizację takiej struktury opisaną w pracy [6] ilustruje Rys. 1.

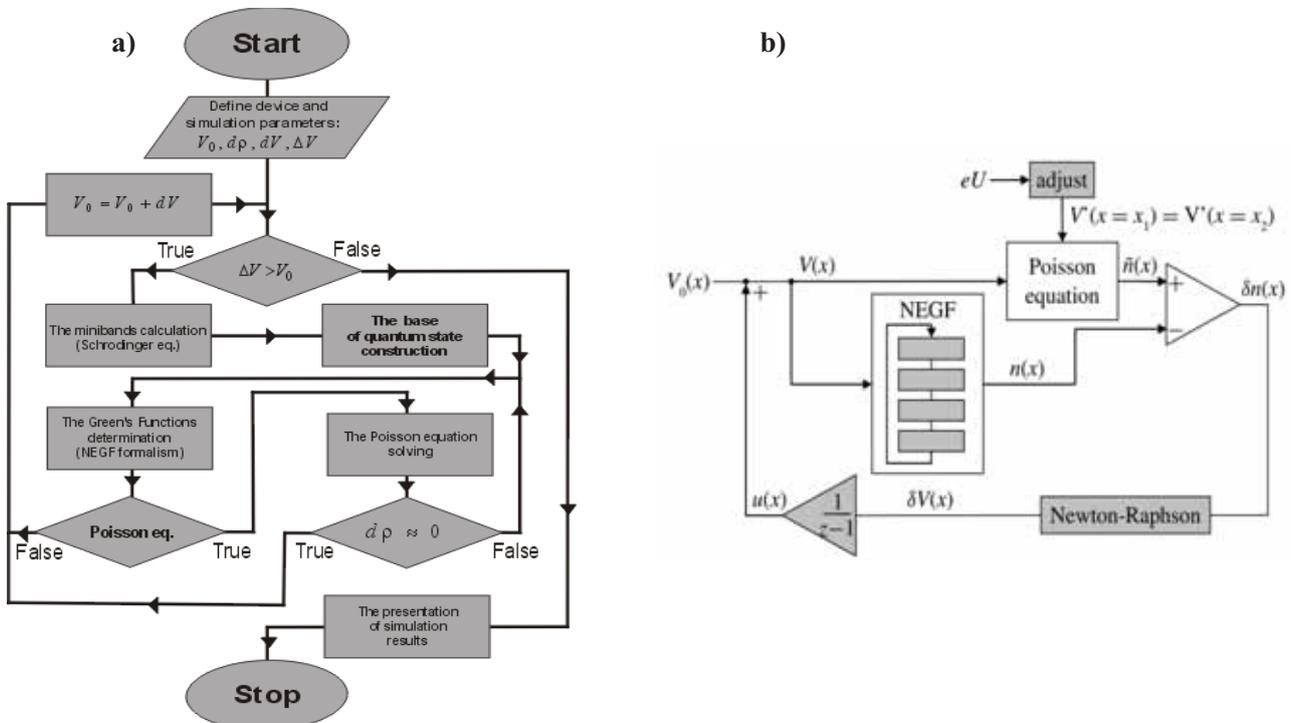


Rys. 1. Przebieg dna pasma przewodnictwa struktury GaAs/Al_{0.15}Ga_{0.85}As wykorzystywanej do budowy lasera emitującego promieniowanie w zakresie terahercowym wraz z najważniejszymi stanami kwantowymi decydującymi o działaniu i właściwościach lasera. Grubości poszczególnych warstw w jednym okresie struktury wynoszą odpowiednio: 43/89/24.6/81.5/41/160Å (pogrubiona czcionka oznacza bariery natomiast zwykła – warstwy studni)

Na rysunku tym wykreślono przebieg dna pasma przewodnictwa struktury QCL wraz z najważniejszymi stanami kwantowymi, które decydują o działaniu i właściwościach lasera. Szczególnie interesujący jest tu fakt

wprowadzenia w obszarze najszerszej studni kwantowej bardzo wąskiego obszaru domieszkowania, którego celem według zamysłu autorów było ograniczenie wpływu rozpraszania na jonach domieszek na energię fotonów emitowanych w obszarze czynnym lasera a tym samym zwiększenie temperatury pracy przyrządu.

Obliczenia numeryczne realizowane w trakcie symulacji działania lasera terahercowego przebiegały zgodnie ze schematami przedstawionymi na Rys. 2.



Rys. 2. Przebieg procesu symulacji terahercowej struktury QCL: a) algorytm stosowany w metodzie WFM b) schemat działania metody RSM

Algorytm WFM był stosowany w szerokim zakresie napięć polaryzujących badaną strukturę celem ustalenia zakresu energii wszystkich możliwych przejść fotonowych. Obliczenia bazowały na uśrednionych wartościach rozprożeń elektronowych, dlatego miały charakter przybliżony. Metoda RSM posłużyła autorom do uwzględnienia wpływu najbardziej istotnych z punktu widzenia działania lasera rozprożeń elektronowych (na fononach, jonach domieszek oraz nierównościach powierzchni granicznych heterozłącza) na emisję fotonową w pobliżu granicy przestrajania. Opracowane procedury numeryczne pozwoliły zoptymalizować i przyspieszyć obliczenia w stosunku do znanych do tej pory rozwiązań. Jednocześnie analiza otrzymanych wyników symulacji doprowadziła do wniosków, które potwierdzają spore możliwości badanych struktur w zakresie przestrajania napięciem, co może mieć znaczenie w kontekście ich zastosowania w systemach wykrywania wybranych substancji chemicznych.

Literatura

- [1] Kwaśny, M.; Miczuga, M.Ł. Gas detection systems utilizing cascade lasers. *Elektron. -Konstr. Technol. Zastos.* **2009**, *50*, 86–90
- [2] Davis, C. Laser warners. *Janes Electro-Opt. Syst.* **2007**, *101*, 521–525.
- [3] Abramov, P.I., Kuznetsov, E.V., Skvortsov, L.A. et al. Quantum-Cascade Lasers in Medicine and Biology (Review). *J Appl Spectrosc.* **2019**, *86*, 1–26.
- [4] Mączka, M. Effective Simulations of Electronic Transport in 2D Structures Based on Semiconductor Superlattice Infinite Model. *Electronics*, **2020**, *9*, 1845.
- [5] Hałdaś, G. Implementation of non-uniform mesh in non-equilibrium Green's function simulations of quantum cascade lasers. *J. Comput. Electron.* **2019**, *18*, 1400–1406.
- [6] Fatholoulumi, S.; Dupont, E.; Chan, C.; Wasilewski, Z.; Laframboise, S.; Ban, D.; Mátyás, Al.; Jirauschek, C.; Hu, Q.; Liu, H.; **2012**, Terahertz quantum cascade lasers operating up to ~ 200 K with optimized oscillator strength and improved injection tunneling. *Optics express*. 20. 3866-76. 10.1364/OE.20.003866.

ZASTOSOWANIE METODY ELEMENTÓW BRZEGOWYCH W MODELACH 3D SYSTEMÓW UZIEMIAJĄCYCH

Mariusz MĄCZKA¹, Stanisław PAWŁOWSKI²,
Jolanta PLEWAKO³, Roman SIKORA⁴, Przemysław MARKIEWICZ⁴

¹ Politechnika Rzeszowska, Katedra Podstaw Elektroniki,

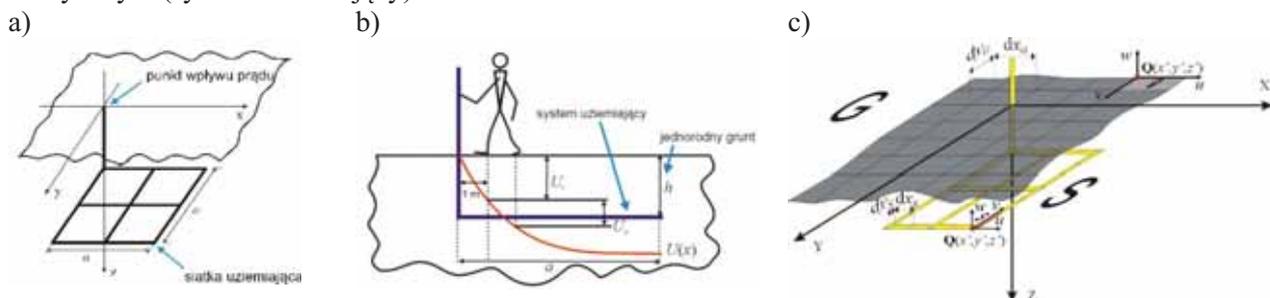
² Politechnika Rzeszowska, Zakład Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych,

³ Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki,

⁴ Politechnika Łódzka, Instytut Elektroenergetyki

W dobie intensywnego rozwoju infrastruktury technicznej, bardzo ważną rolę odgrywa troska o bezpieczeństwo ludzi korzystających z instalacji lub urządzeń wchodzących w jej skład lub przebywających bezpośrednio w zasięgu ich oddziaływania. W aspekcie tym kluczowy staje się problem odpowiedniego zaprojektowania systemów uziemiających [1, 2].

Na rysunku 1 zaprezentowano model typowego systemu zabezpieczającego przed porażeniem prądem elektrycznym (system uziemiający).



Rys. 1. Typowa konstrukcja uziemienia kratowego: a) widok poglądowy kratownicy uziomu wraz z zaznaczonym punktem dotykowym oraz geometrią układu, b) definicje podstawowych parametrów systemu, c) model obliczeniowy systemu uziemiającego

Z punktu widzenia technicznego przeznaczenia konstrukcja uziemienia powinna charakteryzować się możliwie niską rezystancją przejścia, natomiast z punktu widzenia ochrony przeciwporażeniowej musi ona gwarantować bezpieczne dla człowieka i zwierząt wartości napięcia dotykowego U_t i krokowego U_s . Dokładne obliczenie tych parametrów dla złożonych geometrycznie konstrukcji uziemiających możliwe jest tylko na drodze numerycznej analizy rozkładu potencjału i pola przepływowego prądu. Zakładając, że przepływ jest statyczny, oraz że konstrukcja uziomu wykonana jest z materiału o przewodności znacznie większej od przewodności gruntu, zagadnienie sprowadza się do rozwiązania równania Laplace'a dla potencjału elektrycznego φ :

$$\Delta \varphi = 0 \quad (1)$$

z mieszanymi warunkami brzegowymi:

$$\varphi|_S = U, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial n}|_G = 0 \quad (2)$$

gdzie U – napięcie przyłożone do uziomu, S – powierzchnia uziomu, G – powierzchnia gruntu. Rozwiązanie tego zagadnienia pozwala następnie obliczyć rozkład natężenia pola elektrycznego \vec{E} oraz pola przepływowego \vec{J} w obszarze gruntu:

$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi, \quad \vec{J} = \gamma\vec{E} \quad (3)$$

Sformułowane zagadnienie można rozwiązać z użyciem metody elementów skończonych (MES), np. za pomocą oprogramowania ANSYS, co zostało zaprezentowane w pracy [3]. Jednakże niedogodności związane z używaniem takiego podejścia, polegające na braku dostępu do kodu źródłowego, a tym samym braku możliwości modyfikacji wszystkich, a nie tylko części parametrów, decydujących o dokładności i optymalizacji czasu obliczeń, jak też oceny błędu rozwiązania, skłoniły autorów do stworzenia własnego modelu bazującego na metodzie elementów brzegowych (MEB). Rozwiązanie zagadnienia przedstawiono w postaci sumy potencjałów warstwy pojedynczej:

$$\varphi(\vec{r}) = \iint_S \frac{\sigma_s(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} ds + \iint_G \frac{\sigma_G(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} ds \quad (4)$$

gdzie σ_s, σ_G – funkcje gęstości potencjałów określone na powierzchniach S i G (odpowiednio). Niezależnie od konkretnej postaci tych funkcji, potencjał określony zależnością (4) dokładnie spełnia równanie (1). Podstawiając (4) do warunków brzegowych (2) otrzymuje się układ dwóch równań całkowych dla funkcji σ_s, σ_G . W celu jego rozwiązania, na powierzchniach S i G wprowadza się prostokątną siatkę dyskretyzacyjną. Na każdym z jej prostokątnych elementów funkcje σ_s, σ_G aproksymuje się funkcją biliniową względem zmiennych u, v lokalnego układu współrzędnych (u, v, w) związanego z danym elementem siatki (por. Rys. 1 c):

$$\sigma(u, v) = c_0 + c_1 u + c_2 v + c_3 uv \quad (5)$$

Z warunku ciągłości funkcji σ_s, σ_G na powierzchniach S i G otrzymuje się zależności wiążące współczynniki c_k w (5) z wartościami tych funkcji w węzłach siatki dyskretyzacyjnej [4]. Postulując spełnienie wyżej wspomnianych równań całkowych w punktach środkowych elementów siatki sprowadza się je do liniowego układu równań algebraicznych. Współczynniki tego układu, (będące pewnymi kombinacjami całek otrzymywanych po podstawieniu (5) do (4)), udaje się obliczyć na drodze analitycznej [4]. Po jego numerycznym rozwiązaniu (np. metodą Gaussa) obliczane są współczynniki c_k , pozwalające uzyskać ostateczne rozwiązanie zagadnienia na podstawie (4) i (5). Znajomość rozkładu potencjału umożliwia bezpośrednie określenie napięcia dotykowego i krokowego. W celu obliczenia rezystancji przejścia uziomu należy obliczyć rozkład gęstości prądu w obszarze gruntu zgodnie z (3), następnie całkowity prąd I wypływający z uziomu oraz skorzystać z prawa Ohma:

$$I = \oiint_{S'} \vec{J} \cdot d\vec{s}, \quad R = \frac{U}{I} \quad (6)$$

gdzie S' jest dowolną powierzchnią zamkniętą obejmującą obszar uziomu.

Celem niniejszej pracy jest zaprezentowanie aplikacji numerycznej do obliczania rozkładu potencjału, pola przepływowego oraz rezystancji uziomu kratowego (por. Rys. 1) o dowolnie zadanej liczbie oczek. Rezultaty symulacji zostaną porównane z wynikami wcześniejszych badań otrzymanych za pomocą programu ANSYS [3], jak też standardowymi wzorami stosowanymi w projektowaniu tego typu konstrukcji [1, 2].

Literatura

- [1] Wołkowiński K.: Uziemienia urządzeń elektroenergetycznych. WNT, Warszawa, 1967.
- [2] Markiewicz H., Klajn A., Uziemienia i EMC. Układy uziomowe – Podstawowe zagadnienia konstrukcyjne. Polskie Centrum Promocji Miedzi, Wrocław.
- [3] Sikora R., Markiewicz P., Mączka M., Pawłowski S., Plewako J.: Using interpolation method to estimation step and touch voltage, *Przegląd Elektrotechniczny*, vol. 2, pp. 263-266, (2023), doi:10.15199/48.2023.02.53.
- [4] Pawłowski S.: Obliczanie pola elektromagnetycznego w transformatorach dużej mocy metodą całkowo-brzegową, praca doktorska, Instytut Elektrotechniki w Warszawie, 1993.

AUGMENTED REALITY FOR PILOT TRAINING IN FLIGHT SIMULATORS*

Agnieszka MICHALCZUK¹ Dariusz MYSZOR², Marcin PASZKUTA¹,
Tomasz MOROŃ³, Przemysław SKUROWSKI, Krzysztof CYRAN¹

¹ Department of Computer Graphics, Vision and Digital Systems,

² Department of Department of Algorithmics and Software,

³ Department of Cybernetics, Nanotechnology and Data Processing
Silesian University of Technology, Gliwice, Poland

Introduction

Virtual Reality (VR) is the system that allows user to immerse into the virtual world. In contrary, Augmented Reality (AR) (e.g. the review of Arena et al. [1]) is the technology which merges the real and virtual world into one whole. It is realized by diffractive head-up glasses or smartphones. In both cases the user can see the real world and additional virtual objects combined with the reality, called *holograms*. There are also possible interactions between holograms and user or between holograms and the real world object.

On the other hand, the training of pilots in flight simulators is limited non only because of the equipment availability, but also due to the occupancy of the flight trainers. Moesl et al. in [2] shows that there are some procedures that are much more difficult to train than others, like (ibidem, Fig. 1): missed approach, landings, flight management system, take-offs, etc. Based on the references of pilots as well as instructors, the usefulness of AR devices for pilot training (ibidem, Fig. 3), especially in the area of aircraft structure and equipment, emergency procedures and flight preparation (which are most beneficial from the perspective of flight trainers) is indicated. Nevertheless, they've suggested the benefit level of AR application in much more types of procedures. Arjoni et al. in [3] focuses on the simulation of the “following the leader” case, which is implemented in two variants: levelled and curved flight. They compare different types of augmentation including wearing AR glasses. They proved experimentally that the introduction of augmented reality to pilot training improves the effectiveness and final quality of training (ibidem, pp. 9-16, sec. Results).

In this paper, we present the prototype of the novel system of AR-aided pilot training in flight simulators. The pilot training task can be realized with or without trainer assistance.

Overview & Implementation



Figure 3. The screenshot of VRM pilot training system. On the left picture there is shown defining flight procedure by admin, on the middle one, the realization of the “aircraft structure and equipment” training. On the right one – the localization and QR recognition for calibration of the system.

After the system is launched, it has to be calibrated. This process lies on two algorithms: SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) and 3D-surface reconstruction (see Sheng et al. [4]) already implemented on

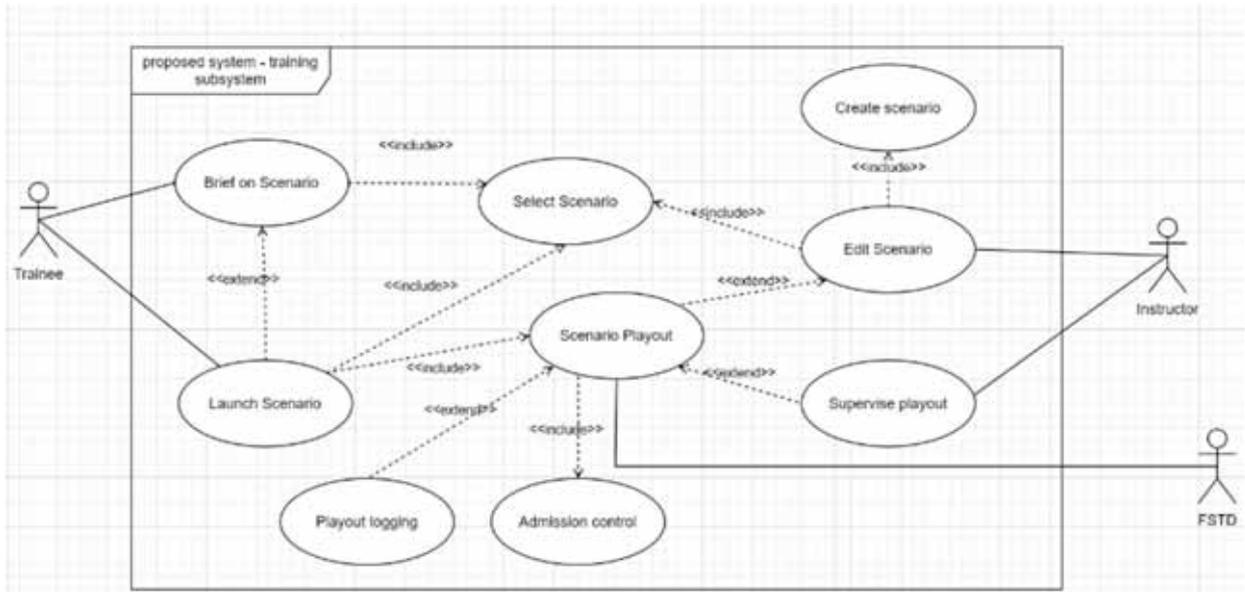


Figure 4. The use-case diagram of the system

HoloLens 2 device, which we use in the system. With this algorithm, we exploited the QR code detection and recognition, described by Skurowski et al. in [5], for determining the first pose of the headset in the simulator environment that was reconstructed by SLAM. The reconstructed mesh and the QR code recognition are shown in Figure 3 (the most right picture). The mesh can be seen as the bluish set of triangles, which covers the whole cockpit however, for convenience reasons, it is not drawn in the middle of the view. Figure 3 presented also the QR code located in the simulator, that we use for the first pose determination. The functionalities of the system are shown in Figure 4. **The training program** starts with the user's choice of procedure. Then, the chosen procedure can be executed in training and evaluation mode. In training mode, the user is guided by a system. It is done by a set of menu elements, like illumination (virtual) of the parts of the cockpit, that the trainee should pay attention to. The system of pointers shows the direction where the next interested area is placed, etc. Users can pause the simulation at any arbitrarily chosen point and see the procedure documentation. In the evaluation mode, there are no hints and the examined pilot has to go through the whole procedure on her/his own. The exemplary user action is shown in Figure 1 (middle picture). There is a speed brake tagged by a blue cube and the question: "Are the speed brake armed?". The user can answer: "Yes" or "No".

The administration module allows for the establishment of the relation between the recognized elements of the surroundings (in the case of the flight simulator - cockpit), and the concrete command/action in the training procedure, see Figure 1 (leftmost picture). Administrator can put the holographs being a tagging area around the selected surroundings elements, add information as well as references to procedure documentation and finally, the questions and proper answers.

The detection and recognition of the flight simulator's complexity depend on the elements that are in the area of interest. Some of them are relatively easy for the detection and recognition, like shuttlecock, levers, chairs, etc. However in the context of determining the clocks, indicators or especially small switches arranged in large blocks, we must say that proper recognition of them is practically impossible (e.g., Nurzyńska et al. [6]). Therefore, we decided to use a semi-automated system, where there are preliminary detected elements that have to be adjusted by the instructor at the level of scenario definition. Similarly, it is not possible to recognize the position of switches. Luckily, that information can be obtained from the simulator, therefore the AR system is integrated with the whole flight simulator through API.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge that this paper has been written based on the results achieved within the WrightBroS project. This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation pro-gramme under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 822483. Disclaimer: The paper reflects only the authors' view, and the Research Executive Agency (REA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

References

- [1] F. Arena, M. Collotta, G. Pau, i F. Termine, „An Overview of Augmented Reality”, *Computers*, t. 11, nr 2, s. 28, luty 2022, doi: 10.3390/computers11020028.
- [2] B. Moesl *i in.*, „Towards a More Socially Sustainable Advanced Pilot Training by Integrating Wearable Augmented Reality Devices”, *Sustainability*, t. 14, nr 4, Art. nr 4, sty. 2022, doi: 10.3390/su14042220.
- [3] D. H. Arjoni, I. de Souza Rehder, J. M. Pereira Figueira, i E. Villani, „Augmented reality for training formation flights: An analysis of human factors”, *Heliyon*, t. 9, nr 3, s. e14181, mar. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14181.
- [4] Y.-T. Sheng, S.-T. Liang, S.-Y. Wang, i Y.-S. Gan, „3D printing on freeform surface: Real-time and accurate 3D dynamic dense surface reconstruction with HoloLens and displacement measurement sensors”, *Adv. Mech. Eng.*, t. 15, nr 1, s. 168781322211484, sty. 2023, doi: 10.1177/16878132221148404.
- [5] P. Skurowski, K. Nurzyńska, M. Pawlyta, i K. A. Cyran, „Performance of QR Code Detectors near Nyquist Limits”, *Sensors*, t. 22, nr 19, s. 7230, wrz. 2022, doi: 10.3390/s22197230.
- [6] K. Nurzyńska, P. Skurowski, M. Pawlyta, i K. Cyran, „Evaluation of Keypoint Descriptors for Flight Simulator Cockpit Elements: WrightBroS Database”, *Sensors*, t. 21, nr 22, s. 7687, lis. 2021, doi: 10.3390/s21227687.

* We would like to acknowledge that this paper has been written based on the results achieved within the WrightBroS project. This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 822483. Supplementarily, this research work has been co-financed from Polish financial resources for science in 2019-2023 conferred for implementation of the co-financed international project. Disclaimer: The paper reflects only the authors' view and the Research Executive Agency (REA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

MODELOWA IDENTYFIKACJA KORELACJI PARAMETRÓW AWIONICZNYCH Z NATĘŻENIEM POLA MAGNETYCZNEGO PRZY UŻYCIU SIECI NEURONOWYCH

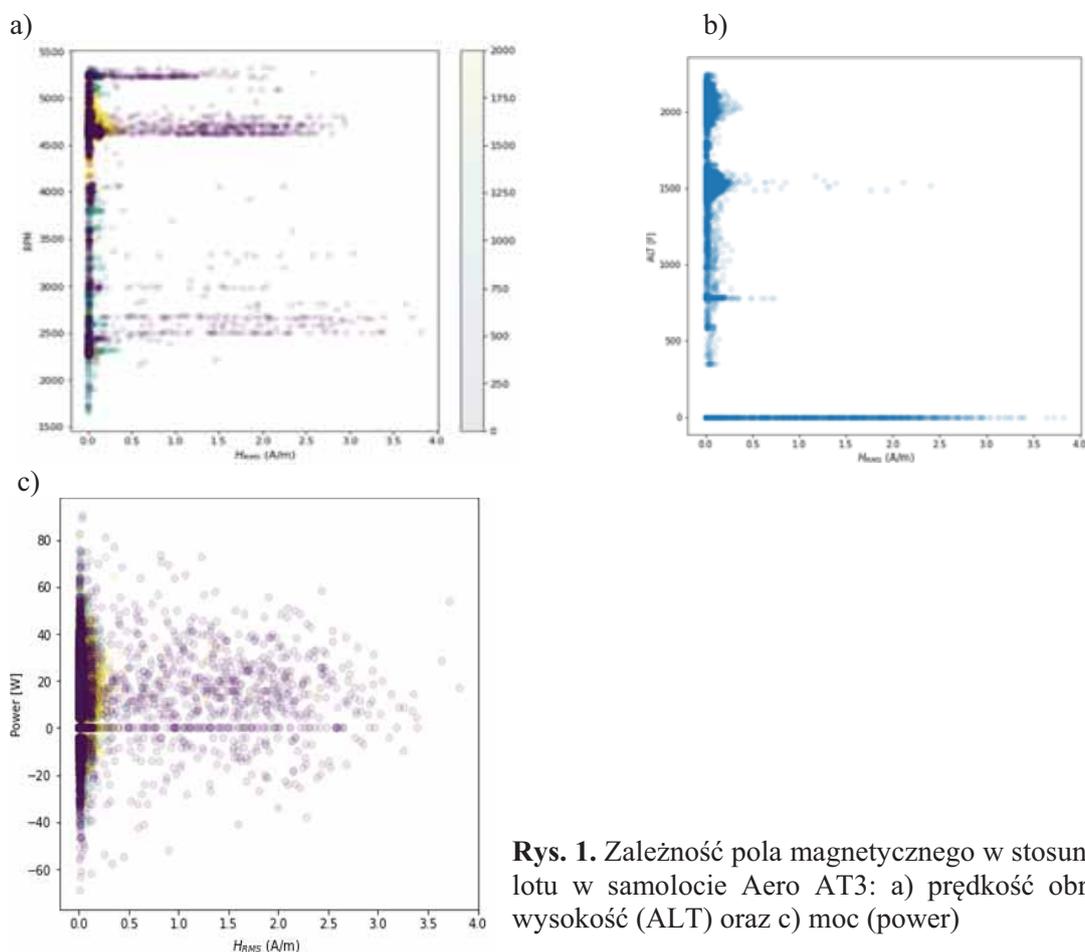
Joanna MICHAŁOWSKA

The University College of Applied Science in Chelm,
The Institute of Technical Sciences and Aviation

Fale elektromagnetyczne wiążą się z zjawiskami dystrybucji energii. W wyniku tego mogą mieć negatywny wpływ zarówno na organizm ludzki, jak i urządzenia elektroniczne. Monitorowanie i pomiar pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez urządzenia są ważne z punktu widzenia organizmu człowieka jak i ochrony środowiska.

W celu określenia ogólnego wpływu natężenia pola magnetycznego, które oddziałuje na człowieka i urządzenia elektroniczne podczas lotu danym typem statku powietrznego, wykonano pomiary eksperymentalne, a następnie uzyskane wyniki zaimplementowano w celu opracowania modelu sieci neuronowych do skorelowania parametrów awionicznych z występującymi zjawiskami polowymi. Pomiary składowej magnetycznej H zostały przeprowadzone w różnych typach samolotów Aero AT-3, Tecnam P2006T przy użyciu szerokopasmowego miernika NHT3DL firmy Microrad z sondą pomiarową 02H. Identyfikacja parametrów lotu została wykonana przy użyciu sieci neuronowych (model autoenkodera wariacyjny).

Na rysunku 1 zostały przedstawione korelacje parametrów pola magnetycznego od chwilowych parametrów lotu.



Rys. 1. Zależność pola magnetycznego w stosunku do parametrów lotu w samolocie Aero AT3: a) prędkość obrotowa (PRM), b) wysokość (ALT) oraz c) moc (power)

Na podstawie przeprowadzonej analizy dla wybranego typu samolotu Aero AT3 można zauważyć że wartości H_{RMS} składowej magnetycznej jest zależne od prędkości obrotowej silnika oraz wysokości. Dość duży przedział wartości pola magnetycznego pada na wysokość 0 – czyli podłoża. Wysokości te przypadają na podstawę lotniska, gdzie działa dużo różnych urządzeń między innymi radionawigacyjnych, które wpływają na wzrost składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego. Duża koncentracja odczytów, oraz najwyższe wartości pola magnetycznego występują w przedziale 4500-5000 rpm oraz 2000-2500 rpm. Wysokości te uznaje się za typowe dla wykonywania lotów szkoleniowych.

Literatura

1. Pytka, J., et al., IMUMETER—A convolution neural network-based sensor for measurement of aircraft ground performance, *Sensors*, (2021), 21(14), 4726,
2. Xu, H., et al., A combination strategy of feature selection based on an integrated optimization algorithm and weighted k-nearest neighbor to improve the performance of network intrusion detection, *Electronics*, (2020), 9(8), 1206,
3. Krawczyk A., et.al., Electromagnetic Field in Social Perception – Myths and Conspiracy Theories, (2020), *IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP)*, Doi: 10.1109/PAEP49887.2020.9240831,
4. Michałowska J., et al., Assessment of Training Aircraft Crew Exposure to Electromagnetic Field caused by Radio Navigation Devices, *Energies*, (2021), vol. 14, no. 1,
5. Kieliszek J., et. al., Assessment of the Electromagnetic Field Exposure during the Use of Portable Radios in the Context of Potential Health Effects, *Energies*, (2020), vol. 13, no. 23.

WPŁYW ODDZIAŁYWANIA STAŁEGO POLA ELEKTRYCZNEGO NA STRUKTURĘ WIDMA ELEKTROMAGNETYCZNEGO WYBRANYCH OLEJKÓW ETERYCZNYCH

Anna MIERNIK, Paweł KIEŁBASA, Tomasz DRÓŹDŹ

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Olejki eteryczne to lotne, naturalne, złożone związki charakteryzujące się silnym zapachem, tworzone przez rośliny aromatyczne jako wtórne metabolity. Otrzymywane są najczęściej w procesie destylacji z parą wodną lub hydrodestylacji. Znane ze swoich właściwości antyseptycznych - bakteriobójczych, wirusobójczych i grzybobójczych, leczniczych oraz zapachowych, są stosowane w balsamowaniu, konserwowaniu żywności oraz jako środki przeciwbakteryjne, przeciwbólowe, uspokajające, przeciwzapalne, spazmolityczne i miejscowo znieczulające. Ze względu na nowe zainteresowanie produktami naturalnymi, takimi jak olejki eteryczne, pomimo ich szerokiego zastosowania i znajomości jako substancji zapachowych, ważne jest, aby lepiej zrozumieć ich sposób działania biologicznego dla nowych zastosowań w medycynie, rolnictwie i środowisku [1,2,3,4].

Cel i zakres pracy

Celem badań było określenie stopnia oddziaływania stałego pola elektrycznego na strukturę widma elektromagnetycznego w zakresie światła widzialnego wybranych olejków eterycznych. Zakres badań obejmował poddanie wybranych olejków eterycznych oddziaływaniu stałego pola elektrycznego oraz pomiaru widma elektromagnetycznego.

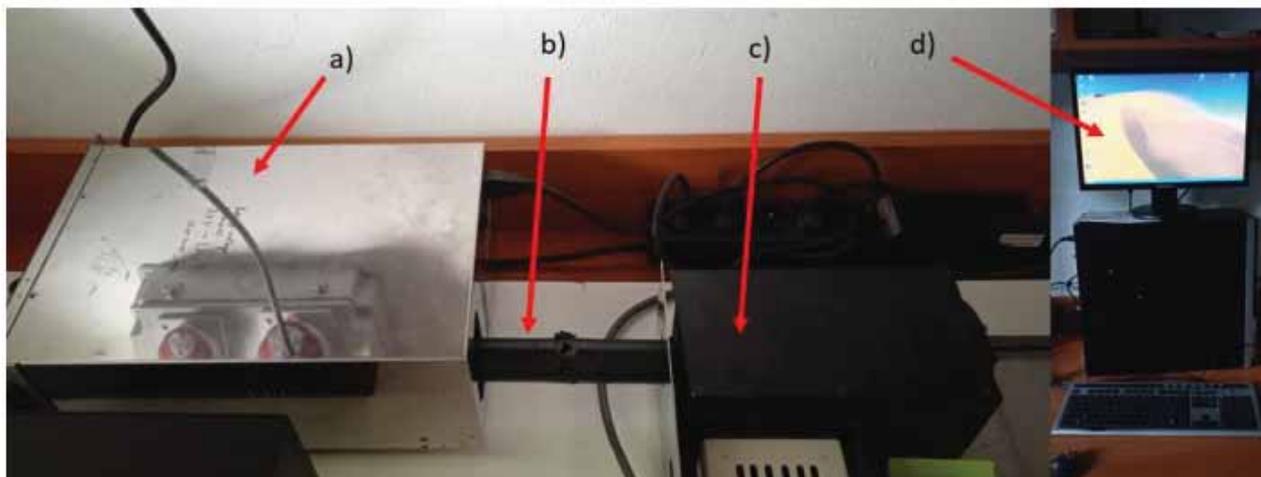
Metodyka badań

W badaniach wykorzystano trzy olejki eteryczne: sosnowy, miętowy i eukaliptusowy. Z olejków eterycznych przygotowano po 4 próbki w dziesięciu powtórzeniach: próbkę kontrolną i trzy stymulowane próbki o czasie trwania 1h, 2h i 3h. Następnie próbki poddano działaniu pola elektrycznego (rys. 1) w trzech wariantach napięcia 3 kV, 6 kV i 9kV oraz w 3 wariantach oddziaływania, tj. czasu stymulacji 1, 2 i 3 godziny.



Rys. 1. Stanowisko do ekspozycji w stałym polu elektrycznym [5]

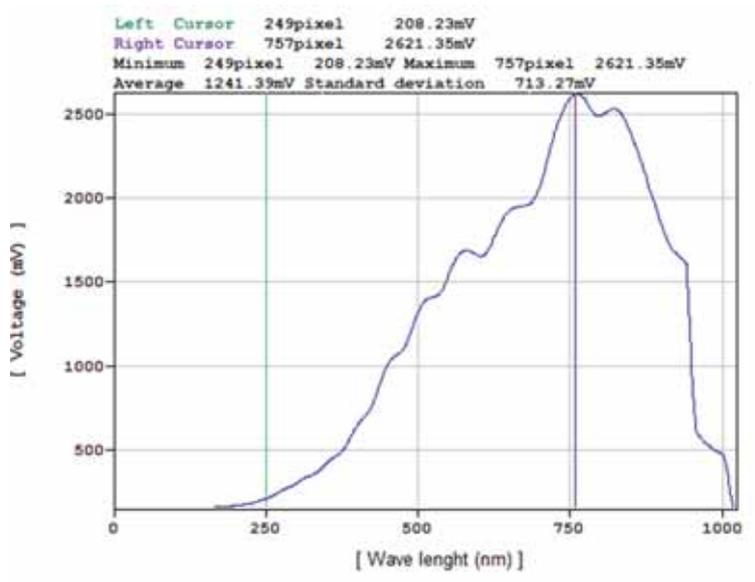
Następnie rejestrację widma badanych olejków eterycznych wykonano z wykorzystaniem stanowiska pomiarowego wyposażonego w spektrofotometr wielokanałowy C5964 firmy Hammatsu (rys. 2). Pomiar bazuje na umieszczeniu badanej próbki w komorze światłoszczelnej znajdującej się w osi oddziaływania wymuszenia świetlnego. Wygenerowane światło przechodzi przez analizowany materiał i jest następnie rejestrowane przez spektrofotometr.



Rys. 2. Spektrofotometr wielokanałowy C5964 firmy Hammatsu: a) źródło światła; b) komora światłoszczelna; c) spektrofotometr wielokanałowy C5964 z kontrolerem; d) Applicaton Software

Wyniki

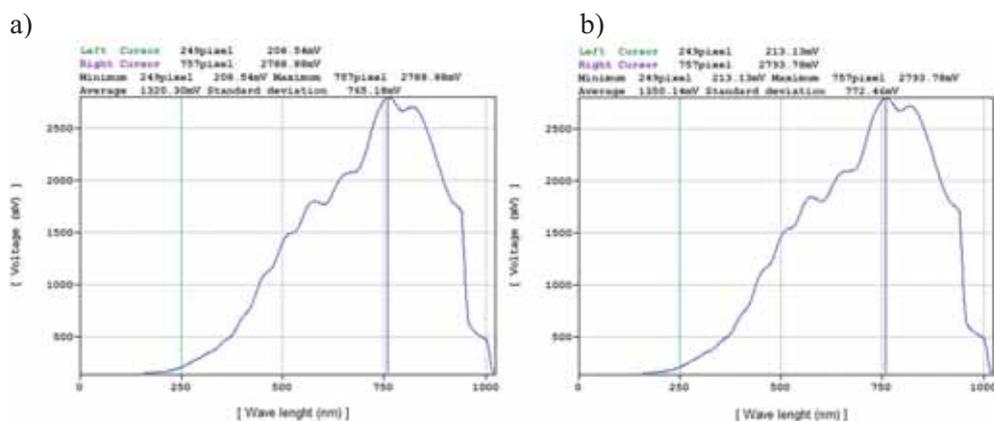
Dla próbki kontrolnej olejku sosnowego (rys.3) przy długości fali wynoszącej 249 nm zarejestrowano przepuszczalność świetlną o wartości 208,23 mV. Najwyższą wartość przepuszczalności świetlnej odnotowano przy długości fali 757 nm, która wyniosła 2621,35 mV. W badanym zakresie długości fali, średnia wartość przepuszczalności świetlnej olejku sosnowego wyniosła 1241,39 mV, natomiast odchylenie standardowe 713,27 mV.



Rys. 3. Charakterystyka widmowa olejku sosnowego przed oddziaływaniem stałym polem elektrycznym

Dla próbki olejku sosnowego poddanej godzinnej ekspozycji pola elektrycznego o napięciu 3 kV/cm (rys.4a), przy długości fali wynoszącej 249 nm zarejestrowano przepuszczalność świetlną o wartości 208,54 mV. Najwyższą wartość przepuszczalności świetlnej odnotowano przy długości fali 757 nm, która wyniosła 2788,88 mV. W badanym zakresie długości fali, średnia wartość przepuszczalności

światlnej olejku sosnowego wyniosła 1320,3 mV, natomiast odchylenie standardowe 765,18 mV. Różnica między średnią przepuszczalnością świetlną próbki kontrolnej i poddanej godzinnej ekspozycji pola elektrycznego o napięciu 3 kV/cm wyniosła 78,91 mV. Dla próbki olejku sosnowego poddanej dwugodzinnej ekspozycji pola elektrycznego o napięciu 3 kV/cm (rys.4b), przy długości fali wynoszącej 249 nm zarejestrowano przepuszczalność świetlną o wartości 213,13 mV. Najwyższą wartość przepuszczalności świetlnej odnotowano przy długości fali 757 nm, która wyniosła 2793,78 mV. W badanym zakresie długości fali, średnia wartość przepuszczalności świetlnej olejku sosnowego wyniosła 1350,14 mV, natomiast odchylenie standardowe 772,46 mV. Różnica między średnią przepuszczalnością świetlną próbki kontrolnej i poddanej dwugodzinnej ekspozycji pola elektrycznego o napięciu 3 kV/cm wyniosła 108,75 mV.



Rys. 4. Charakterystyki widmowe olejku sosnowego po oddziaływaniu stałego pola elektrycznego o napięciu elektrycznym a) 3 kV/cm i 1 godzinie stymulacji (b) 3 kV/cm i 2 godzinach stymulacji

Wnioski

Badanie wstępne wykazały wpływ stałego pola elektrycznego na widmo elektromagnetyczne olejków sosnowego. Wraz ze wzrostem czasu ekspozycji wartość przepuszczalności świetlnej rośnie.

Literatura

- [1] Masotti, V., Juteau, F., Bessie`re, J.M., Viano, J., 2003. Seasonal and phenological variations of the essential oil from the narrow endemic species *Artemisia molinieri* and its biological activities. *J. Agric. Food Chem.* 51, 7115–7121
- [2] Smith, R.L., Cohen, S.M., Doull, J., Feron, V.J., Goodman, J.I., Marnett, L.J., Portoghese, P.S., Waddell, W.J., Wagner, B.M., Hall, R.L., Higley, N.A., Lucas-Gavin, C., Adams, T.B., 2005. A procedure for the safety evaluation of natural flavor complexes used as ingredients in food: essential oils. *Food Chem. Toxicol.* 43, 345–363.
- [3] Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. Biological effects of essential oils – A review, *Food and Chemical Toxicology* 46 (2008) 446–475
- [4] Carson C.F., Riley T.V. Non-antibiotic therapies for infectious diseases *Commun. Dis. Intell.*, 27 (2003), pp. S143-S146
- [5] Kiełbasa Paweł, Miernik Anna, Drózd Tomasz, - Effect of constant electric field stimulation of suspensions of selected microorganisms on geometric structure of cells. *Przegląd elektrotechniczny*, ISSN 0033-2097, R. 98 NR 5/2022.

WPŁYW ODDZIAŁYWANIA STAŁEGO POLA ELEKTRYCZNEGO NA EMISJĘ FOTONOWĄ WYBRANYCH OLEJKÓW ETERYCZNYCH

Anna MIERNIK¹, Stepan Y. KOVALYSHYN²

¹ Uniwersytet Rolniczy, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Kraków

² Lviv National Agrarian University, Lviv-Dubliany, Ukraina

Wstęp

Obecnie znanych jest około 3000 olejków eterycznych, z których 300 ma znaczenie komercyjne, zwłaszcza dla przemysłu farmaceutycznego, rolniczego, spożywczego, sanitarnego, kosmetycznego i perfumeryjnego. W przyrodzie olejki eteryczne odgrywają ważną rolę w ochronie roślin jako środki przeciwdrobnoustrojowe, owadobójcze, a także przeciwko roślinożercom poprzez zmniejszenie ich apetytu na takie rośliny [1,2,3]. Pola elektryczne mają szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach życia - w medycynie, rolnictwie i przemyśle spożywczym, a stosowanie pól elektrycznych i magnetycznych może mieć zarówno pozytywny, jak i negatywny wpływ na funkcjonowanie organizmy żywe [4]. Ultra słaba emisja, niewidzialna gołym okiem, towarzyszy żywej materii w sposób ciągły i ilustruje procesy przemian komórkowych, w których biorą udział reakcje wolnorodnikowe. W stanie niezakłóconym obiektu żywego emisja fotonów ultra słabych stacjonarnych odzwierciedla stan równowagi oksydoredukcyjnej komórki, natomiast zmiany intensywności tej emisji i szybkość występowania tych zmian są skorelowane z odpowiedzią komórek na odpowiedni bodziec ze środowiska [5].

Cel i zakres pracy

Celem badań było określenie stopnia oddziaływania stałego pola elektrycznego na emisję fotonową wybranych olejków eterycznych. Zakres badań obejmował poddanie wybranych olejków eterycznych oddziaływaniu stałego pola elektrycznego oraz określenie stopnia emisji fotonowej badanych olejków eterycznych.

Metodyka badań

W badaniach wykorzystano trzy olejki eteryczne: sosnowy, miętowy i eukaliptusowy. Z olejków eterycznych przygotowano po 4 próbki w dziesięciu powtórzeniach: próbkę kontrolną i trzy stymulowane próbki o czasie trwania 1h, 2h i 3h. Następnie próbki poddano działaniu pola elektrycznego (rys. 1) w trzech wariantach napięcia 3 kV, 6 kV i 9kV oraz w 3 wariantach oddziaływania, tj. czasu stymulacji 1, 2 i 3 godziny.



Rys. 1. Stanowisko do ekspozycji w stałym polu elektrycznym [5]

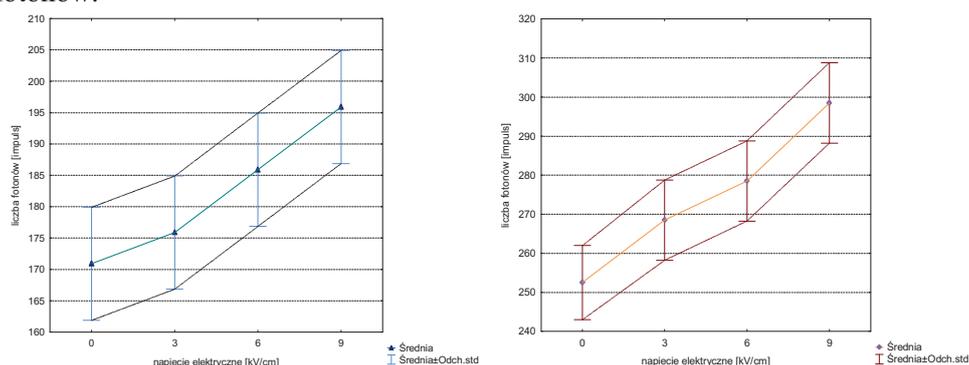
Pomiar emisji fotonów wykonano w Laboratorium Technik Badań Eksperymentalnych Surowców i Produktów Biologicznych Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, które posiada akredytowaną przez Polskie Centrum Akredytacji procedurę in-house na pomiar liczby fotonów. Do wyznaczenia emisji ultra słabych fotonów zastosowano metodę Single Photon Counting (rys. 2).



Rys. 2. Urządzenie do pomiaru emisji fotonów

Wyniki

Rysunek 3 przedstawia charakterystyki emisji fotonowej olejków sosnowego i eukaliptusowego. Dla olejku eukaliptusowego (rys.3b) najwyższą różnicę w liczbie fotonów stwierdzono między próbą kontrolną a próbą poddana oddziaływaniu pola elektrycznego o napięciu 9kV/cm (45 impulsów), natomiast najniższą różnicę odnotowano między próbkami poddanymi oddziaływaniu pola elektrycznego o napięciach 3 i 6kV/cm (10 fotonów). W przypadku olejku sosnowego (rys.3a) najwyższą różnicę w liczbie fotonów stwierdzono między próbą kontrolną a próbą poddaną oddziaływaniu pola elektrycznego o napięciu 9kV/cm (50 impulsów), natomiast najniższą różnicę odnotowano między próbą kontrolną a próbą poddaną oddziaływaniu pola elektrycznego o napięciu 3kV/cm (5 impulsów). Wyższe wartości emisji fotonowej uzyskano w przypadku olejku eukaliptusowego. W przypadku obu olejków eterycznych zaobserwowano wzrostowy trend liczby fotonów.



Rys. 3. Charakterystyka emisji fotonowej uzyskanej przy godzinnej ekspozycji olejków a) sosnowego, b) eukaliptusowego

Wnioski

Badanie wstępne wykazały wpływ stałego pola elektrycznego na emisję fotonową olejków eterycznych. Wyższe wartości emisji fotonowej uzyskano dla olejku eukaliptusowego, co prawdopodobnie jest związane z jego bogatym składem chemicznym.

Literatura

- [1] Masotti, V., Juteau, F., Bessière, J.M., Viano, J., 2003. Seasonal and phenological variations of the essential oil from the narrow endemic species *Artemisia molinieri* and its biological activities. *J. Agric. Food Chem.* 51, 7115–7121
- [2] Smith, R.L., Cohen, S.M., Doull, J., Feron, V.J., Goodman, J.I., Marnett, L.J., Portoghese, P.S., Waddell, W.J., Wagner, B.M., Hall, R.L., Higley, N.A., Lucas-Gavin, C., Adams, T.B., 2005. A procedure for the safety evaluation of natural flavor complexes used as ingredients in food: essential oils. *Food Chem. Toxicol.* 43, 345–363.
- [3] Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. Biological effects of essential oils – A review, *Food and Chemical Toxicology* 46 (2008) 446–475
- [4] Kielbasa Paweł, Miernik Anna, Drózdź Tomasz, - Effect of constant electric field stimulation of suspensions of selected microorganisms on geometric structure of cells. *Przegląd elektrotechniczny*, ISSN 0033-2097, R. 98 NR 5/2022.
- [5] L. Colli, U. Facchini, G. Guidotti, R. Dugnani-Lonatti, M. Orsenigo, O. Sommariva, Further measurements on the bioluminescence of the seedlings, 481. □ „Experientia” 1955, vol. 11, s. 479.
- [6] Gałązka-Czarnecka, I.; Korzeniewska, E.; Czarnecki, A.; Sójka, M.; Kielbasa, P.; Drózdź, T. Evaluation of Quality of Eggs from Hens Kept in Caged and Free-Range Systems Using Traditional Methods and Ultra-Weak Luminescence. *Appl. Sci.* 2019, 9, 2430. <https://doi.org/10.3390/app9122430>

OPPORTUNITIES OF ELECTRICAL TECHNOLOGIES FOR CONTROL OF THE QUALITY PARAMETERS OF LIGHT SENSITIVE MATERIALS

Maryna MIKHALIEVA¹, Liubomyra ODOSII¹,
Krzysztof PRZYSTUPA², Yuryi SHABATURA¹,
Volodimir ROMANCHUK¹, Lidiya PARASHCHUK¹

¹ Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, Ukraine

² Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Abstract

Based on the obtained experimental results, an algorithm of the information and measurement system for operational control of the efficiency of photocells during their operation is proposed [1-3].

The subject of the research was solar radiation energy converters into electric current energy - photocells from the wide-band semiconductor titanium oxide and polymethine dyes - sensitizers, which are sensitive to the action of light in the visible and near-infrared bands of the solar spectrum.

Using the method of immittance spectroscopy, information on transport and recombination electronic processes was obtained, which was used to assess the potential for the construction and use of the investigated quality systems of solar cells.

The object of the study is the dependence of the quality control parameter of the photocell - the titanium oxide content - on the value of the measured electrical parameter - admittance.

Control of the efficiency of photocells is offered by the sign (positive or negative) of the value of the measured electrical parameter - complex conductivity.

Introduction

Modeling and creation of efficient photocatalytic systems is currently a priority area in scientific research into the use of light energy.

It is known that photocatalytic properties are affected by the concentration content of the dye, when it increases, internal filtration is observed, which interferes with the electronic transition to the semiconductor, which significantly affects its efficiency [4-6].

Therefore, there is a need for studies of the concentration dependence of the content of dye and polymer material, which significantly affects the volume transport and recombination processes of photoinduced electronic transitions in heterostructures, which in turn affects the qualitative characteristics of photosensitive materials of solar cells.

Impedance studies on modern RLC-meters make it possible to establish the dependence of physical properties (complex conductivity of the measuring system) on the composition of the investigated substance [7-10]. Also, the efficiency of photoelectric conversion using impedance spectroscopy has been widely investigated [1]. We propose to use these two scientific facts to control the efficiency of the photocells we have improved and to monitor their quality.

Material and methods

We used light-sensitive chemical systems developed in laboratory conditions using a titanium dioxide P25 semiconductor photocatalyst. The special structure of this chemical system is formed by a polymethine-type dye, which is used as a sensitizer and fixed with a layer of the electron-conducting polymer material.

The electrical properties of photosensitive elements in a multi-frequency electromagnetic field depend on their composition [1]. For research, we used the admittance method, which is based on studies of the dependence of complex conductivity (admittance) on the composition of the substance. The negative value of this electrical indicator is explained by the inductive nature of the measuring system, and, in turn, the inefficiency of the photocells [1]. Therefore, we believe that the operational characteristic of controlling the photoefficiency of the material can be the negative or positive sign of the value of the reactive component of the complex conductivity of the measuring system, which has been repeatedly confirmed by works [1]. The inductance of the behavior of such systems (the negative reactive component of the conductivity) can be explained by the fact that the physical nature of the sharp non-monotonic frequency dependence of the real part of the complex impedance affects the processes of carrier capture - retention - release and coupling with them and the appearance of the physical inductive nature of conductivity. And the inductive nature of the conductivity of the system will indicate the photoinefficiency of the selected material, or the loss of this efficiency during operation. The novelty of the research conditions is the use of a new approach to the dielectric properties of objects of a non-electric nature and its use in the method of controlling the efficiency (composition) of photovoltaic cells, which affects their operational characteristics.

Results and discussion

The laboratory experimental and measuring system consisted of a standard RLC-meter measuring device, a primary transducer with a capacity for the substances under investigation, and a computer with software for processing the measurement results. The computerized measuring system is designed for measuring electrical impedance in the frequency range of 0.5...100 MHz.

Samples of photocells with sufficient efficiency and photocells that partially lost their operational properties (after long-term use) were studied. Therefore, the value of the admittance of the latter from a certain value of the frequency of the electromagnetic field acquires a negative value. On the basis of the obtained results and conclusions, we developed a computerized charter for operational control of solar cells according to admittance parameters. The measuring system consists of an impedance meter, a high-frequency generator, a computer, as well as hardware (coupling) nodes of a high-frequency generator and an impedance meter with a computer. The operation of the complex is carried out under the control of a computer program that coordinates the interaction of all hardware, the input of control signals to external devices, the input of data, their initial processing and measurement of the parameters of the object under study. The software part of the charter runs on the Microsoft Windows operating system.

During such studies, parameters are established according to which it is possible to determine the efficiency of the system for their evaluation and quality control. Such studies contribute to the theoretical and practical development of the design and creation of effective photocatalytically active light-sensitive materials, the samples of which are made on the basis of crystalline or amorphous semiconductor materials, and to determine their quantitative composition with the help of direct measurement. Fast (within a few seconds) control of solar cells takes place according to the impedance sign and precedes the following test algorithms or replaces them.

Literatura

- [1] Grigorchak I., Monday G. Impedance Spectroscopy. Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic, 2011.- 352p.
- [2] Hixson E/S/ Mechanical impedaance. In Harris C.M. Shok and vibration. - New York Mc Grew – Hill, 1988, chapter 10.
- [3] Impnpedance spectroscopy. Theory, experiment and application/Ed. Barsoukov E. and Macdonald J.R.- Wiley interscience (Canada).- 2005. -585p.
- [4] Kobasa I.M., Odosiy L.I., Kurdyukov I.V., Ishchenko A.A., Kurek S.S.. Electrochemical and Energetic characteristics of new dye-sensitizers for photovoltaic cells // J. Funct. Mater. Lett. Vol. 8, No. 6. – P. (5).

- [5] Kobasa I.M., Gussyak N.B., Odosii L.I. Titanium dioxide sensitization with a biscyanine dye in the photocatalytic reduction of methylene blue. *Kinetics and Catalysis* this link is disabled, 2015, 56(2), pp. 158-163.
- [6] Kobasa I.M., Kondratyeva I.V., Odosiy L.I., Kropelnytska Y.V. Sensitization of TiO₂ by a symmetric anionic polymethine dye with three conjugated chromophores. *Research on Chemical Intermediates* this link is disabled, 2019, 45(8), pp. 4043 – 4052.
- [7] Mikhalieva M., Odosii L., Przystupa K., Shabatura Y., Hots N., Hrabel M. Improvement of electrical methods of control and evaluation of impact of military activity on surface waters | Poprawa elektrycznych metod kontroli i oceny wpływu działań wojskowych na wody powierzchniowe. *Przegląd Elektrotechniczny*, 2023, 99(2), pp. 230–233.
- [8] Mikhalieva M., Parakuda V., Shabatura Y., Odosii L., Przystupa K. Electrical method for a water control after an osmosis process for the standard unit of ultrasound power in the aquatic environment | Elektryczna metoda kontroli wody po procesie osmozy w środowisku wodnym. *Przegląd Elektrotechniczny*, 2021, 1(1), pp. 104–106.
- [9] Mikhalieva M., Odosii L., Seredyuk B., Parashchuk L., Lunkova H. An electrical method for intelligent cooling liquid control Systems. *Acta IMEKO*, 2020, 9(1), pp. 56–60.
- [10] Mikhalieva M., Odosii L., Shabatura Y., Przystupa K., Atamaniuk V. Electrical method for the cyberphysical control system of non-electrical objects. *Przegląd Elektrotechniczny*, 2019, 95(12), pp. 200–203.

MEMETIC ALGORITHM FOR DETECT BREAST CANCER

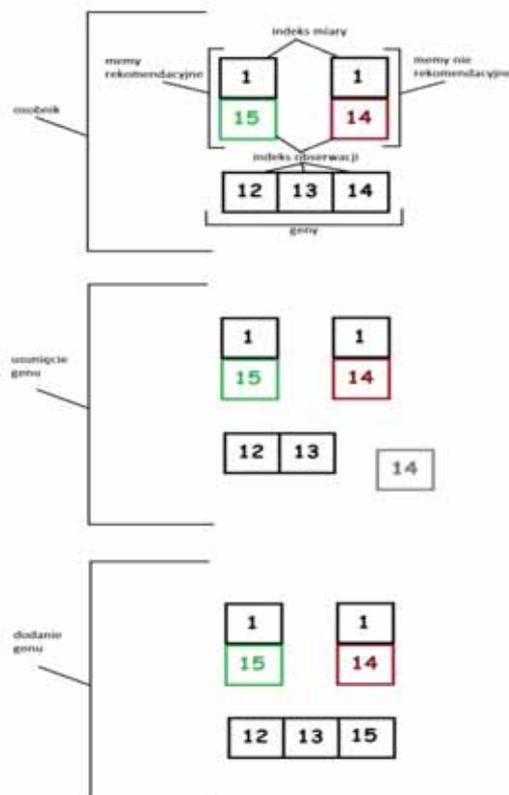
Wojciech MOSIŃSKI, Agnieszka DURAJ

Institute of Information Technology, Lodz University of Technology, Lodz

The necessity of dealing with voluminous amounts of data (big data) on a daily basis has led to the development of expert systems and has given rise to the development of intelligent data processing algorithms. Intelligent data analysis facilitates the exploration process at every level. It endeavors to mimic perception by finding and using patterns in the collected data.

In this paper, we consider outlier detection. The exceptions in the analyzed database are cancer cells. The Wisconsin Breast Cancer collection was selected for analysis [1]. The problem of outlier detection should be considered in many aspects. In works [1,2,3,4], outlier detection was treated as a multi-criteria optimization task, in which the values of various outlier identification measures (individual criteria) are calculated for a selected subset of the data set. This allows more outlier detection techniques to be considered simultaneously so that the result is not dependent on a particular method. The chosen objective function determines which solutions are good. The use of a genetic algorithm was indicated for the selection of observations that are candidates for outliers in papers [1,2,3,4]. It is possible to eliminate solutions that are far from optimal and at the same time solutions lying on the Pareto front are promoted.

The aim of the current research was to use a memetic algorithm. A memetic algorithm is an evolutionary algorithm in which there is an additional one or several local search steps in the loop. The main idea of the memetic algorithm is to combine the global search present in the evolutionary algorithm with the local search. Thanks to this, it is possible to divide many optimization problems into smaller ones, for which it is easier to choose a heuristic.



Memes and memetic operators were used in the work. The memetic operator, like the genetic operator, transforms a set of individuals into a new one. However, in this case, memes are modified instead of genes in the individual. In addition, the genetic operator in a memetic algorithm can use memes. Essentially, introducing a local search containing memetic operators into an existing evolutionary algorithm will create a memetic algorithm. In the paper, we provide a description of the memetic algorithm and the memetic mutation (Fig.1). This study demonstrates the use of memetic algorithms for anomaly detection as a valid approach. The general definition of the memetic algorithm facilitates the search for improvements, therefore further research in this area is feasible which is very important because of the need of the development of artificial intelligence and machine learning methods in computer science.

Fig. 1. Memetic mutation

- [1] Duraj, A. and Chomatek, L. Outlier detection using the multiobjective genetic algorithm. *Journal of Applied Computer Science*, 25(1).2017
- [2] Duraj, A. and Chomatek, L. Supporting breast cancer diagnosis with multiobjective genetic algorithm for outlier detection. In *International Conference on Diagnostics of Processes and Systems*, pages 304–315. Springer, 2017.
- [3] Chomatek, L. and Duraj, A. Multiobjective genetic algorithm for outliers detection. In *INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA)*, 2017 IEEE International Conference on, pages 379–384. IEEE, 2017.
- [4] Chomatek, L. and Duraj, A. Efficient genetic algorithm for breast cancer diagnosis. In *International Conference on Information Technologies in Biomedicine*, pages 64–76. Springer, 2018.

IMMERSIVE FLIGHT TRAINING ON A BUDGET: AFFORDABLE FLIGHT SIMULATOR EXPLORING VIRTUAL REALITY AND MOTION PLATFORM *

**Dariusz MYSZOR¹, Agnieszka MICHALCZUK², Maciej RZEŹNIK³,
Tomasz KUKUCZKA³, Michał WIECZOREK³, Michał ZIELIŃSKI³
Patryk MONDRY³, Wojciech COFALIK³**

¹ Department of Department of Algorithmics and Software,

² Department of Computer Graphics, Vision and Digital Systems,

³ Student Science Club of Virtual Flight vFly

Silesian University of Technology, Gliwice, Poland

Introduction

Flight simulator dates back to the early years of 20 century. The first simulators were rudimentary mechanical devices with limited capabilities that were maintained manually by the crew and the instructor. The personnel was responsible for giving the trainee the experience that reproduced in flight conditions e.g. Antoinette 7 simulator that consisted of two barrels set on top of each other in an unstable manner, requiring the pilot, sitting in the cockpit, to use the rudder to balance the crosswise gauge with the horizon [1]. Then automation based on pneumatics was introduced e.g. Link Trainer simulator that was based on the mechanism of pumps and valves that was responsible for the reaction to pilot controls and giving readouts of instruments installed in the cabin [2]. A significant impact on the development of simulators has the introduction of computers. Initially, computers were used to simulate the behaviour of aircraft instruments. With the advancement of computational power and visualization technology, computers allowed for the introduction of highly realistic visual environments that simulate the actual conditions of flight [3-4]. Another significant development was the integration of virtual reality, which enabled trainees to immerse themselves in the aircraft environment visually [5]. At the same time prices of Head Mounted Displays for Virtual Reality were dropping. Recently we have seen the emergence of another technology that can improve the immersion of the pilot: cheap and compact motion platforms.

Visual Virtual reality

Visual Virtual Reality is a technology that allows the user to visually immerse in a computer-generated world. Usually, such an immersion is obtained with Head Mounted Displays that hold the screen as well as a system of lenses through which the users view generated visualizations. HMD holds the sensors that are responsible for the detection of head movements, so the generated graphics can accommodate to the direction of the user gaze. There is a wide variety of such devices available on the market and there is a constant stream of improvements when it comes to the resolution of utilized displays, the latency of generated graphics in the relation to the head movement as well as the Field of View provided by the visualisation system. In the proposed system initially, HP Reverb G2 VR Headset was applied. It is one of the most advanced yet cost-effective HMDs available on the market. It delivers two 2.89'' LCD panes that have 2160 x 2160 per eye resolution, a refresh rate frequency of 90Hz, and a system of lenses with allows for horizontal/vertical FOV at the level of 98°/114°. The only problem was that G2 requires cables in order to provide a visual signal and power. Therefore utilization of this device at the level of motion platform is limited. Therefore, the platform was allowed to rotate only in a limited range. This problem was solved with the application of wireless HMD Pico 4 Enterprise (see Fig. 1). This device possesses two 2.56'' displays with 2160 x 2160 per eye resolution and a refresh rate frequency of 90Hz. Although the resolution is the same as G2 size of the screen is smaller

therefore there is a lower FOV (diagonal FOV is equal to 105°). Head movement tracking is based on built-in cameras, the battery allows for 2 hours of constant utilization.



Fig. 1. Pico VR headset and YawVr Motion Platform.

Motion platform

In recent years we see the emergence of cheap motion platforms that can be applied in plane simulators. A wide variety of vendors provide devices that introduce various levels of abilities in the area of degrees of freedom as well as available API. We selected the YawVR platform because it allows for 3 degrees of freedom, and unlimited 360 degrees of rotation as well as an integration plugin for Unity – one of the most popular cross-platform game engines. We extended the YawVR platform with a set of plane controllers (LOGITECH G Saitek PRO Flight Yoke System) and added a special counterweight at the back of the seat in order to balance the structure (Fig. 1).



Fig. 2. Plane in virtual space of developed flight simulator (left) and in flight cockpit of a plane with visualization of YawVr platform (right)

The Simulation Software

The simulator was developed with the Unity game engine. In order to connect with the YawVr platform a plugin provided by the vendor was exploited. In Fig. 2 the in-flight cockpit of implemented simulation software integrated with the motion platform was presented. In addition, we utilized the ‘Simple Airplane Physics Toolkit - Lift, Drag, Thrust’ asset for the purpose of plane physics simulation. The asset provides also visualization for the plane body and cockpit (see Fig. 2 left). In order to activate virtual reality, the ‘Virtual Reality Supported’ option was selected in the Unity engine.

Summary

This paper presents the concept of an affordable flight simulator based on Virtual Reality, a motion platform and software developed by the members of the Silesian University of Technology Student Science Club of Virtual Flight vFly.

References

- [1] Zazula, A., et. al.: Flight simulators—from electromechanical analogue computers to modern laboratory of flying. *Advances in Science and Technology. Research Journal*, 7(17), 51-55, 2013.
- [2] Page, Ray L. Brief history of flight simulation. *SimTecT 2000 proceedings*, 11-17, 2000.
- [3] Baarspul, M. A review of flight simulation techniques. *Progress in aerospace Sciences* 27.1, 1-120, 1990.
- [4] Allen, L., Evolution of flight simulation. *Flight Simulation and Technologies*, 3545, 1993.
- [5] Zhao, Kai-rui, et al.: Design and realization of flight simulation system based on Virtual Reality technology. 2011 Chinese Control and Decision Conference (CCDC). IEEE, 2011.

*We would like to acknowledge that this paper has been written based on the results achieved within the WrightBroS project. This project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 822483. Supplementarily, this research work has been co-financed from Polish financial resources for science in 2019-2023 conferred for implementation of the co-financed international project. Disclaimer: The paper reflects only the authors' view and the Research Executive Agency (REA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains

ANALIZA WPŁYWU WIELKOŚCI FALOWNIKA NA ILOŚĆ I JAKOŚĆ GENEROWANEJ ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Krzysztof NĘCKA

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

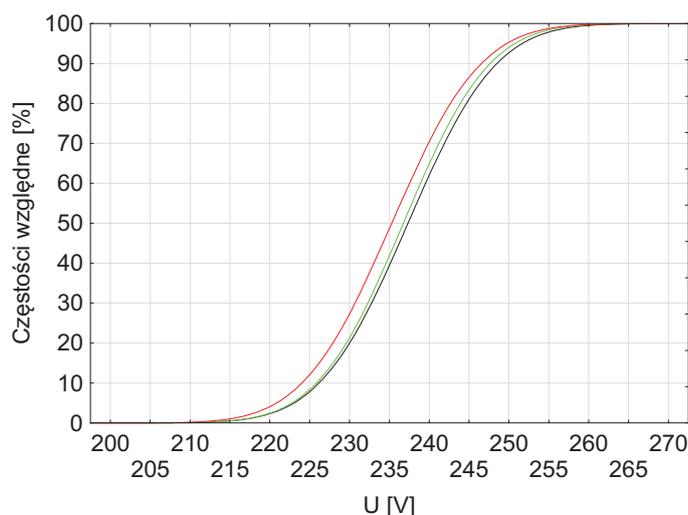
W ostatnich latach obserwujemy dynamiczne zmiany na światowym rynku energii. Widoczny jest na nim wpływ interakcji czynników społecznych, gospodarczych jak i politycznych. Niepewność i problemy z dostępnością surowców energetycznych przyczyniły się do destabilizacji, czego następstwem był dynamiczny wzrost cen. Destabilizacja rynku energii, spowodowała, że np. cena gazu ziemnego w holenderskim hubie TTF w okresie od lutego do sierpnia 2022 r. wzrosła z 70 euro/MWh do 349 euro/MWh [1]. Wzrost cen natapiał również w przypadku pozostałych nośników energii [2]. Obecnie ceny nośników energii ulegają stabilizacji na poziomie w niektórych przypadkach niższym niż na początku roku 2022. Pomimo trudnej sytuacji w jakiej znajduje się sektor energii naciski na działania w kierunku uzyskania bezemisyjnego systemu elektroenergetycznego nie osłabną w najbliższym czasie ponieważ konsekwentnie realizujemy przyjęte założenia [3], [4]. Uzyskanie tego celu jest możliwe m.in. poprzez wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Taki sposób zaspokajania potrzeb energetycznych w obecnej sytuacji powala również na wzrost uniezależnienia się od importu surowców energetycznych. Dodatkowo dynamiczny rozwój tej gałęzi energetyki jest możliwy przez wzrost konkurencyjności kosztowej aktualnie stosowanych rozwiązań. Osiągnięty one bowiem rozwój technologii pozwalający na generację energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych przy niższym koszcie jednostkowym niż dla systemów opartych na źródłach kopalnych [5]. Dynamiczny jednak rozwój systemów energetyki odnawialnej a w szczególności siłowni fotowoltaicznych powoduje problemy z zapewnieniem standardów jakości energii elektrycznej szczególnie w sieciach dystrybucyjnych.

Cel i zakres pracy

Celem pracy była analiza wpływu obniżenia wielkości mocy znamionowej falownika względem mocy DC generatora PV w P_{MMP} na ilość i jakość generowanej energii elektrycznej. Praca swym zakresem obejmowała analizę zmian ilości energii elektrycznej na wyjściu z falownika w zależności od jego wielkości w odniesieniu do P_{MMP} siłowni PV. W pracy analizowano zmniejszenie mocy znamionowej falownika w zakresie do 40% mocy generatora DC. Analiza dotyczyła również zmian jakości energii elektrycznej generowanej przy zmianie stopnia wykorzystania mocy falownika.

Wyniki badań

Ze względu na zmiany w ilości dostępnej energii z konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną zarówno w okresie dobowym jak i rocznym bardzo często mamy do czynienia z przewagą ilości produkowanej energii nad jej chwilowym zapotrzebowaniem. W tej sytuacji falownik chcąc przekazać energię do sieci zwiększa wartość napięcia. W skrajnych przypadkach, które niestety występują coraz częściej, dochodzi do sytuacji, kiedy ze względu na przekroczenie dopuszczalnego poziomu napięcia falownik musi zostaje odłączony od sieci. Zgodnie z normą PN-EN 50160:2010 [6] i rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. [7] 95 % obserwacji ze zbioru 10-minutowych średnich wartości skutecznych napięcia zasilającego powinno mieścić się w przedziale odchyień $\pm 10\%$ napięcia znamionowego. Zgodnie natomiast z wymaganiami normy niemieckiej DIN VDE 0126-1-1: 2013-08, każdorazowe przekroczenie napięcia 260 V powoduje natychmiastowe odłączenie falownika od sieci elektroenergetycznej. Z wykonanych badań na przełomie maja i czerwca w 6 miejscach przyłączenia siłowni PV do sieci publicznej wynika, że wraz ze wzrostem stopniem wykorzystania mocy falownika zwiększa się wartość napięcia w sieci (Tab. 1). W badanych obwodach (Rys.1) ok. 4-6% obserwacji było na poziomie wyższym niż dopuszczalny.



Rys. 1. Dystrybuanty empiryczne napięć w poszczególnych fazach

Tab. 1. Wpływ stopnia obciążenia falownika na poziom napięcia w sieci

Stopień wykorzystania mocy znamionowej falownika [%]	U_{min} [V]	U_{sr} [V]	U_{max} [V]	V [%]
do 10%	201	230	253	2,3
11%-30%	207	235	253	2,6
31%-70%	213	243	259	2,4
pow. 71%	231	250	263	1,6

Z wykonanych symulacji wynika, że obniżenie mocy znamionowej falownika do 0,8 mocy DC generatora PV w P_{MMP} nieznacznie, bo tylko średnio o ok. 0,2% obniżyło uzysk energii w okresie objętym badaniem. W obiektach, w których następowało odłączenie falownika od sieci ze względu na przekroczenie dopuszczalnego poziomu napięcia nastąpił nawet wzrost ilości generowanej energii. Z badań wynika, że należy rozważyć obniżenie mocy falownika do 0,6 mocy DC PV w P_{MMP} , ponieważ obniżenie uzysku energii jest teoretycznie na poziomie ok. 9% (w okresie letnim). Warto zaznaczyć, że dzięki obniżeniu mocy znamionowej falownika zwiększamy średnią jego sprawność, ponieważ ograniczamy czas pracy przy obciążeniu poniżej 30% mocy znamionowej charakteryzującej się niską sprawnością (Tab. 2). Obniżenie uzysku energii w pikach, zostanie zrekompensowane wzrostem sprawności pracy falownika a dodatkowo poprawi jakość energii elektrycznej ograniczając szybkie zmiany napięcia.

Tab. 2. Wpływ wielkości falownika na parametry jego pracy

Stopień wykorzystania mocy znamionowej falownika [%]	$P_{AC\text{ falownik}}/P_{DC\text{ PV w PMMP}}$				η_{sr} [%]	V [%]
	1	0,8	0,6	0,4		
	Udział obserwacji [%]					
do 10%	42	39	34	28	68,5	22,6
11%-30%	23	20	18	17	89,4	3,4
31%-70%	24	21	21	18	94,8	0,8
pow. 71%	11	20	27	37	95,3	0,4

Literatura

- [1] Natural Gas EU Dutch TTF, Natural Gas EU Dutch TTF. Dostęp: 10 marzec 2023. [Online]. Dostępne na: <https://pl.tradingeconomics.com/commodity/eu-natural-gas>
- [2] Amsterdam-Rotterdam-Antwerpia. Dostęp: 10 marzec 2023. [Online]. Dostępne na: https://www.wnp.pl/gornictwo/notowania/ceny_węgla/
- [3] Net Zero Emissions by 2050 Scenario (NZE) – Global Energy and Climate Model – Analysis, IEA. Dostęp: 24 luty 2023. [Online]. <https://www.iea.org/reports/global-energy-and-climate-model/net-zero-emissions-by-2050-scenario-nze>
- [4] Announced Pledges Scenario (APS) – Global Energy and Climate Model – Analysis, IEA. Dostęp: 24 luty 2023. [Online]. <https://www.iea.org/reports/global-energy-and-climate-model/announced-pledges-scenario-aps>
- [5] Renewable power generation costs in 2021, 2021
- [6] PN-EN 50160:2010. Dostęp: 10 marzec 2023. [Online]. <https://sklep.pkn.pl/pn-en-50160-2010p.html>
- [7] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Dostęp: 10 marzec 2023. [Online]. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20070930623>

WPŁYW OPTIMALIZACJI STEROWANIA PRACĄ SILNIKA INDUKCYJNEGO NA JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Krzysztof NĘCKA, Piotr ŁYSZCZARZ,
Stanisław LIS, Anna KARBOWNICZAK-MIŚTAŁ

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Wstęp

Silniki indukcyjne z wirnikiem o budowie klatkowej są powszechnie stosowane w wielu procesach produkcyjnych. Popularność takiego rozwiązania w dużej mierze wynika z jego zalet, wśród których najczęściej są wymieniane stosunkowo prosta budowa, niska cena oraz duża niezawodność. Praca silnika elektrycznego charakteryzuje się dużą zmiennością w zakresie parametrów elektrycznych. W czasie rozruchu silnik indukcyjny pobiera z sieci prąd wielokrotnie wyższy od wartości znamionowej. Jest to tzw. prąd rozruchowy a jego wartość może być do 10 razy większa od prądu płynącego przy obciążeniu znamionowym. Problemy związane z rozruchem silnika zwiększają się wraz ze wzrostem jego mocy [1] - [3]. Przepływ prądów rozruchowych o dużym natężeniu wpływa niekorzystnie zarówno na silnik jak i na inne urządzenia zasilane ze wspólnej sieci. Udarowi prądu silnika w stanach dynamicznych związanych z jego rozruchem, powrotem do normalnej pracy po zaniku napięcia czy rewersji prędkości obrotowej towarzyszy bowiem również udar momentu. Wywołuje on niekorzystne stany mechaniczne, narażające napędzane urządzenie na uszkodzenie a w sieci powoduje m.in. zmiany wartości napięcia zasilającego [4]. W celu ograniczenia udarów w czasie rozruchu silnika stosuje się m.in. rozruch za pomocą przełącznika gwiazda trójkąt, rozruch przy pomocy softstartu, falownika jak również inne metody [5]. W literaturze jest dostępnych wiele badań w których analizowany jest wpływ sposobu rozruchu silnika na ograniczenie jego szkodliwego działania [2], [3], [5]. Niestety, ale w badaniach bardzo mało uwagi poświęca się na analizę wpływu sterowania procesem rozruchu silnika na jakość energii elektrycznej.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było opracowanie i optymalizacja autorskiego algorytmu sterowania procesem rozruchu silnika indukcyjnego. W pracy analizowano możliwości ograniczenia wpływu prądów i momentów udarowych silnika indukcyjnego w czasie jego rozruchu na jakość energii elektrycznej. W badaniu do rozruchu silnika wykorzystano zarówno układ łagodnego rozruchu, jaki i falownik jedno i trójfazowy. W czasie pomiarów rejestrowano nie tylko przebieg prądu, momentu na wale silnika czy jego prędkość obrotową, ale również parametry charakteryzujące jakość energii elektrycznej. Zgromadzony materiał pozwolił na opracowanie modelu silnika elektrycznego w programie *Matlab-Simulink* i wykonanie symulacji wpływu sterowania procesem rozruchu silnika na jakość energii elektrycznej. Ostatni etap badania polegał na weryfikacji opracowanego algorytmu na obiekcie rzeczywistym, w którym sterowano procesem rozruchu silnika w zależności od stopnia jego obciążenia początkowego. Do tego celu wykorzystano platformę *Arduino*, na której zaimplementowano autorski program sterujący.

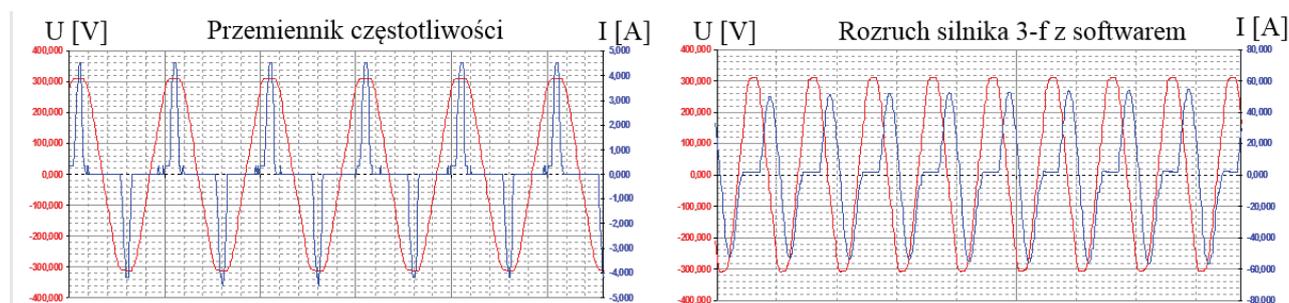
Metodyka

W opracowaniu przedstawiono metodę analizy systemu technicznego poprzez modelowanie, symulację komputerową i weryfikację uzyskanych efektów na obiekcie rzeczywistym.

Badania wpływu sterowania rozruchem silnika na jakość energii elektrycznej prowadzono z wykorzystaniem modelu symulacyjnego układu sterowania. Model ten powstał w oparciu o model silnika indukcyjnego, który sformułowano na podstawie charakterystyki zarejestrowanej na stanowisku badawczym [6, 7]. Model układu sterowania stanowił bazę do przeprowadzenia symulacji komputerowych, podczas których badano wpływ zastosowania wybranych korektorów liniowych na proces rozruchu silnika. Na podstawie wyników symulacji wskazano algorytm optymalnego korektora liniowego. 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.

Wyniki badań

W czasie badania procesu rozruchu silnika główne problemy w zakresie jakości energii elektrycznej dotyczyły szybkich zmian napięcia oraz wzrostu zawartości wyższych harmonicznych w pobieranym prądzie. W zależności od sposobu rozruchu udział wyższych harmonicznych powodował wzrost wartości skutecznej prądu w odniesieniu do składowej podstawowej do 1,38 przy wykorzystaniu układu softstart i do 1,55 dla przemiennika częstotliwości. Wśród wyższych harmonicznych najwyższy udział miały harmoniczne niższych rzędów a ich udział był do 84% składowej podstawowej dla harmonicznej 2 i 3 oraz 50-60% dla harmonicznej rzędu 5 i 7. Sumaryczny wskaźnik odkształcenia prądu THDI oscylował w przedziale od 2% do ponad 40% przy średniej wartości na poziomie 17%. Odkształcenia przebiegu prądu od przebiegu sinusoidalnie zmiennego zostały przedstawione na zarejestrowanych oscylogramach (rysunek 1). W dalszej części pracy analizowano również zmiany wartości napięcia w sieci w czasie procesu rozruchu silnika. Jest to bowiem parametr, który ma duży wpływ na pracę innych urządzeń zasilanych z wspólnej sieci.



Rys. 1. Oscylogramy prądu i napięcia zasilającego silnik w czasie jego rozruchu

Literatura

- [1] Koczara W., Szulc Z., Przybylski J., Warszawska P.: Rozruch silnika indukcyjnego klatkowego napędzającego pompę dużej mocy w trudnych warunkach eksploatacyjnych, *Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne*, no. 72, pp. 209-213, 2005
- [2] Kuzera P., Przybyłka J.: Wybrane rozwiązania ograniczania prądów rozruchowych na przykładzie silników elektrycznych, *Napędy i sterowanie*, no. 12, pp. 100-105, 2018
- [3] Pacholski E., Iskiński L.: Analiza wpływu sposobu rozruchu silników napędowych na parametry sieci elektroenergetycznej, *Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne*, vol. 99, no. 2, pp. 9-17, 2013
- [4] Kucuk S., Ajder A.: Analytical voltage drop calculations during direct on line motor starting: Solutions for industrial plants, *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 13, no 4, pp. 101671, 2022
- [5] Silva F. B. B., et al.: A novel induction motor starting method using superconduction, *Physica C: Superconductivity and its Applications*, no. 507, pp. 95-102, 2014
- [6] Vo-Duy T., Ta M. C.: Fundamental design of electric motor control systems, *Encyclopedia of Electrical and Electronic Power Engineering*, Elsevier, pp. 428-453, 2023
- [7] Glinka T.: Model dynamiczny silnika indukcyjnego klatkowego, *Napędy i sterowanie*, no. 5, pp. 74-79, 2019

DYNAMIC ADJUSTMENT OF THE HOLOGRAMS BASED ON SLAM METHODS IN AUGMENTED REALITY GLASSES*

Onyeka J. NWOBODO, Agnieszka MICHALCZUK, Krzysztof CYRAN

Department of Computer Graphics, Vision and Digital Systems,
Silesian University of Technology, Gliwice, Poland

Abstract

Augmented Reality (AR) systems rely on accurately tracking and registering the user's head and virtual objects to create a realistic AR experience. However, tracking the user's head in dynamic environments presents challenges due to rapid head movements, which can cause previously tracked features to be out of the system's range of view. To address this challenge, a technique based on simultaneous localization and mapping (SLAM) is proposed in this paper for tracking head movement using Microsoft HoloLens 2. The SLAM-based approach combines data from an RGB camera, depth sensors, and an inertial measurement unit (IMU), including an accelerometer, gyroscope, and magnetometer, to track the position and orientation of the device.

The accuracy and reliability of the proposed system were evaluated through an experiment conducted in unity 3D and Microsoft HoloLens 2, using the Microsoft Mixed Reality Toolkit (MRTK) to simulate the agile movement scenarios. The results demonstrate the effectiveness of the SLAM-based approach in accurately tracking head movements, even in a dynamic environment.

The proposed technique based on SLAM for dynamic adjustment of holograms in AR systems can enhance the user experience, improve the accuracy and reliability of tracking, and make it suitable for various applications such as remote assistance, training, and gaming.

The implementation

There is a rise in interest in augmented reality and creating an immersive experience because of its many applications. Augmented reality has revolutionized how we interact with the world around us. It merges the physical world with a virtual object to create a hybrid environment that may be utilised for various things, including robotics, gaming, marketing, education, and medical treatment[1]. One of the hardest parts of making an AR experience work well is ensuring that the digital content matches the real world. This is where the dynamic adjustment of holograms based on the SLAM (simultaneous localization and Mapping) method comes into play. SLAM is a technology that enables mapping an unknown environment while detecting the user's location[2]. Using sensors like cameras and accelerometers, inertial measurement unit (IMU) SLAM techniques map the area and follow the user's motions.

Implementing dynamic adjustment of holograms based on SLAM methods in augmented reality involves a combination of sensor data collection, map building, hologram placement, and continuous dynamic adjustment to ensure that the holographic content is appropriately aligned with the real-world environment. The SLAM system continually updates the map and the user's position on it as the user moves around [3]. The holographic content's position and orientation are then adjusted by the AR glasses device using the SLAM algorithms to make it remain in line with the user's perspective. A seamless and immersive AR experience depends on this dynamic adjustment. It enables holographic content to blend seamlessly into the environment rather than being superimposed on top of it. Computer vision algorithms can produce high spatial precision in addition to the device's (Position) sensor technologies (magnetometers, gyroscopes, accelerometers).

Fang et al.[4] introduced a hybrid tracking and registration technique that uses a gyroscope and natural features to estimate the operator's posture in real-time and smoothly merge virtual aid information with the outside world. AR glasses can be used to provide real-time directions and guidance to users[5]. For example, holographic arrows or signs could be overlaid onto the real world, with the hologram being dynamically adjusted as the user moves.

AR glasses can provide interactive and hands-on training experiences for learners in education and training[6]. For example, a trainee could use AR glasses to overlay instructions and guidance onto a real-world task, with the holograms being dynamically adjusted based on the learner's movements. In medical and healthcare, AR glasses can provide doctors and healthcare professionals with real-time information during surgeries and other procedures[7]. For instance, a holographic overlay of a patient's vital signs could be dynamically adjusted based on the doctors' movement and perspective, providing them with important information hand-free.

The effectiveness of tracking and registration affects how the augmentations are aligned. Due to head-tracking lag, occlusion, and drift, the user may feel startling or disturbing effects. The quality of the AR experience may be impacted by these challenges, which must be overcome to offer a fully immersive AR experience. Over a lengthy period, many different AR SLAM-based algorithms for simultaneous localization and mapping have been developed, with contemporary approaches showing outstanding accuracy [8], [9]. However, inaccuracies in pose estimates commonly happen due to difficult visual conditions or device movement.

In this paper, we introduce a technique based on the SLAM algorithm using augmented reality glasses (Microsoft HoloLens 2) to track the user's head and adjust the holograms based on the user's perspective. We employ SLAM techniques on Microsoft HoloLens and Unity 3D application to show the capability of our technology to learn pose estimation and update the hologram in line with the user's view.

Accurate and responsive head tracking is critical for creating a convincing and comfortable AR experience, as any lag or inaccuracies in the tracking can break the illusion of the virtual contentment being part of the real world, leading to discomfort or distortion of the user. AR glasses' dynamic hologram adjustment based on SLAM techniques has much potential for uses like entertainment and remote support. However, because this technology is still in its early stages, more research is needed to improve its precision and dependability.

References

- [1] *Handbook of Augmented Reality*. Springer New York, 2011. doi: 10.1007/978-1-4614-0064-6.
- [2] H. Taheri and Z. C. Xia, "SLAM; definition and evolution," *Eng Appl Artif Intell*, vol. 97, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.engappai.2020.104032.
- [3] T. J. Chong, X. J. Tang, C. H. Leng, M. Yogeswaran, O. E. Ng, and Y. Z. Chong, "Sensor Technologies and Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)," in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2015, pp. 174–179. doi: 10.1016/j.procs.2015.12.336.
- [4] D. Fang, H. Xu, X. Yang, and M. Bian, "An Augmented Reality-Based Method for Remote Collaborative Real-Time Assistance: from a System Perspective," *Mobile Networks and Applications*, vol. 25, no. 2, pp. 412–425, Apr. 2020, doi: 10.1007/s11036-019-01244-4.
- [5] B. Liu, L. Ding, and L. Meng, "Spatial knowledge acquisition with virtual semantic landmarks in mixed reality-based indoor navigation," *Cartogr Geogr Inf Sci*, vol. 48, no. 4, pp. 305–319, 2021, doi: 10.1080/15230406.2021.1908171.
- [6] M. Wang, V. Callaghan, J. Bernhardt, K. White, and A. Peña-Rios, "Augmented reality in education and training: pedagogical approaches and illustrative case studies," *J Ambient Intell Humaniz Comput*, vol. 9, no. 5, pp. 1391–1402, Oct. 2018, doi: 10.1007/s12652-017-0547-8.
- [7] M. R. Desselle, R. A. Brown, A. R. James, M. J. Midwinter, S. K. Powell, and M. A. Woodruff, "Augmented and Virtual Reality in Surgery," *Comput Sci Eng*, vol. 22, no. 3, pp. 18–26, May 2020, doi: 10.1109/MCSE.2020.2972822.
- [8] R. F. Salas-Moreno, R. A. Newcombe, H. Strasdat, P. H. J. Kelly, and A. J. Davison, "SLAM++: Simultaneous localisation and mapping at the level of objects," in *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2013, pp. 1352–1359. doi: 10.1109/CVPR.2013.178.
- [9] C. Duan, S. Junginger, J. Huang, K. Jin, and K. Thurow, "Deep Learning for Visual SLAM in Transportation Robotics: A review," *Transportation Safety and Environment*, vol. 1, no. 3, pp. 177–184, Dec. 2019, doi: 10.1093/tse/tdz019.

* We would like to acknowledge that this paper has been written based on the results achieved within the WrightBroS project. This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 822483. Supplementarily, this research work has been co-financed from Polish financial resources for science in 2019-2023 conferred for implementation of the co-financed international project. Disclaimer: The paper reflects only the authors' view and the Research Executive Agency (REA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

POMIARY MOCY POBIERANEJ PRZEZ ROBOTA PRZEMYSŁOWEGO W STANACH DYNAMICZNYCH

Krzysztof OLESIAK

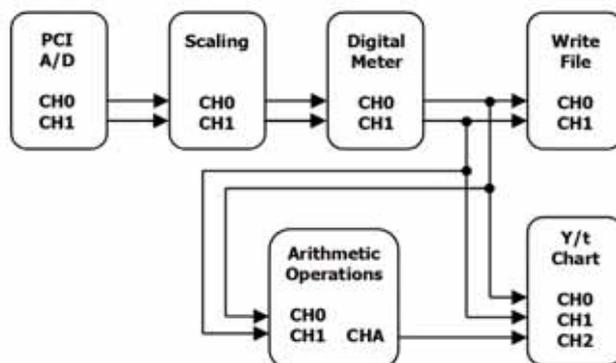
Politechnika Częstochowska, Wydział Elektryczny

Wstęp

Roboty przemysłowe znajdują obecnie zastosowanie w różnorodnych aplikacjach, takich jak: przenoszenie komponentów, pakowanie, sortowanie, spawanie, zgrzewanie, malowanie natryskowe. Wymagane czynności produkcyjne wykonywane są bardzo szybko, dokładnie oraz z zachowaniem bardzo wysokiej powtarzalności. Tym samym zastosowanie robotów pozwala zwiększyć produkcję przemysłową, przy jednoczesnym zmniejszeniu kosztów jednostkowych produktu. Analiza mocy pobieranej przez robota jest bardzo ważna z punktu widzenia planowania trajektorii ruchu przy uwzględnieniu minimalizacji zużycia energii elektrycznej. Jest to zagadnienie złożone i wielowątkowe wymagające badań pomiarowych robota przemysłowego dla wybranych stanów dynamicznych [1, 2].

Komputerowy układ pomiaru mocy

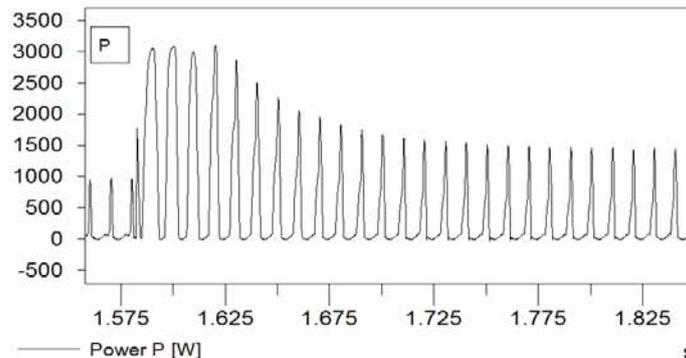
W celu realizacji pomiarów mocy oraz rejestracji przebiegów czasowych napięcia i prądu zasilania robota przemysłowego opracowano komputerowy układ składający się z przetworników pomiarowych, karty pomiarowej oraz komputera PC z oprogramowaniem do rejestracji i wizualizacji. Robot jest zasilany napięciem 1-fazowym o wartości $U=230V$ i częstotliwości $f=50Hz$. Ze względu na konieczność separacji galwanicznej obwodu silnopiętowego oraz pomiarowego zastosowano przetworniki firmy LEM o odpowiednio dobranych zakresach. W obwodzie napięciowym wykorzystano przetwornik LV25-P, a w obwodzie prądowym LA55-P. Przetworniki LEM podłączono do zewnętrznego modułu karty pomiarowej umieszczonej w komputerze PC. Karta pomiarowa posiada 12-bitowy przetwornik A/C o maksymalnej częstotliwości próbkowania na poziomie 100 kHz. Do rejestracji oraz wizualizacji przebiegów czasowych napięcia i prądu zasilania robota niezbędnych do wyznaczenia pobieranej mocy zastosowano oprogramowanie DasyLab. Sygnały pomiarowe są odczytywane przez kanały karty pomiarowej i przetwarzane oraz zapisywane przez oprogramowanie DasyLab. Sekwencja przetwarzania obejmuje: skalowanie wartości napięcia oraz prądu, odczyt przez moduł mierników cyfrowych, obliczenia wybranych wartości, prezentację w postaci graficznej przebiegów czasowych oraz zapis pomiarów, zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 1.



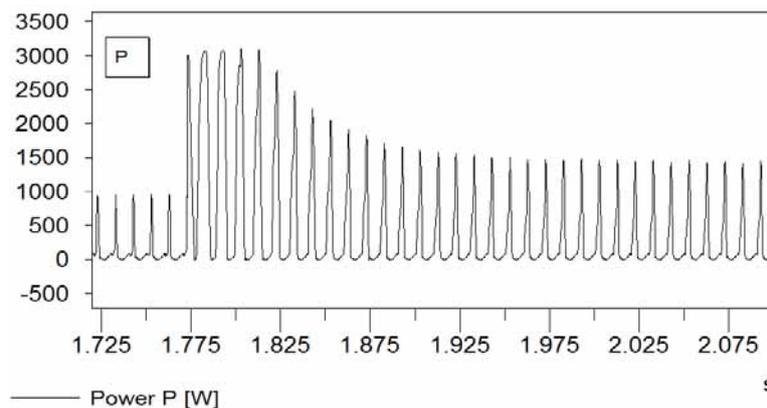
Rys. 1. Schemat blokowy układu przetwarzania sygnałów pomiarowych

Rezultaty badań pomiarowych

Obliczenia mocy pobieranej przez robota dla stanów dynamicznych przeprowadzono przy zastosowaniu oprogramowania DasyLab. W modułach obliczeniowych tego programu zaimplementowano zależności matematyczne określające składowe mocy P_o przeprowadzeniu obliczeń rezultaty w formie przebiegów czasowych przedstawiono na rys. 2 oraz 3.



Rys. 2. Przebieg mocy czynnej robota dla stanu dynamicznego osi JT1



Rys. 3. Przebieg mocy czynnej robota dla stanu dynamicznego osi JT2

Podsumowanie

Wykonane badania pomiarowe mocy pobieranej przez robota przemysłowego wskazują na znaczne zróżnicowanie wartości mocy pobieranych przez silniki pracujące w poszczególnych osiach. Uwarunkowane jest to konstrukcją mechaniczną manipulatora robota, momentami obciążenia poszczególnych osi oraz mocami nominalnymi zastosowanych silników. Zróżnicowanie wartości mocy ma bezpośredni wpływ na energię pobieraną przez robota dla danego cyklu pracy. Tym samym umożliwia to analizę zużycia energii przy określonej trajektorii ruchu manipulatora realizowanej sekwencyjnie przez przemieszczenie poszczególnych osi robota. Zredukowanie zakresu ruchu kąтового dla osi charakteryzujących się większym zużyciem energii pozwala zmniejszyć całkowite zużycie energii dla danej trajektorii. Uwzględniając, że powtórzenie określonej trajektorii ruchu występuje kilkadziesiąt razy to uzyskana oszczędność energii może osiągać znaczące wartości.

Literatura

- [1] Li Y., Huang T., Chetwynd D. G.: An approach for smooth trajectory planning of high-speed pick-and-place parallel robots using quintic B-splines,” Mechanism and Machine Theory, vol. 126, pp. 479–490, 2018.
- [2] Mineo C., Pierce S. G., Nicholson P. I., Cooper I., Robotic path planning for non-destructive testing – A custom MATLAB toolbox approach, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 37, Elsevier, 2016, 1-12.

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” w latach 2019 - 2023 nr projektu 020/RID/2018/19 kwota finansowania 12 000 000 PLN

ULTRA-FAST RMS MEASUREMENT CARD

Michał OLESZEK¹, Tomasz ŁOBODIUK¹, Krzysztof KRÓL^{1,2}, Tomasz RYMARCZYK^{1,2}

¹ Research and Development Center, Netrix S.A, Lublin

² WSEI University, Lublin

System description

The paper presents a new approach to the problem of measuring the RMS value of voltage for AC signals in ECT and EIT systems. A critical element affecting the speed of tomographic systems is the measurement time of a single sample. Independent of the measurement method used (multi-channel or multiplexed), the time required to acquire a single image increases in proportion to (the number of channels x time of a single measurement). When monitoring non-static objects, the measurement speed is critical to obtain reliable results. A test board was developed and assembled to test the solution containing all the main components required for the measurement system.

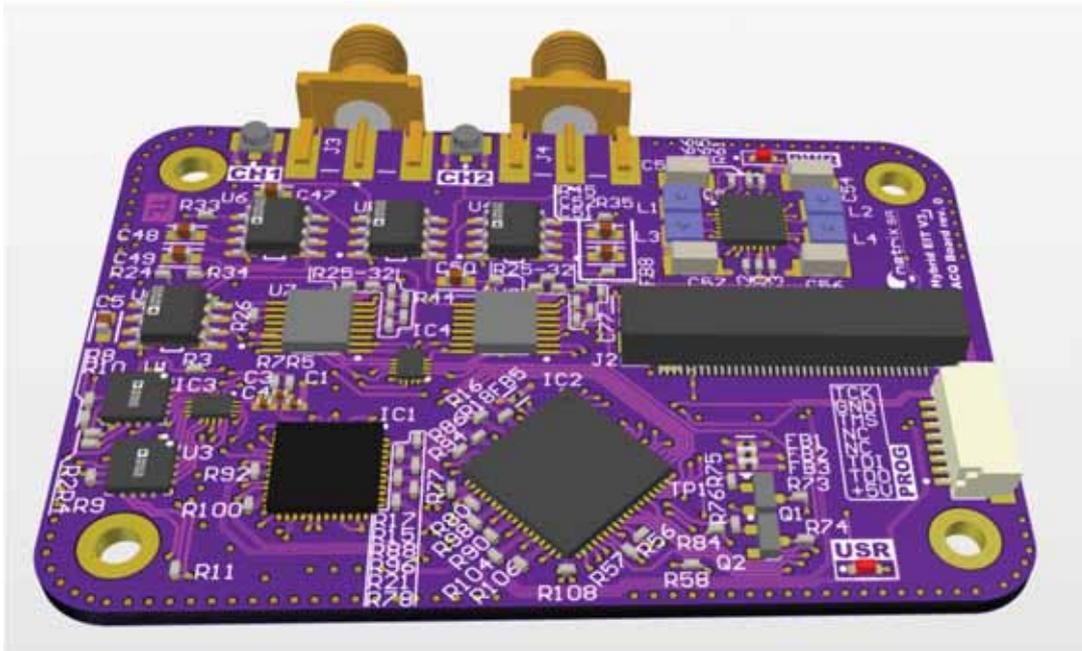


Fig. 1. ADC measurement board

From the point of view of obtaining fast and stable results of RMS voltage values, we consider two elements that have a major impact on the measurement time:

- object stabilisation time,
- measurement time.

In the case of stabilization was observed a significant effect of time stabilization of the level of the signal's DC component. Previously used analogue methods of separating the DC component worked very well for a long time of a single measurement. (measurement time longer than the filter system's confession time). Unfortunately, this approach to the problem forced the need to wait a long to stabilize the signal value, often tens - hundreds of signal periods. In addition, analogue DC filtering required separate appropriately selected switched filters for each measurement channel, which further complicated and made the design more expensive. As an alternative to such a solution was used a hybrid of a combination of high-pass analog filters and digital signal processing. In the aspect of maximum reduction of the duration of a single measurement, a

synchronous sampling mechanism was used so that the system calculates the RMS value of the signal already after the occurrence of a minimum of one period of the signal for the entire range of measured frequencies (1kHz – 500kHz). Depending on the assumed frequency of the measured signal, the ADC converter is automatically adjusted, allowing sampling in ranges from 10 - 125 Msps, 1kps in averaging mode.

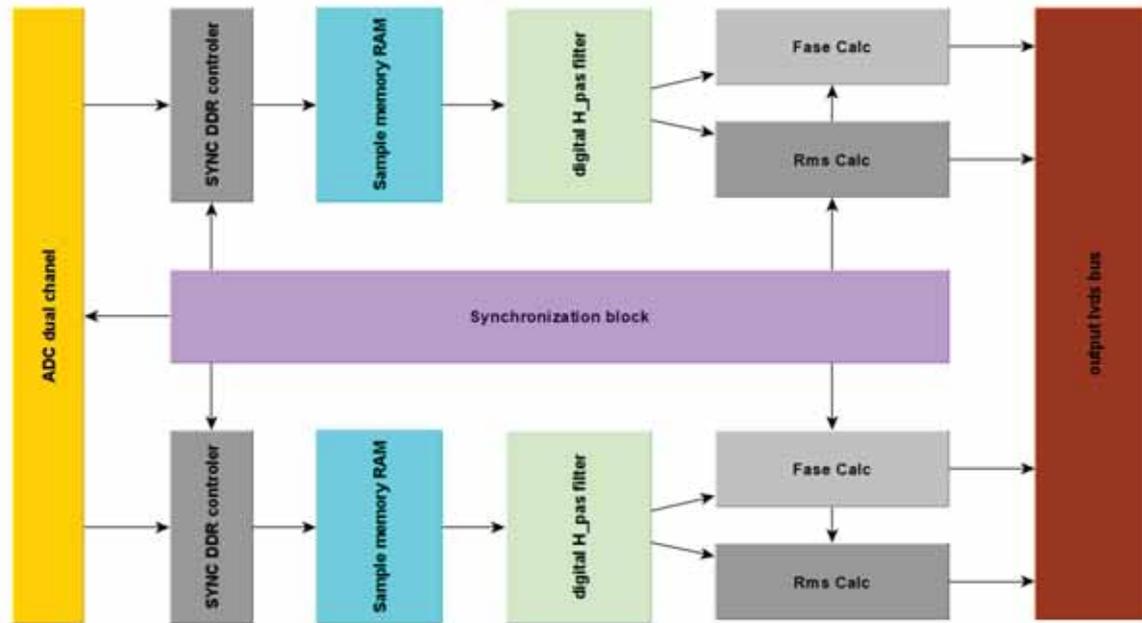


Fig. 2. Measurement Block diagram

In the project, the measurement element uses a dual analogue-to-digital converter from the Texas Instrument family coupled via four differential SLVDS buses to an FPGA chip from Lattice. In the VHDL programming layer, synchronization mechanisms were implemented, and data processing from the DDR controller was necessary for efficient data acquisition to digital value filtering and measurement blocks.

References

- [1] A. Adler and W. Lionheart, "Uses and abuses of EIDORS: An extensible software base for EIT", *Phys. Meas.*, vol. 27, pp. 25-42, 2006.
- [2] M. S. Beck, M. Byars, T. Dyakowski, R. Waterfall, R. He, S. J. Wang, et al., "Principles and Industrial Applications of Electrical Capacitance Tomography Measurement and Control", vol. 30, no. 7, September 1997.
- [3] L. Borcea L, "Electrical impedance tomography Inverse Problems", vol. 18, pp. 99-136, 2002.
- [4] K. Chaniecki, Z. A. Romanowski, J. Nowakowski and M. Niedostatkiewicz, "Application of twin-plane ECT sensor for identification of the internal imperfections inside concrete beams Grudzien", *IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference*, pp. 7520512, 2016-July.
- [5] J. Dušek, D. Hladký and J. Mikulka, "Electrical Impedance Tomography Methods and Algorithms Processed with a GPU", *PIERS Proceedings*, pp. 1710-1714, 2017.
- [6] H. Garbaa, L. Jackowska-Strumiłło, K. Grudzień and A. Romanowski, "Application of electrical capacitance tomography and artificial neural networks to rapid estimation of cylindrical shape parameters of industrial flow structure", *Arch. Electr. Eng.*, vol. 65, no. 4, pp. 657-669, Dec. 2016.
- [7] D. Holder, "Introduction to biomedical electrical impedance tomography Electrical Impedance Tomography Methods History and Applications", *Bristol Institute of Physics*, 2005.
- [8] J. Kryszyn, D. M. Wanta and W. T. Smolik, "Gain Adjustment for Signal-to-Noise Ratio Improvement in Electrical Capacitance Tomography System EVT4", *IEEE Sens. J.*, vol. 17, no. 24, pp. 8107-8116, Dec. 2017.
- [9] T. Rymarczyk and G. Klosowski, "Innovative methods of neural reconstruction for tomographic images in maintenance of tank industrial reactors", *Eksploatacja i Niezawodność–Maintenance and Reliability*, vol. 20, no. 3, pp. 425-434, 2019.

MEASUREMENT ISSUES OF HIGH-SIDE AC CURRENTS

Michał OLESZEK¹, Tomasz ŁOBODIUK¹, Krzysztof KRÓL^{1,2},
Tomasz RYMARCZYK^{1,2}, Jakub SZUMOWSKI¹

¹ Research and Development Center, Netrix S.A, Lublin

² WSEI University, Lublin

System description

This paper presents a new approach to performing measurements in hybrid ECT and EIT. A new scheme of performing measurements has been used in AC constant current source. Several feedback methods were tested during development.

All presented solutions are based on a high-side AC measurement scheme. The main problem of this approach is the occurrence of large common mode voltage at the shunt resistor. Traditional DC high-side current measurement methods do not apply here because AC common mode signal is imposed at measured voltage. The first construction was made using a current transformer and secondary side shunt, but it presented some problems with bandwidth which were hard to mitigate because of the circuit's non-linear frequency-transfer ratio response.

The second approach incorporated op amp with optoisolation. This type of construction has an advantage over the transformer version in case of frequency response. Operational amplifiers are much less susceptible to non-linearities in the frequency domain. A device used contains Analog to Digital converter, digital magnetic coupling and digital to analogue converter on the primary side in a single integrated circuit. This type of construction adds a delay between the primary and secondary sides. When used in feedback, delay can deform waveforms at higher frequencies. Two approaches were made to mitigate other problems related to the optoisolated operational amplifier, but in the end, the design was successful, and the circuit is operational at the designed bandwidth from 1kHz to 10kHz. Problems related to optoisolated op amp are mainly because of the switching converter used to power the secondary side, capacitance added between primary and secondary side added offset to measured current. Another problem is the high-frequency noise generated by the converter. The third approach tried to mitigate noise issues in the previous version. This iteration incorporated op amps with wider bandwidth and lower offset voltage. Additionally, power rails filtering was improved with LC low pass filters at critical load nodes. These changes resulted in a lower noise floor. However, lowered noise floors resulted in the exposure of other noise sources of the system, such as sampling of the isolated op-amp.

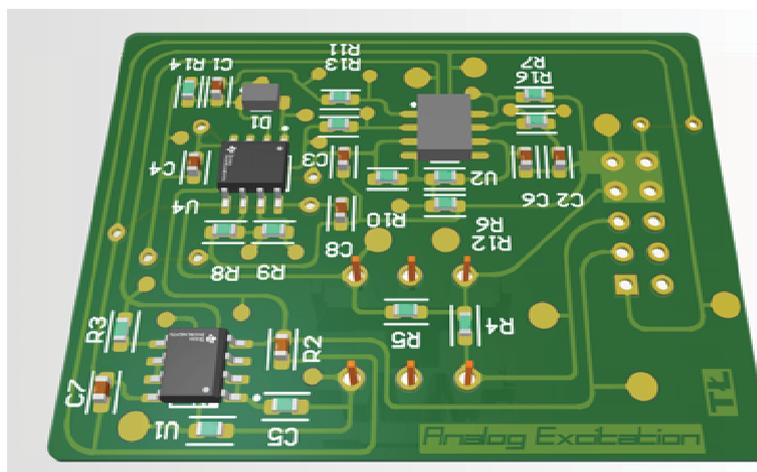


Fig. 1. PCB Visualisation of the first version, transformer coupled excitation circuit.

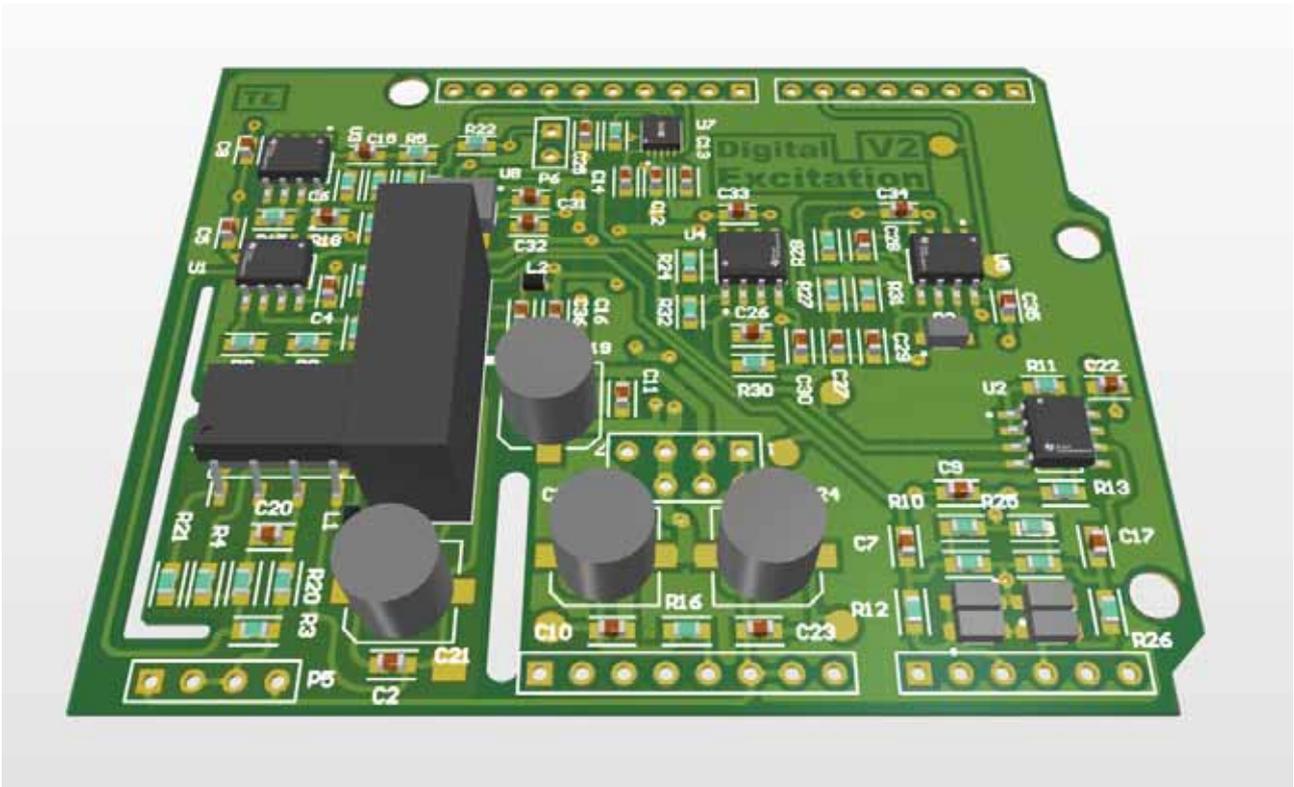


Fig. 2. PCB Visualisation of the second prototype.

References

- [1] A. Adler and W. Lionheart, "Uses and abuses of EIDORS: An extensible software base for EIT", *Phys. Meas.*, vol. 27, pp. 25-42, 2006.
- [2] M. S. Beck, M. Byars, T. Dyakowski, R. Waterfall, R. He, S. J. Wang, et al., "Principles and Industrial Applications of Electrical Capacitance Tomography Measurement and Control", vol. 30, no. 7, September 1997.
- [3] L. Borcea L, "Electrical impedance tomography Inverse Problems", vol. 18, pp. 99-136, 2002.
- [4] K. Chaniecki, Z. A. Romanowski, J. Nowakowski and M. Niedostatkiewicz, "Application of twin-plane ECT sensor for identification of the internal imperfections inside concrete beams Grudzien", *IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference*, pp. 7520512, 2016-July.
- [5] J. Dušek, D. Hladký and J. Mikulka, "Electrical Impedance Tomography Methods and Algorithms Processed with a GPU", *PIERS Proceedings*, pp. 1710-1714, 2017.
- [6] H. Garbaa, L. Jackowska-Strumiłło, K. Grudzień and A. Romanowski, "Application of electrical capacitance tomography and artificial neural networks to rapid estimation of cylindrical shape parameters of industrial flow structure", *Arch. Electr. Eng.*, vol. 65, no. 4, pp. 657-669, Dec. 2016.
- [7] K. Grudzien, A. Romanowski, Z. Chaniecki, M. Niedostatkiewicz and D. Sankowski, "Description of the silo flow and bulk solid pulsation detection using ECT", *Flow Measurement and Instrumentation*, vol. 21, no. 3, pp. 198-206, 2010.
- [8] D. Holder, "Introduction to biomedical electrical impedance tomography Electrical Impedance Tomography Methods History and Applications", *Bristol Institute of Physics*, 2005.
- [9] J. Kryszyn, D. M. Wanta and W. T. Smolik, "Gain Adjustment for Signal-to-Noise Ratio Improvement in Electrical Capacitance Tomography System EVT4", *IEEE Sens. J.*, vol. 17, no. 24, pp. 8107-8116, Dec. 2017.
- [10] T. Rymarczyk and G. Kłosowski, "Innovative methods of neural reconstruction for tomographic images in maintenance of tank industrial reactors", *Eksploracja i Niezawodność–Maintenance and Reliability*, vol. 20, no. 3, pp. 425-434, 2019.

WPŁYW ZJAWISKA NASKÓRKOWOŚCI NA IMPEDANCJĘ CIENKICH ŚCIEŻEK PRZEWODZĄCYCH

Stanisław PAWŁOWSKI¹, Jolanta PLEWAKO², Ewa KORZENIEWSKA³

¹ Politechnika Rzeszowska, Zakład Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych,

² Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki,

³ Politechnika Łódzka, Instytut Systemów Inżynierii Elektrycznej,
Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki

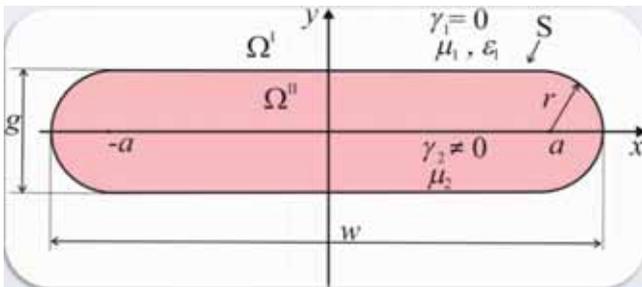
Wstęp

Praca jest kontynuacją badań dotyczących cienkich ścieżek przewodzących wytwarzanych metodą PVD na materiałach tekstylnych [1 – 5]. Badania te koncentrowały się na zagadnieniach wpływu defektów w ścieżkach przewodzących, pojawiających się w procesie ich wytwarzania oraz użytkowania, na przepływ prądu stałego. W przypadku prądów zmiennych wysokich częstotliwości istotną rolę zaczynają odgrywać zjawiska naskórkowości oraz zbliżenia, mogące mieć zasadniczy wpływ na przewodnictwo elektryczne ścieżek.

W niniejszej pracy analizowany jest wpływ zjawiska naskórkowości na rezystancję, indukcyjność oraz impedancję cienkich warstw przewodzących. Badania przeprowadzono na drodze numerycznych symulacji rozkładów pól elektromagnetycznych metodą rozwiązań fundamentalnych.

Sformułowanie zagadnienia

Rozważamy nieskończenie długi, prostoliniowy przewód o stałym przekroju poprzecznym o owalnym kształcie, zanurzony w jednorodnym obszarze dielektrycznym (Rys. 1.).



Rys. 1. Przekrój ścieżki przewodzącej (analizowany model)

Zakłada się, że:

1. parametry materiałowe (μ , ε , γ) układu są stałe,
2. wektor gęstości prądu jest równoległy do osi przewodu (OZ) i sinusoidalnie zmienny w czasie,
3. w obszarze przewodzącym Ω^{II} pominięto prądy przesunięcia Maxwella.

Przy przyjętych założeniach jedyną niezerową składową zespolonego potencjału wektorowego A jest składowa z-owa, spełniająca w obszarach Ω^{I} , Ω^{II} równanie:

$$\Delta A = \Gamma^2 A \quad (1)$$

przy czym w Ω^{I} $\Gamma = \omega\sqrt{\mu_1\varepsilon_1}$ zaś w Ω^{II} : $\Gamma = \sqrt{j\omega\gamma_2\mu_2}$

oraz warunki ciągłości na powierzchni granicznej S:

$$A^{\text{I}} = A^{\text{II}}, \quad \mu_r B_s^{\text{I}} = B_s^{\text{II}} \quad (2)$$

gdzie indeks s oznacza składową styczną do powierzchni S.

Metoda rozwiązania

W celu rozwiązania opisanego zagadnienia zastosowano Metodę Rozwiązań Fundamentalnych (MRF). Poszukiwane funkcje potencjału wektorowego przedstawiono w następującej postaci:

$$A^I(x, y) = A_0(x, y) + \sum_{i=1}^N q_i^I H_0^{(2)} \left(\Gamma \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2} \right), \quad (x, y) \in \Omega^I, (x_i, y_i) \notin \Omega^I \quad (3)$$

$$A^{II}(x, y) = \sum_{i=1}^N q_i^{II} K_0 \left(\Gamma \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2} \right), \quad (x, y) \in \Omega^{II}, (x_i, y_i) \notin \Omega^{II} \quad (4)$$

gdzie:

$A_0(x, y)$ - potencjał pochodzący od prądu, o stałej gęstości, płynącego w przewodzącej warstwie (pole pierwotne), Postulując spełnienie warunków (2) w N równomiernie rozłożonych punktach na powierzchni granicznej S otrzymuje się liniowy układ równań dla parametrów q_i^I, q_i^{II} , po rozwiązaniu którego i podstawieniu do (3, 4) otrzymuje się poszukiwane rozwiązanie.

Pole elektromagnetyczne w obszarze Ω^I wyznacza się następnie na podstawie zależności:

$$\mathbf{E} = j\omega \mathbf{A}, \quad \mathbf{B} = \text{rot } \mathbf{A}, \quad \mathbf{J} = \gamma \mathbf{E} \quad (5)$$

Na podstawie (5) można obliczyć amplitudę zespoloną prądu oraz moc czynną i bierną na jednostkę długości ścieżki przewodzącej:

$$I_m = \iint_S \mathbf{J} dS, \quad P = \frac{1}{\gamma} \iint_S |\mathbf{J}|^2 dS, \quad Q = \frac{\omega}{\mu} \iint_S |\mathbf{B}|^2 dS \quad (6)$$

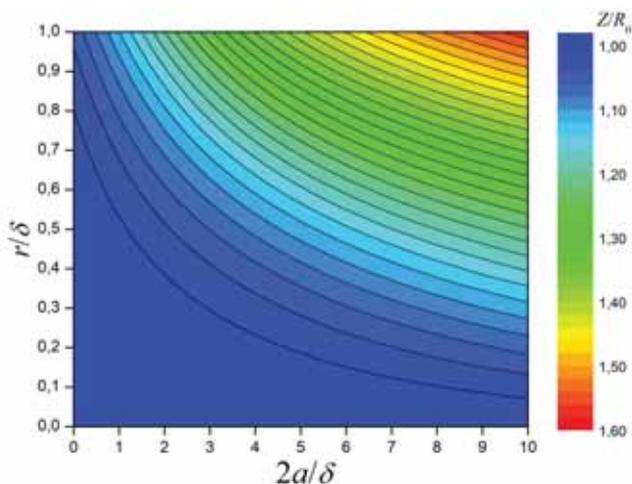
a stąd rezystancję oraz reaktancję indukcyjną:

$$R = \frac{2P}{|I_m|^2}, \quad X_L = \frac{2Q}{|I_m|^2} \quad (7)$$

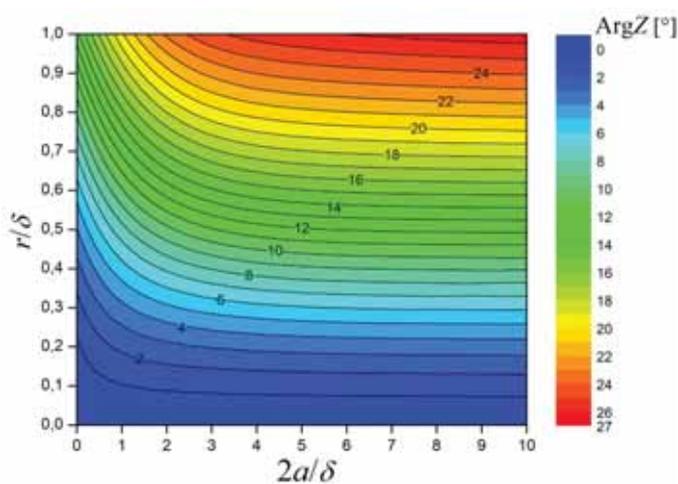
Na podstawie powyższych wzorów sporządzono program numeryczny do obliczania rozkładu harmonicznego pola przepływowego w warstwie przewodzącej oraz jej impedancji Z .

Rezultaty obliczeń

Na rysunkach 2-3 przedstawiono przykładowe rezultaty obliczeń impedancji warstw przewodzących w zależności od ich rozmiarów geometrycznych (r, a) w odniesieniu do głębokości wnikania pola (δ).



Rys. 2. Wpływ zjawiska naskórkowości na impedancję ścieżki przewodzącej, R_0 – wartość rezystancji dla jednorodnego przepływu prądu



Rys. 3. Wpływ zjawiska naskórkowości na kąt przesunięcia fazowego

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 2020 *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] Pawłowski S., Plewako J., Korzeniewska E.: Analiza rozkładu pola przepływowego w cienkiej warstwie przewodzącej z defektem eliptycznym 2019 *Przegląd Elektrotechniczny* 96 (1) 234-237 doi: 10.15199/48.2020.01.53.
- [5] Pawłowski S., Solution of boundary value problem approximated by fundamental solutions, *Journal of Technical Physics*, 34 (1993), nr 2, pp.161-172.

ANALIZA WPŁYWU WYMIARÓW I LICZBY DEFECTÓW NA REZYSTANCJĘ CIENKICH ŚCIEŻEK PRZEWODZĄCYCH

Stanisław PAWŁOWSKI¹, Jolanta PLEWAKO²,
Ewa KORZENIEWSKA³, Anna SZLACHTA⁴

¹ Politechnika Rzeszowska, Zakład Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych,

² Politechnika Rzeszowska, Katedra Energoelektroniki i Elektroenergetyki,

³ Instytut Systemów Inżynierii Elektrycznej, Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki
i Automatyki, Politechnika Łódzka,

⁴ Politechnika Rzeszowska, Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych

Wstęp

Cienkie ścieżki przewodzące są powszechnie stosowane w elektronice, mikroelektronice oraz w produkcji półprzewodników. Analiza wpływu wymiarów i liczby defektów na rezystywność cienkich ścieżek przewodzących jest istotnym zagadnieniem w dziedzinie inżynierii materiałowej i elektroniki. Wyniki takich badań pozwalają na wybór odpowiedniej konstrukcji cienkiej ścieżki, co z kolei wpływa na jej funkcjonalność i efektywność w różnych aplikacjach przemysłowych i naukowych.

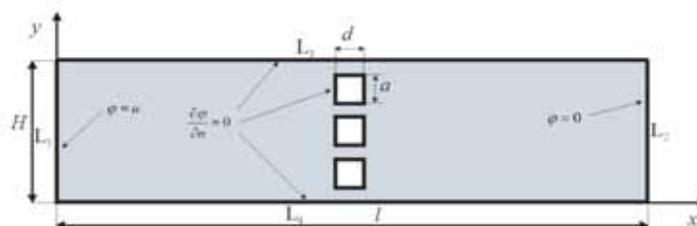
W [1], na drodze symulacji, analizowany jest wpływ nieskończonej liczby defektów współliniowych, umiejscowionych poprzecznie do kierunku przyłożonego pola elektrycznego na zwiększenie rezystancji ścieżki. Stwierdzono, że wzrost ten spowodowany defektami współliniowymi zależy nie tylko od ich całkowitej długości, ale także od 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, polegająca na przyjęciu założenia o nieskończonej liczbie defektów.

W niniejszej pracy analizowane jest analogiczne zagadnienie, lecz bez takiej idealizacji, tzn. że analizowane defekty mają kształt prostokątów o jednakowej szerokości (d).

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.

Przy tych założeniach: $\mathbf{E} = -\text{grad } \varphi$, $\Delta \varphi = 0$, 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).



Rys. 1. Model ścieżki przewodzącej ze współliniowymi prostokątnymi defektami

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 .

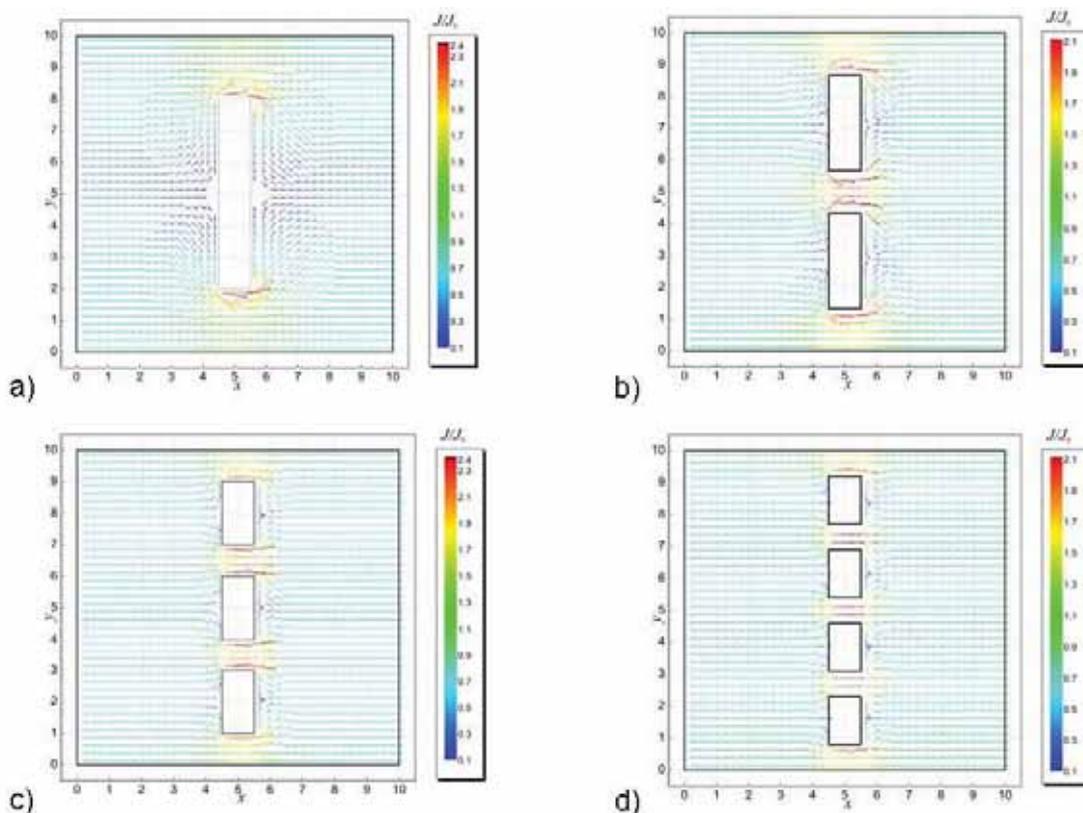
R – odległość pomiędzy dowolnym punktem analizowanego obszaru a bieżącym punktem całkowania, α – kąt między linią łączącą te punkty a kierunkiem normalnym linii brzegowej.

Funkcje gęstości potencjału znajduje się na podstawie warunków brzegowych. Szczegółowy opis procedury obliczeń przedstawiono w [1].

Na podstawie powyższych wzorów sporządzono program numeryczny do obliczania rozkładu pola przepływowego w warstwie przewodzącej oraz jej rezystancji.

Rezultaty obliczeń

Na rysunkach 2a – 2d przedstawiono przykładowe rezultaty obliczeń impedancji warstw przewodzących w zależności od ich rozmiarów geometrycznych (r, a) w odniesieniu do głębokości wnikania pola (δ).



Rys. 2. Rozkład gęstości pola elektrycznego w zależności od liczby prostokątnych defektów

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 2020 *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] Pawłowski S., Plewako J., Korzeniewska E.: Analiza rozkładu pola przepływowego w cienkiej warstwie przewodzącej z defektem eliptycznym 2019 *Przegląd Elektrotechniczny* 96 (1) 234-237 doi: 10.15199/48.2020.01.53.

OPTIMIZING ENERGY EFFICIENCY OF DIELECTRIC MATERIALS' ELECTRODISCHARGE DISPERSION

Serhii PETRYCHENKO¹, Krzysztof PRZYSTUPA², Antonina MALIUSHEVSKA¹,
Olena MITRYASOVA³, Orest KOCHAN^{4,5}

¹ Institute of Pulse Processes and Technologies, Mykolaiv, Ukraine

² Lublin University of Technology, Poland

³ Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine

⁴ Hubei University of Technology, Wuhan, China

⁵ Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Electric discharge is an effective tool for multilevel disintegration of dielectric materials in various working fluids and obtaining coarse and fine suspensions. The course of electric discharge destruction is significantly affected by all phenomena that occur during an electric discharge in a liquid: a shock wave generated by the discharge channel, a pulsating post-discharge gas-vapor cavity, high temperature of the discharge channel plasma and its light radiation, pulsed electromagnetic fields. In addition, each of these factors has a decisive effect in certain destruction operations, for example, in coarse crushing the decisive factor is the shock wave and in fine dispersion - cavitation processes.

The researchers in [1] experimentally established the mode of electric discharge processing of water-coal fuel components to obtain a stable suspension and proposed the method for calculating the productivity of brown coal grinding by the electric discharge method. The parameters that affect the grinding productivity are selected, but the dynamic change of the electrical conductivity of working fluid during the grinding of the material is not taken into account. The authors of [2] converged to the conclusion that the set of parameters of the electric discharge circuit for each specific type of electrohydraulic installation must be selected individually by experiment, and this is a very burdensome and labor-intensive process.

Fine dispersion of non-metallic materials in various working fluids is especially in demand in the processing of biosubstrates (peat, sapropel, brown coal) to obtain suspensions, which in themselves are already an excellent fertilizer, and also serve as the starting material for the extraction of valuable substances [3-5]. However, it is necessary to optimize such a called-for process with respect to energy consumption and to eliminate the excess force of the electric discharge effect on the material.

The aim of the research is to develop a reliable and simple method for choosing the parameters of the electric discharge influence for the dispersion of non-metallic materials in a working fluid determined by the technological process.

Modeling the process of dispersion of dielectric materials in a liquid by the electric discharge method, it was believed that it is necessary and sufficient to provide pressure at the front of the shock wave compression wave, which is equal to or greater than the compressive strength of the material being processed. In [6], it was assumed that this pressure depends on the charging voltage, the capacity of the energy storage device, the inductance of the discharge circuit, the length of the discharge gap, and the distance from the axis of the discharge channel to the object of disintegration. The calculation method developed by us takes into account these and also a set of other parameters and characteristics: the critical initial electric field strength, the specific electrical conductivity of the liquid, the radius of the electrode-point, the energy in a single pulse, the discharge mode and the conditions for discharge implementation.

To form a discharge, the initial maximum electric field strength near the electrode tip must exceed a certain critical value, which depends, among other things, on the electrical conductivity of the liquid working medium. The model for determining the hydrodynamic parameters of the electric discharge action [7] is based on theoretical and empirical estimates of the energy balance in the discharge channel, the pressure amplitude in the discharge channel (using energy and kinematic parameters), the maximum power and the duration of the first half-wave of current. For the purposes of this work, the final dependences from [7] were used, which make it possible to determine the pressure amplitude in the discharge channel and in the equatorial plane in the liquid at a given distance using auxiliary approximation and scaling functions.

The order of calculations according to the method is algorithmized, the vectorization of parameters according to the options for their combination is proposed. For the software implementation of the algorithm, Mathcad version 15 was chosen, which contains programming tools similar in syntax to Turbo Pascal-based integrated development environments, such as Lazarus or Delphi. The program consists of four program blocks (cycles). In the first cycle, a combination of the parameters of the electric discharge circuit is determined for a given range of energies in a pulse; in the second cycle, the appropriate lengths of the electric discharge gaps are determined and the parameters of the electric discharge circuit are refined; the third cycle controls the initial electric field strength and once again refines the parameters of the electric discharge circuit; and the fourth one calculates the coefficients of auxiliary approximation functions to determine the pressure at a given distance from the discharge channel.

Validation of the proposed method for determining the parameters of electric discharge dispersion was carried out on the example of grinding brown coal in water. The electrical circuit of the experimental installation was designed according to the classical scheme, the operating voltage across the discharge gap varied from 25 to 50 kV, the capacity of the storage unit was from 1 to 4 μF . Electric discharge dispersion was carried out in a reactor, the body of which was made in the form of a vertically located steel cylinder with a hemispherical bottom and equipped with a flat steel lid. A positive high-voltage electrode was vertically fixed in the lid, and the bottom of the reactor served as a counter electrode. The condition was set to create a compression wave with a pressure amplitude approximately equal to the mechanical crushing strength of brown coal (averaged value of strength along the fibers 15.9 MPa), using an expanding channel of electric discharge, at a distance of the inner radius of the reactor. An experimental verification of the proposed method for choosing the parameters showed that after passing 200 pulses with an energy of 1250 J per pulse, brown coal particles with an equivalent radius of 10 to 100 μm predominate in the suspension. According to [1, 2], achieving such fineness of brown coal by the electric discharge method would require processing the water-coal mixture with at least a thousand discharge pulses, thus, there is a fivefold decrease in the energy expended to obtain the desired result of electric discharge grinding. The proposed method has reserves in terms of increasing the electrotechnological factors taken into account for the implementation of an effective process of electric discharge dispersion of dielectric materials.

Literature

- [1] Rizun, A. R., Denisyuk, T. D., Golen', Y. V., Kononov, V. Y., & Rachkov, A. N. (2011). Electric discharge disintegration and coal desulphurization in the manufacture of water-coal fuel. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 47, 100-102.
- [2] Rizun A.R., Golen Yu. V., Denisyuk T. D. 2003. The technique of computing the parameters of apparatus for destructing nonmetal materials by electric discharge. *Electronic processing of materials*, 2003, 4, 74-84. (In Russian).
- [3] Malyshevskii, P.P., Malyshevskaya, A.P. 2020. Optimization of the Process of the Fine Electric Discharge Dispersion. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, 2020, v. 56, № 3, p. 400–406.
- [4] Malyshevskaya, A., Koszelnik, P., Yushchishina, A., Mitryasova O., Gruca-Rokosz, R. 2022. Green Approach to Intensify the Extraction Processes of Substances from Plant Materials. *Journal of Ecological Engineering*, 2022, 23(7), p. 197–204.
- [5] Malyshevskaya, A., Koszelnik, P., Yushchishina, A., Mitryasova, O., Mats, A., Gruca-Rokosz R. Eco-friendly Principles on the Extraction of Humic Acids Intensification from Biosubstrates. *Journal of Ecological Engineering*, 2023; 24(2), 317-327.
- [6] Barbashova, G.A. Mathematical model for the determination of the extension rate of a cylindrical cavity and of the pressure inside it from the given radius. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*. 2012, vol. 48(4), pp. 339–342.
- [7] Vovchenko A.I., Shomko V.V., Barbashova G.A., Kamenskaya L.A. Investigation of hydrodynamic processes at multi-pulse power input into the channel of an electric discharge in liquid. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*. 2014, vol. 50(1), pp. 72–77.

MODELOWANIE SILNIKA BLDC Z UWZGLĘDNIENIEM RÓŻNYCH APROKSYMACJI PRZEBIEGU SIŁY PRZECIWELEKTROMOTORYCZNEJ

Andrzej POPENDA

Politechnika Częstochowska, Częstochowa

Wstęp

Silniki BLDC, które osiągają duże prędkości obrotowe i duże gęstości mocy, znajdują szerokie zastosowanie w przemyśle. Dokładne określenie momentu obrotowego silnika BLDC, który zależy od przebiegu siły przeciwelektromotorycznej (SPEM) indukowanej w uzwojeniach fazowych, jest bardzo ważnym czynnikiem przy projektowaniu układu napędowego silnika. W konwencjonalnym modelu symulacyjnym przyjmuje się przybliżenie rzeczywistego przebiegu SPEM do idealnego przebiegu trapezowego. Ale ponieważ kształty żłobka, skosu i magnesu silnika mogą być różne w zależności od celów projektowych, rzeczywisty przebieg SPEM może odbiegać od idealnego przebiegu trapezowego, co jest przyczyną występowania błędów w wynikach symulacji komputerowej. W tym artykule zaproponowano formuły aproksymacyjne SPEM, zdefiniowane na podstawie przykładowych przebiegów zmierzonych. Następnie zbadano wpływ różnych aproksymacji na zachowanie silnika w stanie ustalonym i nieustalonym, posiłkując się opracowanym wcześniej modelem matematycznym silnika BLDC [1].

Aproksymacja siły przeciwelektromotorycznej

Jak wspomniano we wstępie, w komputerowych narzędziach symulacyjnych, stosowanych do numerycznej analizy elektrycznych układów napędowych z silnikami BLDC, zazwyczaj wykorzystuje się aproksymację SPEM do idealnego przebiegu trapezowego. Matematyczną formułą pozwalającą opisać tę aproksymację w przypadku silnika o trzech pasmach fazowych zaproponowano w [1]:

$$\mathbf{e} = N_p \Psi_p \omega_m \mathbf{f} \quad (1)$$

gdzie: $\mathbf{f} = [f_a(\theta_e) f_b(\theta_e) f_c(\theta_e)]^T$, Ψ_p jest strumieniem skojarzonym z uzwojeniem silnika, wzbudzonym przez magnesy trwale wirnika, ω_m jest prędkością kątową wirnika, N_p jest liczbą par biegunów. W celu aproksymacji funkcji f_a, f_b, f_c można zastosować następujące zależności:

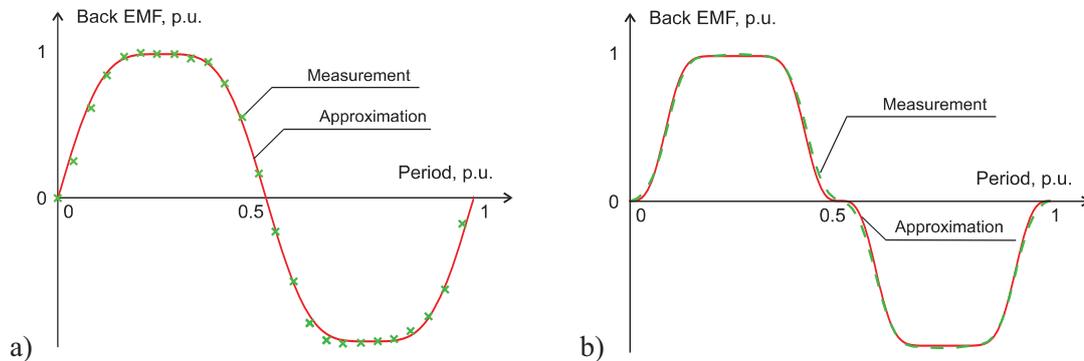
$$f_a(\theta_e) = k_f \sin \theta_e \cap |f_a(\theta_e)| \leq 1, \quad f_b(\theta_e) = k_f \sin \left(\theta_e - \frac{2\pi}{3} \right) \cap |f_b(\theta_e)| \leq 1$$
$$f_c(\theta_e) = k_f \sin \left(\theta_e - \frac{4\pi}{3} \right) \cap |f_c(\theta_e)| \leq 1 \quad (2)$$

gdzie: $k_f = 2$, $\theta_e = N_p \theta_m$, $\theta_e \in [0^\circ; 360^\circ)$, θ_m jest kątem obrotu wirnika. Tymczasem w źródłach literaturowych niejednokrotnie raportowano nieprecyzyjność takiej aproksymacji względem rzeczywistego przebiegu SPEM. W pracy [2] zwrócono uwagę na wpływ kształtu żłobka, skosu i magnesu silnika BLDC, które mogą być różne w zależności od celów projektowych, dlatego rzeczywisty przebieg SPEM może odbiegać od idealnego przebiegu trapezowego. W pracy [3] zaprezentowano wyniki pomiaru SPEM wysokoobrotowego silnika BLDC z kłowymi biegunami wirnika. Wyniki tego pomiaru w postaci punktów pokazano na rysunku 1a. Na tym samym rysunku pokazano również proponowaną aproksymację SPEM (linia ciągła) zgodnie z następującą formułą:

$$f_a = \sin \left(\frac{\pi}{2} \sin \theta_e \right), \quad f_b = \sin \left(\frac{\pi}{2} \sin \left(\theta_e - \frac{2\pi}{3} \right) \right), \quad f_c = \sin \left(\frac{\pi}{2} \sin \left(\theta_e - \frac{4\pi}{3} \right) \right) \quad (3)$$

Porównanie proponowanej aproksymacji z punktami pomiarowymi pokazuje dobre odwzorowanie rzeczywistych wartości. W pracy [4] zaprezentowano zmierzony przebieg SPEM silnika BLDC małej mocy. Przebieg ten (linia przerywana) wraz z proponowaną aproksymacją według następującej formuły (linia ciągła) pokazano na rysunku 1b.

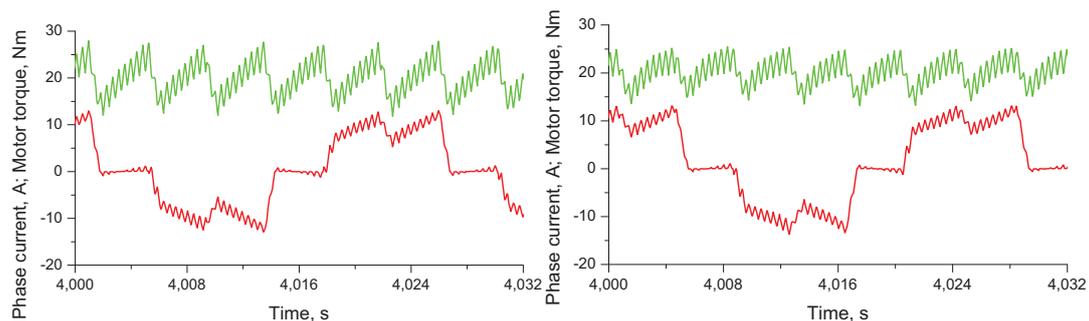
$f_a = \sin\left(\frac{\pi}{2} \sin^p\left(\frac{\pi}{2} \sin \theta_e\right)\right)$, $f_a = \sin\left(\frac{\pi}{2} \sin^p\left(\frac{\pi}{2} \sin\left(\theta_e - \frac{2\pi}{3}\right)\right)\right)$, $f_a = \sin\left(\frac{\pi}{2} \sin^p\left(\frac{\pi}{2} \sin\left(\theta_e - \frac{4\pi}{3}\right)\right)\right)$ (4)
gdzie $p = m/n$, m i n są liczbami nieparzystymi. Do bieżącej aproksymacji przyjęto $m = 17$ i $n = 5$. I w tym przypadku aproksymacja dobrze odzwierciedla rzeczywisty przebieg SPEM.



Rys. 1. Przebiegi siły przeciwelektromotorycznej, zmierzonej i aproksymowanej według formuł (3) i (4)

Wybrane wyniki

W badaniach symulacyjnych uwzględniono następujące parametry znamionowe silnika BLDC: 4 kW, 400 V, 1500 obr./min, 11,5 A, 0,025 kgm², $R_s = 0,5$ Ohm, $L_{ar} = 7,4$ mH, $L_{\sigma} = 1,6$ mH, $N_p \omega_n \Psi_p = 170$ V. Silnik obciążano momentem znamionowym. Na rysunku 2 pokazano wybrane przebiegi czasowe silnika BLDC sterowanego bez zamkniętych obwodów regulacji prądu i prędkości kątowej.



Rys. 2. Przebiegi momentu i prądu fazowego silnika BLDC odpowiadające aproksymacji SPEM według (2) i (3)

Wnioski

Trapezowej aproksymacji SPEM towarzyszą tętnienia momentu obrotowego o największej amplitudzie we wszystkich stanach pracy silnika, natomiast podczas rozruchu taki silnik pobiera prąd o najmniejszej amplitudzie, a po zakończeniu rozruchu ustalona prędkość obrotowa jest najmniejsza. Różne aproksymacje SPEM nie wpływają natomiast w sposób zasadniczy na dynamikę zespołu napędowego z silnikiem BLDC. Powyższe spostrzeżenia oparto na pełnym zestawie wyników badań.

Literatura

1. Popenda A., Modelling of BLDC motor energized by different converter systems, *Przegląd Elektrotechniczny*, R. 94 NR 1/2018, 81-84
2. Jeon Y.S., Mok H.S., Choe G.H., Kim D.K., Ryu J.S., A New Simulation Model of BLDC Motor With Real Back EMF Waveform, *7th Workshop on Computers in Power Electronics (COMPEL 2000)*, Blacksburg, VA, USA, 16-18 July 2000, 217-220
3. Huang Y., Zhu J., Guo Y., Hu Q., Development of a High-Speed Claw Pole Motor with Soft Magnetic Composite Core, *IEEE International Electric Machines & Drives Conference (IEMDC'07)*, IEEE International, Antalya, Turkey, 3-5 May 2007, Vol. 2, 1564-1568
4. Goryca Z., Bezszytkowe silniki prądu stałego – konstrukcje i sterowanie, *Automatyka – Elektryka – Zakłócenia*, nr 3/2013, 56-63

DOBÓR OPTIMALNEJ KONFIGURACJI SIECI NEURONOWEJ PRZY ODTWARZANIU PRĘDKOŚCI SILNIKA BLDC

Andrzej POPENDA ¹, Marcjan NOWAK ¹, Arkadiusz WINTER ²

¹ Politechnika Częstochowska, Katedra Elektroenergetyki

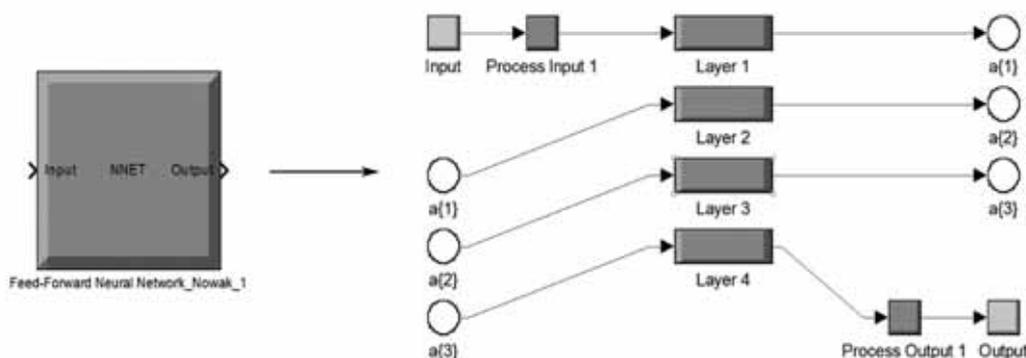
² AWICAM Arkadiusz Winter

Wstęp

Najczęściej odtwarzanie prędkości kątowej silników elektrycznych realizowane jest z wykorzystaniem obserwatorów, które w procesie obliczeniowym wykorzystują mierzone prądy i napięcia oraz ich zależności matematyczne. W literaturze naukowej często równania, które opisują obserwator prędkości silnika jako dane wejściowe przyjmują mierzone lub odtworzone napięcia zasilające silnik oraz mierzone prądy fazowe po transformacji Clarke (układ $\alpha\beta 0$) lub Parka (układ $dq0$). W przypadku, gdy nie są dostępne szczegółowe dane dotyczące parametrów silnika prostszym w implementacji jest obserwator, który przyjmuje wartości w układzie $\alpha\beta 0$. Warto podkreślić, iż poprawna praca obserwatora zależy w dużym stopniu od poprawnie zdefiniowanych parametrów silnika.

W przypadku silnika BLDC często wykorzystywana jest siła elektromotoryczna indukowana w niezasilonym uzwojeniu silnika do odpowiedniego sterowania przekształtnikiem napięcia. Problem pojawia się przy prędkościach poniżej kilkunastu radianów na sekundę, gdy wartość siły elektromotorycznej jest niewielka. W tym przypadku opieranie się jedynie na wyżej wymienionej właściwości, może powodować zaburzenia w pracy silnika, które objawiają się w postaci tętnień prędkości oraz momentu elektromagnetycznego.

Sieci neuronowe zyskują coraz większą popularność w algorytmach bezczujnikowego pomiaru prędkości. W układach elektromechanicznych, w których zastosowanie konwencjonalnych układów pomiarowych jest utrudnione lub niemożliwe ze względu na ciężkie warunki pracy związane przykładowo z wysoką temperaturą lub innymi czynnikami zewnętrznymi, najczęściej prędkość jest odtwarzana. Rozwój układów mikroprocesorowych, zwiększenie mocy obliczeniowych, implementacja sprzętowych bloków wykonujących arytmetykę zmiennoprzecinkową itp. umożliwia wykorzystanie zaawansowanych metod do odtwarzania parametrów silnika elektrycznego.



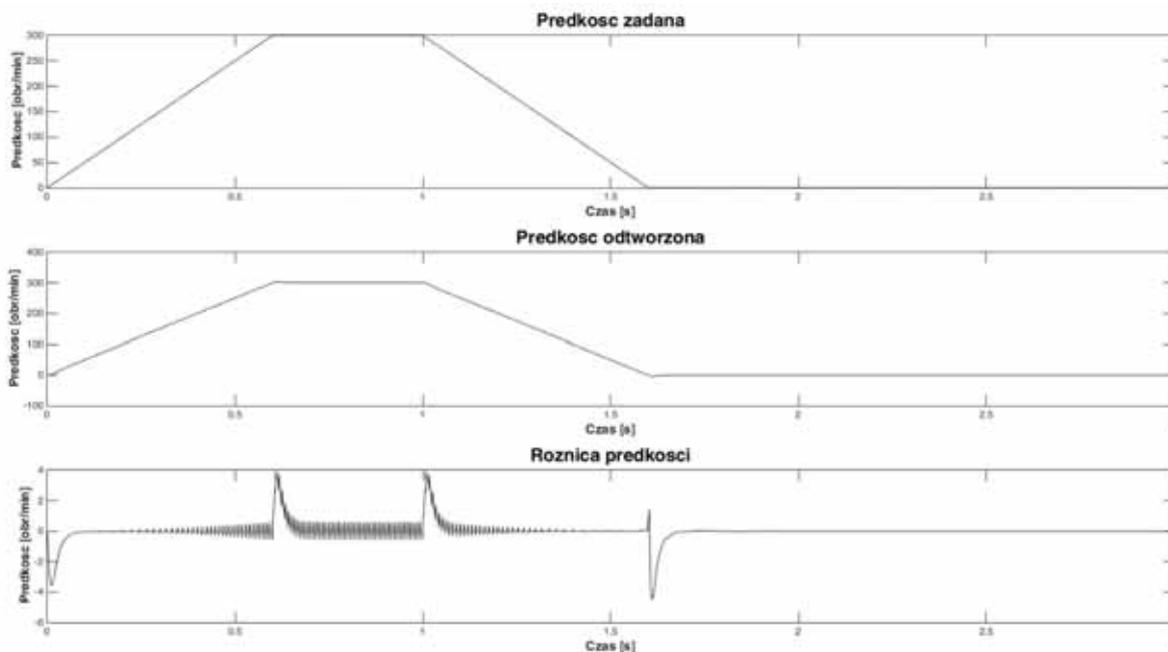
Rys. 1. Blok sieci neuronowej utworzony w programie Matlab Simulink oraz jego budowa wewnętrzna

Założeniem pracy jest dobór parametrów sieci dla uzyskania zadowalającej odpowiedzi w postaci prędkości kątowej silnika BLDC. Zakłada się, iż zmianie ulegnie ilość warstw ukrytych, ilość neuronów dla każdej warstwy oraz rodzaj sieci neuronowej (planowane jest wykorzystanie sieci kaskadowej). Proces uczenia sieci odbywa się

w programie Matlab Simulink za pośrednictwem narzędzi do projektowania sieci neuronowych. Na potrzeby pracy przygotowano skrypt, który po wywołaniu automatycznie zadaje parametry dla modelu silnika wraz z przekształtnikiem, uruchamia model symulacyjny, dzięki któremu zbierane są dane pomiarowe. Na podstawie zebranych danych automatycznie po zakończeniu symulacji rozpoczyna się proces uczenia sieci neuronowej. Wygenerowany blok sieci neuronowej zawierający warstwy wraz z neuronami i obliczonymi wagami jest implementowany w model układu elektromechanicznego.

Badania

Badania symulacyjne przeprowadzono dla kilkudziesięciu konfiguracji sieci neuronowej korzystając z powyższych założeń dotyczących zmiany liczby neuronów w warstwach, liczby warstw oraz rodzaju sieci neuronowej. W procesie uczenia sieci wykorzystano możliwość wykonywania obliczeń równoległych (opcja *useParallel*), co znacznie przyspieszyło przebieg symulacji komputerowej. Wyniki badań symulacyjnych zostały przedstawiona na poniższych wykresach.



Rys. 2. Prędkość zadana, odtworzona oraz różnica prędkości

Wnioski

Z symulacji komputerowej wynika, że sieć neuronowa w dobrym stopniu odtwarza prędkość obrotową silnika BLDC. Zaprezentowano wyniki z symulacji komputerowej, którą wykonano z wykorzystaniem sieci kaskadowej zawierającej trzy warstwy ukryte. Optymalny wybór sieci neuronowej jest związany z planowaną implementacją w rzeczywisty układ SoC z serii Zynq, dlatego sieć powinna charakteryzować się dobrym odtwarzaniem parametrów oraz możliwie prostą budową.

MEASUREMENT SYSTEM FOR TESTING THE CONDITION OF PROTECTIVE LAYERS OF POWER EQUIPMENT

Paweł PTAK¹, Tomasz PRAUZNER², Henryk NOGA³,
Piotr MIGO³, Agnieszka GAJEWSKA³

¹ Czestochowa University of Technology, Czestochowa

² Jan Dlugosz University, Czestochowa

³ Pedagogical University, Krakow

Introduction

One of the most widely applied in industry metal coatings is the zinc one. Its durability depends on its thickness and the exploitation conditions. The requirements concerning testing the parameters depend on the production method and also on the function of the element on which the coating has been applied.

Despite the constantly improving quality of anti-corrosion coatings, it is corrosion that causes the majority of faults or deterioration of exploitation parameters in devices. Metal elements can be protected from corrosion in a number of ways, one of which is applying zinc, paint, bitumen, or other protective coatings.

Since protective coatings are intended to provide both mechanical strength and electrochemical resistance to corrosion, they consist of a number of layers. Typically, the surface of an element is first covered by a zinc layer and then by a paint layer. Since paint cracks easily, detrimental factors causing corrosion get inside and destroy the layer which is invisible from the outside. Because of that, corrosion is difficult to detect and poses a serious threat to construction elements of the power system. With the internal zinc layer being inaccessible to inspection by means of classical instruments for measuring outer layers, it is necessary to develop alternative nondestructive methods suitable for this kind of measurement performed during exploitation.

Measuring system

The subject of the present study is transformer sensors. The magnetic circuit of the sensor consists of the coating and substrate under scrutiny. The coating is a gap in the circuit. The inductivity of the sensor varies with the gap dimensions and the variation is nonlinear. A preliminary selection of the kind of signal and its frequency provides a basis for designing a multi-frequency binary signal (MBS), by means of which it is possible to measure the thickness of a coating and to test the material against delamination (i.e. to test if a third layer has not appeared). In the laboratory measurements samples of protected car body steel were used, consisting of a steel substrate coated with a layer of zinc and a layer of protective paint. Then, measurements were performed by means of a transformer sensor and compared to the results obtained by means of thickness gauges of known accuracy manufactured by Fisher. Fig. 1 presents the results of the measurements, with accuracy at the level of 1%.

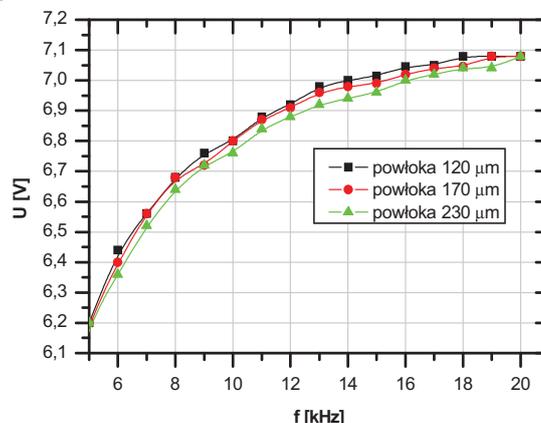


Fig. 1. Results of measurements of the zinc-paint coatings on steel, depending on the measuring signal frequency

The two-phase measuring system under design can be used for measuring the thickness of conductive coatings, such as zinc, together with protective layers on the power system construction or car body elements. The two-phase operation of the device includes recognising a protective coating, selecting a frequency range and forming a MBS consisting of a number of frequencies suitable for the measurement as the first step and the measurement proper by means of the MBS as the second step.

At the preliminary stage of the study, the total thickness of the protective coatings can be measured by means of the inductive method. The thickness of the conducting layer cannot be measured directly since it is located under the external protective non-conducting layer, such as paint. The zinc coating located under the paint layer can be measured by means of an inductive transformer sensor.

In the measuring system under design, a transformer sensor will be applied, with a multi-frequency supply signal. When the measuring signal consists of a number of frequencies, it is possible to measure the thickness of conducting and non-conducting layers in a single measurement.

The measuring system was modelled by means of the software package DasyLab [12] in two variants, corresponding to two phases of the measurement. In the first variant, there is only one measuring path for the second phase of the measurement carried out by means of a MBS generated in the preliminary phase. The four modelled signals were combined into one resultant measuring signal. On the basis of its value, the system computes the maximal amplitude, with the prescribed number of signal periods. After these quantities have been determined, the system returns the thickness of the zinc coating.

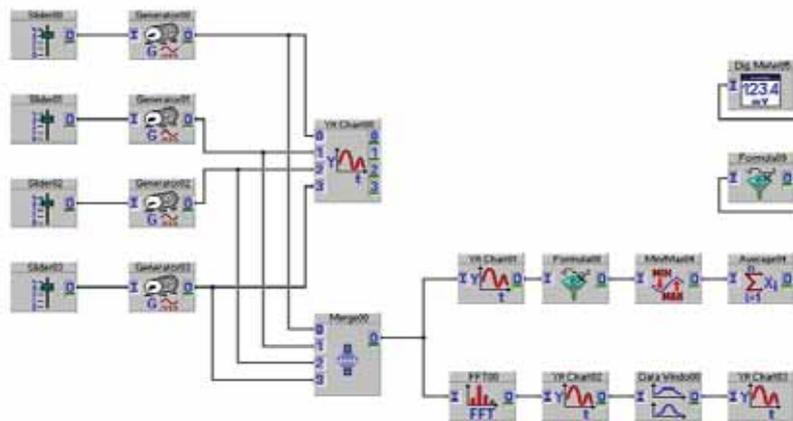


Fig. 2. Multi-frequency measuring system with one measuring path

Bibliography

- [1] Lewińska-Romicka A., *Pomiary grubości powłok*, Biuro Gamma, Warszawa 2001
- [2] Głowacka M., *Inżynieria powierzchni. Powłoki i warstwy wierzchnie – wybrane zagadnienia*, Skrypt Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2007
- [3] Burakowski T., Wierzchoń T., *Inżynieria powierzchni metali*, WNT, Warszawa 1995
- [4] Kula P., *Inżynieria warstwy wierzchniej*, Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 2000
- [5] Sozańska M., *Powłoki cynkowe*, Inżynieria Materiałowa, 3, 2005
- [6] Janiczek R., Ptak P., *Przetworniki indukcyjnościowe w pomiarach grubości warstw wierzchnich*. Przegląd Elektrotechniczny, 2007 nr 1, s. 86- 90
- [7] May P., Morton D., Zhou E., *The design of a ferrite-cored probe*. *Sensors and Actuators* 2007, A 136, s. 221-228.
- [8] Borowik L., Ptak P., *Wzorcowanie przyrządów do pomiarów grubości warstw wierzchnich*. Przegląd Elektrotechniczny, 2010 nr 04, s. 97-100
- [9] Ptak P., Borowik L., *Diagnostyka zabezpieczeń antykorozyjnych na potrzeby elektroenergetyki*. Przegląd Elektrotechniczny, 2012 nr 09a, s. 142-145
- [10] Ptak P., Borowik L., *Dobór częstotliwości i rodzaju sygnału czujnika indukcyjnego na potrzeby pomiaru grubości wielowarstwowych powłok ochronnych*. Przegląd Elektrotechniczny, 2012 nr 12b, s. 245
- [11] Smetana M., Strapacova T., *Detection capabilities evaluation of the advanced sensor types in Eddy Current Testing*, Przegląd Elektrotechniczny, 2013 nr 3a, s. 247-249
- [12] Olesiak K., *Application of the Fuzzy Controller in the Speed Control System of an Induction Motor*. Przegląd Elektrotechniczny, R.89 nr 12, 2013, s.336-339

CHARACTERIZING SOIL STRUCTURE AND POROSITY USING GROUND-PENETRATING RADAR AND SPECTROPHOTOMETRY: IMPLICATIONS FOR SOIL HEALTH AND NUTRIENT AVAILABILITY

Paweł PYSZ, Anna MIERNIK, Paweł KIEŁBASA, Tadeusz JULISZEWSKI

University of Agriculture in Krakow, Cracow

Introduction

Soil structure and porosity are important properties that play a significant role in soil health and nutrient availability. The study of these properties is crucial for the development of effective management strategies for sustainable agriculture. Ground-Penetrating Radar (GPR) and spectrophotometry are non-destructive methods that can be used to evaluate soil structure and porosity. This study aims to evaluate the effectiveness of GPR and spectrophotometry in assessing soil structure and porosity and discuss the implications of these properties for soil health and nutrient availability.

Soil structure refers to the arrangement of soil particles and aggregates. It affects soil porosity, which refers to the space between soil particles. Soil porosity influences soil aeration, water retention, and nutrient availability, which are important for plant growth and productivity. A well-structured soil with high porosity is conducive to healthy soil, while soil with poor structure and low porosity can result in nutrient deficiencies, decreased crop yields, and soil erosion.

Ground-Penetrating Radar (GPR) is a non-destructive method that uses radar waves to detect subsurface features. GPR has been used in various applications, such as archaeological studies, geotechnical engineering, and environmental monitoring. In agriculture, GPR can be used to identify soil layers, voids, and other subsurface features that can affect soil structure and porosity.

Spectrophotometry is a spectroscopic method that uses light to measure the optical properties of soil. It can be used to determine the reflectance, absorption, and transmittance of soil, which can provide information about soil structure and porosity. Spectrophotometry has been used in various applications, such as soil nutrient analysis, plant stress detection, and environmental monitoring.

Methods

GPR and spectrophotometry were used to evaluate soil structure and porosity in a controlled environment. Soil samples were systematically collected and subjected to thorough analysis using both GPR and spectrophotometry techniques. The results obtained were statistically analyzed and compared to evaluate the effectiveness of each method in accurately assessing soil structure and porosity.

Results

The results obtained from GPR and spectrophotometry showed a comprehensive understanding of soil structure and porosity. GPR was effective in identifying subsurface features, such as soil layers, voids, and other anomalies. Spectrophotometry was effective in measuring the optical properties of soil, such as reflectance, absorption, and

transmittance. The combination of GPR and spectrophotometry provided a more accurate and comprehensive understanding of soil structure and porosity.

Discussion

The results obtained from this study have implications for soil health and nutrient availability. Soil with good structure and proper porosity can promote plant growth and productivity by providing adequate aeration, water retention, and nutrient availability. The results obtained from GPR and spectrophotometry can be used to develop management strategies that promote soil health and nutrient availability. Identifying soil areas with poor structure and low porosity can help in developing appropriate management strategies to improve soil health and nutrient availability.

Conclusion

The combination of GPR and spectrophotometry provides a comprehensive understanding of soil structure and porosity, which has important implications for soil health and nutrient availability. The use of GPR and spectrophotometry in evaluating soil structure and porosity can provide valuable information for developing effective management strategies for sustainable agriculture.

The findings of this study have practical applications in developing site-specific management practices that promote soil health and optimize nutrient availability, leading to enhanced plant growth and productivity. The results obtained from aforementioned methods in evaluating soil structure and porosity can provide valuable information for the development of effective management strategies for sustainable agriculture.

COMPARING GROUND PENETRATING RADAR AND SPECTROPHOTOMETRY FOR MAPPING SOIL WATER CONTENT AND SALINITY IN AGRICULTURAL SOILS

Paweł PYSZ, Mirosław ZAGÓRDA, Paweł KIEŁBASA

University of Agriculture in Krakow, Cracow

Introduction

Soil water content and salinity are critical factors affecting plant growth and agricultural productivity. In order to manage agricultural lands efficiently, it is crucial to obtain precise data on their properties. Ground-Penetrating Radar (GPR) and spectrophotometry are two non-invasive techniques that have proven useful for mapping soil water content and salinity. This research aims to evaluate and compare the effectiveness of GPR and spectrophotometry in mapping these two soil properties in agricultural fields.

Methods

In this study, GPR and spectrophotometry were used to map soil water content and salinity in a controlled agricultural environment. Soil samples were collected systematically and measurements were taken at different locations with use of both GPR and spectrophotometry. The data obtained were analyzed statistically, and the effectiveness of each method was compared.

Results

The findings from this research indicate that GPR and spectrophotometry are viable options for mapping soil water content and salinity in agricultural soils. GPR proved to be a valuable tool for detecting subsurface water content and salinity patterns, whereas spectrophotometry was effective in identifying surface salinity patterns. The integration of GPR and spectrophotometry yielded a more thorough and precise assessment of soil water content and salinity. This highlights the potential of these non-destructive techniques for enhancing the management of agricultural lands.

Discussion

The results of this study have implications for the management of agricultural lands. Mapping soil water content and salinity using GPR and spectrophotometry can provide valuable information for developing effective management strategies for agricultural lands. The combination of GPR and spectrophotometry can provide a more accurate and comprehensive understanding of soil water content and salinity, leading to improved agricultural productivity and sustainability.

Conclusion

In conclusion, the use of GPR and spectrophotometry for mapping soil water content and salinity in agricultural soils is effective and valuable. The combination of these methods provides a more accurate and comprehensive understanding of soil water content and salinity, leading to improved agricultural productivity and sustainability. The findings of this study can be used to develop site-specific management practices that promote optimal soil water content and salinity for improved agricultural productivity.

INTEGRACJA KOMPONENTÓW PLATFORMY TOMOGRAFII ELEKTRYCZNEJ IOT W ARCHITEKTURZE CHMURY OBLICZENIOWEJ

Grzegorz RYBAK¹, Tomasz RYMARCZYK^{1,2}

¹ Research and Development Center, Netrix S.A, Lublin

² WSEI University, Lublin

Wstęp

W celu zwiększenia efektywności diagnostyki i sterowania procesami technologicznymi, zaprojektowano i zrealizowano nową generację platformy elektrycznej tomografii przemysłowej realizowanej w koncepcji przemysłu 4.0 oraz tak zwanego Internetu Rzeczy (IoT). Opracowano narzędzia wspierające procesy oraz modele procesów, do których należą: proces separacji płynów, fermentacji oraz krystalizacji. Realizacja projektu w końcowej fazie obejmowała przygotowanie podstawowych planów wdrożeniowych, które zostały poszerzone o zaawansowane techniki ciągłej integracji w modelu PaaS. W artykule zaprezentowane zostały metody zarządzania jednostkami wdrożeniowymi platformy tomograficznej Platom w koncepcji architektury chmurowej oraz rozwiązań flotowych (ang. fleet) dla urządzeń pomiarowych.

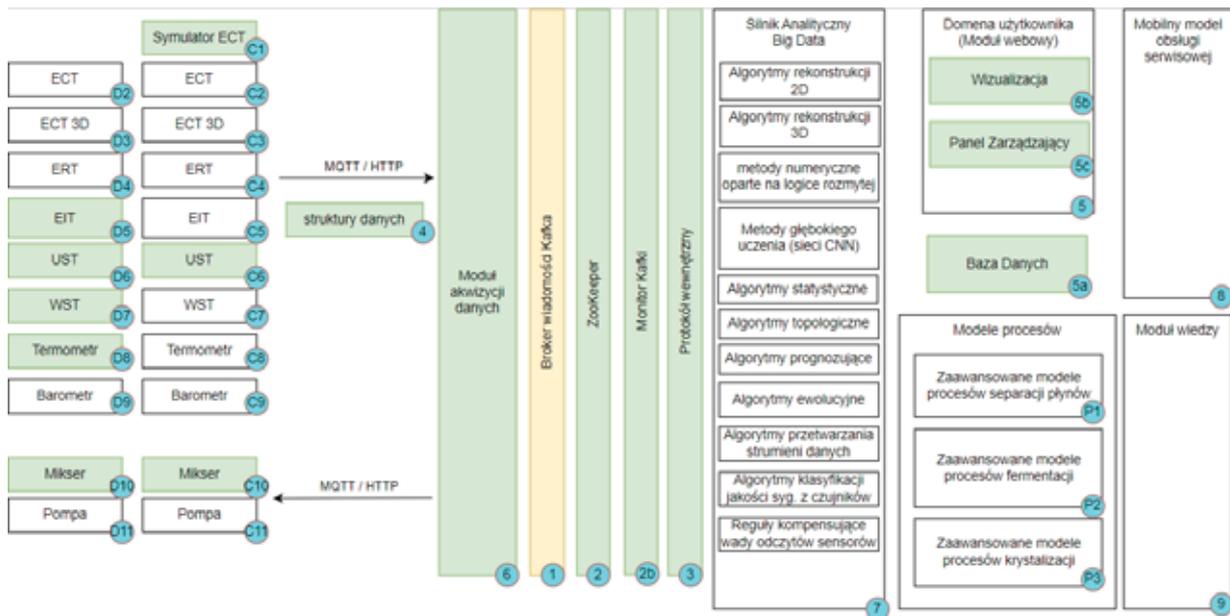
Streszczenie

Obecnie istnieje wiele metod wykorzystujących techniki tomograficzne w przemyśle. Dzięki nim możliwe jest wykonanie pomiaru wnętrza zbiornika czy rurociągu. W tomografii ultradźwiękowej mierzone są różnice prędkości dźwięku wewnątrz linii przesyłowej, co pozwala na identyfikację położenia obiektów w ich wnętrzu w czasie rzeczywistym [1]. W tomografii elektrycznej natomiast wykonuje się pomiar za pomocą metod elektrycznych takich jak analiza impedancji czy pojemności elektrycznej.

W ramach prac nad systemem zaprojektowano i wdrożono system pozwalający na bezinwazyjny monitoring i optymalizację procesów, w tym identyfikację wycieków i nieefektywnych odcinków transportowych czy nagromadzonych osadów. Zgodnie z raportem organizacji Research and Markets wartość ogólnoswiatowego rynku systemów monitorowania rurociągów w latach 2015-2026 podwoi się, a średni skumulowany roczny wskaźnik wzrostu dla tego obszaru wyniesie 7,8% w tym okresie, co uzasadnia celowość i wagę prowadzonych prac rozwojowych.

Do novum prezentowanego systemu w szczególności zalicza się możliwość wewnętrznego rozdzielania płynów poprzez wykrywanie granicy faz w procesie rozdzielania, możliwość kontroli temperatury, ciśnienia oraz wielu innych podstawowych parametrów fizycznych. Techniki tomografii procesowej dostarczają informacji o kinetyce reakcji i stężeniach substratów. System wyposażony jest w autorskie algorytmy i procedury w tym inteligentne algorytmy analizy danych.

Prezentowane rozwiązanie charakteryzuje się decentralizacją, heterogenicznością oraz wysoką modularyzacją, gdzie poszczególne jednostki wdrożeniowe wymagają odmiennych procesów oraz konfiguracji instalacyjnych.



Rys. 1. Główne moduły platformy sterowania procesami przemysłowymi; kolorem zielonym oznaczone są elementy podstawowego procesu wdrożeniowego; (sekcje: D – urządzenia; P – modele procesów; C – konektory)

Liczność komponentów (Rys. 1) wymaga dodatkowych technik zarządzania realizując konieczność orkiestracji, zastosowanie serwisów konfiguracyjnych, modułów monitorowania jak i konieczność zarządzania obciążeniem czy zapewnienia bezpieczeństwa infrastruktury. Zaprojektowano system wdrożeniowy oparty na technikach konteneryzacji z możliwością ich wdrażania do modelu chmury obliczeniowej. Wykonano adaptację urządzeń pomiarowych poprzez zaprojektowanie i integrację z usługami modelu chmury obliczeniowej w koncepcji IoT.

W literaturze prezentowanych jest wiele koncepcji i modeli wdrożeniowych oraz zastosowania techniki konteneryzacji. W ramach prac [4] przeprowadzono wieloparametryczne badanie nowej iteracyjnej metody rekonstrukcji obrazów CT przy użyciu platformy Grid i kontenera dockerów. Chociaż przetwarzanie gridowe jeszcze nie nadawało się do rzeczywistego zastosowania technik rekonstrukcji obrazu CT, ponieważ czas ma krytyczne znaczenie w tej dziedzinie, badanie jakości nowych metod w fazie opracowywania mogło być naprawdę przydatne, na co wskazywali autorzy rozwiązania [4].

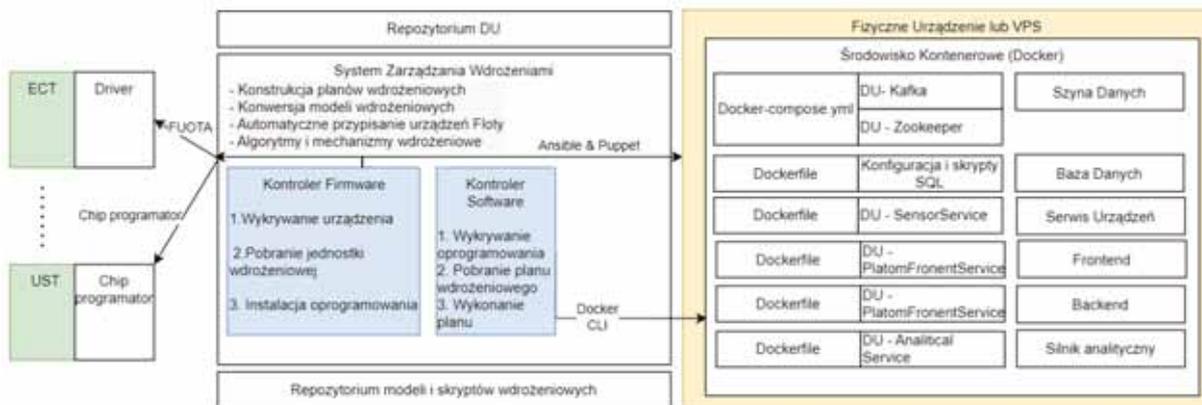
W wielu opracowaniach podkreślona jest zaleta stosowania kontenerów w architekturze mikroserwisów wraz z modelami optymalizacji zasobów. Biorąc pod uwagę cechy i zalety konteneryzacji, w ramach badań [3] utworzony został model alokacji zasobów dla aplikacji opartych na mikrousługach za pomocą kontenera dokera. Zaproponowano wydajny komunikacyjny i skalowalny algorytm alokacji zasobów, nazwany EPTA [3]

W systemie Platom zastosowana jest koncepcja przetwarzania brzegowego (ang. Edge computing). Zakłada ona współdziałanie dziesiątek do tysięcy rozproszonych urządzeń, gdzie kluczowe algorytmy wykonywane są na urządzeniach brzegowych. Zbiór urządzeń określanych jest jako flota. Automatyczne ich wdrażanie jest kluczowym aspektem związanym z przyjęciem metodyki DevOps. Narzędzia takie jak Puppet, Ansible, Chef17, mogą być wykorzystywane do obsługi instalacji modułów oprogramowania na urządzeniach, podczas gdy frameworki przetwarzania brzegowego, takie jak Azure IoT Edge i AWS IoT Greengrass, zapewniają usługi online w celu utrzymania floty urządzeń w całym jej cyklu życia.

Główną ideą jest IaC (ang. Infrastructure as Code). Jest to kluczowa praktyka DevOps zakładająca istnienie skryptów opisujących infrastrukturę [2]. Koncepcja wyewoluowała, aby rozwiązać problem dryfu środowiska w potokach wydania [5]. Szczególnym wyzwaniem jest udostępnianie oprogramowania układowego w trybie over-the-air (FOTA) urządzeń zasilanych bateryjnie [6].

Podejście oparte na modelach wykorzystywane jest do automatyzacji części zadań związanych z rozmieszczeniem floty za pomocą metamodelowania i transformacji modeli, aby wypełnić lukę między abstrakcyjną teorią rozwiązywania ograniczeń a konkretnymi platformami przetwarzania brzegowego (Generation and Deployment of Smart IoT Systems (GeneSIS)) [2][7].

W systemie Platom wykorzystano koncepcję IaC stosując skrypty konfiguracyjne narzędzi takich jak Puppet, Ansible, Docker, Docker Compose (Rysunek 2). Zastosowano ideę separacji meta-modelu procesu wdrożeniowego oraz ideę przypisania planów wdrożeniowych komponentom systemu.



Rys. 2. Model wdrożeniowy systemu Platom z zastosowaniem IaC oraz meta-modelu PIM (ang. platform independent model) (DU – ang. Deployment Unit; jednostka wdrożeniowa)

Zagadnienie wdrożenia oraz integracji komponentów floty urządzeń wraz z innymi modułami platformy pomiarowo-kontrolnej jest zagadnieniem złożonym wymagającym umiejętności stosowania zaawansowanych narzędzi oraz szerokiej wiedzy specjalistycznej z zakresu metodyki DevOps. Autorzy przygotowali rozwiązanie bazujące na technikach konteneryzacji oraz FUOTA proponując częściową adaptację modelu GeneSIS w systemie tomografii procesowej.

Literatura

- [1] Wójcik D. et. all., Image Reconstruction in Ultrasound Reflection Tomography using Quick High-Resolution Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 2022, 2408. 012010. 10.1088/1742-6596/2408/1/012010.
- [2] Song H. et all. Model-based fleet deployment in the IoT–edge–cloud continuum, *Software and Systems Modeling*, Springer, 2022, <https://doi.org/10.1007/s10270-022-01006-z>
- [3] Wan, Xili & Guan, Xinjie & Wang, Tianjing & Bai, Guangwei & Choi, Baek-Young. (2018). Application deployment using Microservice and Docker containers: Framework and optimization. *Journal of Network and Computer Applications*. 119. 10.1016/j.jnca.2018.07.003.
- [4] Pérez C. et all. Combining Grid Computing and Docker Containers for the Study and Parametrization of CT Image Reconstruction Methods. *Procedia Computer Science.*; 2017; 108. 1195-1204. 10.1016/j.procs.2017.05.065.
- [5] <https://learn.microsoft.com/pl-pl/devops/deliver/what-is-infrastructure-as-code>, (dostęp: 24.03.0223)
- [6] K. Abdelfadeel, T. Farrell, D. McDonald and D. Pesch, "How to Make Firmware Updates over LoRaWAN Possible," 2020 IEEE 21st International Symposium on "A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks" (WoWMoM), Cork, Ireland, 2020, pp. 16-25, doi: 10.1109/WoWMoM49955.2020.00018.
- [7] <https://datacloud-project.github.io/toolbox/>

URINARY TRACT MONITORING USING A BIMODAL TOMOGRAPHIC DEVICE

Tomasz RYMARCZYK^{1,2}, Bartłomiej BARAN¹,
Michał GOŁĄBEK¹, Piotr BOŻEK¹
Dariusz MAJEREK³, Daria STEFAŃCZAK¹, Dariusz WÓJCIK^{1,2}

¹ Netrix S.A. Research and Development Center, Lublin

² WSEI University, Lublin

³ Faculty of Fundamentals of Technology, Lublin University of Technology, Lublin

Introduction

In medicine, tomography is an imaging technique that provides detailed images of a patient's tissue structure. A commonly used imaging method is ultrasound tomography, which uses high-frequency sound waves to visualize internal organs and tissues. Generated by the transducer, sound waves are reflected on the body's organs and detected by the same sensors [1,2]. The recorded signal is processed into a spatial image of the body. Ultrasound tomography (UST) is particularly useful for studying the abdomen cavity or venous system. A comparably effective tomographic method is electro-impedance tomography (EIT) [3,4], based on measuring body surface potential during stimulation by the applied charge current flow and revealing the structure of spatial conductance. In this work, we focus on combining the two mentioned methods for achieving more accurate images of the human body with higher spatial and time resolution.

Methods & Results

Our device for diagnosing the lower urinary track shown on Fig.1, contains a fully operational ultrasound and impedance tomography inside. In addition, the device is equipped with a Philips C5-2 broadband curved phased array transducer and a set of wearable electrodes for EIT measurement. On the technical side, the ultrasound module has 32 channels multiplexed to 128. Designing such a small device with a large number of channels was possible by using integrated circuits from Analog Devices MAX2082 and ultrasound high voltage multiplexers HV2809 from Microchip Technology. The MAX2082 have eight-channel integrated into a small BGA package with integrated pulse generators, T/R switches, LNA amplifiers, VGA, AAF filters, ADC (12-bit 50MSPS), and digital filters.



Fig. 1. Photo of EIT-UST hybrid tomograph. The device is equipped with an ultrasonic head and a set of measuring electrodes

The MAX2082 integrates the entire measurement system necessary for high-frequency measurements of ultrasonic signals. Separate pulse generators on each channel, properly controlled, allow the generation of ultrasonic waves using beamforming technology (targeting ultrasonic waves using stationary, static transducers). The phase shift on each transmitting transducer allows directing of the wave beam at a specific angle. Static transducers make it possible to image similarly to using one transducer with a mechanically controlled angle. The EIT system is designed for 16 measuring electrodes that inject stimulating current or record voltage on the patient's body. The stimulation procedure uses charge currents in the μA range at 100kHz applied to a pair of measuring electrodes. With designed electrode alignment and a data frame containing 256 recorded values, 2D or 3D reconstruction can be performed. The EIT hardware is based on an LTC2203 16-bit 25Msps ADC from Linear Technology and FPGA Cyclone IV from Intel. FPGA is responsible for the current stimulation process and controlling the DAC unit, respectively, generating the stimulation signals. This module allows for sequential sampling, current, and voltage measurement.

The device's modules are governed by a microprocessor responsible for controlling, verifying measurement data, and communicating with PC. The data is transferred to an external PC using a USB port.



Fig. 2. The left panel shows UST bladder reconstruction obtained by the B-mode algorithm for medical phantom. The middle panel shows the reconstruction obtained by Philips Lumify for comparison. The right panel presents EIT differential reconstruction (measurement difference between the full and empty state of the artificial bladder) using the Damped Gauss-Newton method obtained for regularization constant $\lambda=1\text{e-}9$.

Fig. 2 presents example results obtained by UST and EIT methods for medical phantom presented in Fig. 1. The plot shows the relative change in spatial conductivity. To reveal the quality of the UST method, we present results obtained for the phantom using the original device and Lumify system, the left and right panel, respectively. Both devices return images of different sizes and geometry. An Enhanced Correlation Coefficient-based Geometric Transform was used to standardize images from both devices [5]. The algorithm takes as input two images (input image, template image) and estimates the 2D geometric transformation that, applied to the input image, provides a warped image registered to the template one. This method allows using one of the four types of transformation: translation, euclidean, affine, or homography. In this paper, the homographic transformation was used. In order to determine the quality difference of the results obtained with those two devices, a peak signal-to-noise ratio PSNR and structural similarity index SSIM coefficients were calculated on transformed images [6]. The average value of those coefficients for 24 measurements is PSNR= 29.45 (0.27) and SSIM= 0.65 (0.01). A high value of these parameters means greater consistency in these tomographic images.

Summary

In this paper, we presented the bimodal tomographic device for simultaneous ultrasound and electrical impedance imaging. Based on collected test results, the designed system will provide crucial information for the diagnostic process of the lower urinary tract. Thus, we rely on the fact that our device will improve the treatment process of urological diseases and the process of planning individual therapy directed at the particular patient.

References

- [1] D Wójcik, B Przysucha, M Gołąbek, E Wośko, T Rymarczyk, & P Adamkiewicz (2022). Image Reconstruction in Ultrasound Reflection Tomography using Quick High-Resolution Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 2408(1), 012010.
- [2] Kiczek, B., Gołąbek, M., Wójcik, D., Kania, K., Kozłowski, E., Rymarczyk, T., & Sikora, J. (2022). A Wearable Ultrasonic Bladder Monitoring Device. In *Proceedings of the 28th Annual International Conference on Mobile Computing And Networking* (pp. 886–888). Association for Computing Machinery.
- [3] 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>
- [4] Baran, B., Wójcik, D., Oleszek, M., Vejar, A., & Rymarczyk, T. (2023). BETS: A Bladder Monitoring System Using Electrical Impedance Tomography: Poster. In *Proceedings of the 20th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems* (pp. 804–805). Association for Computing Machinery.
- [5] Evangelidis, G. D., & Psarakis, E. Z. (2008). Parametric Image Alignment Using Enhanced Correlation Coefficient Maximization. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 30(10), 1858–1865. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2008.113>
- [6] Wang, Zhou, Alan C Bovik, Hamid R Sheikh, and Eero P Simoncelli. 2004. “Image Quality Assessment: From Error Measurement to Structural Similarity.” *IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING* 13: 14.

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF ALGORITHMS FOR MEASUREMENT AND RECONSTRUCTION ANALYSIS IN ULTRASOUND TOMOGRAPHY

Tomasz RYMARCZYK^{1,2}, Marcin DZIADOSZ³, Mariusz MAZUREK⁴, Oleksii HYKA¹

¹ Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

² University of Economics and Innovation, Lublin

³ Lublin University of Technology, Lublin

⁴ Polish Academy of Sciences, Warszawa

Abstract

The paper presents various machine-learning methods to solve a simple problem for transmission and reflective ultrasound tomography. The algorithms were trained using training data obtained by computer simulation based on real models in the RStudio environment, based on a sample of 5,000 observations from the ultrasonic tomography dataset. In order to reconstruct the measurements and solve a simple problem in the case of ultrasonic tomography, a model based on RESNET-50 was built. It is a 50-layer convolutional neural network. In order to reconstruct the measurements and solve a simple problem in the case of ultrasound tomography, a model based on RESNET-50 was built. It is a 50-layer convolutional neural network. The data has been properly prepared for this purpose – images with inclusions have been extended by three RGB color channels. The base model is RESNET-50, which consists of 48 convolutional layers, one Max Pooling layer and one Average Pooling layer. Base model layers have been excluded from training. Then, a layer-flatten and a layer-dense layer with 256 neurons and a linear activation function were applied. The training of the model took 100 epochs. The model was first trained on ultrasound tomography data. Figures 1-3 show the learning process of the described model.

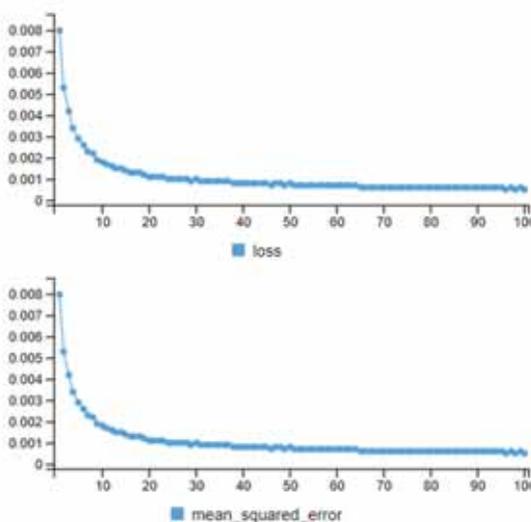


Fig. 1. Train the model in the RStudio environment

In the case of ultrasound tomography, the measurements can be 'drawn'. Here are sample comparisons between reference measurements (left) and reconstructed measurements (right).

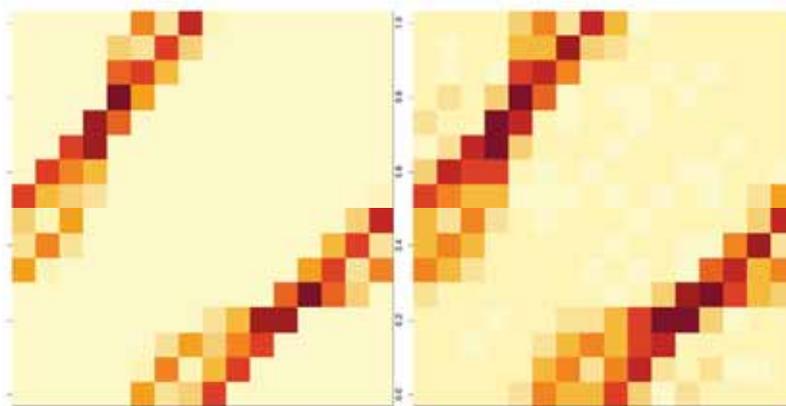


Fig. 2. Comparison of reference measurements (left) and reconstructed measurements (right) for ultrasound transmission tomography

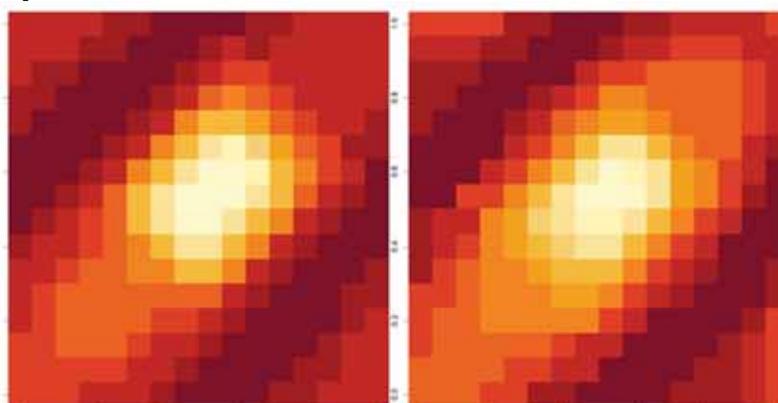


Fig. 3. Comparison of reference measurements (left) and reconstructed measurements (right) for ultrasound reflective tomography

Mean Absolute Error (MAE), Mean Squared Error (MSE) and Structural Similarity Index (SSIM) were used to compare the quality of the obtained measurement reconstructions accurately. These values were counted for each reconstructed image and then averaged (Table 1).

Tab. 1. Comparison of algorithms using measures of reconstruction quality.

UT	MAE	MSE	SSIM
transmission	0.01860454	0.000805821	0.999976
reflective	0.03309839	0.002448379	0.9999024

The MAE and MSE measures should be as small as possible, while the SSIM measure should be as large as possible. It is worth noting that reconstructions of measurements perform better in the case of transmission UST.

Literature

- [1] Rymarczyk, T.; Adamkiewicz, P.; Polakowski, K.; Sikora, J. Effective ultrasound and radio tomography imaging algorithm for two-dimensional problems. *Przełąd Elektrotechniczny* 2018, 94, 62–69.
- [2] Polakowski K., Sikora J., Kaczorowski P., Kaźmierczak J., Filipowicz S. F., Liniowe zadanie najmniejszych kwadratów w konstrukcji obrazów wielościeżkowej tomografii ultradźwiękowej, *Przełąd Elektrotechniczny*, 10 (2006), 1824
- [4] Kak C. Avinash, Slaney Malcolm: Principles of Computerized Tomographic Imaging, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. New York, 1988

A COMPARATIVE STUDY OF SELECTED MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY

Tomasz RYMARCZYK^{1,2}, Marcin DZIADOSZ³, Mariusz MAZUREK⁴,
Przemysław LASKOWSKI¹, Barbara STEFANIAK¹

¹ Research and Development Center, Netrix S.A., Lublin

² University of Economics and Innovation, Lublin

³ Lublin University of Technology, Lublin

⁴ Polish Academy of Sciences, Warszawa

Abstract

The article's main purpose is to compare selected machine learning methods in electrical impedance tomography. In this work, proprietary algorithms and models for the analysis and reconstruction of the image of the urinary bladder were developed and compared.

A problem in identifying linear models in tomography is the large number of dependent variables and the collinearity or high-level correlation of independent variables. In the case of classical linear models, this generates the matrix inversion problem $X^T X$ ($\det(X^T X) = 0$), or in the case of the high correlation of predictors, inefficient determination of estimators β . The key issue is to compensate for the mean square error of the β estimators, which consists of two parts, the variance of the estimator vectors $var(\hat{\beta})$ and $bias(\hat{\beta})$:

$$MSE(\hat{\beta}) = var(\hat{\beta}) + bias(\hat{\beta}) \quad (1)$$

Lack of estimator variance control causes instability of the model and inaccurate prediction. Penalties are then introduced for large estimator values, which reduces the variance of the estimators at the expense of their bias. The introduction of a penalty to the objective function (1) minimizes the variance of the estimator (shrinking):

$$\min_{\beta} \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (Y - X\beta)^2 + \theta \left[(1 - \alpha) \|\beta'\|_{L_2}^2 + \alpha \|\beta'\|_{L_1} \right], \quad (2)$$

where: $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$, $\|\mathbf{x}\|_{L_1} = \sum_{i=1}^n |x_i|$, whereas: $\|\mathbf{x}\|_{L_2}^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2$.

The θ parameter is a penalty coefficient, while the α parameter is a compromise between the LASSO regression ($\alpha = 1$, linear penalization L_1) and the ridge regression ($\alpha = 0$, quadratic penalization L_2). In the case where $\alpha \in (0,1)$, it is a compromise between penalization in L_1 and L_2 norm. The bladder image was reconstructed from readings from 8 measuring electrodes (Fig. 1).

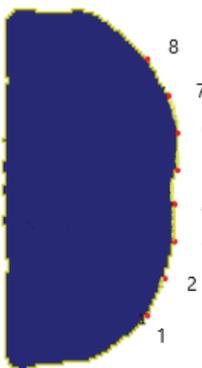


Fig. 1. Scheme of measuring electrodes

To solve the inverse problem was used: Lasso, Ridge Regression and Elastic Net for the parameters $\alpha = (0.05; 0.10; 0.15; 0.20; 0.25; 0.30; 0.35; 0.40; 0.45; 0.50; 0.55; 0.60; 0.65; 0.70; 0.75; 0.80; 0.85; 0.95)$ and for parameters $\theta = 7 * 10^{-n}$, $n = 2, 3, 4, 5, 6, 7$. The measurement vector consists of 32 elements. Sample images and their reconstructions using the Elastic Net, Lasso and Ridge Regression methods are shown in Figure 2.



Fig. 2a. Original image

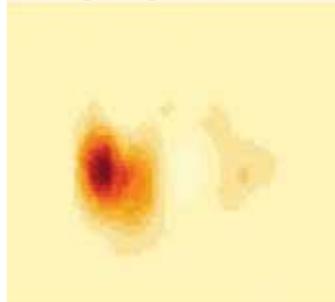


Fig. 2b. Lasso reconstruction



Fig. 2c. Ridge Regression reconstruction

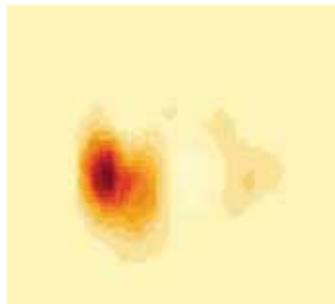


Fig. 2d. Elastic Net reconstruction

Figure 3 compares the image reconstruction of the artificial neural network on 3750 training observations and the original image with one insertion. Figure 4 shows the Plateau point in the training plot of the artificial neural network model for the case with only one insertion.

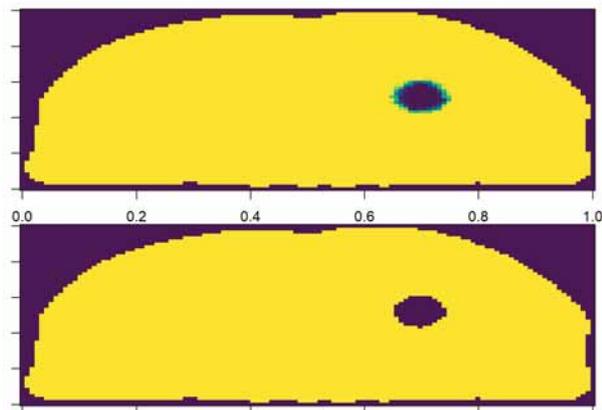


Fig. 3. The upper panel shows the reconstruction of the image using the artificial neural network ANN on 3750 training observations, the lower panel shows the original image with one insertion.

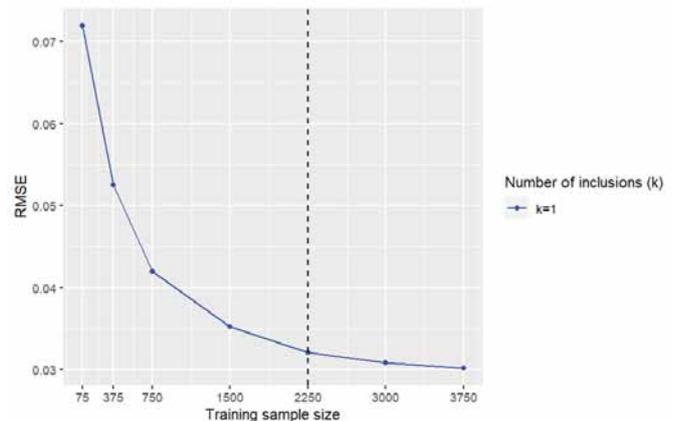


Fig. 4. Plateau plot of training an artificial neural network model for the case with only one insertion.

Literature

- [1] González, G.; Huttunen, J.M.J.; Kolehmainen, V.; Seppänen, A.; Vauhkonen, M. Experimental evaluation of 3D electrical impedance tomography with total variation prior. *Inverse Probl. Sci. Eng.* 2016, 24, 1411–1431.
- [2] Rymarczyk, T. Using electrical impedance tomography to monitoring flood banks. *Int. J. Appl. Electromagn. Mech.* 2014, 45, 489–494.
- [3] Rymarczyk, T.; Kłosowski, G. Application of neural reconstruction of tomographic images in the problem of reliability of flood protection facilities. *Eksploracja I Niezawodność* 2018, 20, 425–434.

DESIGN FEATURES OF A PORTABLE ULTRASONIC-IMPEDANCE TOMOGRAPH FOR BLADDER MONITORING

Tomasz RYMARCZYK^{1,2}, Michał GOŁĄBEK¹, Piotr BOŻEK¹
Daria STEFAŃCZAK¹, Bartłomiej BARAN¹, Michał OLESZEK¹, Dariusz WÓJCIK^{1,2}

¹ Netrix S.A. Research and Development Center, Lublin

² WSEI University, Lublin

³ Faculty of Fundamentals of Technology, Lublin University of Technology, Lublin

Introduction

This article describes the construction of an ultrasonic tomograph combined with an impedance tomograph for bladder monitoring. Combining both tomographies allows for an increase in the accuracy of urinary tract imaging. The main advantages of our dual tomographic system are the non-invasiveness, low cost of production and small size. Our device supports ultrasound beamforming technology and measurements using a phased array ultrasonic transducer. The impedance measurement device uses electrodes made of conductive material placed directly on the body.

Construction

The design of the measuring device for dual diagnosis of the urinary tract is divided into several PCB boards (Figure 1). It consists of the mainboard, four ultrasounds measurement cards (UST), one impedance measurement card (EIT) and LED board for operation status indication.

The mainboard was based on the STM32H7 microcontroller. It supports parallel FMC data transmission operating at 100MHz clock from ultrasonic measurement cards and provides communication with the impedance measurement card using UART and QUAD SPI. In addition, the motherboard has USB 1.0 and USB 2.0 communication ports for connection to the image reconstruction system. The motherboard also provides the appropriate supply voltage levels to the individual modules. The board was made in six-layer copper and was manufactured on a 2mm thickness PCB to ensure the best separation of high-voltage signals from connected ultrasound measurement cards. Each UST measurement card has eight measurement channels, which gives 32 measurement channels. Motherboard also has built-in 2:1 multiplexers, allowing UST channels to multiply up to 64.

The UST cards are synchronized with each other by a common clock that allows control of the excitation on each channel with an accuracy of up to 1ns. This feature is required for ultrasound beamforming measurements. Beamforming technology gives the ability to perform a large number of reflection measurements using a small number of channels/transducers (and their number is mainly due to the step with which the phase of the transmitting signal will be shifted). The phase shift on each of the transmitting transducers allows directing of the wave beam at a specific angle, thanks to which, using static transducers, it is possible to image similarly as using one transducer with a mechanically controlled angle/direction. Beamforming also allows focusing the ultrasonic wave at a point, making it possible to inspect the object sector by sector.

The UST measurement card includes an octal-channel measurement integrated circuit MAX2082 from Maxim and FPGA from Intel Altera Cyclone IV. The MAX2082 contains 8x High Voltage 3-Level 2A Pulsers, 8x T/R switchers, 8x Low Noise Amplifiers (LNA), 8x Variable Gain Amplifiers (VGA), 8x anti-aliasing filters (AAF), 8x ADC 12 bit 50 MSPS and 8x Digital High Pass Filters. Before the measurements, the UST cards are parameterized by the main board. They send data about delays on each channel, the number of measurement samples, excitation frequency, number of pulses, filtering and active channels. The common clock and the low state on the GPIO trigger line are responsible for the accurate synchronization of the start of measurements. The collected data are summed up basis of the delay data to one common 16-bit measurement vector and sent via FMC and USB to the reconstruction image system.

The EIT measurement card provides impedance measurements using 16 wearable textile electrodes made of conductive material. The voltage and current values are measured using the ADC converter system from Linear Technology LTC2203, which has a sampling rate of up to 25MSPS and uses a pipelined architecture with a built-in PGA. Data transmission to the FPGA is done using a parallel bus. Current excitation is achieved using digital-to-analogue converters. The FPGA system controls two DAC8830 converters using a serial bus. The converters work concurrently, with one converter's output being used as a reference signal for the other. It enables the system to generate any waveform shape while maintaining the necessary resolution for digital amplitude control.

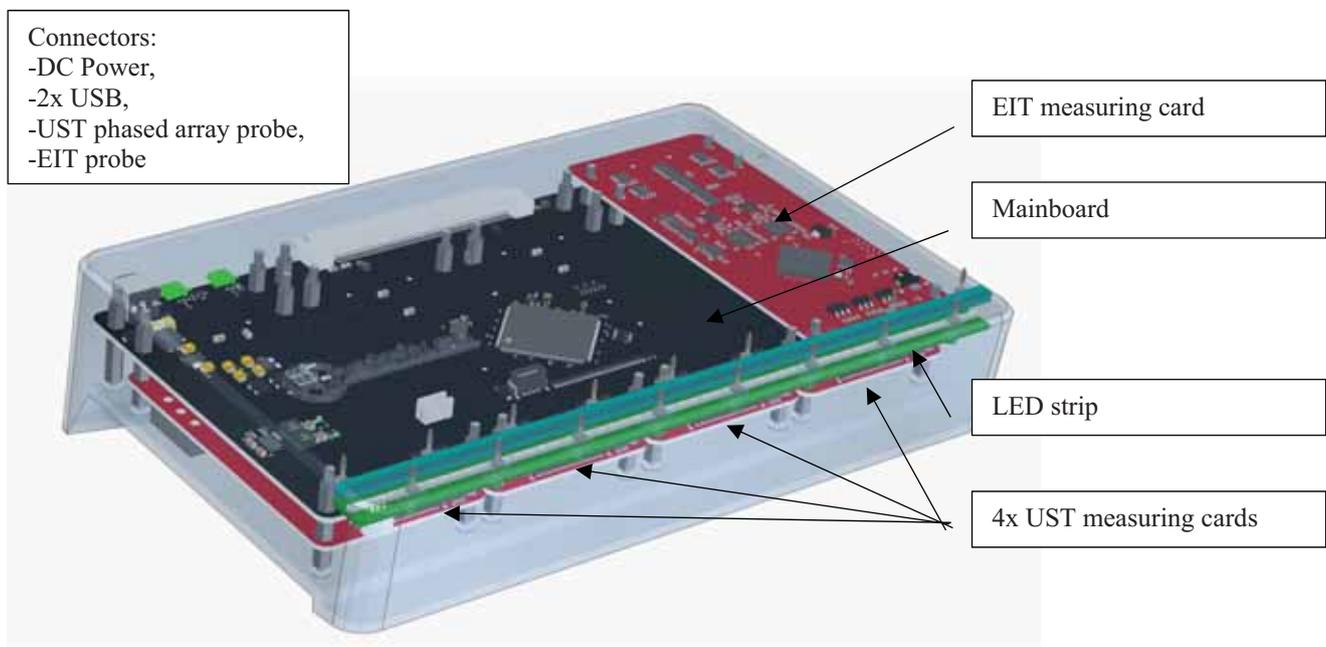


Fig. 1. 3D model of EIT-UST dual tomography for bladder monitoring.

Summary

In this paper, we presented from the technical side the design features of a dual tomography device for the diagnostic lower urinary tract. We describe communication between modules, used main measuring parts, methods of their control, measured signals on our device and the process of developing from the prototype to the current version.

References

- [1] D Wójcik, B Przysucha, M Gołąbek, E Wośko, T Rymarczyk, & P Adamkiewicz (2022). Image Reconstruction in Ultrasound Reflection Tomography using Quick High-Resolution Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 2408(1), 012010.
- [2] Kiczek, B., Gołąbek, M., Wójcik, D., Kania, K., Kozłowski, E., Rymarczyk, T., & Sikora, J. (2022). A Wearable Ultrasonic Bladder Monitoring Device. In *Proceedings of the 28th Annual International Conference on Mobile Computing And Networking* (pp. 886–888). Association for Computing Machinery.

- [3] 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>
- [4] Baran, B., Wójcik, D., Oleszek, M., Vejar, A., & Rymarczyk, T. (2023). BETS: A Bladder Monitoring System Using Electrical Impedance Tomography: Poster. In *Proceedings of the 20th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems* (pp. 804–805). Association for Computing Machinery.
- [5] Wang, Zhou, Alan C Bovik, Hamid R Sheikh, and Eero P Simoncelli. 2004. “Image Quality Assessment: From Error Measurement to Structural Similarity.” *IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING* 13: 14.
- [6] Faragallah, Osama S., Heba El-Hoseny, Walid El-Shafai, Wael Abd El-Rahman, Hala S. El-Sayed, El-Sayed M. El-Rabaie, Fathi E. Abd El-Samie, and Gamal G. N. Geweid. 2021. “A Comprehensive Survey Analysis for Present Solutions of Medical Image Fusion and Future Directions.” *IEEE Access* 9: 11358–71.

CALCULATION OF ELECTRIC SHOCK CURRENT CAUSED BY TOUCH AND STEP VOLTAGE IN GROUNDING GRIDS INCLUDING CLIMATIC CONDITIONS

Roman SIKORA¹, Przemysław MARKIEWICZ¹,
Ewa KORZENIEWSKA², Alyona NIKITINA³

¹ Lodz University of Technology, Institute of Electrical Power Engineering, Poland

² Lodz University of Technology, Institute of Electrical Engineering Systems, Poland

³ Mykhailo Ostrohradskyi National University, Kremenchuk, Ukraine

One of the most important aspects of electrical power system operation is ensuring the safety of all people in contact with the technical infrastructure. According to legislative and standard requirements, every object, installation, and electrical equipment should provide adequate electric shock protection. An important element of electric shock protection is grounding installations, whose main element is the grounding grid. In this case, when a short-circuit current flows into the earth, an electric potential occurs on the ground surface. The distribution of electrical potential on the ground surface depends on many factors, the most important of which are the homogeneity and type of soil and the design of the grounding grid. In order to shape the potential distribution on the ground surface, for example, the use of surface materials with different resistivity values or insulation or steel screens [1, 2, 3].

Both analytical and numerical methods can be used to calculate the electrical potential distribution on the ground surface. Analytical methods can be used to calculate simple grounding grids. For complex grounding grid structures, numerical methods including the finite element method provide the best results. Knowing the distribution of the electric potential on the ground surface, the values of step voltages U_{STEP} and touch voltages U_{TOUCH} can be easily calculated.

A number of models of impedance or resistance of the human body are described in the literature [1, 4]. The human body impedance values calculated with the aforementioned models are used to calculate the electric shock current flowing through the human body to estimate pathophysiological effects. One of the interesting methods is the method of determining the impedance of the human body described by S. Gierlotka in [5]. Equation (1), used to calculate the value of the impedance of the human body, takes into account, in addition to the path and value of the shock voltage, the effect of climatic conditions. The value of climate K is measured with a Hill's catathermometer. It depends on temperature, humidity, and air velocity.

$$Z = \frac{0.45 \cdot K^{2.3}}{\sqrt[3]{U \cdot \xi}}, \quad (1)$$

where:

R – human body resistance, in (k Ω),

U – shock voltage, in (V),

K – climate defined in special humidity degrees, in ($^{\circ}K_w$),

ξ – path of shock current transformation factor (hand-hand $\xi=6$, hand-feet $\xi=10$, hand-torso $\xi=9$).

Based on the electrical potential distribution calculations, step and touch voltage values were calculated for six grounding variants. The calculations were performed using the model implemented in ANSYS. The method and results of the calculations are described in detail in [3].

Calculations were performed for the following grounding grids variants:

1. the grounding grid in homogeneous soil,
2. the grounding grid with surface material 8.3 x 8.3 m, $h_s = 3\text{cm}$, $\rho_s = 1 \Omega\text{m}$,
3. the grounding grid with surface material 8.3 x 8.3 m, $h_s = 3\text{cm}$, $\rho_s = 2000 \Omega\text{m}$,
4. the grounding grid with isolation screen 8.3 x 8.3 m, $h_{sc} = 0.4\text{m}$, $\rho_{sn} = 10e+12 \Omega\text{m}$,
5. the grounding grid with isolation screen 3 x 3 m, $h_{sc} = 0.4\text{m}$, $\rho_{sn} = 10e+12 \Omega\text{m}$,
6. the grounding grid with metal screen 3 x 3 m, $h_{sc} = 0.4\text{m}$.

The calculated values of step and touch voltages were then used to calculate the impedance of the human body and the value of the gross current flowing along the foot-to-foot and hand-to-foot paths. For the calculations, the value of climate K was taken from 8°K_w to 22°K_w . The results of the calculations for variants 1 and 6 are shown in Figure 1 and Figure 2, respectively.

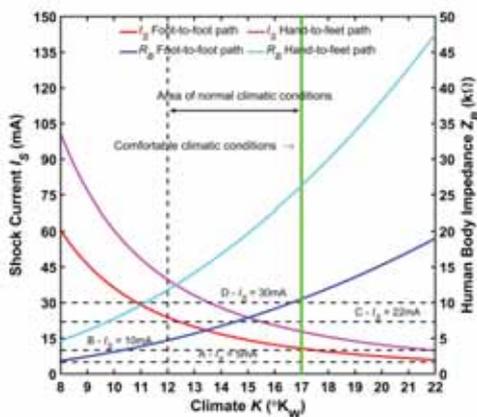


Fig. 1. Dependence of human body resistance and shock current on climatic conditions for variant 1

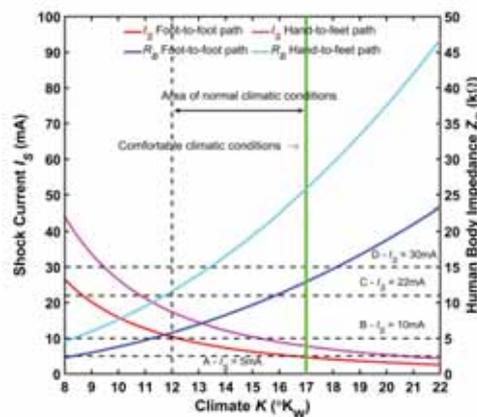


Fig. 2. Dependence of human body resistance and shock current on climatic conditions for variant 6

For the electric shock current I_S equals to 5 mA, strong hand cramps and hand tremors occur (straight A Figures 1 and 2). If the value of the I_S is greater than 10 mA strong spasms occur in the forearm and shoulder and blood pressure increases (straight B Fig. 1 and 2). For $I_S \geq 22$ mA, very strong and painful contractions of the hand muscles occur (straight C Figures 1 and 2). If the value of the electric shock current exceeds the value of 30 mA, cardiac fibrillation may occur (straight D Figures 1 and 2).

The main purpose of the presented work is to estimate for given values of shock voltages the values of electric shock currents for the impedance of the human body depending on environmental conditions. In this way, it is possible to determine for which climatic conditions there are particular pathophysiological effects of the electric shock current flows.

LITERATURA

- [1] IEEE 80 (2013) Guide for Safety in AC Substation Grounding, 2013.
- [2] Wołkowiński K. Uziemienia urządzeń elektroenergetycznych, WNT Warszawa, 1967.
- [3] 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
- [4] ChunLan L., SongHuai D., Yue X. Study on equivalent circuit of the human body and its transient response against electric shock, 2011 International Conference on Advanced Power System Automation and Protection, 2011, doi: 10.1109/APAP.2011.6180469
- [5] Gierlotka S. Elektropatologia porażen prądem elektrycznym oraz bezpieczeństwo przy urządzeniach elektrycznych, Zeszyty dla elektryków-nr 12, MEDIUM, Warszawa, 2015, ISBN 978-83-64094-43-9.

ELEKTRYZACJA ZIAREN W POLU ELEKTROSTATYCZNYM

Mikołaj SKOWRON, Antoni CIEŚLA,
Michał SMYKLA, Przemysław SYREK

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

Styczne pola elektryczne są wykorzystywane m. in. w procesach technologicznych takich jak separacja elektryczna. Separacja elektrodynamiczna jest procesem rozdzielania dwóch lub większej ilości faz stałych, zróżnicowanych pod względem właściwości fizycznych, siłami pola elektrycznego.

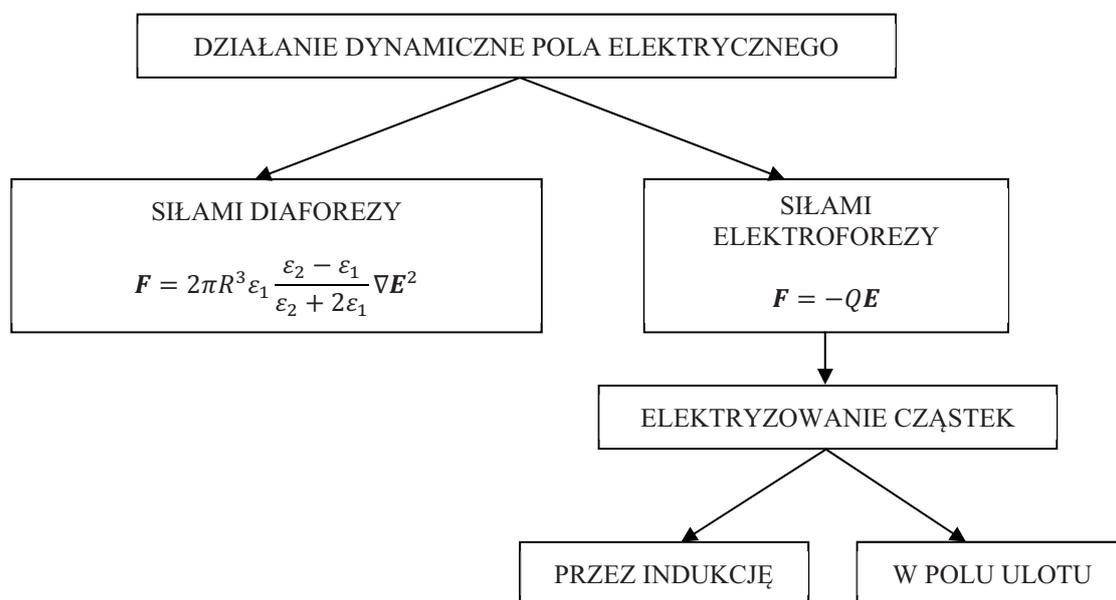
Cząstki umieszczone w polu elektrycznym, podlegają oddziaływaniu tego pola zgodnie z zależnością:

$$\mathbf{F}_e = 2\pi R^3 \varepsilon_1 \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\varepsilon_2 + 2\varepsilon_1} \nabla E^2 + QE \quad (1)$$

gdzie:

F_e – siła oddziaływania pola elektrycznego [N], R – promień cząsteczki, ε_1 – przenikalność elektryczna względna cząsteczki, ε_2 – przenikalność elektryczna względna ośrodka, E – natężenie pola elektrycznego [Vm^{-1}], Q – ładunek elektryczny cząstek [C].

Pierwszy składnik równania (1) określa siłę diaforezy pojawiającą się tylko w polach niejednorodnych zaś drugi składnik tego równania – siłę elektroforezy działającą na naelektryzowaną uprzednio cząstkę. Na rysunku 1 przedstawiono schematycznie sposoby oddziaływania pola elektrycznego na cząstki i podstawowe metody ich elektryzowania.

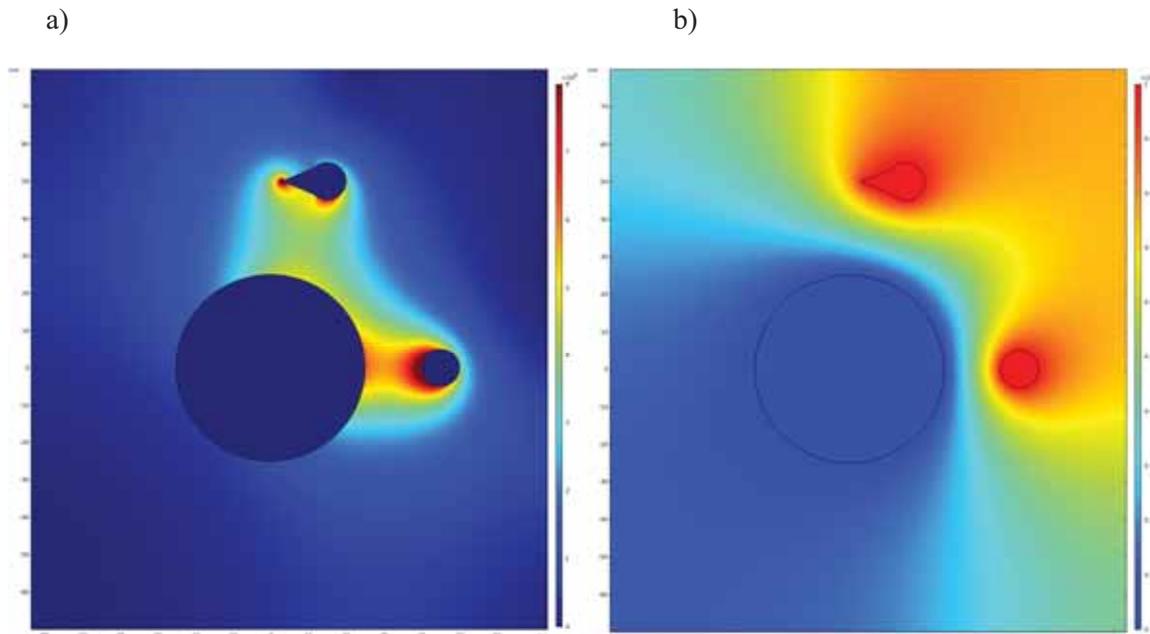


Rys. 1. Schemat możliwych oddziaływań dynamicznych pola elektrycznego

Jedną z części diagramu określa siłę elektroforezy, czyli siłę działania pola elektrycznego na naładowaną wcześniej cząstkę. Większość stosowanych w laboratoriach i przemyśle elektroseparatorów działa właśnie w oparciu o zjawisko elektroforezy. Warunkiem separacji jest wcześniejsze selektywne naelektryzowanie mieszaniny w celu uzyskania zróżnicowanych wielkości ładunku przez ziarna rozdzielanych składników. Istnieje

kilka metod elektryzowania ziaren. Najczęściej w procesach elektroseparatoracji wykorzystuje się: indukcję elektrostatyczną, ulot (wyładowania koronowe) oraz elektryzowanie przez tarcie i kontakt.

Celem artykułu jest zaprezentowanie wyników badań obliczeniowych związanych z analizą ładowania cząstek o różnych właściwościach elektrycznych w wyładowaniach koronowych. Ma to na celu analizę uzyskanego ładunku przez cząstki które będą poddane późniejszemu procesowi separacji w separatorze elektrodynamicznym.



Rys. 2. a) rozkład natężenia pola elektrycznego b) rozkład potencjału elektrycznego w analizowanym układzie separatora elektrodynamicznego

- [1] Cieśla A., Badania eksperymentalne ruchu strugi naelektryzowanych ziaren w polu elektrycznym separatora odchylającego. *Przegląd Elektrotechniczny* 2013, 89, nr 12, s. 215-218.
- [2] Cieśla A. i Skowron M., Influence of high voltage on drum electrodynamic separator effectiveness. ISEF 2013 – XVI International Symposium on Electromagnetic Fields in mechatronics, Electrical and Electronic Engineering, Ohrid, Macedonia.
- [3] Szczerbiński M., Electrodynamic Conductance Separation with use of Alternating Fields. *Journal of Electrostatics*, 1983 s. 175-186.
- [4] Śliwa U., Skowron M., Analiza rozkładu pola elektrycznego w separatorze bębnowym o różnej konfiguracji elektrod. *Informatyka Automatyka Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, 2/2016, s. 79-82

POWER DEMAND IN AN AUGMENTED REALITY HOLOGRAPHIC DISPLAY*

Przemysław SKUROWSKI¹, Dariusz MYSZOR², Marcin PASZKUTA¹
Tomasz A. MOROŃ³, Krzysztof A. CYRAN¹

¹ Department of Computer Graphics, Vision and Digital Systems,

² Department of Department of Algorithmics and Software,

³ Department of Cybernetics, Nanotechnology and Data Processing

Silesian University of Technology, Gliwice, Poland

Introduction

Augmented reality devices are a class of sophisticated modern appliances that combine a real scene with computer-generated contents [1]. The head-mounted holographic displays are the most advanced devices up to today. They combine a real scene image with 3D computer graphics that is adopted interactively to the viewer. The latter is quite a demanding task, since during the user's motion it requires performing SLAM (simultaneous location and mapping), orientation identification, and recalculation and visualization of the whole 3D scene from changing point of view (PoV) [2]. The necessary calculations require having notable computational capabilities enclosed within a small headset resembling glasses – that problem is usually resolved with specialized hardware such as dedicated coprocessors, which perform computations efficiently.

The challenges towards energy consumption come from the fact that quite intensive computations are performed by the device, which is battery powered and worn onto head. Therefore, the usability can be limited by a frequent battery recharging and heat dissipated towards user head, which can degrade user's comfort [3] very quickly. The carbon footprint is of lesser importance for the case, since the devices of this class are still not very common nowadays and are battery powered, so they are not power greedy by design.

The Experiment and Results



Fig. 2. Test AR device

In this paper, we report the tests performed to evaluate the power consumed by the HL2 while displaying a scene with relatively simple, controlled content. The scene comprises static cubes without texture. The objects are located in the scene in flight simulator, between 2 and 4 meters from the observer. The HL2 was mounted on a dummy head, and it was connected to the sufficient [4] power supply through the custom built energy meter, which measures the instantaneous values of voltage, current and energy 5 times per second.

The research protocol involved iterative scene displaying (Fig. 2) of 0, 1, 5, 10, 100, and 500 cubes. During each iteration the scene was displayed for 120 seconds. For each configuration of cubes, there were two scenarios: a) the HL2 was static so the energy consumption by other sinks than visualization subsystem was minimized, b) the HL2 was on the move (horizontal rotation) so the influence of HL2 positioning subsystem on the power consumed by the device was analyzed. The averaged values of power consumed were reported for every scenario. Furthermore, energy demand by an idle device was measured, so the simple difference allowed us to estimate energy consumed for the visualization with respect to the scene complexity.

The average measured values of energy consumption are shown in Fig. 3, the values are accompanied with bars indicating standard deviation in measured power. The bars demonstrate how the energy demand grows with increasing scene complexity. At the same time introduction of the HL2 rotation slightly increases power consumption. Influence of this mechanism on power consumption seems to be also related to the number of objects located on the scene. Yet, due to hardware assistance by specialized coprocessor, the motion causes relatively small gain in power demand of the device. The notable change in power consumption (above 1W) can be noted between idle device and empty scene, where a test application is running but still displaying nothing. Another change (100mW) can be noted between empty scene and single cube displaying, which could be attributed to the initialization of 3D graphics by an application.



Fig. 2. Test scene with 500 cubes rendered

The error bars in the Fig. 3 indicate variability (standard deviation value) in consumed energy. They are on par for every considered case, regardless the complexity of the scene, which suggests it doesn't matter for the momentary variability to the drawn power. Just a bit smaller values are measured for empty scene and idle device.

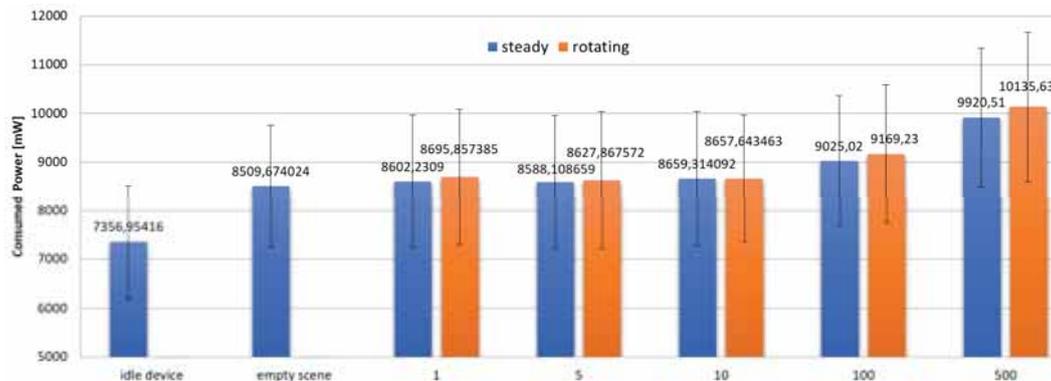


Fig. 3. Power consumption during the visualization of the test scene for its variable complexity

Summary

The work covers the topic of energy efficiency of holographic application running on the state-of-the-art device in very generic test scenario – displaying of a static scene. We confirmed increasing power demand with increasing scene complexity. However, the energy drawn scales non-linearly, and certain contribution to the energy demand comes just from a running application (difference between idle and empty scene) and due to setting up whole visualization software infrastructure (scene, cameras) which could be identified as difference between empty scene and a single cube.

References

- [1] Carmigniani J. et. al.: Augmented reality: an overview. Handbook of augmented reality, pp. 3-46, 2011
- [2] Kato, H., et. al.: Marker tracking and HMD calibration for a video-based augmented reality conferencing system, Proceedings of the 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality (IWAR'99), pp. 85-94, 1999
- [3] Wang, Z., et al. Thermal comfort and virtual reality headsets. Applied ergonomics, 85, 103066. 2020
- [4] Microsoft Corp., “HoloLens 2 Battery and Charging,” Sep. 28, 2021. <https://learn.microsoft.com/en-us/hololens/hololens2-charging> (accessed Mar. 24, 2023).

* We would like to acknowledge that this paper has been written based on the results achieved within the WrightBroS project. This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 822483. Supplementarily, this research work has been co-financed from Polish financial resources for science in 2019-2023 conferred for implementation of the co-financed international project. Disclaimer: The paper reflects only the authors' view and the Research Executive Agency (REA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

SELECTION OF OPERATING PARAMETERS IN TECHNICAL EQUIPMENT DIAGNOSTICS USING VEHICLE TESTING AS AN ILLUSTRATIVE EXAMPLE

Stanisław Mikołaj SŁUPSKI, Ryszard GOLEMAN

Lublin University of Technology, Lublin

Introduction

With the rapid development of electronic systems in technical equipment, the problems of finding faults are increasing. Diagnostics is an important step in the repair process of technical objects. The interconnection of different functional systems in a single facility, using communication networks, creates problems in diagnosis, because we are dealing with complex relationships that are not fully understood during the design of the equipment. In addition, dependencies arise when faults occur. One of the decisive factors for optimal diagnosis is the selection of current parameters. Access to these parameters is direct by means of measuring instruments and also indirect through installed controllers. This article presents the problems of parameter selection, test methodology and conclusions. The study was carried out taking into account the selection of operating parameters when performing diagnostics and the impact of this selection on the diagnostic results.

1. Problems associated with the choice of operating parameters when carrying out diagnostics

- Several hundred parameters accessible from the controllers;
- Ambiguous and imprecise description of parameters in diagnostic scanners;
- Incorrect self-diagnosis performed by the controllers, suggesting a fault in another component;
- Dispersion of fault information carried over communication networks;
- Duplication of fault codes by several or more controllers;
- Creation of new relationships between functional systems during a fault, making fault finding difficult;
- Difficulty in accessing suspected faulty components, requiring disassembly of other components.

2. Parameter division

One hundred to several thousand technical parameters are available in automotive diagnostics. When searching for a fault, the diagnostician classifies and selects the parameters. For the purpose of testing, the parameters are divided into groups. Among others, into current parameters, those calculated by programs in the controllers, indirect and direct parameters. The classification of technical parameters made it possible to analyse how the diagnostician selects the parameters and describe them in the form of parameter selection keys. The study results of this analysis are presented in this paper.

3. Methodology and results of the study

The tests were carried out at the SAHIB car workshop, which specialises in repairing difficult cases in the detection of faults. Firstly, the results of a preliminary diagnosis carried out with a diagnostic scanner and simple measurements were recorded. If these steps correctly indicated a fault, such a case was discarded. The study dealt with cases where the initial diagnosis proved to be wrong or inconclusive. Inconclusive diagnosis is when the self-diagnosis results in either several fault codes or no fault. In such cases, diagnostic steps requiring specialised measuring instruments and technical documentation must be taken. It is then that a decision is made as to which

operating parameters the diagnostician will deal with. The paper presents diagnostic results on three different functional systems.

4. Performance selection criteria

The choice of operating parameters when searching for a fault is a critical step that can result in moving closer to the fault detection, but also moving away from the fault. The consequence of moving away from the fault is that the wrong decision is made to repair or replace the part in question. This leads to increased costs and longer diagnostic times. This paper proposes methods leading to an optimised choice of diagnostic parameters.

Summary

The article presents conclusions resulting from the research carried out. The analysis of the conclusions makes it possible to improve the diagnostic process in the automotive industry, as well as to introduce innovative diagnostic methods.

References

- [1] Czichos H., Technical diagnostics: principles, methods and applications, *Journal of Measurement Sciences*, vol. 9, No. 2, pp.32-40, 2014.
- [2] Czichos H., Handbook of Technical Diagnostics Fundamentals and Application to Structures and Systems, *Springer*, 2012, ISBN 139783642258497.
- [3] Li Tianpei, Fault Diagnosis for Functional Safety in Electrified and Automated Vehicles, *The Ohio State University*, 2020.
- [4] Słupski S. M., Zbiór danych technicznych, *Nowoczesny Warsztat*, 10, 2021.
- [5] Słupski S. M., Umiejętność odczytywania i tworzenia nowych parametrów technicznych, *Nowoczesny Warsztat*, 06, 2022.
- [5] Słupski S. M., Ukryte usterki, *Nowoczesny Warsztat*, 7-8, 2022.
- [6] Sirko Y., Parametry techniczne w diagnostyce systemu Common Rail metodą DMC, *Sympozjum Naukowe SNEiI*, Politechnika Lubelska, 2022.

HIGH-RESOLUTION MICROWAVE SPLIT RING RESONATOR BASED PROBE FOR COMPOSITE TANK FLAWS EVALUATION

Przemysław SOBKIEWICZ, Paweł BIEŃKOWSKI, Wojciech BŁAŻEJEWSKI

Wroclaw University of Science and Technology

Abstract

The imaging resolution of conventional aperture near-field probes is often limited to dimensions of an aperture. To achieve imaging resolution in the order of few millimeters using standard aperture probes it is required to operate at very high frequencies - above 30 GHz. It increase measurement complexity and significantly reduces the penetration depth. In contrast, planar structure such as Spiral or Rectangular Split Ring Resonator probes could provide the same resolution working at low frequency range. This work proposes an high-sensitivity (SRR)-based microwave sensor for detection of common undersurface flaws in composite-made samples of tank. The variation of the electric field distribution on a constant standoff distance (SOD) was analyzed to reveal the operation mechanisms behind the improved sensitivity and resolution of the proposed probes. Detection abilities of the subsurface defects such as commonly edge-shaped delamination with different shape and immersion depth in Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) material are demonstrated by the related simulations. Due to relatively low working frequency, low-cost implementation, high resolution and detection abilities of hidden undersurface defects, the proposed near-field probe would be a choice worth considering for microwave NDT and imaging.

Probe design

SRR was excited by a time-varying EM field to behave as a subwavelength resonator. When a material under investigation is placed in close proximity to the resonator, the sensor resonant frequency is changed due to dielectric loading. The sensing key is to establish the most efficient coupling between MUT and sensor. The design of the proposed near-field probes (fig.1) has been done using 3D EM simulation and analysis software - Computer Simulation Technology (CST) Microwave Studio using a frequency-domain solver. From the microwave NDT standpoint, a subsurface inclusions and defects are announced by a change in the complex dielectric constant and from the sensor point of view - change of scattering parameters [1-4]. The purpose of the imaging system is to catch changes and spatially map them into two or three-dimensional images. In presented simulations selected probes were evaluated for purposes of 2D imaging of composite samples.

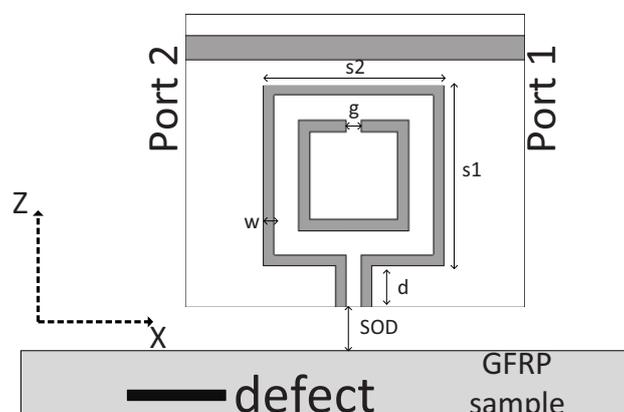


Fig. 1. Proposed Microstrip Split Ring Resonator-based near-field probe

Results

The composite material under investigation is a part of type IV composite tank for hydrogen storage (without internal metal liner). A part of the sample is a section of the cylindrical part of the tank. MUT is a Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) that consists of mixture of glass fibers and resin binder. Relative permittivity of MUT is equal to 4.6 and was revealed by the set of SPDR resonator measurements. Scheme of MUT with undersurface defect is shown in figure 1. Images presented below were obtained during probes movement along x-axis and y-axis. Comparison between standard (fig.2) and proposed probe (fig. 3) is presented.

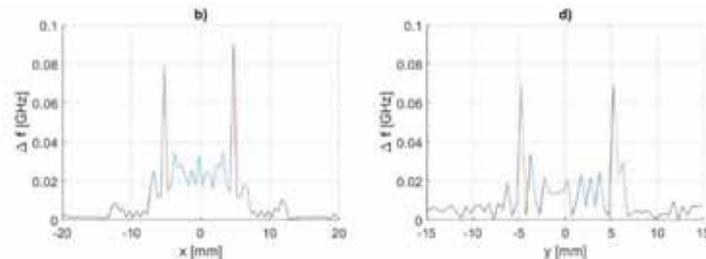


Fig. 2. Examples of S21 resonant-frequency Δf with SOD = 1.0 mm: (a) Probe 1 along x-axis ($y=0$); (b) Probe 1 along y-axis ($x=0$)

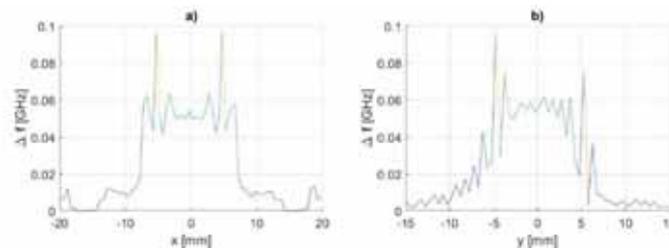


Fig. 3. Examples of S21 resonant-frequency Δf with SOD = 1.0 mm: (a) Probe 2 along x-axis ($y=0$); (b) Probe 2 along y-axis ($x=0$)

Figures 2-3 shows Δf of resonant-frequencies for each scanning spatial point (along x and y axis crossing the center of defect). Parameter Δf is equal to a difference in resonant frequency under healthy state composite and the simulated resonant frequency in an actual probe position. Additional tips enhance probe sensitivity. The simulation results prove that the SRR-based sensor with tips can improve the detection ability with high resolution remaining on relatively low frequency band. Consequently, probe 2 (fig. 3) provide better dielectric loading and higher resonant frequency shift when facing the defect. Presented work is of further research aimed at extending the near-field probe development – especially improvement of resonant structure geometries.

Summary

The advancement of near-field microwave imaging probes are often aimed at enhancing the sensitivity and resolution without substantial increase of complexity or implementation cost. This paper presents sensing probe that utilize metamaterial unit cells coupled to microstrip fed line. It has been shown that the microwave split-ring resonator can be useful for imaging of GFRP structures and for detection of common undersurface defects such as delamination. The probes intrinsically provides a polarization-dependent response. Due to high sensitivity, the application of an extended SRR geometry with edge scanning can provide an improved image quality and accuracy compared to using a standard SRR.

References

- [1] R. F. Gibson, Principles of composite material mechanics, Fourth edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016.
- [2] M. Pastorino, Microwave imaging methods and applications. Boston: Artech House, 2018.
- [3] R. Zoughi, Microwave Non-Destructive Testing and Evaluation. Dordrecht: Springer Netherlands, 2000.
- [4] K. Aydin, I. Bulu, K. Guven, M. Kafesaki, C. M. Soukoulis, and E. Ozbay, ‘Investigation of magnetic resonances for different split-ring resonator parameters and designs’, *New J. Phys.*, vol. 7, pp. 168–168, Aug. 2005, doi: 10.1088/1367-2630/7/1/168.

ANALIZA SPRAWNOŚCI INWERTEROWEJ POMPY CIEPŁA W FUNKCJI TEMPERATURY ZASILANIA I STEROWANIA WEDŁUG KRZYWEJ GRZEWOCZEJ

Tomasz STRUZIK¹, Mikołaj SKOWRON², Marcin BASZYŃSKI²

¹ Robert Bosch Poland

² Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, AGH Kraków

1. Wprowadzenie

Pompy ciepła są idealnym źródłem energii do przygotowania ciepłej wody użytkowej i centralnego ogrzewania, zwłaszcza w budynkach niskoenergetycznych. Ciepło pozyskiwane ze środowiska oraz moc sprężarki składa się na moc pompy ciepła. Stosowanie tych urządzeń istotnie ogranicza zużycie energii końcowej w porównaniu z tradycyjnymi systemami. Zamiast dostarczać paliwa kopalne np. gaz, budynek zasilany jest mono energetycznie. Budynek może być wyposażony tylko w jeden przyłącz energii. Ograniczane są zatem koszty budowy dodatkowych sieci. W porównaniu z ogrzewaniem opartym na grzejnikach elektrycznych lub kotle elektrycznym centralnego ogrzewania, możemy dostarczyć do budynku czterokrotnie mniej energii [1]. Są to oczywiste korzyści, wynikające z analizy teoretycznej i pomiarów. Produkowane i sprzedawane na rynku urządzenia obarczone są jednak pewnymi ograniczeniami. Wynikają one między innymi z przyjętego czynnika roboczego. Wydajność pompy ciepła ograniczona jest przez proces odszronienia, kiedy układ termodynamiczny jest odwracany celem oczyszczenia parownika z lodu. Pojawia się on na wymienniku w czasie normalnej pracy, kiedy temperatura parownika zostaje obniżona poniżej punktu rosy i w dalszej kolejności spada poniżej zera. Dodatkowy wydatek energetyczny poniesiony na ten proces sprawia, że realne warunki pracy urządzenia odbiegają od danych katalogowych. Zjawisko to ulega nasileniu przy współpracy pompy ciepła z instalacją centralnego ogrzewania w budynkach o niskim zapotrzebowaniu na ciepło. Kiedy temperatura zasilania spada poniżej pewnej wartości, wydajność tych urządzeń maleje wskutek odszraniania. Są to ważne uwarunkowania które należy uwzględnić przy projektowaniu systemu grzewczego, a szerzej przy projektowaniu samego budynku [2].

2. Realne warunki pracy pomp ciepła

Właściwa temperatura projektowa zasilania i powrotu systemu grzewczego jest bardzo ważna dla prawidłowego działania urządzenia. Jest to szczególnie istotne w budynkach niskoenergetycznych, gdzie zastosowanie pompy ciepła wydaje się szczególnie wskazane. Taki budynek wyposażony w instalację grzewczą opartą o ogrzewanie płaszczyznowe, może być zasilany czynnikiem grzewczym o niewielkiej temperaturze. Budynek niskoenergetyczny projektowany jest w taki sposób aby maksymalizować zyski słoneczne. Może więc się okazać, że przy temperaturze otoczenia wynoszącej 2-3 °C, wymagana temperatura zasilania instalacji grzewczej spadnie do 22 °C. Temperatura powrotu czynnika grzewczego będzie wtedy wynosić od 15 do 17 °C. Powietrzna pompa ciepła powinna w takich warunkach osiągać wysoką wydajność. Tak może się wydawać patrząc na wykresy wydajności w odniesieniu do temperatury zasilania. Jednakże powietrzna pompa ciepła przy tej temperaturze zewnętrznej, najczęściej pracuje w warunkach dużej wilgotności względnej na poziomie 80-90%. Oznacza to, że parownik pompy ciepła osiąga temperaturę -8 °C [3]. Dochodzi więc do szybkiego osadzania się cząsteczek wody na wymienniku parownika, która od razu zamarza. Jest to zjawisko niekorzystne, które ogranicza powierzchnię parownika. Aby temu zaradzić pracująca pompa ciepła musi przejść w tak zwany tryb odszronienia. Odwraca ona wtedy układ termodynamiczny. Parownik staje się skraplaczem, a skraplacz parownikiem. Skutkiem zadziałania procesu odszronienia powinno być oczyszczenie parownika. Niestety w tych warunkach pogodowych, w budynku niskoenergetycznym panuje niska temperatura na powrocie do skraplacza. A to jest

źródło energii dla pompy ciepła w momencie odszronienia. W dostępnych na rynku urządzeniach przy temperaturze powrotu poniżej 18 °C, proces odszronienia nie może przebiegać w prawidłowy sposób. Jest za mało energii w układzie aby parownik oczyścił się całkowicie z lodu. Automatyka pompy ciepła musi włączyć grzałkę elektryczną awaryjnego źródła ciepła. Dostarcza ona niezbędnej energii potrzebnej do procesu odszronienia. Niestety oznacza to duży spadek sprawności i chwilowy wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną przez pompę ciepła. Pracuje w tym momencie sprężarka i jest załączona grzałka elektryczna o mocy w przedziale od 6 do 9 kW. Jeśli weźmiemy pod uwagę, że temperatura powietrza w okolicy 2 °C, występuje statystycznie często w czasie sezonu grzewczego, uśredniony, realny współczynnik pracy SCOP w budynku niskoenergetycznym jest znacznie mniejszy niż wynika to z dokumentacji producenta.

Proces odszronienia powietrznej pompy ciepła polega na odwróceniu układu termodynamicznego i wykorzystaniu energii zgromadzonej w skraplaczu do usunięcia lodu zgromadzonego na parowniku. Brak energii w układzie jest często uzupełniany bezpośrednim podgrzewaniem grzałką elektryczną. Mechanizm ten trwający od kilku do kilkunastu minut, jest niezbędny do poprawnego funkcjonowania powietrznych pomp ciepła. Skutkiem tego jest wyraźne obniżenie wydajności tych urządzeń. W ramach własnych badań przeprowadzonych w pracujących instalacjach została zmierzona rzeczywista wydajność powietrznych pomp ciepła w dwóch lokalizacjach. Jedna zasila instalację przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynku, druga zasila instalację centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Badania wykazały, iż sprawność tych urządzeń nie pokrywa się danymi katalogowymi. Jest mniejsza, gdyż nie uwzględnia procesu odszronienia.

3. Podsumowanie

Rzeczywista sprawność powietrznych pomp ciepła produkowanych obecnie może odbiegać od danych katalogowych. Jedną z przyczyn niezgodności jest współpraca pompy ciepła jako urządzenia grzewczego z instalacją grzewczą w budynku o niskim zapotrzebowaniu na energię. Przez ograniczenia techniczne związane z pracą układu termodynamicznego powietrznej pompy ciepła często następuje wspomaganie szczytowym źródłem ciepła jakim są grzałki elektryczne. Proces ten jest skorelowany z niską temperaturą zasilania instalacji i temperaturą zewnętrzną w przedziale 0 - 7 °C. Zagadnienie to dotyczy budynków wyposażonych w niskotemperaturowe systemy oddawania ciepła do pomieszczeń.

Porównując, podawane przez producentów, dane katalogowe parametru SCOP powietrznych pomp ciepła, możemy zauważyć zaniżoną sprawność tych urządzeń pracujących w warunkach rzeczywistych. Tą prawidłowość potwierdzono wynikami własnych obserwacji i pomiarów. Dla uniknięcia braku ciepła w okresach przejściowych zaleca się lekkie przewymiarowanie powietrznych pomp ciepła w budynkach niskoenergetycznych.

Bibliografia

- [1] Lachman P., Rubik M., Mirowski A.: Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła, Część 6, Efektywność ekonomiczna instalacji technicznych w budynkach, PORT PC, 2015
- [2] Lachman P., Mirowski A.: Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła, Część 7, Wytyczne projektowania, doboru, montażu i uruchomienia instalacji z pompami ciepła w budynkach jednorodzinnych i wielorodzinnych, PORT PC, 2015
- [3] Marian Rubik: Chłódnictwo i pompy ciepła, Grupa Medium, 2021

LOW-ENERGY RADIO TRANSCEIVERS AND PERSONAL AREA NETWORKS IN TRANSMISSION RADIO TOMOGRAPHY IMAGING AND IN-BUILDING LOCALIZATION SYSTEMS

Michał STYŁA¹, Bartłomiej KICZEK², Dominik GNAŚ¹, Przemysław ADAMKIEWICZ^{1,3}

¹ Information Technology Research & Development Center (CBRTI sp. z o. o.), Rzeszów

² Maria Curie-Skłodowska University, Lublin

³ WSEI University, Lublin

Abstract

The paper focuses on proprietary hardware solutions for effective use in systems using radio-tomographic imaging techniques. During the design process, the focus was on selecting the most optimal approach to the implementation of RF tomography, reconciling good performance, energy optimization, size of the final device and its compatibility with other system devices and the user. The entire hardware layer was realized by the idea of transmission tomography and performing image reconstruction using differential algorithms.

Wireless network models implemented in transmission radio tomography

The radio probe primarily uses commercial wireless data exchange protocols that comply with standards set by the IEEE. One can mention Bluetooth LE of the latest generation, ZigBee or Wi-Fi. They operate within the common 2.4 GHz ISM band. This ensures high compatibility with other devices in the system regardless of manufacturer and user devices.

Based on tests, three models capable of meeting the requirements of transmission radio tomography were distinguished: independent (based on Bluetooth advertising), sequential (based on ZigBee guided transmission), and mesh-structured (using Bluetooth mesh). Regardless of the model/network topology, communication with the local network is provided by a Wi-Fi connection.

The standalone model assumes a one-to-many connection and cyclic data retransmission via Bluetooth advertising. The advantage of the resulting network of transceivers has become the high speed of data acquisition (one 256-element array per second) and fault tolerance. In this case, the BLE layer was responsible for both the signal source for calculating RSSI (Received Signal Strength Indicator) and the transport layer. Overriding control is not required in this case. The consequence, however, may be an irregular refresh of the lines of the reconstructed image.

The sequential model (one-to-one transmission) assumed the exclusion of BLE's biggest drawback with a ZigBee-compliant radio module, namely the high instability of the signal over time without introducing interference. Increasing the precision of the measurement drastically reduced the number of measurements obtained. The time from one second here increased several times and strongly depended on the total number of RTI (Radio Tomography Imaging) probes and the level of environmental interference.

The last model was probes organized in closed groups working in a mesh network (many-to-many transmission). It was implemented using Bluetooth mesh technology. The solution had a high level of security and integrity, as well as reliable connectivity and scalability, but it did not allow enough data to be carried out and was cumbersome to implement.

Hardware solutions used in transmission radio tomography

The most important element used in the design of the devices was a microcontroller chip of the WSoC (Wireless System on a Chip) type, which was extended by additional sections depending on the type of system. The main output platforms were the NS nRF52832 and SL EM357 ICs. Subsequent development versions of the probe are shown in Figure 1.

To ensure the lowest possible power consumption, the default and built-in LDO stabilizer was replaced with an external charge pump and DC/DC converter. Regardless of the hardware solution, this ensured a peak current consumption of 32 mA and an average of 460 μ A (current consumption per RTI probe). These values may vary slightly between probe versions and system models.

For the transmit/receive path, a ceramic antenna with omnidirectional characteristics (for BLE) and a strip antenna for the u.FL connectors (for ZigBee) were chosen. The offset of the strip antenna with a shielded cable made it possible to reduce the systems' mutual (negative) interaction. Matching circuits, filters and strict impedance control were included in both RF feeders.

Regardless of the version, there can be two radio modules on each probe, which can support one-way or two-way transmission. In the case of the standalone model probe, there is one BLE transmitter and one BLE receiver. The sequential model assumes using a BLE transmitter and a ZigBee transceiver. Finally, the mesh network model is the only one that allows a single radio layer. However, it depends on how the radio tomograph is connected to the rest of the system, i.e. whether a proxy node will be present in the resulting mesh network and which Bluetooth devices will mediate the RSSI indicator matrix to the computing system cluster.

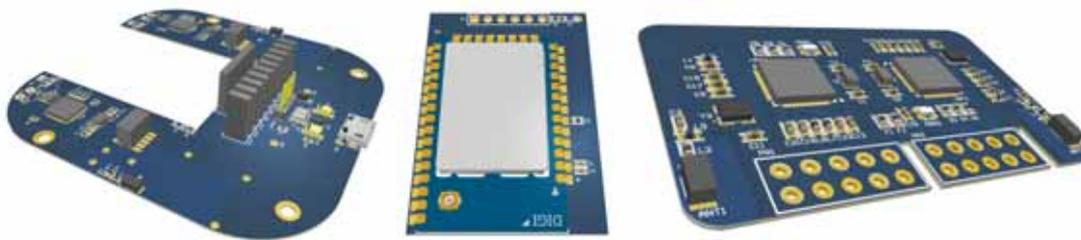


Fig. 1. Subsequent revisions of RTI probes (from left): prototype multirole probe with space for ZigBee communication module expander, ZigBee communication expander and miniaturized BLE probe

Target radio probes in a given category (like the last probe in Figure 1) do not exceed a matchbox in size. However, due to the continuous (intensive) operation, they cannot be battery-powered and must be guaranteed constant access to a 3.3 V or 5 V mains power supply (in the version with supply voltage conditioning). This necessitates appropriate preparation of the building infrastructure.

References

- [1] Wilson J., Patwari N.: See-through walls: Motion tracking using variance-based radio tomography networks, *Mobile Computing, IEEE Transactions on*, vol. 10, no. 5, pp. 612-621, 2010
- [2] Liu H., Darabi H., Banerjee P., Liu J.: Survey of wireless indoor positioning techniques and systems, *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part C (Applications and Reviews)*, vol. 37, no. 6, pp. 1067-1080, 2007
- [3] Yiğitler H., Jäntti R., Kaltiokallio O., Patwari N.: Detector Based Radio Tomographic Imaging, *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 17, no. 1, p. 58 – 71, 2018
- [4] Patwari N., Wilson J.: RF sensor networks for device-free localization: Measurements models and algorithms, *Proc. IEEE*, vol. 98, no. 11, pp. 1961-1973, 2010
- [5] Maj M., Rymarczyk T., Kania K., Niderla K., Styła M., Adamkiewicz P.: Application of the Fresnel zone and Free-space Path for image reconstruction in radio tomography, *International Interdisciplinary PhD Workshop 2019, IIPhDW 2019*, 2019
- [6] Zhang D., Ma J., Chen Q., Ni L. M.: An RF-based system for tracking transceiver-free objects, *Proc. 5th Annu. IEEE Int. Conf. Pervasive Comput. Commun.*, pp. 135-144, 2007
- [7] Styła M., Oleszek M., Rymarczyk T., Maj M., Adamkiewicz P.: Hybrid sensor for detection of objects using radio tomography, *2019 Applications of Electromagnetics in Modern Engineering and Medicine, PTZE 2019*, 219-223, 2019
- [8] Moussa M., Youssef M.: Smart devices for smart environments: Device-free passive detection in real environments, *Proc. IEEE Int. Conf. Pervasive Comput. Commun.*, pp. 1-6, 2009

DRAPIEŻNE, CZY NIE... CZASOPISMA, KONFERENCJE NA WYBRANYCH PRZYKŁADACH

Witold SYGOCKI

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Środowisko naukowe w Polsce i na świecie reprezentujące każdą dyscyplinę, w tym nauki inżynieryjne, czy o zdrowiu - jest zasypywane propozycjami szybkiego publikowania artykułów, materiałów konferencyjnych tzw. drapieżnych czasopismach/wydawnictwach (predatory journals/publishers). Schemat jest za każdym razem podobny, czyli model publikowania Open Access, czasopisma drapieżne o tytułach zbliżonych do istniejących, albo też archiwalnych. Co zrobić, żeby nie dać się nabrać i uniknąć sytuacji, gdy okaże się, że opublikowany artykuł nie będzie zaliczony do rozliczenia grantu¹, czy też nie będzie dobrą wizytówką dorobku naukowego? Niniejszy materiał stanowi ilustrację stanu zastanego i wskazuje na co zwracać uwagę w przypadku drapieżnych wydawców i organizatorów (predatory conferences). W zmieniającym się świecie oferującym różnorodne modele publikacyjne, nowe typy artykułów: data notes, short paper, trudno jest nadążyć za zmianami, ale także trudno jest podać jednoznaczna definicję drapieżnego wydawcy. Także, ze względu na to, że uznani wydawcy (np. Taylor&Francis, Wiley) i ich czasopisma, za stosowanie praktyk przypisywanych tym drapieżnym, mogą być usuwane z indeksujących je baz: Web of Science CC, Scopus. W Polsce nie ma listy drapieżnych czasopism, konferencji². W 2012 roku na blogu Scholarly Open Access, została opublikowana przez amerykańskiego bibliotekarza Jeffrey Bealla lista drapieżnych czasopism/wydawnictw zwana listą Bealla³. W ciągu ostatniego roku szczególnie toczą się w Polsce dyskusje związane z wydawnictwem MDPI i jego praktykami biznesowymi. Należy przypomnieć, że w 2013 r. MDPI zostało umieszczone na liście Bealla, zaś dwa lata później z niej usunięte⁴. Pierwsze czasopismo MDPI: *Molecules* jest indeksowane w wielu bazach, w tym w WoS CC, gdzie występuje 46 564 publikacji, a w Scopus 46 381 (dane: 14.05.2023).

Drapieżni wydawcy i organizatorzy tworzą nowe tytuły czasopism i firmy oferujące konferencje w ramach każdej dyscypliny, w tym inżynieryjnej. Jednak nawet wydawcy uznani za sprawdzonych mogą stosować pewne praktyki przypisywane tym drapieżnym. Jedną z takich praktyk dotyczy wydawania dodatkowych suplementów. Nic dziwnego, więcej opublikowanych artykułów, to większe przychody dla wydawcy. Właśnie takie praktyki, spowodowały, że Clarivate Analytics ogłosiło wykluczenie 82 czasopism z podstawowej kolekcji Web of Science. Usunięcie z listy indeksowanych jest równoznaczne z utratą Impact Factor⁵. Jak widać na rys. 1, na liście wykluczonych znajdują się m.in. Taylor&Francis, Wiley, Springer Heidelberg.

- **Hindawi LTD** (15 journals de-listed);
- **Routledge Journals, Taylor & Francis LTD** (4 journals de-listed);
- **Wiley-Hindawi** (4 journals de-listed);
- **AME Publishing Company** (2 journals de-listed);
- **BMJ Publishing Group** (2 journals de-listed);
- **MDPI** (2 journals de-listed);
- **Sage Publications LTD** (2 journals de-listed);
- **Springer** (2 journals de-listed);
- **Springer Heidelberg** (2 journals de-listed);
- **Wiley** (2 journals de-listed).

Rys. 1. Wydawcy czasopism, których praktyki doprowadziły do zaprzestania indeksowania w WoS. Dostępne on-line: <https://predatoryreports.org/news/f/web-of-science-de-listed-82-journal-including-15-from-hindawi> (dostęp do danych: 14.04.2023.)

Wspomniane MDPI 15 marca 2023 r. otrzymało informację, że firma Clarivate zaprzestała indeksowania IJERPH (*International Journal of Environmental Research and Public Health*) i JRFM (*Journal of Risk and*

Financial Management) w Web of Science. Według Clarivate Analytics czasopisma te nie spełniły kryterium jakości i trafności treści, tj. wykroczyły poza zakres czasopisma. Zgodnie z informacją na stronie wydawcy 31 marca 2023 r. MDPI formalnie odwołało się od tej decyzji⁶.

W październiku 2022 r. podczas seminarium zorganizowanego przez Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu toczyła się dyskusja o drapieżnych czasopismach – w szczególności właśnie o wydawnictwie MDPI⁷. Jeden z wątków dyskusji stanowiła zależność związana ze zwiększeniem liczby artykułów w czasopismach MDPI szczególnie w latach 2020-21, a ewaluacją za lata 2017-21. Oczywiście każdemu zależało na wypełnieniu slotów i zdobyciu, jak największej liczby punktów za publikacje. Jednak to pracownik naukowy odpowiada za to gdzie publikuje, zatem powinien uważnie weryfikować oferty publikowania wyników badań w czasopismach otwartych, czy prezentowania na konferencjach.

Na co zwrócić uwagę w przypadku aktywności publikacyjnej i konferencyjnej:

- Czy konferencja znajduje się na liście znanych konferencji drapieżnych?
- Czy wydawca/ czasopismo znajduje się na liście drapieżnych?
- Czy organizator jest znany w środowisku – która z uznanych organizacji zawodowych (innych o ugruntowanej pozycji) zorganizowała tę konferencję?
- Czy istnieją różne sposoby kontaktowania się z organizatorami konferencji?
- Uznane organizacje nie korzystają z bezpłatnych kont e-mail – korzystają z domen typu .edu
- Drapieżne konferencje obiecują szybką publikację artykułów
- Czy organizator przewiduje nagrody dla uczestników konferencji i osób publikujących?
- Czy redaktorzy przedstawiają o sobie jakieś informacje naukowe?
-

Tytułem podsumowania:

- warto korzystać ze wsparcia ośrodków informacji i wymieniać się informacjami z innymi, a przede wszystkim zwracać uwagę na to, gdzie publikujemy i na jakich konferencjach prezentujemy wyniki badań naukowych
- warto weryfikować jakość czasopisma poprzez sprawdzanie, czy jest indeksowane w WoS CC, Scopus, czy też w PBN – czy mają tam swoje zakładki z podstawowymi informacjami, w tym o wydawcy
- opublikowanie w drapieżnym czasopiśmie – nie pozwoli na rozliczenie grantu (podobnie jak referat na drapieżnej konferencji)
- odpowiedzialne publikowanie związane jest także z budowaniem marki własnej – naukowca i afiliującej instytucji

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 i Polityki Społecznej. zadanie nr 7.ZS.06. *Komunikacja naukowa (dotycząca bezpiecznego funkcjonowania człowieka w środowisku pracy) na rzecz podnoszenia efektywności prac badawczych*, Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Przypisy

¹ Instrukcja. Polityka NCN dotycząca otwartego dostępu do publikacji. Dostępne on-line:

https://www.ncn.gov.pl/sites/default/files/pliki/2021_10_instrukcja_open_access_NCN.pdf (dostępne w WWW: 4.05.2023.)

² Sulich A. (2022) Nierzetelny proces recenzyjny a drapieżne czasopisma. Forum Akademickie nr 1/2022. Dostępne on-line:

<https://forumakademickie.pl/sprawy-nauki/nierzetelny-proces-recenzyjny-a-drapiezne-czasopisma/> (dostępne w WWW: 4.05.2023.)

³ Lista Bealla. Informacja dostępna on-line: <https://pg.edu.pl/node/4434/drapiezne-czasopisma/lista-bealla> (dostępne w WWW: 4.05.2023.)

⁴ Szczepaniak J. (2022) MDPI - problem bez rozwiązania?. Forum Akademickie nr 11/2022. Dostępne on-line:

<https://miesiecznik.forumakademickie.pl/czasopisma/fa-11-2022/mdpi-%E2%80%A8-problem-bez-rozwiazania%E2%80%A9/> (dostępne w WWW: 4.05.2023.)

⁵ Informacja na blogu: Predatory Reports usadowiona 23.03.2023. *Web of Science de-listed 82 journals, including 15 from Hindawi*. <https://predatoryreports.org/news/f/web-of-science-de-listed-82-journal-including-15-from-hindawi> (dostępne w WWW: 4.05.2023.)

⁶ Informacja na stronie internetowej wydawnictwa MDPI o zaprzestaniu indeksowania w WoS i odwołaniu do Clarivate Analytics.

Dostępne on-line: <https://www.mdpi.com/about/announcements/5536> (dostępne w WWW: 4.05.2023.)

⁷ Czasopisma drapieżne w nauce: jak analizować i rozumieć wzrost liczby publikacji polskich naukowców w czasopismach MDPI? – seminarium zorganizowane przez Centrum Naukometryczne UAM, 18.10.2023. Informacje o seminarium:

<https://lib.amu.edu.pl/czasopisma-drapiezne-w-nauce/> (dostępne w WWW: 4.05.2023.)

ELECTROMAGNETIC AND MEDICINE – OBRAZ DOROBKU AUTORÓW AFILIOWANYCH W POLSKICH INSTYTUCJACH

Witold SYGOCKI ¹, Jadwiga WOŹNIAK-KASPEREK ²

¹ Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

² Uniwersytet Warszawski, Wydział Dziennikarstwa, Informacji i Bibliologii

Aktywność publikacyjna pracowników naukowych jest rejestrowana w wielu zasobach informacji naukowej, w tym w międzynarodowych bazach Web of Science Core Collection (WoS CC), Scopus. Zindeksowane tam publikacje reprezentują zakresy tematyczne wszystkich dyscyplin i dziedzin, w szczególności związanych z naukami inżynieryjno-technicznymi i medycznymi. Autorzy opracowania prezentują przykłady zestawień informacji takiego dorobku, związanego z badaniami prowadzonymi na styku nauk inżynieryjnych i medycznych. W wyżej wymienionych dwu bazach przeprowadzono poszukiwania publikacji, które ukazały się w latach 2017-21, tj. w okresie za który przeprowadzono ewaluację dorobku w ramach dyscyplin naukowych w 2022 roku. Warto tu przypomnieć, że poza zasobami instytucjonalnymi, takimi jak repozytoria, np. repozytorium AMUR¹ (UAM, Poznań), RUMAK² (UMK, Toruń), RePolis³, czy też ogólnopolskie repozytorium naukowe ICM CEON⁴, nie ma ogólnokrajowego systemu, który gromadzi całą aktywność publikacyjną pracowników naukowych, bo zapewne nie można tutaj wskazać Polskiej Bibliografii Naukowej (PBN), jako kompletnego zasobu. Jednym z powodów takiego stanu jest zapewne ograniczenie ewaluacyjne związane z wypełnieniem maksymalnie 4 slotów publikacyjnych, domyślnie najwyżej punktowanych. Zatem może się zdarzyć, że pozostałych publikacji bazie nie ma. Co więcej baza PBN nie umożliwia prowadzenia wyszukiwań i nie udostępnia informacji na temat wskaźników cytowań publikacji, czy też zweryfikowanych informacji o samych czasopismach. Przykładowo na pytanie w bazie o Przegląd Elektrotechniczny otrzymujemy wiele wskazań, ale tylko jedna wersja jest poprawna.

Oczywiście bazy WoS CC i Scopus nie gromadzą całego dorobku publikacyjnego, co wynika z ograniczenia do listy czasopism indeksowanych w poszczególnych bazach. Zatrzymując się na wyszukiwaniach wkładu naukowego związanego z elektromagnetyzmem i medycyną wprowadzono następujące ograniczenia wyszukiwawcze (wyszukiwano: 11.04.2023.):

- typu dokumentu: artykuł i artykuł przeglądowy,
- zapytania: Topic w WoS CC = medicine AND electromagnetic,
- zapytania: TITLE-ABS-KEY w Scopus = medicine AND electromagnetic,
- afiliacja autorów: All world, Poland, wskazanie jednorodnych i wielorodnych afiliacji.

Na podstawie uzyskanych wyników dokonano zawężającego filtrowania wyników, poszukując odpowiedzi na następujące pytania/zagadnienia:

- w jakich czasopismach publikowali autorzy z afiliacją Poland,
- które publikacje (w których czasopismach) osiągnęły najwyższe wskaźniki cytowań, a które najniższe, tj. jedno i zero – wśród wskazanych wyników w bazie,
- czy autorzy zacytowanych publikacji mieli jednorodne afiliacje,
- jak wygląda obraz polskiego dorobku naukowego na tle dorobku światowego – w ramach pytania o medicine AND electromagnetic.

Przy okazji bazy WoS CC warto przypomnieć, że nowa edycja bazy JCR_2023 (Journal Citation Report_ Clarivate Analytics) będzie zawierała w wykazie także te czasopisma, które do tej pory nie miały IF (Impact Factor), a były indeksowane w AHCI (Arts and Humanities Citation Index), ESCI (Emerging Sources Citation Index)⁵. Zatem w nowej edycji np. Przegląd Elektrotechniczny uzyska IF.

Poniżej w tabeli nr 1 dane o wynikach uzyskanych w WoS CC (typ dokumentu: artykuł, artykuł przeglądowy)

Zapytanie w WoS CC (query)	Liczba zindeksowanych publikacji	Liczba publikacji cytowana > 1	Liczba publikacji cytowania = 1	Liczba publikacji cytowania = 0
medicine (Topic) AND electromagnetic (Topic) All countries (Addres) Years: 2017-2022	4924	1134 (23% ogólnej liczby)	3176 (64,5%)	614 (12,5%)
medicine (Topic) AND electromagnetic (Topic) AND Poland (Addres) Years: 2017-2022	146	107 (73,3%)	14 (9,6%)	25 (17,1%)

Poniżej w tabeli nr 2 publikacje: najwięcej, jedno i zero cytowań w Scopus (typ dokumentu: artykuł, artykuł przeglądowy)

Zapytanie w Scopus (query)	Liczba zindeksowanych publikacji	Liczba publikacji cytowana > 1	Liczba publikacji cytowania =1	Liczba publikacji cytowania = 0
medicine (TITLE-ABS-KEY) AND electromagnetic (TITLE-ABS-KEY) AND Affiliation All countries Years: 2017-2022	837	591 (70,6%)	100 (11,9%)	146 (17,5%)
medicine (TITLE-ABS-KEY) AND electromagnetic (TITLE-ABS-KEY) AND Poland (Affiliation country) Years: 2017-2022	19	13 (68,5%)	1 (5,3%)	5 (26,2%)

Publikacje w liczbie **13**, otrzymane w wynikach w bazie Scopus, które były cytowane więcej niż 1 raz reprezentowały różne instytucje w Polsce. W tych 13 - współautorzy z innych krajów, czyli afiliacje inne niż Poland, występowały w 4 publikacjach. Publikacja o najwyższym wskaźniku cytowani z jednorodną afiliacją Poland uzyskała 55 cytowań⁶. W tym wypadku nie było, afiliacja autorów zy

Wymieniane powyżej bazy są dostępne w ramach licencji krajowej, zatem tytułem spojrzenia na zasoby przeprowadzono wyszukiwania w ogólnodostępnych zasobach Google Scholar. Tak samo, jak wcześniej zadano pytanie o: medicine AND electromagnetic. Bez wprowadzania ograniczenia czasowego uzyskano wskazanie: około 1 460 000 wyników (0,11 s)⁷.

Po wprowadzeniu ograniczenia do lat 2017-22, podobnie jak wcześniej w bazach uzyskano: około 22 700 wyników (0,09 s)⁸. Kolejne zawężenie do publikacji w j. polskim dało: około 329 wyników (**0,02 s**)⁹. Poniżej fragment strony z wynikami dla: medicine AND electromagnetic, 2017-22, tylko j. polski w Google Scholar:

Okolo 329 wyników (0,02 s)

... in professional cosmetology treatments. Part 3. Low-frequency current and radio-frequency **electromagnetic waves** as an alternative to invasive aesthetic **medicine** ...

[PDF] pum.edu.pl

[JW Wesołowska, I Iwan-Ziętek... - Pomeranian Journal of ...](#), 2017 - ojs.pum.edu.pl

... Low-frequency current and radio-frequency **electromagnetic** waves as an alternative to invasive aesthetic **medicine** treatments ... The development of an optimal methodology for ...

☆ Zapisz [Cytuj](#) [Cytowane przez 2](#) [Powiązane artykuły](#) [Wszystkie wersje 2](#) [»»](#)

[PDF] „Pole elektromagnetyczne w diagnostyce medycznej w świetle dokumentu ICNIRP”

[PDF] pe.org.pl

[E Łada-Tondyra, A Krawczyk - Przegląd Elektrotechniczny](#), 2017 - pe.org.pl

... function of the human body and is widely used in **medical** care. The International Commission on Non-Ionizing Radiation ... (**Electromagnetic** field in **medical** diagnostics in the light of the ...

☆ Zapisz [Cytuj](#) [Cytowane przez 1](#) [Powiązane artykuły](#) [Wszystkie wersje 3](#) [»»](#)

Rys. 1. Fragment strony z wynikami uzyskanymi w Google Scholar (data wyszukiwania: 12.05.2023)

W ramach podsumowania:

jak pokazują dane w tabelach artykuły z afiliacją Poland są cytowane, w ujęciu proporcjonalnym, jak te dla afiliacji: All countries

na tak małym zbiorze wyników trudno jednoznacznie mówić o korelacji różnorodności afiliacji i większej liczby cytowań.

Przypisy

¹Repozytorium AMUR. Repozytorium Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Dostępne w WWW: <https://repozytorium.amu.edu.pl/> (data dostępu: 11.04.2023.).

²Repozytorium Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Dostępne w WWW: <https://repozytorium.umk.pl/> (data dostępu: 11.04.2023.).

³Repozytorium Publikacji Naukowych Politechniki Śląskiej „RePolis” udostępnia 21 133 obiektów cyfrowych. Dostępne w WWW: <https://repolis.bg.polsl.pl/dlibra/> (data dostępu: 11.04.2023.).

⁴<https://depot.ceon.pl/> (data dostępu: 11.04.2023.).

⁵Quaderi, N. (2023) Mapping the path to future changes in the Journal Citation Reports. Informacja na blogu Clarivates Analytics. Dostępne w WWW: <https://clarivate.com/blog/mapping-the-path-to-future-changes-in-the-journal-citation-reports/> (data dostępu: 11.04.2023.).

⁶Publikacja uzyskała 55 cytowań w Scopus (dane: 12.04.2023.) Pucelik, B., Sułek, A., & Dąbrowski, J. M. (2020). Bacteriochlorins and their metal complexes as NIR-absorbing photosensitizers: Properties, mechanisms, and applications. *Coordination Chemistry Reviews*, 416 doi:10.1016/j.ccr.2020.213340

⁷Wyniki uzyskane w Google Scholar na pytanie o medicine AND electromagnetic: https://scholar.google.com/scholar?hl=pl&as_sdt=0%2C5&q=electromagnetic+AND+medicine&oq= (dostępne w WWW: 12.05.2023.)

⁸Wyniki uzyskane w Google Scholar na pytanie o medicine AND electromagnetic, 2017-22: https://scholar.google.com/scholar?q=electromagnetic+AND+medicine&hl=pl&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2017&as_yhi=2022 (dostępne w WWW: 12.05.2023.)

⁹Wyniki uzyskane w Google Scholar na pytanie o medicine AND electromagnetic, 2017-22, tylko w j.polskim https://scholar.google.com/scholar?lr=lang_pl&q=electromagnetic+AND+medicine&hl=pl&as_sdt=0,5&as_ylo=2017&as_yhi=2022 (dostępne w WWW: 12.05.2023.)

DESIGN AND RESEARCH OF COMPUTER MODEL OF WIND TURBINE USING LABVIEW

Serhiy SYROTYUK¹, Viktor CHUMAKEVYCH², Valerii SYROTIUK³,
Roman SHEREMETA³, Vadym PTASHNYK³, Serhii BARANOVYCH³,
Jan GIEŁŻECKI⁴, Tomasz JAKUBOWSKI⁴

¹ Lviv National Environmental University, Lviv

² Lviv Polytechnic National University, Lviv

³ Lviv National Environmental University, Lviv

⁴ Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja, Kraków

Introduction

The development of wind power engineering requires the constant improvement of both technology and converting the wind power usually into electrical energy, which is not possible without a deep study of electromechanical processes occurring in a turbine. To minimize the costs and time for development and improvement of the design of wind turbines as well as systems of their control, the methods of computer simulation are used. This modelling can be implemented using up-to-date mathematical apparatus, methods of investigation, and applied software. Traditionally, the technology of computer simulation is realized in MATLAB/Simulink, less often using other software. Apart from the design and improvement of the construction of a wind power turbine, one of the objectives of computer simulation is forecasting power generation with existing turbines.

To generalize empirical dependences and convenience of their processing by methods of probability theory, the set of experimental values of wind flow Φ_V within the full range of velocities from 0 to V_m is approximated by a similar analytical dependence $\Phi(V)$ (usually by a two-parameter function of the Weibull distribution):

$$\Phi(V) = \frac{k}{c} \left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{V}{c}\right)^k\right],$$

where k is the curve shape parameter; c is the scale parameter close to the average velocity.

However, based on statistical estimation of wind flow velocity using the laws of its distribution, it is not possible to carry out a dynamic estimation of wind flow velocity, and accordingly the dynamics of wind power turbines.

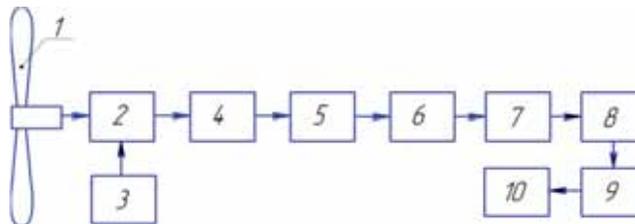


Fig. 1. Block diagram of autonomous wind power turbine: 1 – wind turbine; 2 – braking subsystem; 3 – subsystem of wind turbine orientation on wind and its output out of the wind; 4 – multiplier; 5 – electric generator; 6 – rectifier; 7 – battery charge controller; 8 – rechargeable battery; 9 – inverter; 10 – electricity consumers.

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 of storage of the electric power; the independent, network or hybrid inverter; PVM and MPPT controllers; a system of the orientation of the rotor on wind and output out of it, etc.

References

- [1] Koley, I.; Dey S.; Sain C. (2014). Matlab modeling and simulation of DFIG with dump resistor during faulty condition. *International Journal of Engineering Inventions*, vol. 4, issue 1, pp. 11–17.
- [2] Mozafarpour-Khoshrodi S.H.; Shahgholian G. (2016). Improvement of perturb and observe method for maximum power point tracking in wind energy conversion system using fuzzy controller. *Energy Equipment and Systems*, vol. 4, No 2, pp. 111–122.
- [3] Oleynikov A.; Matveev Yu.; Kanov L. (2010). Modeling of a low-power wind plant mode. *Electrical Engineering & Electromechanics*, No 2, pp. 16–20.
- [4] Ayhan D.; Saglam S. (2012). A technical review of building-mounted wind power systems and a sample simulation model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, pp. 1040–1049.
- [5] Beltran B.; Ahmed-Ali T.; El Hachemi Benbouzid M. (2008). Sliding mode power control of variable-speed wind energy conversion systems. *IEEE Transactions on energy conversion*, vol. 23, No. 2, pp. 551–558.

POMPOWE UKŁADY NAPĘDOWE O ZŁOŻONEJ TRANSMISJI RUCHU ZAWIERAJĄCE DŁUGI ELASTYCZNY WAŁ

Andrzej SZAFRANIEC, Radosław FIGURA

Uniwersytet Radom

Wstęp

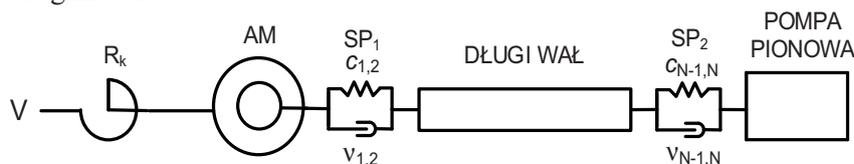
Pompy pionowe z długim wałem mają szerokie zastosowania w wielu gałęziach gospodarki. Pompy pionowe dużej mocy są stosowane, jako pompy wody chłodzącej w elektrowniach, w systemach pompowania wody morskiej, wielkoskalowych systemach nawadniania itp. Trudne warunki pracy pomp oraz kosztowne naprawy powodują, że pompy te są obiektem wielu badań umożliwiających wczesne wykrycie ewentualnych usterek w celu zapobiegania kosztownych awarii. Omawiane układy napędowe badano pod kątem wytrzymałości wirnika i prędkości krytycznej dla różnych długości wału dla pomp pożarniczych w miejscach pozbawionych dużych ilości wody. Pompowe układy napędowe z długim wałem badano pod kątem podatności na wzbudzenia dynamiczne oraz wibracje. Układy napędowe badano również pod kątem doboru, przydatności oraz wydajności dla różnych substancji, nie badano jednak sił działających na długi elastyczny wał.

Aby w pełni opisywać procesy fizyczne w układach pompowych z długim wałem należy koniecznie uwzględnić procesy oscylacyjne występujące w układach napędowych. Obliczenia oscylacyjnych drgań w napędach elektrycznych można prowadzić dwutorowo w zależności od długości wałów napędowych. W przypadku długich wałów układ napędowy opisuje się równaniami o pochodnych cząstkowych.

Model matematyczny

Na rysunku 1 przedstawiono zasadniczy układ transmisji ruchu oraz schemat obliczeniowy napędu pompowego.

Długi wał transmisji ruchu z obu stron jest połączony z wałem silnika i pompą pionową przez dodatkowe sprzęgła elastyczne, co istotnie zmniejsza uderzeniowe momenty na wałach silnika i pompy, a także zmniejsza momenty skrętne w długim wale.



Rys. 1. Schemat zasadniczy układu pompowego

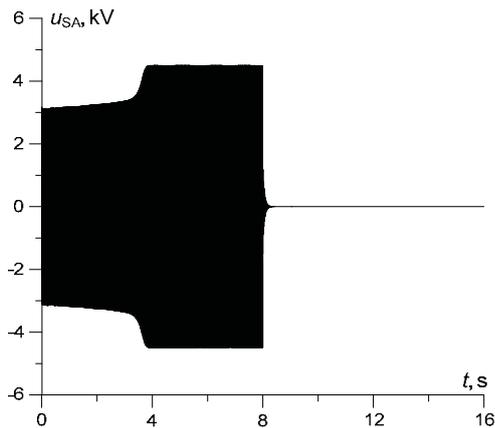
Na bazie zmodyfikowanej zasady Hamiltona-Ostrogradzkiego oraz uwzględniając charakterystykę pompy wyznaczono model matematyczny umożliwiający wyznaczenie napięć silnika oraz chwilowego momentu sprężystości w sprzęgle elastycznym:

$$\Delta u_{X,k} = L_{X,k} [A_{S,k}^* (u - (r_{S,k} + r_{X,k}) i_{S,k}) + A_{SR,k}^* (-u_{R,k} - \Omega_k \Psi_{R,k} - r_{RL,k} i_{R,k})] + R_{X,k} i_{S,k} \quad (1)$$

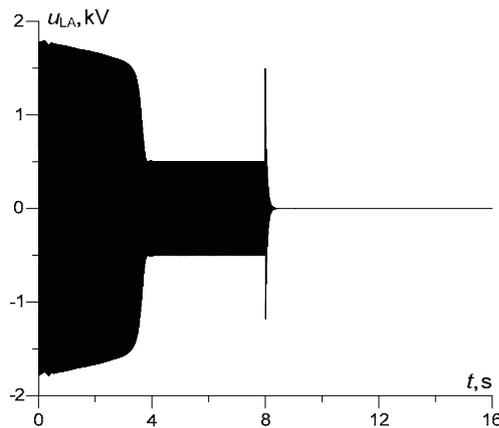
$$M_{EM,k} = \sqrt{3} p_{0,k} (i_{SB,k} i_{RA,k}^{II} - i_{SA,k} i_{RB,k}^{II}) / \tau_k \quad (2)$$

Wyniki symulacji komputerowej

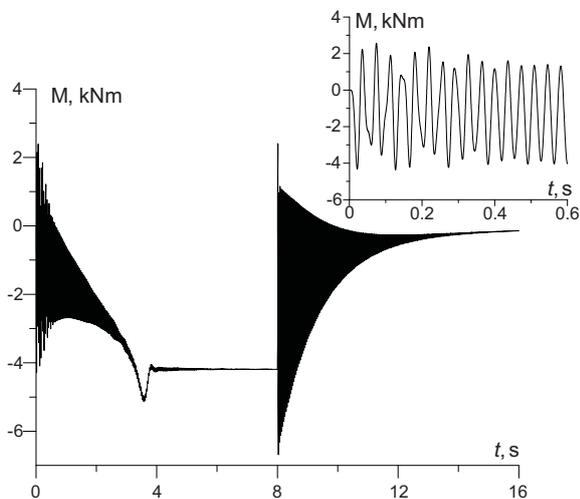
Analiza stanów nieustalonych została przeprowadzona dla układu napędowego, którego schemat przedstawiono na rysunku 1. Badania wykonano dla wysokości podnoszenia wody $H_g = 4\text{m}$. Badany układ pompowy zasilano z sieci sztywnej. W celu dokładniejszego przedstawienia wizualizacji częstotliwości drgań momentu sprężystości rysunek 4 zawiera dodatkowy mini rysunek z małym zakresem czasowym, na których widać własną rezonansową częstotliwość dwumasowego układu.



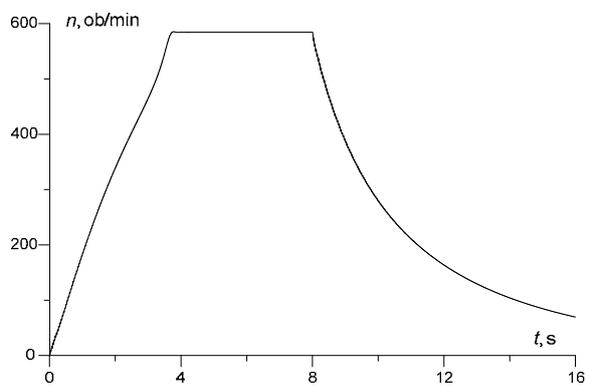
Rys. 2. Chwilowe fazowe napięcie zasilania fazy A silnika



Rys. 3. Chwilowy spadek napięcia fazy A na cewce powietrznej.



Rys. 4. Chwilowy moment sprężystości w sprzęgle elastycznym



Rys. 5. Chwilowa prędkość obrotowa pompy wirowej

Wnioski

Analizę procesów nieustalonych w napędzie hydraulicznym, w szczególności transmisję ruchu układu napędowego, należy analizować, jako układ podatny. W prostszym przypadku, można przyjąć model matematyczny opisujący system o parametrach skupionych, a w złożonych układach, należy opisać model systemu o parametrach rozłożonych.

Ważnym kryterium wyboru sprzęgła elastycznego w transmisji ruchu jest jego główne przeznaczenie: tłumienie różnego rodzaju drgań niekorzystnie wpływających na pracę napędu. Modelowanie matematyczne tego typu zjawisk pozwala na weryfikację i poprawny dobór poszczególnych elementów układu, co zmniejsza ryzyko występowania uszkodzeń w trakcie eksploatacji systemu.

Literatura

- [1] Chaban A., Perzyński T., Popena A., Figura R., Levoniuk V. Mathematical Modeling of Transient Processes in the Susceptible Motion Transmission in a Ship Propulsion System Containing a Shaft Synchronous Generator, *Energies*, 15 (2022), nr 9, 3266
- [2] Czaban A., Łukasik Z., Popena A., Szafraniec A., Mathematical modelling of transient processes in an asynchronous drive with a long shaft including cardan joints, *Energies*, 14 (2021), nr 18, 5692, doi: 10.3390/en14185692
- [3] Szafraniec A. Modelowanie matematyczne procesów oscylacyjnych w napędzie elektrohydraulicznym o podatnej transmisji ruchu, *Przegląd Elektrotechniczny*, 93 (2017), nr 12, 167-170

PRĘDKOŚĆ PRZEJŚCIA FALI DŹWIĘKOWEJ A GĘSTOŚĆ DREWNA NA PRZYKŁADZIE ŚWIERKA POSPOLITEGO (*PICEA ABIES* (L.) KARST.) I SOSNY ZWYCZAJNEJ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)

Grzegorz SZEWCZYK

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Statyka drzew jest kluczowym elementem analizy dendrologicznej, którą przeprowadza się dla zieleni miejskiej i drzew rosnących przy ciągach komunikacyjnych. Punktem wyjścia w ocenach drzew jest analiza wyglądu zewnętrznego drzewa, głównie pnia i konarów. Ocena ta jest zasadniczym elementem wizualnej metody oceny statyki drzewa VTA (*Visual Tree Assessment*). Ocenie podlegają występujące ubytki powierzchniowe i wgłębne, nieprawidłowości w budowie oraz zgnilizny drewna. Porównanie ocenianego drzewa z wzorcowymi szablonami jest z natury obarczone trudnym do zweryfikowania błędem.

W sytuacji wystąpienia potencjalnych zagrożeń statycznych stosuje się zatem dokładniejsze metody oceny stanu zdrowotnego, np. metodę SIA (*Static Integrated Assessment*), polegającą wprawdzie na wizualnej ocenie danego drzewa, ale bazującą na danych eksperymentalnych obejmujących testy ciągnięcia (AfB). W metodzie tej łączy się dane uzyskane z oceny wizualnej i wynikające z badań eksperymentalnych. Ocenie podlegają m. in. rozmiar i położenie ubytków wgłębnych w pniu drzewa. Zasadniczo można wyróżnić ubytki powierzchniowe, polegające na naruszeniu korowiny wraz z łykiem oraz wgłębne, związane z uszkodzeniem drewna i często zaawansowanym rozwojem zgnilizny pnia (zgnilizna twarda lub miękka drewna). Jedną z najbardziej zaawansowanych metod oceny jakości drewna pni drzew jest analiza prędkości rozchodzenia się dźwięku prowadzona z zastosowaniem arbotomu dźwiękowego. Wprawdzie obraz zasięgu ubytków wgłębnych generowany w takich urządzeniach jest bardzo dokładny, jednak takie badanie nie daje odpowiedzi na zasadnicze dla ocen statycznych pytanie: jak przedstawia się udział zgnilizny twardej i miękkiej, czyli gęstości drewna, na przekroju poprzecznym pnia.

Celem pracy było określenie zależności pomiędzy prędkościami przejścia dźwięku przez drewno i jego gęstością oraz wilgotnością. Badania przeprowadzono dla sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) i świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst.).

Strukturę drewna pnia zbadano z zastosowaniem trójwymiarowego tomografu impulsowego do badania drzew ARBOTOM®. Diagnoza stanu zdrowotnego prowadzona przy zastosowaniu tomografu polegała na przeprowadzeniu analiz różnicowania się prędkości dźwięków rozchodzących się w poprzek pnia. Po wykonaniu pomiarów arbotomem drzewa zostały ścięte a następnie pobrano krążki drewna w miejscu wykonywania pomiaru przepływu fali dźwiękowej. Krążki pocięto wzdłuż prostych odwzorowujących przebieg fal dźwiękowych pomiędzy sensorami. Wilgotność drewna próbek określono metodą suszarkowo-wagową, obliczono wilgotność bezwzględna, czyli stosunek masy wody będącej w drewnie do masy drewna całkowicie suchego. Gęstość drewna określono metodą hydrostatyczną, ważąc drewno suche i maksymalnie uwodnione. Obliczona gęstość względna (umowna) opisała stosunek masy drewna zupełnie suchego do jego objętości w stanie maksymalnego spęcznienia.

Ogółem przeanalizowano 165 próbek drewna sosnowego i 94 próbki drewna świerkowego.

Największa prędkość fali dźwiękowej w drewnie sosnowym, mieszcząca się w przedziale – 1501-1600 m/s, uzyskana była przy najwyższej średniej gęstości 0,62 g/cm³ oraz przy najniższej średniej wilgotności 45,94%. Zależność pomiędzy prędkością fali dźwiękowej przechodzącej przez drewno sosnowe, a jego gęstością oraz

wilgotnością została opisana jako regresja wielokrotna. Wraz ze wzrostem gęstości względnej drewna rosła prędkość przechodzącej przez nie fali dźwiękowej, podobnie prędkość przechodzącej przez drewno fali dźwiękowej rosła wraz ze spadkiem wilgotności bezwzględnej drewna. W przypadku świerka największa prędkość fali dźwiękowej wyniosła 1508 m/s, a największa gęstość drewna kształtowała się na poziomie $0,503 \text{ g/cm}^3$. Zaobserwowano występowanie proporcjonalnej liniowej zależności między gęstością drewna, a prędkością fali dźwiękowej przechodzącej przez drewno.

Stan zdrowotny drzewa, rozumiany jako układ zdrowych i podlegających rozkładowi przez grzyby stref pnia jest punktem wyjścia określenia parametrów statycznych drzewa. Tomograf dźwiękowy, ze względu na kompleksowy pomiar struktury pnia drzew stojących, jest w takich warunkach uniwersalnym narzędziem pracy. Uzyskane wyniki prędkości fal dźwiękowych i gęstości drewna warto uzupełnić o testy wytrzymałościowe drewna, które mogą być pomocne przy podejmowaniu decyzji o wykonywaniu cięć technicznych, ewentualnie o usunięciu drzewa.

PORÓWNANIE METOD WYZNACZANIA ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ KOŃCOWĄ DO OGRZEWANIA NA PRZYKŁADZIE BUDYNKU MIESZKALNEGO JEDNORODZINNEGO

Tomasz SZUL

Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

Cel i zakres pracy

Celem pracy było porównanie metod szacowania zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania na przykładzie budynku mieszkalnego jednorodzinne. Dla przykładowego budynku o powierzchni ogrzewanej 92,6 m² oszacowano rzeczywiste zużycie energii na ogrzewanie wykorzystując dane o zużyciu gazu za pięć sezonów grzewczych. Następnie oszacowano zapotrzebowanie na energię użytkową i końcową na ogrzewanie w oparciu o osiem metod obliczeniowych, takich jak: metody zawarte w metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynków z lat 2008, 2014 i 2023 [1-3], metody opisane w normach PN-B 02025 [4] oraz EN 832 [5], a także metodzie termicznej [6] bazującej na normie PN-66/B-02419 [7]. Kolejnym etapem było wykonanie analizy porównawczej metody opartej na rzeczywistości zużytej energii przeliczonej na warunki sezonu standardowego z metodami obliczeniowymi, wyznaczając wartości względnych błędów oszacowania. Obliczenia wykonano dla budynku mieszkalnego jednorodzinne z poddaszem użytkowym, wybudowanego w roku 2017, zlokalizowanego na terenie miasta Krakowa. Budynek jest wyposażony w system centralnego ogrzewania z ogrzewaniem wodnym podłogowym wyposażonym w regulację centralną i miejscową z regulatorem proporcjonalnym. Źródło ciepła stanowi kocioł gazowy kondensacyjny o mocy modulowanej w zakresie 3-18 kW. Budynek pomimo, iż został wybudowany w roku 2017 spełnia aktualne wymagania techniczne zawarte w przepisach odnośnie do współczynnika przenikania ciepła dla przegród zewnętrznych U_{max} . W analizowanym budynku począwszy od roku 2018 były prowadzone comiesięczne odczyty stanu gazu z licznika gazowego. Pozwoliło to na dokładne określenie zużycia energii końcowej na ogrzewanie. Sezonowe zużycie energii końcowej na ogrzewanie przeliczone na warunki sezonu standardowego waha się w przedziale 8021 do 8387 kWh/rok przy wartości średniej 8202 kWh/rok. Wartość współczynnika zmienności dla analizowanego okresu wynosi 1,9% a zatem można przyjąć, że zużycie energii końcowej na ogrzewanie w poszczególnych sezonach grzewczych cechuje się niewielkim zróżnicowaniem. Następnie obliczono jednostkowe wskaźniki zapotrzebowania na energię użytkową EU i końcową EK do ogrzewania odniesione do pola powierzchni ogrzewanej budynku (A_f). Dla celów porównawczych poszczególne metody zostały oznaczone w następujący sposób:

- „A” – metoda oparta o standardowy sposób użytkowania budynku, bilansowanie miesięczne zgodnie z metodologią z 2008 r.;
- „B” – metoda oparta o standardowy sposób użytkowania budynku, bilansowanie sezonowe zgodnie z metodologią z 2008 r.;
- „C” – metoda oparta o standardowy sposób użytkowania budynku, bilansowanie miesięczne zgodnie z metodologią z 2014 r.;
- „D” – metoda oparta na faktycznie zużytej ilości energii w budynku zgodna z metodologią z 2014 r.;
- „E” – metoda oparta o standardowy sposób użytkowania budynku, bilansowanie miesięczne zgodnie z metodologią z 2023 r.;
- „F” – metoda oparta o standardowy sposób użytkowania budynku, bilansowanie godzinowe zgodnie z metodologią z 2023 r.;

„G” – metoda oparta o standardowy sposób użytkowania budynku, bilansowanie sezonowe zgodnie z normą PN-B 02025;

„H” – metoda sezonowa wykorzystująca model termiczny bazujący na normie PN-66/B-02419;

„I” – metoda oparta o standardowy sposób użytkowania budynku, bilansowanie miesięczne zgodnie z normą EN 832 oraz:

„J” – metoda oparta na faktycznie zużytej ilości energii, przeliczona na warunki sezonu standardowego, stanowiąca poziom odniesienia dla porównywanych metod.

Omówienie wyników badań

Wartości wskaźnika zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania w zależności od zastosowanej metody obliczeniowej zawierają się w przedziale od 55 kWh/(m²·rok) (C) do 96,3 kWh/(m²·rok) (G). Wskaźnik zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania wyznaczony w oparciu o rzeczywiste zużycie energii, przeliczone na warunki sezonu standardowego (J) wynosi 88,6 kWh/(m²·rok) i jest on o 12,8 kWh/(m²·rok) większy niż wskaźnik wyznaczony jedynie na podstawie wielkości średniego zużycia energii na ogrzewanie (D). Wartości wskaźników zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania wyznaczone na podstawie modeli obliczeniowych wahają się od 67,1 kWh/(m²·rok) (C) do 116,1 kWh/(m²·rok) (G). Wyniki najbliższe wartości referencyjnej uzyskano dla metody „F” 82,9 kWh/(m²·rok) oraz „E” 93,3 kWh/(m²·rok). Różnią się one odpowiednio o 5,7 kWh/(m²·rok) oraz 4,7 kWh/(m²·rok), przy czym metoda „F” wskazuje na niższe zużycie od referencyjnego, natomiast „E” daje wyższe wartości wskaźnika. Niewielkie różnice od wartości referencyjnej uzyskano jeszcze od dwóch metod: „A” oraz „I”, których wskaźniki były wyższe odpowiednio o 6,8 i 7,2 kWh/(m²·rok). Ostatnim etapem obliczeń było obliczenie wartości błędu względnego. Błąd bezwzględny informuje, o ile procent różni się wartość obliczona od rzeczywistej. Jako poziom odniesienia przyjęto wartości rzeczywistego zużycia energii przeliczone na warunki sezonu standardowego (J) i kolejno porównywano z nim wartości uzyskane z poszczególnych metod. Analizując wartości błędu względnego stwierdzono duże zróżnicowanie otrzymanych wyników w zależności od przyjętej metody szacowania zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania. Trzy metody wskazują na niższe niż w rzeczywistości zużycie energii od 6% (F) aż do 24% (C). Sześć metod zawyża wielkość zużycia energii końcowej w przedziale od 5% (E) do 31% (G). Największe wartości błędu względnego uzyskano dla metod, które bilansują zużycie energii w ujęciu sezonowym, są to metody „G”, „B” oraz „H”, uzyskane wartości zużycia energii końcowej są wyższe od wartości referencyjnej (a więc zawyżają zużycie energii w budynku). Metody bilansowania miesięcznego „E” oraz „A” dają wartości błędu (zawyżają zużycie) na poziomie 5 do 7%. Metoda „C”, która również należy do grupy metod godzinowych zaniża zużycie energii aż o 24%. Wyniki uzyskane z metody godzinowej (F) charakteryzują się błędem względnym wynoszącym 6%, co świadczy, że uzyskane za pośrednictwem tej metody wyniki są nieco niższe od wartości referencyjnej. Błąd względny dla metody opartej na faktycznie zużytej ilości energii (bez skorygowania jej na warunki sezonu standardowego) wynosi 14%.

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dz.U. 2008 nr 201 poz. 1240.
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 2 lipca 2014 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Dz. U. 2014 Poz. 888.
- [3] Piotrowska-Woroniak J., Szul T. Application of a Model Based on Rough Set Theory (RST) to Estimate the Energy Efficiency of Public Buildings. *Energies*. 2022; 15(23):8793.
- [4] PN-B 02025. Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego.
- [5] PN-EN 832:2001. Właściwości cieplne budynków - Obliczanie zapotrzebowania na energię do ogrzewania - Budynki mieszkalne.
- [6] Szul T. Application of a Thermal Performance-Based Model to Prediction Energy Consumption for Heating of Single-Family Residential Buildings. *Energies*. (2022); 15(1):362.
- [7] PN-66/B-02419. Centralne ogrzewanie. Obliczanie zapotrzebowania paliwa do ogrzewania budynków.

IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE TRUSTWORTHY ENOUGH CURRENTLY?

Kamil ŚWITALSKI¹, Kamil WERESZCZYŃSKI²

¹ Boson Energy SA Luxembourg, Grand Duchy of Luxembourg

² merQlab, Department of Computer Graphics, Vision and Digital Systems,
Silesian University of Technology, Gliwice, Poland

Introduction

Right now, we are standing before the doors to the era of AI (artificial intelligence) being a part of our everyday life. This doors was fiercely cracked by famous chat GPT (Generative pre-training) [1], [2], and we cannot expect they will be closed. This success and many examples of excellent answers illuminates not only this one solution but also the whole domain of AI, especially deep learning methods. It creates many opportunities for innovation in almost all domains of human living, allowing to increase the productivity; however, it brings also new hazards and deepens the existing one. In this paper we would like to focus on wide aspects of those hazards expressed in the European Commission “Trustworthy AI” guidelines (“Guidelines”), which covers the following three aspects of the topic: (1) lawfulness, (2) ethics and (3) robustness [European Commission High Level Expert Group on Artificial Intelligence, “Ethics Guidelines for Trustworthy AI”, European Commission, 8 April 2019]. In the Guidelines, the expert group set up by the European Commission provides instructions and standards to follow when developing AI solutions. The requirement of AI being lawful implies that its creators shall respect the obligations imposed by applicable laws. In terms of ethics, the AI developed shall follow principles such as respect for human autonomy and prevention of harm. The robustness requirement, from the social perspective, focuses on the angles of AI that will ensure protection against potential negative or unintended consequences of AI systems unreliable operation.

Technical robustness, is a feature that will be discussed later, but its accomplishment allows to: (a) rely on the results of the AI methods, and (b) make the method practically applicable in the new domains. We claim that while the (a) feature is disputable currently, then the second one is ignored by authors and developers nearly always. For example, Wei et al. in [3] shows the results of testing deep-learning based methods of person reidentification, trained on one dataset and evaluated on another one. The original results for very famous method GoogLeNet, are on the level of 23% [mAvg] and 47% [R-1], trained and tested on the same (and hard) dataset called MSMT17. Wei et al. present results of training on the PRIM dataset and evaluation on CUHK03 and MARKET datasets (ibidem, pg. 85, Table 3, datasets without star *). The results are extremally low – R-1 on the level of 2% and 5%, mAvg is not even presented. The same network, trained on DUKE, MARKET and CUHK03 dataset and evaluated on MSMT17 results mAvg on the levels (relatively) 1.9%, 1.0% and 0.7%, R-1: 7.1%, 3.4% and 2.8. This all numbers means that the results are very low, in fact – negligible. We might add here that these experiments are made in the conditions that are going anywhere near to real ones! Furthermore, the results presented in, are evaluated on benchmark datasets, where the training is made on one set exclusively (e.g. [4]–[6]). So can expect that results are adjusted to this training and evaluation set, so they cannot be robust. The shelf life of such a methods is close to zero. Therefore, we find a need for creating a method and framework for proper analysis of methods in the aspect of robustness and statistical significance of the AI methods, which is presented in this work.

According to the Guidelines, AI solutions have to meet all three requirements jointly in order to be considered as ‘trustworthy’.

Legal and ethical aspects of AI

As AI systems and their creators operate within the same legal order as any other actor, they have to respect the obligations stemming from the legal rules applicable. These will naturally differ depending on the scope of operation of a given AI system (e.g. field specific laws for solutions handling personal data, providing medical diagnostics, human recognition systems, etc.). Importantly, according to the Guidelines, the use of AI

solutions implicates interaction with the fundamental rights sourced from international human rights law, the EU Treaties and the EU Charter of Fundamental Rights. These are in turn closely linked to the ethical principles that are grounded on the fundamental rights. The Guidelines assigned the principles into four categories: respect for human autonomy, prevention of harm, fairness and explicability. To follow the principle of respect for human autonomy, the AI systems should be designed in a way that avoids leading humans to e.g. deception, manipulation or subordination. Therefore, AI systems created shall allow humans to supervise their operation processes and have an aim to serve as a tool for support and aggregation of human skills. In the sphere of prevention of harm principle, respect for physical and mental integrity of humans shall be secured by the design of AI solutions. In that context, notably the right to privacy has to be taken into consideration. As AI solutions are potentially able to gather and work on big sets of sensitive data, the AI systems should guarantee that the data received from its users and external sources, as well as the outcomes of their processing are stored and handled only in a secure and lawful manner. This obligation extends to the standards applied on data access policies and control of integrity of data introduced to AI systems. The principle of fairness entails obligation for the AI solutions to avoid potential biases deriving either from imperfect data sets presented to the systems or design flaws of the AI algorithms themselves. Such biases may lead to the outcomes that present prejudice or discrimination in the treatment of certain groups of people. What also stems from the principle of fairness is the need for accountability for AI systems in their entire life cycle. Accountability is understood in the Guidelines by an obligation for the AI system creators to be transparent for external evaluation, monitor and foresee mechanisms to minimize negative impact of their technology. The last principle – explicability, compels AI developers / providers to communicate openly on the modes of operation and developments of their technology. To the extent possible, the outcomes of AI system operation shall be made understandable for the individuals affected by the technology. The more severe would be consequences of an outcome of AI work, the higher the standards for explicability would be expected from the technology provider.

AI Robustness

In the aspect of robustness, we must ask two questions: (1) Is the given method vulnerable for training set's changes? (2) Are those results statistically significant? The answer for the first question can be given by old-fashion methods like cross-validation or Area under the ROC (Receiving Operator Curve). We go one step beyond and connect those two methods together with the measure of the similarity of the training set.

Let's consider two set of samples $S = \{s_1, \dots, s_n\}$ and $R = \{r_1, \dots, r_m\}$. Let's suppose that for each pair of samples there exists a function $c(r, s) = \gamma \in [0, 1]$, where 0 means that samples are not similar at all and 1 that they are the same. This function can be e.g., correlation measure for two samples, the normalize absolute differences between samples, etc. Let's suppose moreover, that $n \leq m$. Let's define a set $T \subset S \times R, T = \{(x_k, y_k) \in S \times R\}$ such that each element of S appears exactly once and elements of R appears maximum once. In that case the similarity measure between two training sets $\rho(S, R) = \frac{n}{m} \min_T \frac{\sum_{k=1}^n c(x_k, y_k)}{n} =$

$\frac{1}{m} \min_T \sum_{k=1}^n c(x_k, y_k)$. Further, for each training set S we can determine the point in the ROC space: $ROC(S) = (u, v)$. Now we can conduct K experiments of training – evaluation for different training sets resulting with the set of points in three dimension unit cube. For the robust AI method we expect that: (1) The points (u, v) will be relatively close together, (2) Pairs for similar training sets will be closer each other on ROC space then less similar. If the method holds those conditions, we consider it as *robust*. Then we grade the quality of the method using ROC space as well. Namely if the center of circle containing all (u, v) pairs on ROC is closer to point $(0,1)$ the method is better.

For determining the statistical significance of our evaluation of robustness of the given method, we take the cartesian product of training sets used for evaluation, which gives us the set of pairs of training sets. For each such a pair we take the pair: $(d, 1 - \rho)$, where ρ is the similarity between sets and d is distance between points in ROC space for them. We expect that for small d the value $1 - \rho$ will be close to one and for large – close to zero. Therefore, we can check the statistical hypothesis that distribution of points in $(d, 1 - \rho)$ is similar to right part of a Gaussian distribution that $\mu = 0$ and for some σ and determine the statistical significance of that hypothesis. Furthermore, we can apply the measure of $n\sigma$ telling us how big part (e.g., in percent) of points are closer to zero then $n\sigma$. For example, if 50% of d -s are closer to zero then σ then this method is better than another one, for which 50% of d -s are closer to zero for 1.5σ . The statistical significance, determined above will confirm (or not) the quality of our analysis.

References

- [1] E. Strubell, A. Ganesh, i A. McCallum, „Energy and Policy Considerations for Modern Deep Learning Research”, *Proc. AAAI Conf. Artif. Intell.*, t. 34, nr 09, s. 13693–13696, kwi. 2020, doi: 10.1609/aaai.v34i09.7123.
- [2] A. Radford, J. Wu, R. Child, D. Luan, D. Amodei, i I. Sutskever, „Language Models are Unsupervised Multitask Learners”.
- [3] L. Wei, S. Zhang, W. Gao, i Q. Tian, „Person Transfer GAN to Bridge Domain Gap for Person Re-identification”, w *2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Salt Lake City, UT, USA: IEEE, cze. 2018, s. 79–88. doi: 10.1109/CVPR.2018.00016.
- [4] D. W. Shu, S. W. Park, i J. Kwon, „3D Point Cloud Generative Adversarial Network Based on Tree Structured Graph Convolutions”, 2019, doi: 10.48550/ARXIV.1905.06292.
- [5] R. Yang i Y. Yu, „Artificial Convolutional Neural Network in Object Detection and Semantic Segmentation for Medical Imaging Analysis”, *Front. Oncol.*, t. 11, s. 638182, mar. 2021, doi: 10.3389/fonc.2021.638182.
- [6] J. Jiang, M. Simsek, B. Kantarci, i S. Khan, „TabCellNet: Deep learning-based tabular cell structure detection”, *Neurocomputing*, t. 440, s. 12–23, cze. 2021, doi: 10.1016/j.neucom.2021.01.103.

NADWRAŻLIWOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA – OPIS PRZYPADKÓW

Grzegorz TATOŃ

Zakład Biofizyki, Katedra Fizjologii, Wydział Lekarski,
Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum

Od kilku lat w naszym Zakładzie prowadzimy badania związane z wpływem pola elektromagnetycznego z zakresu częstotliwości radiowych na ludzi [1-6]. W szczególności zajmujemy się problemem nadwrażliwości elektromagnetycznej.

Zjawisko to polega na tym, że niektóre osoby wiążą obserwowane u siebie problemy zdrowotne z oddziaływaniem na swój organizm różnego rodzaju urządzeń elektrotechnicznych, a ściślej rzecz biorąc z emitowanym przez nie polem. „Nadwrażliwość elektromagnetyczna” oraz „elektrowrażliwość” są terminami używanymi potocznie, natomiast według zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia należy używać określenia oddającego całą istotę tego zjawiska tj. „idiopatyczna nietolerancja środowiskowa przypisywana działaniu pola elektromagnetycznego”.

Z racji prowadzonej działalności naukowej i popularyzatorskiej mamy częsty kontakt z osobami postrzegającymi się jako nadwrażliwe na pole elektromagnetyczne. Osoby takie najczęściej komunikują się z nami w celu próby uzyskania formalnego potwierdzenia swojej wrażliwości lub uzyskania informacji o tym, gdzie mogą takie potwierdzenie uzyskać. Ze zrozumiałych względów próby takie nie mogą zostać uwieńczone sukcesem. Zdarza się również, że nadwrażliwi kontaktują się w celu zasięgnięcia porady, w jaki sposób chronić się przed działaniem pola, ale taka postawa jest rzadsza. Nigdy nie zdarzyło się natomiast, żeby próba komunikacji miała na celu leczenie nadwrażliwości.

Celem wystąpienia jest prezentacja kilku ciekawszych, ale też typowych przypadków osób, które uważają się za elektrowrażliwe. Poza prezentacją i podkreśleniem pewnych cech wspólnych takich osób, mamy również nadzieję wykazać, że problem nadwrażliwości jest realnym problemem leżącym na pograniczu nauk przyrodniczych, technicznych, medycznych i społecznych. Abstrahując od tego, czy mechanizm powstawania zjawiska bazuje na realnym fizycznym oddziaływaniu pola elektromagnetycznego, czy też u jego podstaw leżą mechanizmy psychologiczne, warto mieć świadomość istnienia takiego problemu jak nadwrażliwość i tego, jakie mogą być konsekwencje jego istnienia dla nas wszystkich. Znakomitym przykładem konkretnych konsekwencji związanych pośrednio ze zjawiskiem nadwrażliwości były opóźnienia w pracach nad tzw. ustawą telekomunikacyjną, które trwały w latach 2016-2019.

Literatura

- [1] Tatoń G., Kacprzyk A., Rok T., Wasik A., Siwek M.: Is the hypersensitivity to electromagnetic fields caused by a physical mechanism or is it a psychological problem?, *Przegląd elektrotechniczny*, 1: 215-219, 2023
- [2] Tatoń G., Kacprzyk A., Rok T., Pytlarz M., Pawlak R., Rokita E.: A survey on electromagnetic hypersensitivity: the example from Poland, *Electromagnetic Biology and Medicine*, 41(1): 52-59, 2022
- [3] Kacprzyk A., Stefura T., Krzysztofik M., Rok T., Rokita E., Tatoń G.: The impact of mobile phone use on tinnitus – systematic review and meta-analysis, *Bioelectromagnetics*, 42(2): 105-114, 2021
- [4] Kacprzyk A., Kanclerz G., Rokita E., Tatoń G.: Which sources of electromagnetic field are of the highest concern for electrosensitive individuals? – Questionnaire study with a literature review, 2020, *Electromagnetic Biology and Medicine*, 40(1): 33-40, 2021
- [5] Rok T., Basta Klonowska K., Lisowski B., Tatoń G., Rokita E.: Termiczne efekty oddziaływania smartfonu na małżowinę uszną, *Przegląd Elektrotechniczny*, 1: 198-201, 2020
- [6] Tatoń G., Kuterba P., Lisowski B., Rok T., Rokita E.: Nadwrażliwość elektromagnetyczna w Polsce badania ankietowe, *Przegląd Elektrotechniczny*, 12: 224-228, 2019

KONSTRUKCJA I SYSTEM STEROWANIA PLATFORMY JEZDNEJ ROBOTA DO ZBIORU TRUSKAWEK

Marcin TOMASIK, Stanisław LIS

Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy, Kraków

WSTĘP

W ramach projektu badawczo rozwojowego zaprojektowano i skonstruowano prototyp robota do zbioru truskawek uprawianych w podwieszanych rynnach w tzw. uprawach pod osłonami. Przeprowadzone pretesty z platformami jezdnyimi dostępnymi – rynkowych robotów typu autonomicznego nie przyniosły pozytywnych rezultatów. Z uwagi na ograniczoną przestrzeń poruszania się platformy jezdnej robota, na tyle wąską żeby możliwe było omijanie przeszkód przyjęto w założeniach konstrukcyjnych rozwiązanie systemowe AGV (ang. Automated Guided Vehicles). Roboty AGV stały się w ostatnich czasach bardzo popularne i są wykorzystywane głównie w intralogistyce, halach magazynowych lub centrach logistycznych. Najprościej można je określić mianem mobilnych, bezzałogowych robotów, które poruszają się po wyznaczonej ścieżce transportując ładunek. Gdy robot rozpozna punkt docelowy za pomocą techniki RFID lub kodów graficznych QR, wówczas wykonuje zadania określone w programie sterującym. Roboty te są programowane zdalnie, wyposażone w wyłączniki bezpieczeństwa oraz m.in. w laserowy skaner przestrzeni i kamery, które zapobiegają kolizji.

ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYNE PLATFORMY JEZDNEJ

Dobór komponentów oraz geometrię zespołu roboczego zaprojektowano w sposób umożliwiający realizację operacji transportowych na terenach charakterystycznych dla upraw pod osłonami tj. naturalne nierówności terenu, wynikające ze wznoszenia obiektów na terenach rolniczych, niezagęszczanych gruntach podatnych na podmywanie przez wody opadowe, wyścielane agrowłókniną ściółkującą, która dodatkowo naraża poruszające się wewnątrz tunelu pojazdy na poślizgi i utratę przyczepności.

Przed rozpoczęciem badań w ramach poprzedzającego bieżący etap zadania określono podstawowe elementy funkcjonalne poszczególnych elementów roboczych platformy zrobotyzowanej platformy do zbioru truskawki. Pod uwagę wzięto wytyczne i złożenia projektowe oraz wstępny wywiad środowiskowy (rys. 1), a następnie stworzono podstawowe modele 2D platformy jezdnej, zrobotyzowanych ramion oraz wybranych urządzeń peryferyjnych. Dodatkowo określono podstawowe parametry komponentów wchodzących w skład urządzeń. W pracach wykorzystano zdobytą wcześniej wiedzę oraz dostępne publikacje i światowe osiągnięcia związane z Rolnictwem 4.0 tj. realizacją zbioru płodów rolnych przy użyciu urządzeń i maszyn zrobotyzowanych umożliwiających autonomiczny lub półautonomiczny zbiór. Konstrukcja wózka jezdnej musiała umożliwiać przemieszczanie się wąskimi ścieżkami (szerokość 60 cm) oraz umożliwić zamontowanie ramienia manipulatora w siodle na podwyższeniu pozwalając na maksymalne wykorzystanie zakresu pracy tego ramienia.



Rys. 1. Baza podstawowa platformy jezdnej robota do zbioru truskawek **Rys. 2.** Szkielet konstrukcji nośnej

SYSTEM ZASILAJĄCY I STERUJĄCY

Na platformie jezdnej został zabudowany układ zasilający, sterujący, systemy sensorów wizyjnych i bezpieczeństwa oraz ramię zrobotyzowane cechujące się sześcioma osiami swobody, z zainstalowaną głowicą roboczą zbierającą owoce oraz elementami systemu wizyjnego służącego do identyfikacji owoców podatnych do zbioru : inteligentne kolorowe kamery 2D oraz kamera/skaner 3D, a także drugie ramię działające w układzie osi X, Y, na którym umiejscowiono dodatkowe sensory i aparaturę wspomagającą system wizyjny – oświetlacze LED zintegrowane z działaniem kamery 2D wraz z fakultatywnymi nakładkami antyrefleksyjnymi.

W skonstruowanej platformie AGV biorąc pod uwagę założenia projektowe tj. praca ciągła na jednym naładowaniu min 6-8 godzin, cały zespół roboczy jest zasilany przy pomocy baterii 4 trakcyjnych akumulatorów 12 V o pojemności 90Ah połączonych szeregowo. Ładowanie odbywa się za pośrednictwem wbudowanej ładowarki ze złączem IEC C13, poprzez podłączenie do gniazda 230 VAC. W dalszych pracach konstrukcyjnych przewiduje się zastosowanie automatycznej stacji ładowania. W układzie zespołu roboczego wykorzystywane są następujące poziomy napięcia zasilania: 5VDC, 24VDC, 48VDC.

Przygotowany prototyp porusza się wzdłuż zdefiniowanych wcześniej punktów odniesienia, które są odczytywane przez kamerę monochromatyczną 2D COGNEX MODEL IS7802M-363-50. Sterowanie przemieszczaniem się platformy jest realizowane następująco: obraz podłoża jest rejestrowany przy użyciu kamery zamontowanej na płycie czołowej platformy jezdnej (rys. 3), obiektyw kamery skierowany jest równoległe do płaszczyzny podłoża, następnie przy użyciu filtrów z poziomu oprogramowania In-Sight wyselekcjonowana zostaje linia w przestrzeni pracy platformy (która wcześniej została zadeklarowana jako właściwy tor jazdy). Użycie właściwych filtrów pozwala także na zniwelowanie zakłóceń w postaci (innych niż zadeklarowana linii na podłożu tj. refleksy powstające w wyniku odbicia).

Funkcje bezpieczeństwa platformy jezdnej rozwiązują zainstalowane na rogach platformy skanery laserowe HOKUYO UAM-05LP (rys. 4).



Rys. 3. Identyfikacja toru jazdy



Rys. 4. Element systemu bezpieczeństwa

Wykorzystanie kodów QR na trasie przejazdu platformy pozwala na walidację położenia (poprzez porównanie wartości zaszyfrowanej w kodzie do przebiegu zarejestrowanego przez enkodery napędów), aktualizacja informacji na temat numeru aktualnie obsługiwanej alei, aktualnego przebiegu w metrach), a także wyzwolenie zupełnie nowych komend takich jak : rozpoczęcie/zakończenie zbioru, zatrzymanie, przejazd o określoną ilość metrów, kontynuację jazdy na wprost czy rozpoczęcie procesu zawracania pomiędzy alejami. Przeanalizowane dane z kamery trafiają do sterownika PLC, który w ramach realizowanego programu aktualizuje zleczone komendy do napędów platformy i ramienia robota.

Na platformie jezdnej zabudowano ramię robota typu „cobot” z zamontowanym na nim chwytakiem, który obsługuje system wizyjny do identyfikacji owoców oraz mechaniczny zespół zbierający. Prototyp robota zbierającego truskawki został przetestowany w warunkach zbliżonych do rzeczywistych.

WPŁYW ODDZIAŁYWANIA PULSACYJNYM POLEM ELEKTRYCZNYM NA KIEŁKOWANIE NASION SZCZAWIU ZWYCZAJNEGO

Karolina TRZYNIEC

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja, Kraków

Wstęp

Wielokrotnie dowiedziono, że pola magnetyczne i elektryczne, oddziałujące na materiał siewny roślin poprawiają jego jakość. Pierwsze udokumentowane badania pochodzą z 1876 roku [1]. W wyniku przeprowadzonych eksperymentów stwierdzono, że pole magnetyczne nie ma wpływu na kiełkowanie nasion czy rozwój rośliny, jednak niespełna 20 lat później, w roku 1893 [2] uzyskano zupełnie odmienne wyniki, w postaci efektu przyspieszonego kiełkowania materiału roślinnego przebywającego w polu magnetycznym. Wielokrotnie wykazano, że nasiona i bulwy roślin, poddawane działaniu stałych i zmiennych pól magnetycznych i elektrycznych szybciej kiełkują, a ich siewki są większe, silniejsze, żywotniejsze [3-12]. Szczaw zwyczajny (*Rumex acetosa*) to wieloletnia roślina należąca do rodziny rdestowatych (*Polygonaceae*). Gatunek ten występuje naturalnie w wielu rejonach na całym świecie – w tym w Polsce. Roślina dorasta do wysokości nawet 100cm. Jadalne liście szczawiu są duże, zielone, skórzaste, o lancetowatym kształcie, osadzone na długich ogonkach. Należy przy tym zaznaczyć, że zawarte w roślinie szczawiany potasu w większej ilości są szkodliwe dla zdrowia, mogą m.in. powodować odwapnianie kości. Pomimo tego, roślinę uważa się za leczniczą - napary z liści szczawiu polecane są w chorobach wątroby i nerek. Zewnętrznie natomiast można je stosować na czyraki i rany. Szczaw zawiera błonnik, białko, węglowodany, witaminy A, B i C, a także kwas foliowy [13].

Cel badań

Celem pracy była analiza wpływu oddziaływania pulsacyjnym polem elektrycznym o zmiennych parametrach na zdolność kiełkowania nasion szczawiu zwyczajnego. Badania zostały przeprowadzone w Laboratorium Eksperymentalnych Technik Badawczych Produktów i Surowców Biologicznych.

Material i metody

Jednorodny materiał siewny tego samego pochodzenia podzielono na 5 części, z czego jedną stanowiła próba kontrolna. Pozostałe części poddano działaniu pulsacyjnego pola elektrycznego o napięciu wynoszącym 15 kV (100 i 200 impulsów) oraz 25 kV (100 i 200 impulsów), przy stałym odstępie między impulsami wynoszącym 10 sekund. Badania przeprowadzono na stanowisku do wytwarzania Pulsacyjnego Pola Elektrycznego (rys. 1).



Rys. 1. Schemat układu elektrycznego do generowania impulsów PEF

Urządzenie umożliwia uzyskanie napięcia do 30 [kV], co przy odległości elektrod wynoszącej 0,73 [cm] daje maksymalne natężenie pola elektrycznego na poziomie 41,10 [kV/cm]. Może ono pracować w dwóch trybach,

tj. stacjonarnym i ciągłym, do czego służą specjalnie skonstruowane celki oraz pompa perystaltyczna dla procesu ciągłego. Generator oddziaływań wyposażony jest w 16 zabezpieczeń przed porażeniem prądem, co czyni pracę z tym urządzeniem maksymalnie bezpieczną.

Przygotowany materiał wysiano w odseparowanych próbach. Jako podłoże kiełkowania zastosowano ligninę o dużej pojemności wodnej, o odczynie obojętnym i wolną od szkodliwych substancji chemicznych (rys. 2).



Rys. 2. Nasiona szczawiu zwyczajnego na podłożu siewnym

Każda badana grupa była reprezentowana przez 100 nasion. Kiełkowanie przeprowadzono w temperaturze 25°C, przy stabilizacji temperatury +/-1°C. Za nasiona wykiełkowane uznawane były nasiona, które uformowały co najmniej 1 mm kiełek. Obliczono zdolność kiełkowania (Z_k , %) dla poszczególnych partii materiału, zdefiniowaną wzorem:

$$Z_k = \frac{n_k}{n_c} \cdot 100 [\%]$$

gdzie: n_k – liczba nasion wykiełkowanych, n_c – liczba wszystkich wysianych nasion.

Literatura

- [1] Reinke J. Untersuchungen der Wachsthum. Botan. Ztg., 34 (1876), 129.
- [2] Tolomei, G. (1893). Anzione Del Magnetismo Sulla Germinazione. Malpighia, 7, 470. [3] Carbonell M.V., Martinez E., Amaya J. M., (2000). Stimulation of germination in rice (*Oryza Sativa* L.) by a static magnetic field. *Electro- and Magnetobiol.* 19 (1), 121–128.
- [4] Namba K., Sasao A. Shibusawa S. (1995). Effect of magnetic field on germination and plant growth. *Acta Hort.* 399, 143–147.
- [5] Kopeć B. (1983). Wykorzystanie energii pola elektrycznego do przedsięwziętej obróbki nasion. *Post. Nauk Roln.*, 3, 51–64.
- [6] Pietruszewski S. (2002). Wpływ pól magnetycznych i elektrycznych na kiełkowanie nasion wybranych gatunków roślin uprawnych. *Acta Sci. Polon. Tech. Agraria*, 1 (1), 75–81.
- [7] Prokop M., Pietruszewski S., Kornarzyński K. (2002). Wstępne badania wpływu zmiennych pól magnetycznych i elektrycznych na kiełkowanie, plony oraz cechy mechaniczne korzeni rzodkiewki i rzodkwi. *Acta Agrophysica*, 62, 83–93.
- [8] Anzin L. A., Shmigel V. N., Zimukov N. A. (1983). Podwyższenie jakości materiału siewnego pod wpływem pola elektrostatycznego (ros.). *Selskhoz. Biol. Moskwa* 11, 44–45.
- [9] Gładyszewska B., Koper R., Kornarzyński K. (1999). Matematyczny model procesu kiełkowania nasion. *Inżynieria Roln.* 2(8), 7–12.
- [10] Herzog K., Zerjeski V. (1984). Untersuchungen zur Beeinflussbarkeit der Laborkeimung und des Feldaufganges von Zuckerrübensaatgut durch Vorbehandlung im elektrischen Feld. *Wiss Beitrübe Univ. Halle* 53 (4, 42), 1, 244–255.
- [11] Karimova Sh. W. (1984). Elektroekspozycja bulw (ros.). *Kartofel i ovości.* 15.
- [12] Shmigel N., Odegova S., Grigorev V. (1984). Elektrostymulacja bulw (ros.). *Uralskie Nivy.* 5, 52–53.
- [13] Mirek Z. et al. (2020). *Vascular plants of Poland. An annotated checklist. Rośliny naczyniowe Polski. Adnotowany wykaz gatunków.*

ZASTOSOWANIE BADANIA BIOELEKTRYCZNEJ CZYNNOŚCI MÓZGU DO OCENY POZIOMU KONCENTRACJI UWAGI KIEROWCÓW

Karolina TRZYNIEC, Małgorzata BANACH

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja, Kraków

Wstęp

Transport jest jedną z głównych gałęzi współczesnej gospodarki. Stanowi ponadto podstawę procesu integracji wewnętrznej i zewnętrznej, co sprzyja zatrudnieniu i wzrostowi gospodarczemu [1]. Rola transportu opiera się na przewozie osób i ładunków, co przyczynia się do jego komplementarności względem pozostałych gałęzi gospodarki [2]. Z tego powodu, tak ważna jest jego właściwa organizacja, infrastruktura oraz kadra pracownicza.

Praca kierowcy związana jest z ogromną odpowiedzialnością, wiążącą się z ciągłym uczestnictwem w ruchu transportowym. Każdy kierowca zawodowy odpowiada za bezpieczeństwo swoje, innych uczestników ruchu oraz stan przewożonego ładunku. Sprawny przebieg pracy uzależniony jest od stopnia koncentracji uwagi, jej podzielności, przerwotności i trwałości [3]. Zawód ten wymaga więc od kierowcy stałej koncentracji uwagi*: na otoczeniu, warunkach drogowych, innych pojazdach i zachowaniu pozostałych uczestników. Obciążenie pracą umysłową wynika tu zatem nie tylko z coraz większej ilości informacji, ale także z konieczności ich umiejętnego ich dekodowania [4]. Ważnym aspektem wykonywania pracy kierowcy jest również zjawisko monotonii i jego skutki, a szczególnie spadek wydajności pracy i rosnąca ilość popełnianych błędów [5]. Zmęczenie w tym zawodzie wywołują warunki drogowe, ergonomia pojazdu i zmienne warunki otoczenia. Wpływ mają także indywidualne cechy kierowcy, takie jak wiek, kondycja fizyczna i zdrowotna (przyjmowane leki) oraz ilość i jakość snu.

Z punktu widzenia ergonomii i organizacji pracy zasadniczym zagadnieniem jest więc określenie zmęczenia umysłu kierowców. Mimo, iż nadal nie ma jednoznacznego sposobu na określenie wysiłku psychicznego, to istnieją metody, które pozwalają monitorować parametry mające wpływ na jego wielkość.

Przeprowadzone badania miały na celu sprawdzenie możliwości kontrolowania poziomu koncentracji uwagi kierowców zawodowych, prowadzących ciągnik siodłowy z naczepą samowyładowczą w czasie jazdy do miejsca załadunku, procesu załadunku, przejazdu do miejsca rozładunku oraz podczas przebiegu rozładunku za pomocą metod elektroencefalograficznych.

Cel badań

Celem pracy była analiza wybranych stanów poznawczych (tj. poziomu zaangażowania i skupienia uwagi) u kierowców zawodowych, podczas wykonywania przez nich codziennych obowiązków służbowych.

Zakres pracy obejmował badanie sygnałów EEG u trzech kierowców, podczas jazdy i manewrów związanych z transportem ładunku (tj. podczas wykonywania zleconych im obowiązków służbowych). Badanie wykonywano przez dwa kolejne dni pracy każdego z kierowców, w dwóch porach dnia, a zarejestrowane sygnały EEG posłużyły do analizy poziomu skupienia uwagi. Badania wykonywano podczas jazdy na stałej trasie, podczas jazdy samochodami ciężarowymi (ciągnik siodłowy z naczepą samowyładowczą).

Poznawcze i utylitarne uzasadnienie celu badań:

Wydaje się, że monitorowanie zmienności poziomu uwagi u kierowców może umożliwić wykrycie stałego momentu obniżenia się koncentracji tej uwagi, co może przyczynić się do korekcji harmonogramu pracy, a w konsekwencji – zwiększenia efektywności pracownika i bezpieczeństwa na drodze.

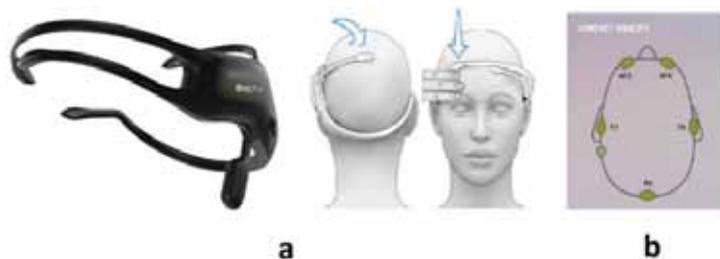
Celem poznawczym badania było sprawdzenie, jak kształtuje się poziom koncentracji uwagi u kierowców zawodowych podczas wykonywania przez nich znanych im czynności.

Metodyka

Badania zostały przeprowadzone wśród pracowników firmy transportowej działającej na terenie Krakowa. Wybrani do badania kierowcy to mężczyźni o zróżnicowanym wieku oraz doświadczeniu zawodowym:

- kierowca nr. 1 – wiek: 35 lat, doświadczenie zawodowe: 14 lat;
- kierowca nr. 2 – wiek: 47 lat, doświadczenie zawodowe: 25 lat;
- kierowca nr. 3 – wiek: 52 lata, doświadczenie zawodowe: 32 lat.

Badanie zostało przeprowadzone w trakcie codziennej pracy kierowców. Badanie obejmowało następujące etapy: jazdę do miejsca załadunku, załadunek, jazdę do miejsca rozładunku oraz rozładunek. Każdorazowo, trasa kierowcy wynosiła ok. 30 kilometrów, a wszystkie etapy jednego badania trwały łącznie ok. 70 minut. Transportowanym towarem było kruszywo, materiał sypki o ziarnistości 8 – 16 mm. Ładowność każdej naczepy wynosiła 27 t. Podczas jazdy każdy kierowca miał na głowie neurohełm Emotiv Insight (rys.1a).



Rys. 1. a - neurohełm Emotiv Insight, b – schemacie rozmieszczenia elektrod na głowie (zielony kolor oznacza dobrą jakość sygnału)

Oprogramowanie współpracujące z aparaturą umożliwia kontrolę jakości sygnału rejestrowanego przez każdą elektrodę, obserwację sygnału EEG pochodzącego z elektrod (rys.1b) oraz poziomu zaangażowania wybranych stanów poznawczych (takich jak koncentracja uwagi na zadaniu) i emocjonalnych (jak np. frustracja lub ekscytacja). Wyniki badań zapisane w formie filmowej poddano analizie, wyznaczając charakterystykę zmian poziomu skupienia uwagi u każdego z kierowców w poszczególnych etapach pracy.

Literatura

- [1] Bylinko L. (2018). Znaczenie transportu w gospodarce. Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej
- [2] Rola transportu w gospodarce (online). Pozyskano z: <https://nowagazeta.pl/artukul/rola-transportu-w-gospodarce/893551>, dostęp: 15.01.2023r.
- [3] Olszewski J. (1997). Podstawy ergonomii i fizjologii pracy. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu;
- [4] Złowodzki M., Juliszewski T. (2011). Ergonomia wobec obciążeń praca umysłową. Obciążenie psychiczne pracą - nowe wyzwania dla ergonomii. Komitet Ergonomii. PAN. Kraków, s. 7-20
- [5] Kruszewska X. (2021). Monotonia pracy – czym grozi? Pozyskano z: <https://zdrowiewpracy.pl/profilaktyka/monotonia-pracy-czym-grozi/> (dostęp: 15.01.2023);
- [6] Asanowicz D. (2019). Autoreferat. Pozyskano z: https://phils.uj.edu.pl/documents/41606/144117662/asanowicz_autoreforat.pdf/4aecdc9-1937-4f1d-b546-ef4df34b29b2 (dostęp: 10.01.2023);
- [7] Francuz P. (2000). Mechanizm uwagi: przegląd zagadnień w perspektywie psychologicznej i neurofizjologicznej. Poznań: Wydawnictwo Zysk i S-ka

* Skupienie (koncentracja) uwagi oznacza selekcję istotnych bodźców ze „strumienia świadomości”, tak aby możliwe było efektywne funkcjonowanie [6]. Określa ona również poziom aktywności konkretnych procesów poznawczych w realizowanym zadaniu [7], przez co pozwala na wybór tych treści ze „strumienia świadomości” i umożliwia efektywne działanie w oparciu o te treści.

POMIAR ADMITANCJI W OCENIE STANU FIZJOLOGICZNEGO SADZONEK DĘBA SZYPUŁKOWEGO

Paweł TYLEK¹, Adam PIŁAT², Jakub KLOCEK²

¹ Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Wydział Leśny, Katedra Użytkowania Lasu,
Inżynierii i Techniki Leśnej, Kraków,

² Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Elektrotechniki,
Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, Katedra Automatyki i Robotyki

STRESZCZENIE

Jednym z zabiegów przygotowujących nasiona dębów do siewu jest skaryfikacja mechaniczna, która polega na uszkodzeniu okrywy nasiennej. Przyspiesza to oraz wyrównuje wschody. Istotną wartością dodaną zabiegu jest możliwość wzrokowej oceny zmian mumifikacyjnych żołądź i odrzucenia tych, które nie rokują prawidłowego kiełkowania. Aktualnie wysiewa się w Polsce w szkółkach kontenerowych ok. 6 mln sztuk żołądźi rocznie. Liczba żołądźi poddanych skaryfikacji musi być istotnie większa, ponieważ znaczna ich część (nawet ponad 50%), może być uszkodzona przez owady, gryzonie lub grzyby. Dotychczas skaryfikacja prowadzona jest ręcznie z wykorzystaniem sekatora. Jest o żmudna i monotonna praca, wymagająca zatrudnienia kilkunastu osób w każdej szkółce produkującej sadzonki (Szaroleta i in. 2019). Z związku z powyższymi opracowano model karuzelowego, autonomicznego skaryfikatora, który dokonuje precyzyjnego obcięcia żołądźi oraz sortuje je na podstawie innowacyjnej, optycznej cechy rozdzielczej. Urządzenie zostało wyposażone w dwa systemy optyczne (Tylek i in. 2021), z których pierwszy sprawdza orientację przestrzenną, wynikającą z losowego podawania żołądźi przez podajnik (Pawlik i in. 2017). Nasiona zorientowane niepoprawnie są ponownie kierowane do zasobnika. System pełni jeszcze jedną funkcję, którą jest pomiar długości żołądźi (Bubliński i in. 2017). Informacja ta jest później wykorzystywana do określenia miejsca przecięcia żołądźi, aby zapewnić tę samą intensywność skaryfikacji, niezależnie od wielkości żołądźi. Drugi system optyczny odpowiada za kontrolowanie zdrowotności. Proces ten polega na identyfikacji względnej wielkości zmian mumifikacyjnych metodami wizji komputerowej. Metody komputerowe bazujące na uczeniu maszynowym są podobnie dokładne jak ocena organoleptyczna dokonana przez pracowników szkółki, ale zdecydowanie szybsze (Przybyło, Jabłoński 2019). W prezentowanych badaniach dokonano separacji nasion wykorzystując różne parametry identyfikacji zmian chorobowych, a wyhodowane z nasion sadzonki porównano w sadzonkami wyprodukowanymi metodą klasyczną - z nasion skaryfikowanych ręcznie.

Jakość i żywotność sadzonek w leśnictwie określa się na podstawie cech biometrycznych, tzn. wysokości części nadziemnej, średnicy w szyi korzeniowej oraz długości korzeni szkieletowych. Pomiary te są jednak żmudne i nie zawsze korelują z żywotnością, więc pojawia się potrzeba opracowania szybszej i skutecznej metody. Obecnie poszukiwane są obiektywne metody oceny żywotności przez pomiar przewodnictwa elektrycznego. Ze względu na występowanie w komórkach roślinnych elementu pojemnościowego, jakimi są głównie błony cytoplazmatyczne, wartość mierzonego przewodnictwa elektrycznego jest sumą konduktancji i susceptancji a otrzymany wynik określamy mianem admitancji (Mateusiak i in. 2020). Parametr ten zmierzono za pomocą przyrządu uniwersalnego CX-461 z dokładnością 0,001 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Pomiar trwa ok. 3 sekundy a wykonany jest za pomocą elektrody zakończonej niklowanymi igłami, służącymi do wkłuwania w połowie długości ostatniego przyrostu każdej sadzonki. Miernik posiada wewnętrzną pamięć pomiarów co ułatwia archiwizację danych. W pracy przedstawiono wyniki pomiarów admitancji pędów sadzonek dęba szypułkowego (*Quercus robur* L.) wyhodowanego metodą kontenerową z żołądźi skaryfikowanych automatycznie oraz ręcznie. Wstępne analizy wskazują większą żywotność sadzonek pochodzących z nasion skaryfikowanych i sortowanych przez automat.

BIBLIOGRAFIA

Bubliński Z., Grabska-Chrzastowska J., Jabłoński M., Kwiecień J., Mikrut Z., Pawlik P., Przybyło J., Tadeusiewicz R., Tylek P., Walczyk J. 2017. Ocena zdrowotności automatycznie skaryfikowanych żołędzi za pomocą komputerowej analizy obrazów. Akademska Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa.

Mateusiak Ł., Tylek P., Kormanek M., Kaliniewicz Z. 2020. Zastosowanie pomiaru admitancji do określenia stanu fizjologicznego sadzonek buka pospolitego (*Fagus sylvatica* L.) i dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.). [w:] Nowoczesne technologie i inżynieria w zrównoważonym użytkowaniu lasu, Klamerus-Iwan A. (red.), 383–395. ISBN 978-83-66602-04-5

Pawlik P., Jabłoński M., Bubliński Z., Tadeusiewicz R., Walczyk J., Tylek P., Juliszewski T., Adamczyk F. 2017. Use of Harris detector for determination of orientation of acorns in the process of automated scarification. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 62(1), 163–165.

Przybyło J., Jabłoński M. 2019. Using Deep Convolutional Neural Network for oak acorn viability recognition based on color images of their sections. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 490–499.

Szaroleta M., Adamczyk F., Szczepaniak J., Tadeusiewicz R., Jabłoński M., Piłat A., Tylek P., Walczyk J., Juliszewski T., Kiełbasa P. 2019. Automaton for acorns scarification - kinematic and strength calculations of selected components. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 64 (2), 60–64.

Tylek P., Tadeusiewicz R., Jabłoński M., Piłat A., Kaliniewicz Z., Adamczyk F., Klocek J. 2021. Systemy wizyjne automatu do przedsięwzięcia przygotowania żołędzi. *Przegląd Elektrotechniczny* 1 (97), 188–191.

ANALIZA PARAMETRÓW OŚWIETLENIA ELEKTRYCZNEGO MAJĄCYCH WPŁYW NA ZDROWIE I SAMOPOCZUCIE CZŁOWIEKA

Agnieszka WANTUCH, Filip DURLIK

AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział EAIiE

Wstęp

Szeroko rozumiana technika świetlna to interdyscyplinarna dziedzina, łącząca zarówno techniczne elementy pracy instalacji oświetleniowej oraz estetykę, jak również aspekty związane 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.

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 się zmienia wraz z nadejściem zimy [1]. 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). Natomiast zmniejszona ilość światła wpływa na wahania poziomu kortyzolu (hormonu stresu), co powoduje, że człowiek staje się senny. Światło wspomaga także metabolizm oraz sprawia, że oczy są w dobrej kondycji [2].

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 [3]. Ważnym zagadnieniem jest również bezpieczeństwo użytkownika oświetlenia oraz zagrożenia, mogące wpływać na zdrowie, a wynikające ze stosowania różnych typów źródeł światła oraz ich konfiguracji [4].

Komfort widzenia, występowanie zmęczenia czy szybkość i precyzja pracy wykonywanej przy oświetleniu sztucznym są kwestiami bardzo osobistymi, a wpływa na niewiele czynników. Można wśród nich wymienić 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.

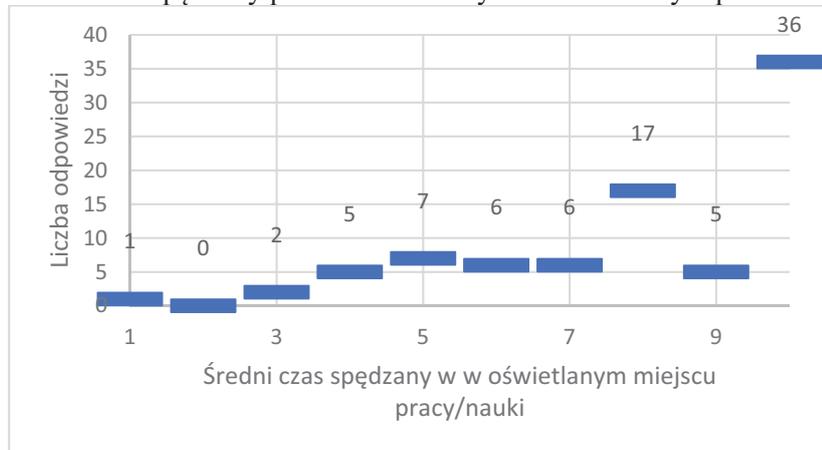
Od kilkudziesięciu lat na całym świecie prowadzone są badania, które mają na celu określenie parametrów, będących w jak najwyższym stopniu uniwersalnymi dla możliwie największej liczby ludzi. Efektem tych badań są powstające i stale aktualizowane normy prawne, opisujące parametry światła oraz rozmieszczenie opraw świetlnych i ich parametry.

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.

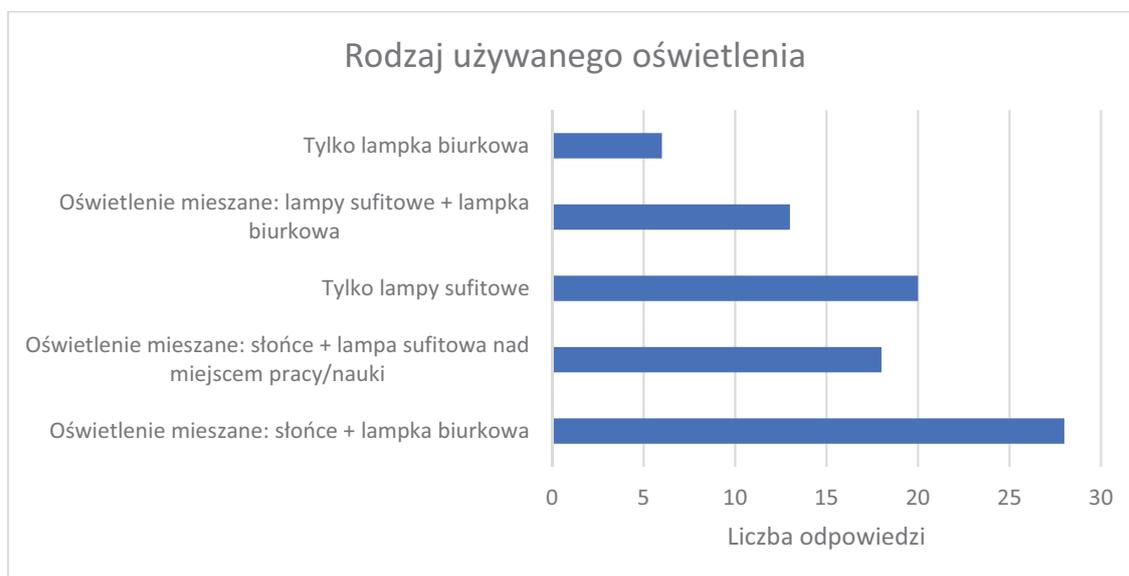
Ankietowani poproszeni zostali m.in. o określenie rodzaju wykonywanych na co dzień zajęć, stosowania korekcji wzroku oraz przybliżonego średniego czasu spędzanego w pomieszczeniach oświetlanych światłem sztucznym.

Średni czas spędzony przez ankietowanych w oświetlonym pomieszczeniu pokazano na rysunku 1.



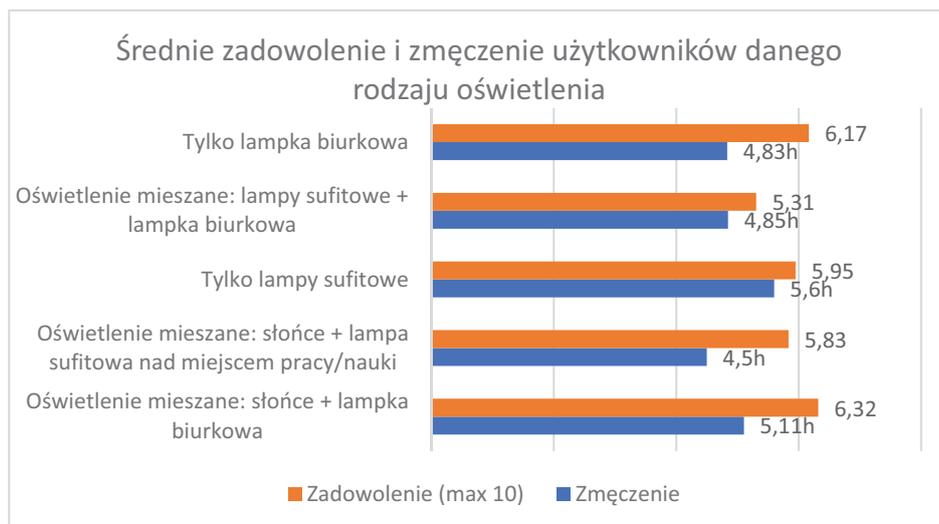
Rys. 1. Średni czas spędzany w oświetlonym pomieszczeniu

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 [3].

Literatura

- [1] 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
- [2] <https://www.kanlux.com/pl/artykuly/wplyw-swiatla-na-samopoczucie-czlowieka>
- [3] Siemiątkowska K., *Wpływ rytmu okołodobowego na homeostazę organizmu*, Acta Salutem Scientiae, nr 2/2021, s. 33-39
- [4] Pawlak A., Wolska A., *Opisy zagrożeń zawodowych: światlenie stanowisk pracy*, www.ciop.pl

SHARED PHOTONIC LABORATORY FOR RESEARCH ON QUANTUM SECURITY AND BEYOND

Nella WAWRYNIUK

Kozminski University, Jagiellonska St., Warsaw, Poland

Why quantum computing?

It is an emerging technology, gaining a lot of attention from experts from different fields across the world. Although quantum computers are not expected to make the classical ones obsolete, they will definitely be a game-changer. For now they are nearly a very sophisticated tool for specific and quite advanced problems, but the expected future impact is obviously enormous. It will most likely be used mostly in industries which are requiring this huge computing power to work with big databases and improve their production processes. It will definitely be visible and play the leading role in the development of medicine, automotive industry, machine learning, finance and cybersecurity, with the possibility of being a disruptive technology.

But where exactly is it useful?

It is absolutely great for simulations. Thanks to quantum computing pharmaceutical companies and researchers will have the possibility to work with very complicated processes, which were not possible to simulate on classical computers. It can lead to groundbreaking progress in this area, such as discovering new molecules. The development in the automotive industry and machine learning is quite self-explanatory. The shortage of time needed for running operations in these fields will have enormous impact on advancements within them. The most intriguing solution are connected with so called Distributed Quantum Computation (DQC), e.g. Anshu et al. [1], Cicconetti et al. in [2], or Cuomo et al. [3]. In terms of cybersecurity, can it be considered as a security threat? Well, most encryptions both private and governmental rely on quite complicated mathematic resolutions, which are simply too complex to solve for classical computers (and people for that matter). Not anymore! Quantum computers will have the ability to solve those calculations in just seconds. Scared yet? Well, we have a little bit time, since now we are in the post-quantum era indeed. However, the quantum computers, despite of rapid grows of qubit number, are still in the so called NISQ (Noisy, intermediate scale Quantum computing). The main problem is not to produce more and more qubits but the noise caused by many factors including *decoherence*. This results in fidelities of quantum gates on the level of 0.97-0.99. It seems to be high, however if we consider 100 such gates applied one by one, we'll see that the whole fidelity falls to the level of 0.366, which makes the computation impossible. The specialists claims that this era will end in the perspective of 10-15 years, and we'll step in in so called *beyond NISQ* era, which is not really defined yet. Nevertheless the preparation for this era is in progress and many researchers works on the post-quantum algorithms for cyber security – see Qui et al. [4], or Oliveira et al. [5].

The OptiQ project, in a long term, will bring new products and services to the market in the form of application of quantum security, it will increase the security of communication services offered by Envelo (it might be the first commercial application of quantum technologies on European market!). It will most likely become crucial in banking and financial sector.

What are we focusing on?

The main goal is influencing and spurring the technological development and innovation, not only in Europe, but across the world. We want to make an impact, both short-term and long term, especially on image and video representation in quantum optical circuit (transmitting huge videos with the tiny number of qubits required would be groundbreaking in space imaging, creation of optical sensors and medicine image diagnostics), and optimization of complex chemical processes by quantum algorithms (improving the branch of industrial processes investigation and simulation).

In the area of quantum processing on NISQ computers, the proposed project will contribute to scientific advances across the quantum computation and computer vision by creating new branch of quantum methods

for image and video processing basing on the research of our Partner – Silesian University of Technology ([6]–[8]). Those methods will be characterized by three advantageous properties: (1) they will not have classical part (non-hybrid), (2) they will not be merely implementations of classical methods, and (3) they will be founded on quantum sampling-based computation. Therefore, this approach by utilizing the most of the quantum nature of quantum computers (i.e. both, the model and generation of the results), gives the scientific advantage as compared to hybrid or classically inspired methods. Hence, we can expect that such methods will outperform hybrid models (where a part of computations is done on a classical computer) or models inspired by classical methods (e.g., CNN) and mapped to the quantum computer (which is not always possible or efficient and needs additional assumptions, often times).

The quantum image representation in quantum optical circuit will give a scientific advantage in the area of optical processing of the image. Currently, in this field we can extract features and proceed it on classical computers, which in the era of CNN is disputable, since the input to those networks are raw images rather than features. The idea to process those features on optical computers (non-quantum) hasn't become widespread. However, in the light of recent study on quantum holography (ibidem, [8]), the quantum image representation within its further processing in photonic circuits become an interesting subject for further interdisciplinary studies intersecting the physics, computer science and electronic disciplines. Such approach opens possibility to generate fully optical (photonics) and quantum methods of image and video processing and classification, applicable in such devices like cameras, microscopes, medical imaging devices, etc. In the future, it can be alternative or collaboration units for silicon computation units used nowadays, introducing quantum technology to the practical devices directly. Moreover, such processing doesn't need the phase of classical – quantum data transfer, which nowadays is a bottleneck.

Conclusions

Our involvement in OptiQ project will allow us to build a laboratory shared with two other project participants: Silesian University of Technology and Boson Energy. It will allow to conduct research in the area of quantum computation, especially on quantum image processing, on quantum simulation for our Partners. For us the most important are possible research in the area of post-quantum security and in quantum security. At the end – we wish to invite all of you to cooperation.

References

- [1] A. Anshu, Z. Landau, i Y. Liu, „Distributed Quantum inner product estimation”, w *Proceedings of the 54th Annual ACM SIGACT Symposium on Theory of Computing*, Rome Italy: ACM, cze. 2022, s. 44–51. doi: 10.1145/3519935.3519974.
- [2] C. Cicconetti, M. Conti, i A. Passarella, „Resource Allocation in Quantum Networks for Distributed Quantum Computing”, w *2022 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP)*, Helsinki, Finland: IEEE, cze. 2022, s. 124–132. doi: 10.1109/SMARTCOMP55677.2022.00032.
- [3] D. Cuomo, M. Caleffi, i A. S. Cacciapuoti, „Towards a distributed quantum computing ecosystem”, *IET Quantum Commun.*, t. 1, nr 1, s. 3–8, 2020, doi: 10.1049/iet-qtc.2020.0002.
- [4] F. Qi i in., „Quantum Vulnerability Analysis to Accurate Estimate the Quantum Algorithm Success Rate”. arXiv, 28 lipiec 2022. doi: 10.48550/arXiv.2207.14446.
- [5] D. Oliveira, E. Giusto, B. Baheri, Q. Guan, B. Montrucchio, i P. Rech, „A Systematic Methodology to Compute the Quantum Vulnerability Factors for Quantum Circuits”. arXiv, 13 listopad 2021. doi: 10.48550/arXiv.2111.07085.
- [6] K. Wereszczyński, A. Michalczuk, D. Pęszor, M. Paszkuta, K. Cyran, i A. Polański, „Cosine series quantum sampling method with applications in signal and image processing”, *ArXiv201112738 Quant-Ph*, lis. 2020, Dostęp: 5 grudzień 2020. [Online]. Dostępne na: <http://arxiv.org/abs/2011.12738>
- [7] K. Wereszczyński, A. Michalczuk, M. Paszkuta, i J. Gumiela, „High-Precision Voltage Measurement for Optical Quantum Computation”, *Energies*, t. 15, nr 12, s. 4205, cze. 2022, doi: 10.3390/en15124205.
- [8] K. Wereszczyński i K. Cyran, „Two-Rail Photonic Qubit Utilizing the Quantum Holographic Imaging Idea”, w *Holography - Recent Advances and Applications*, P. J. Rosen, Red., Rijeka: IntechOpen, 2022. doi: 10.5772/intechopen.106889.

PHOTONIC CHIPS FOR QUANTUM COMMUNICATION

Piotr WAWRYNIUK

Polish Post IT Service “Envelo”, Warszawa, Poland

Introduction

Are you familiar with the concept of information transfer or communication through means such as internet, wireless communication, or other types of networks? One of the fundamental limitations of all these communication methods is that they cannot transmit information faster than the speed of light, which is about 300k meters per second. Nowadays, world revolves around data and information, the speed with which we are able to process and compute it is the key to nearly all future science advancements and currently, increasing its efficiency is one of the key goals in science. This limitation can be seen very clearly in the aspect of space exploration. The downward bound of the latency between Earth and Moon due to the lightspeed is on the level of 1.5s, between Earth and Mars from 3.5m to ca 22m – depending on the positions of the planets on their orbits. So the question is if the faster than light communication is possible?

There is a phenomenon in quantum mechanics known as *quantum entanglement* that has been theorized to allow for faster-than-light (FTL) communication, described e.g. by Tann in [1] or Mazurek et al. in [2]. It refers to a situation where two particles become "entangled" with each other, meaning that the eigen-state after measurement of one particle is dependent on the state of the other, no matter how far apart they are. The physical foundations of this phenomenon lays in the fact, that there exists a d -dimension system state appearing in an irreducible form, which means that it cannot be achieved as a composition (*tensor product*) of two or more less complex (dimension) systems. Basing on that phenomenon and on other ones (like superposition and interference) there is possible to create a set-up, called *quantum teleportation* (e.g., Mafi et al. [3] or Lago-Riviera et al. [4]), which is the foundation of quantum communication and FTL.

Roughly and very informal speaking, the process of FTL would involve creating two entangled particles (most cases: photons) and then sending one of them to a distant location while keeping the other one with you. If you then measure the state of one of them, the state of the distant particle would be instantly determined. This could be used to transmit information, with the state of the distant photons, which polarization represents the information being transmitted.

Another very interesting approach which we would like to pursue in terms of data transmission, are photonic technologies, announced and implemented by Xanadu (e.g., Bourassa et al. [5] or Arrozola et al. [6]), which are based on so called *squeezed light* (SL). The other solutions are currently available from Quantum QuiX based on single photon sources (SPS) described by Taballione et al. [7] or on quantum dots sources (QDS), described by deGoede et al. [8]. They all offer a way to revolutionize the information transfer using light instead of traditional electronic signals. They are used in a variety of applications, including fiber-optic communication networks, laser-based manufacturing processes, and biomedical imaging. Needless to say, they offer several advantages over traditional electronic communication, including higher bandwidth, lower power consumption, and less susceptibility to interference.

When combined with quantum links, they can enable secure communication between two parties, even over long distances. As mentioned earlier, when two particles are entangled, their properties become linked and transferred between one another. This allows for the creation of a secure communication channel, as any attempt to intercept the communication will disrupt the entanglement and alert the parties involved to the presence of an intruder.

The photonic chip

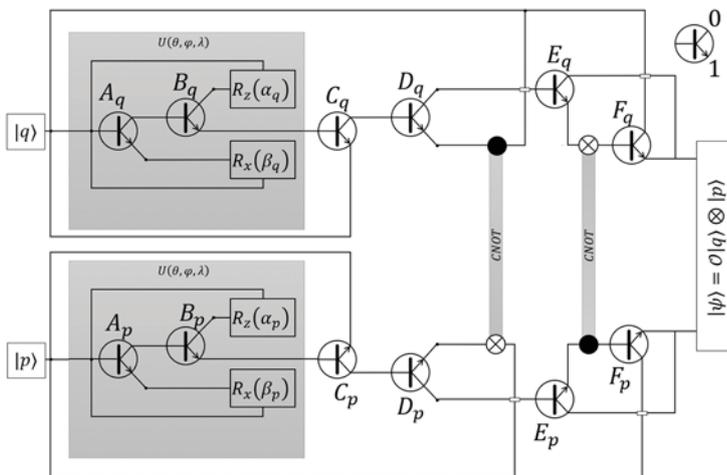


Figure 5. The quantum optical circuit that realizes all two-qubit operations that can be made using Universal, one qubit gate and CNOT gate. It is an example of reusability of gates. It is not said that this circuit will be used during test

The name *photonic* is the composition of *photon* and *electronic*, which means that it has two layers: (1) optical one supplied by a photon source mentioned in the introduction: SL, SPL or QDS, and (2) the electronic one, that is used for steering the miniaturized optical devices. Those two layers allows to create *dynamic* optical circuit, which means that they can be changed during the light travels in a waveguides. They have a practical application in the construction of devices for the optical-fiber networks e.g., switches allowing to exclude the bottleneck appearing in the optic-silicon and silicon-optic connections. Nevertheless they are answer for the two challenges with optical circuits used for quantum computation, expressed by Kok et al. in [9]. The problem with exponential growth of the devices which we have to use, in reference to linear

growth of qubits, can be resolved by light routing though the same devices on a chip. The chip equipped with optical switches or their arrays, that with the electronic layer avails to establish the route of the light realizing arbitrary quantum circuit made of the set allowed quantum gates. On the Figure 1 there is a scheme of exemplary quantum optical circuit that uses two one qubit gates (R_x, R_z) for each qubit, two CNOT gate pinned to two input qubits crosswise, and twelve optical switches (six per qubit). Universal one qubit gate can be constructed as follows: $U(\theta, \varphi, \lambda) = R_z(\varphi + \pi/2) R_x(\theta) R_z(\lambda - \pi/2)$. It can be realized (for qubit $|q\rangle$) by this circuit in four iterations: (1) $A_q \leftarrow 0; B_q \leftarrow 0, \alpha_q = \varphi + \pi/2$, (2) $A_q \leftarrow 1; \beta_q = \theta$, (3) $A_q \leftarrow 0; B_q \leftarrow 0, \alpha_q = \lambda - \pi/2$, (4) $A_q \leftarrow 0; B_q \leftarrow 1; C_q = D_q = E_q = 0$. In that case $|\psi\rangle = [U(\theta, \varphi, \lambda) \otimes 1] |qp\rangle$. There are some challenging issues connected with implementation of light routing. First, there is a problem of synchronization of the laser impulse with switching. In the first stage of research, we will use low laser frequencies, short circuits, and long routs to separate consecutive shots in time. However, the long-term aim is to be able maintain several shots in one physical circuit, without influence between different shots. We assume here that we have the same quantum program in a physical circuit, which simplifies the task. For this purpose, there will be designed more suitable solutions consisting of gate vectors and switches' matrices developed in mid-or long term. It allows to create parallel routs of quantum processing. In the second stage of this project, we plan to construct such a unit of small sizes – up to 4 gates in a vector and 4×4 optical switches to maintain small number (2-4) of shots at the time. Secondly, we can expect that the fidelity of the state lowers over time due to many phenomenon, like detuning, decoherence, noise, system inaccuracies, etc.

References

- [1] W. J.-W. Tann, „Quantum Remote Entanglement for Medium-Free Secure Communication?”, 2022, doi: 10.48550/ARXIV.2202.00830.
- [2] M. D. Mazurek *i in.*, „Loophole-Free Test of Einstein-Podolsky-Rosen Steering with One Bit of Faster-than-Light Communication”, w *Conference on Lasers and Electro-Optics*, Optica Publishing Group, 2020, s. FTh1D.6. doi: 10.1364/CLEO_QELS.2020.FTh1D.6.
- [3] Y. Mafi, P. Kazemikhah, A. Ahmadkhaniha, H. Aghababa, i M. Kolahdouz, „Bidirectional quantum teleportation of an arbitrary number of qubits over a noisy quantum system using $\$2n\$$ Bell states as quantum channel”, *Opt. Quantum Electron.*, t. 54, nr 9, s. 568, wrz. 2022, doi: 10.1007/s11082-022-03951-x.
- [4] D. Lago-Rivera, J. V. Rakonjac, S. Grandi, i H. de Riedmatten, „Long distance multiplexed quantum teleportation from a telecom photon to a solid-state qubit”, *Nat. Commun.*, t. 14, nr 1, s. 1889, kwi. 2023, doi: 10.1038/s41467-023-37518-5.
- [5] J. E. Bourassa *i in.*, „Blueprint for a Scalable Photonic Fault-Tolerant Quantum Computer”, *Quantum*, t. 5, s. 392, luty 2021, doi: 10.22331/q-2021-02-04-392.
- [6] J. M. Arrazola *i in.*, „Quantum circuits with many photons on a programmable nanophotonic chip”, *Nature*, t. 591, nr 7848, s. 54–60, mar. 2021, doi: 10.1038/s41586-021-03202-1.

- [7] C. Taballione *i in.*, „20-Mode Universal Quantum Photonic Processor”. arXiv, 17 czerwiec 2022. Dostęp: 2 wrzesień 2022. [Online]. Dostępne na: <http://arxiv.org/abs/2203.01801>
- [8] M. de Goede *i in.*, „High Fidelity 12-Mode Quantum Photonic Processor Operating at InGaAs Quantum Dot Wavelength”. arXiv, 12 kwiecień 2022. Dostęp: 23 sierpień 2022. [Online]. Dostępne na: <http://arxiv.org/abs/2204.05768>
- [9] P. Kok, W. J. Munro, K. Nemoto, T. C. Ralph, J. P. Dowling, i G. J. Milburn, „Review article: Linear optical quantum computing”, *Rev. Mod. Phys.*, t. 79, nr 1, s. 135–174, sty. 2007, doi: 10.1103/RevModPhys.79.135.

DECOHERENCE FREE SUBSPACE QUBITS ON QUANTUM COMPUTERS*

Kamil WERESZCZYŃSKI¹, Agnieszka MICHALCZUK¹,
Kacper SPACZYŃSKI-KOCIOŁ¹, Krzysztof CYRAN¹

¹ merQlab, Department of Computer Graphics, Vision and Digital Systems,
Silesian University of Technology, Gliwice, Poland

Introduction

Decoherence Free Subspace DFS is a notion from the area of quantum mechanics. Let's consider a multidimension quantum system that is, in general, susceptible for a decoherence and other external influences. Certainly, its state is a ray in a Hilbert \mathcal{H} space of the same dimension. According to Lidar and Whaley definition [1], the DFS is such a subspace $\tilde{\mathcal{H}} \subset \mathcal{H}$, that the unitary operators acting on it are pure. The DFS qubits are then a two-dimension system covered in higher dimension spaces. This process can rise as the side-effect of the complex quantum system, like in the case of ion-trap base computation, where the system is the 21 dimension connection of the electric field and ion vibrations projected on two dimension qubit system. Similarly in the superconducting qubits the original space has much more dimension the the resulting qubits. In the area of optical quantum computation, Mirrahimi et al. in [2] shows similar side-effect in a case of cat-qubits, that are applied in quantum photonic solutions by Xanadu [3]. The other photonic solutions using single photon sources or quantum dot as the entanglement supply is made by QuiX quantum [4].

In contrary, we plan to embed the qubits photonic space in higher dimension space intentionally, for avoiding the decoherence, especially dephasing and depolarization. We have described the possible implementation on quantum photonic chips in [5].

In this work we present the experiments on intentional imbedding of qubits in higher dimension spaces to create DFS qubits, on available quantum computers.

The implementation of DFS qubit

The goal of our work is to create two dimension DFS or a basis near to DFS, which means that the decoherence influence is very unlikely. The general pattern can be defined as follows. Let's take n qubits, which generates the 2^n dimension space. Then we take two states of such a space and we decide that one of them is a computational zero and the other one is computational one. The “bigger” space we call *Embedding Space* (ES) and the space, where the qubit exists – *Logic Space* (LS). The qubits that creates the ES we call *embedding qubits* and denote $|\psi\rangle_E$ and the resulting elements of LS – *logic qubits* and denote $|\psi\rangle_L$.

On the other hand, to define a qubit, we have to:

1. define what is the $|0\rangle_L$ and $|1\rangle_L$.
2. Define the set of basic one qubit gates, which can be used for defining the Universal, one qubit gate:

$$U(\theta, \lambda, \varphi) = \begin{bmatrix} \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) & -e^{-i\lambda} \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \\ e^{-i\varphi} \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) & e^{i(\lambda+\varphi)} \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \end{bmatrix} \quad (2)$$

3. Define the controlled negation gate, which is equivalence of entanglement.

The states that exist in the ES can be defined as: $|\psi\rangle_E = \sum_{j=0}^{2^n-1} \alpha_j |j\rangle_E$, where the basis states are $\{|j\rangle_E \in \mathcal{H}_E | j \in \{0, \dots, 2^n - 1\}\}$. In that case we define:

$$|0\rangle_L = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(|0\rangle_E^{\otimes n} + e^{i\delta} |1\rangle_E^{\otimes n} \right), |1\rangle_L = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(|10\rangle_E^{\otimes \frac{n}{2}} + e^{i\delta} |01\rangle_E^{\otimes \frac{n}{2}} \right) \quad (3)$$

The state described by equation (2) is well-known GHZ state and we call it *constant state*, while the second one is the extension of $|\Psi^+\rangle$ Bell’s state and we call it *alternating state*. Hence, the logic state is represented by the whole set of embedding qubits that differs by the relative phase only.

The decoherence in the system appears if the external system, the environment that is not considered in computation, that is traditionally called *the Bath*, is coupled with the system by an entanglement. The whole system then, is described as follows: $|q_0 \dots q_{n-1}\rangle \otimes |b\rangle$, where $|q_k\rangle$ is k-th qubit and $|b\rangle$ is a bath.

Dephasing is such a type of decoherence that influences local phase shift in a system. In the perspective of ES qubits we can define it as the controlled-phase gate acting on the given qubit and a bath. Hence the system for the given eigen-state and bath is equal to superposition: $\lambda_j|q_0 \dots q_{n-1}0\rangle + e^{i\gamma_j}\lambda_j|q_0 \dots q_{n-1}1\rangle$, where $|q_0 \dots q_{n-1}\rangle = |j\rangle$, so j is binary representation of the number of the eigen-state, and λ_j is its original coordinate. Hence, the logical zero’s state after a bath acting is equal to $\frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle_E^{\otimes n} \otimes |0\rangle + e^{i(\delta+\gamma_{2^{n-1}})}|1\rangle_E^{\otimes n} \otimes |1\rangle)$. If we consider the state without bath (which can be done by tracing-out the density matrix), we obtain: $\frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle_E^{\otimes n} + e^{i(\delta+\gamma_{2^{n-1}})}|1\rangle_E^{\otimes n})$, which still holds the condition for $|0\rangle_L$ - eq. (2). So, our logical zero is not vulnerable for dephasing influence. Similarly our logical one, when we repeat the same considerations.

Depolarization influences the optical system changing the polarization of photons in states. In non-optic based qubits its representation is as follows. The bath is now n qubit state $|b_0 \dots b_{n-1}\rangle$, and depolarization is $n - 1$ controlled X-Pauli gate, which influences k -th qubit of the system. In a case, the influence of depolarization depends on which qubit is affected.

nr	Logic zero $ 0\rangle_L$	Logic one $ 1\rangle_L$
0	$ 1\rangle_E^{\otimes n} + e^{i\delta} 0\rangle_E^{\otimes n}$	$ 10\rangle_E^{\otimes \frac{n}{2}} + e^{i\delta} 01\rangle_E^{\otimes \frac{n}{2}}$
n-1	$ 0\rangle_E^{\otimes n} + e^{i\delta} 1\rangle_E^{\otimes n}$	$ 01\rangle_E^{\otimes \frac{n}{2}} + e^{i\delta} 10\rangle_E^{\otimes \frac{n}{2}}$
k	$ 0\rangle_E^{\otimes k-1} 1\rangle 0\rangle_E^{\otimes n-k+1}$ $+ e^{i\delta} 1\rangle_E^{\otimes k-1} 0\rangle 1\rangle_E^{\otimes n-k+1}$	$ 01\rangle_E^{\otimes \frac{k-1}{2}} 11\rangle 01\rangle_E^{\otimes \frac{n-k+1}{2}}$ $+ e^{i\delta} 10\rangle_E^{\otimes \frac{k-1}{2}} 00\rangle 10\rangle_E^{\otimes \frac{n-k+1}{2}}$

Table 1. The influence of a bath on consecutive qubits for logic zero and one.

We see in the table 1 above, that influence of a bath for the first and last qubits holds its equation. For the remaining qubits bath’s influence generates destroys qubits, which means that the EM state becomes prohibited. However, we can detect this broken states in the measurement phase of computation. Hence our system is not fully Depolarization free however its influence is detectable, which is sufficient enough for computation.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge that this paper has been written based on the results achieved within the WrightBroS project. This project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation pro-gramme under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 822483. Dis-claimer: The paper reflects only the authors’ view and the Research Executive Agency (REA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

Literatura

- [1] D. A. Lidar i K. Birgitta Whaley, „Decoherence-Free Subspaces and Subsystems”, w *Irreversible Quantum Dynamics*, F. Benatti i R. Floreanini, Red., w *Lecture Notes in Physics*, vol. 622. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003, s. 83–120. doi: 10.1007/3-540-44874-8_5.
- [2] M. Mirrahimi *i in.*, „Dynamically protected cat-qubits: a new paradigm for universal quantum computation”, *New J. Phys.*, t. 16, nr 4, s. 045014, kwi. 2014, doi: 10.1088/1367-2630/16/4/045014.
- [3] J. M. Arrazola *i in.*, „Quantum circuits with many photons on a programmable nanophotonic chip”, *Nature*, t. 591, nr 7848, s. 54–60, mar. 2021, doi: 10.1038/s41586-021-03202-1.

- [4] C. Taballione *i in.*, „20-Mode Universal Quantum Photonic Processor”. arXiv, 17 czerwiec 2022. Dostęp: 2 wrzesień 2022. [Online]. Dostępne na: <http://arxiv.org/abs/2203.01801>
- [5] K. Wereszczyński i K. Cyran, „Two-Rail Photonic Qubit Utilizing the Quantum Holographic Imaging Idea”, w *Holography - Recent Advances and Applications*, P. J. Rosen, Red., Rijeka: IntechOpen, 2022. doi: 10.5772/intechopen.106889.

* We would like to acknowledge that this paper has been written based on the results achieved within the WrightBroS project. This project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 822483. Supplementarily, this research work has been co-financed from Polish financial resources for science in 2019-2023 conferred for implementation of the co-financed international project. Disclaimer: The paper reflects only the authors' view and the Research Executive Agency (REA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

DEEP LEARNING AS A TOOL OF QUANTUM ERROR REDUCTION IN QUANTUM IMAGE PROCESSING*

Krzysztof WERNER, Krzysztof CYRAN

Department of Computer Graphics, Vision, and Digital Systems,
Silesian University of Technology, Gliwice, Poland

Quantum image processing could be soon used to process very large images. Because of quantum superposition number of qubits required to encode images onto the quantum circuit is exponentially smaller than number of classical bits that would be used to accomplish the same. Quantum interference and entanglement allows than to perform some image processing on multiple computational paths. The size 1.5-hour long video of resolution of 108MPx (11664 x 9320 pixels), frame rate of 60 FPS and bitrate of 80 Mbps would equate to 3,88TB, while it could be encoded into the quantum computer using only 46 qubits. Using IBM Osprey as reference, which has 433 qubits, it could store $9 * 10^{116}$ hours of recording in this quality. The reality, however, prohibits researchers of using quantum computers for such large images. Quantum errors renders resulting images unusable.

In this paper we want to explore quantum error reduction, performed on classical computer. Especially we want to use deep learning to create the map of error correcting factors to be applied to resulting image. This notion of error correcting factors, that could be applied to any image, is supported by the experiments showing temporal stability of quantum errors in quantum sampling based computation described by Werner et al. [1]. We want to pair this error reduction method with Flexible Representation of Quantum Images (FRQI) by Le et al. in [2] or NEQR (Novel Enhanced Quantum Representation of images) by Zhang et al. [3]. Local Phase Image Quantum Encoding (LPIQE) method [4], in the effort to make quantum image processing a viable tool in Noisy Intermediate-Scale Quantum (NISQ) era.

Materials & method

Phase Distortion Unraveling (PDU) method of error reduction was described by Werner et al. (ibidem). The purpose of this method was to take advantage, of stability of quantum error, while performing quantum sampling computations, with many iterations of the same quantum circuit (of course the circuit was initialized after every measurement).

The method was described and tested for circuits implementing trigonometric functions with one parameter ϕ , which was the sum of angles set on phase shift gates applied on computing qubit.

The PDU function was then described as an interpolated function for set of pairs (x_D, ε_D) , where D is the encoded input of the circuit in a binary form, x_D is the sum of angles set on phase shift gates, and ε_D is the measured error on output.

This method could be repurposed to reduce errors on other computations that make use of quantum sampling—for example for quantum image encoding and decoding.

For this specific purpose the PDU matrix is created, with the size of the encoded image. For each field in the matrix an empty PDU function is created, and then all of them are calibrated with predetermined number of data (corresponding to shades of gray). This matrix of functions interpolated between collected coefficients could be applied on specific image without the previous knowledge of what images will be used for encoding. The PDU method is in our opinion essential for widespread use of quantum image processing algorithms.

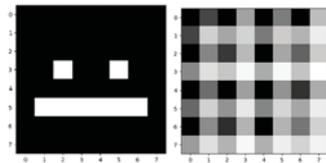


Figure 1. The same image before (left), and after (right) encoding and reconstruction on IBM Nairobi quantum computer, with the use of LPIQE algorithm

Current physical implementations of quantum computers produce results, that cannot be viably used on Figure .

In this paper we want to discover the possibility of using neural networks, to refine PDU factors applied on a resulting image, to further bring the possibility of using quantum computers for image processing.

In an original experiment for every method a PDU function was created and calibrated using 6 or 51 different shades of gray. Then, the set of 50 images of size 8x8 was encoded and restored into quantum circuit.

The resulting images were compared with originals, and statistic values of std dev, mean square error, variance and R^2 were recorded. After that the PDU function was applied, and resulting image was once again compared with the original. WE recorded the significant increase of correlation factors (Pearson's r , Spearman's ρ and Kendall's τ), which proves that the method reduce the error, indeed.

Deep Learning for error reduction

The main scheme of using deep learning (DL) for error reduction is defined by us in two variants as follows. The first variant is to compute the PDU parameters and the second one is to model the PDU function directly. In the first variant the input for DL network are reconstructed images and the output are the parameters designated using the procedure described above. Since these parameters are the differences between original (homogeneous gray) and reconstructed images, using the data augmentation techniques we expect that the network will be able to higher the number of gray-levels and bettering the interpolation.

In the second variant we model the PDU function itself. It means, that on the input we give the reconstructed images and on the output we obtain the image after error reduction. For training we use the image after the reconstruction process and the original images as the Ground Truth.

We use the DL methods from the area of image processing, like Convolutional Neural Network, CNN, Deep Boltzman Machine, Deep Belief Networks (DBN), Deep Stacking Networks (DSN); recurrence cells like: Recurrent Neural Network (RNN), Long-Short-Term memory (LSTM) – see Suganyadevi et al. [5]. We also use the Transformer, which becomes more and more useful in the area of reidentification e.g., Bian et al. [6]. The interesting for our purpose is GAN (Generative Adversarial Network) e.g. Wei et al. [7]. It is combination of two networks of similar architecture. One of them is trained to solve the given problem while the other one is trained to distinguish between the real object and those, generated by the first network.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge that this paper has been written based on the results achieved within the WrightBroS project. This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation pro-gramme under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 822483. Disclaimer: The paper reflects only the authors' view, and the Research Executive Agency (REA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

References

- [1] K. Werner, K. Wereszczyński, i A. Michalczuk, „Experiment-Driven Quantum Error Reduction”, w *Computational Science – ICCS 2022*, D. Groen, C. de Mulatier, M. Paszynski, V. V. Krzhizhanovskaya, J. J. Dongarra, i P. M. A. Sloot, Red., w *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 13353. Cham: Springer International Publishing, 2022, s. 195–201. doi: 10.1007/978-3-031-08760-8_17.

- [2] P. Q. Le, F. Dong, i K. Hirota, „A flexible representation of quantum images for polynomial preparation, image compression, and processing operations”, *Quantum Inf. Process.*, t. 10, nr 1, s. 63–84, luty 2011, doi: 10.1007/s11128-010-0177-y.
- [3] Y. Zhang, K. Lu, Y. Gao, i M. Wang, „NEQR: a novel enhanced quantum representation of digital images”, *Quantum Inf. Process.*, t. 12, nr 8, s. 2833–2860, sie. 2013, doi: 10.1007/s11128-013-0567-z.
- [4] K. Wereszczyński, A. Michalczuk, D. Pęszor, M. Paszkuta, K. Cyran, i A. Polański, „Cosine series quantum sampling method with applications in signal and image processing”, *ArXiv201112738 Quant-Ph*, lis. 2020, Dostęp: 5 grudzień 2020. [Online]. Dostępne na: <http://arxiv.org/abs/2011.12738>
- [5] S. Suganyadevi, V. Seethalakshmi, i K. Balasamy, „A review on deep learning in medical image analysis”, *Int. J. Multimed. Inf. Retr.*, t. 11, nr 1, s. 19–38, mar. 2022, doi: 10.1007/s13735-021-00218-1.
- [6] S. Bian, M. Liu, B. Zhou, i P. Lukowicz, „The State-of-the-Art Sensing Techniques in Human Activity Recognition: A Survey”, *Sensors*, t. 22, nr 12, s. 4596, cze. 2022, doi: 10.3390/s22124596.
- [7] L. Wei, S. Zhang, W. Gao, i Q. Tian, „Person Transfer GAN to Bridge Domain Gap for Person Re-identification”, w *2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Salt Lake City, UT, USA: IEEE, cze. 2018, s. 79–88. doi: 10.1109/CVPR.2018.00016.

* We would like to acknowledge that this paper has been written based on the results achieved within the WrightBroS project. This project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska Curie grant agreement No 822483. Supplementarily, this research work has been co-financed from Polish financial resources for science in 2019-2023 conferred for implementation of the co-financed international project. Disclaimer: The paper reflects only the authors' view and the Research Executive Agency (REA) is not responsible for any use that may be made of the information it contains.

UNCOVERING INSIGHTS WITH LANGUAGE MODELING: ANALYZING PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY WITH GPT

Dariusz WÓJCIK^{1,2}, Tomasz RYMARCZYK^{1,2}

¹ Faculty of Transport and Computer Science, WSEI University, 20-209 Lublin,

² Netrix S.A., Research & Development Centre, 20-704 Lublin

Introduction

Recent advancements in natural language processing have led to the development of several powerful language models such as Transformers, Language Model (LM), and Generative Pre-trained Transformer (GPT) [1,2]. These models have been instrumental in various NLP (Natural Language Processing) applications, including text classification, sentiment analysis, and language translation. The success of these models can be attributed to their ability to learn contextual relationships between words and produce high-quality text outputs.

One of the most popular types of LM is the GPT family of models, which are based on a transformer architecture and have been pre-trained on massive amounts of text data. The model structure used in the paper is shown in Fig. 1. These models have been fine-tuned for various downstream tasks, including language modelling, text generation, and machine translation [3,4]. As a result, the GPT models have achieved state-of-the-art performance on several benchmark datasets, and their architecture has become a de facto standard in NLP.

In this paper, we analyse the text from a journal using a specific type of language model known as the Language Model (LM). Specifically, we fine-tune the GPT-2 LLM (Large Language Model) on the text from all articles from 2023 in *Przeegląd Elektrotechniczny* journal and perform a word analysis to identify the most frequent words and their relationship to the articles.

This study aims to uncover insights into the content of the journal using advanced natural language processing techniques. Our findings shed light on the most common topics, themes, and ideas discussed in the articles and provide valuable insights into the journal's content.

Methods and Results

We obtained a pre-trained GPT2 model with 124 million parameters from the Hugging Face library [5]. Next, we obtained PDFs of all articles from the journal website and converted them to text. We cleaned the data by removing irrelevant characters and symbols and converting it to lowercase.

The text data was tokenized using the GPT2 tokenizer, and then the GPT2 model was fine-tuned on the tokenized data. The dataset was split into train and validation sets, with an 80:20 ratio. The GPT2 model was trained using the Adam optimizer with a learning rate of 1e-5 for 30 epochs.

After fine-tuning, we started the prompt with a description from the journal website and let the model generate 1024 tokens 10 times, generating 10240 tokens. The temperature was set to 0.9 to encourage the model to produce

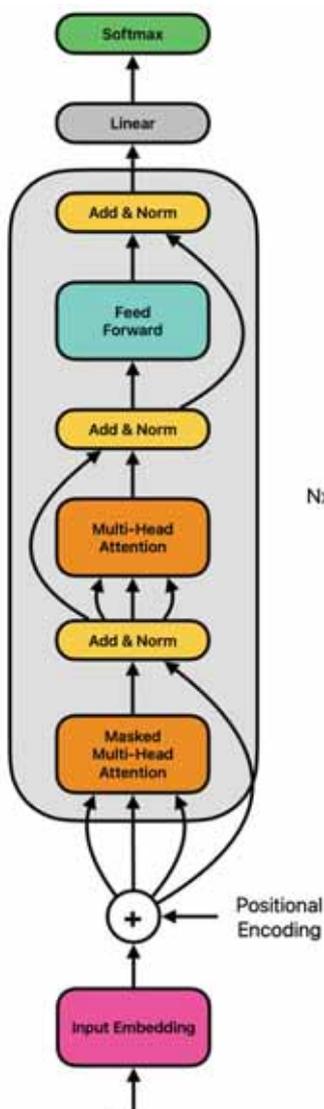


Fig. 1. The decoder from the transformer model - a building block of GPT [1].

FORMULAS FOR CALCULATION OF THE EXTRACTION FORCE OF MAGNETIC SEPARATORS (SUBSTANTIATION AND CLARIFICATION)

Mykhaylo ZAGIRNYAK

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

Introduction

Papers devoted to the determination of both the volume density of the force of static magnetic field acting on ferromagnetic bodies and permanent magnets, and its total value have been reviewed. The first group of paper deals with the actual analytical concepts and comparative assessments of methods for calculating the mentioned forces [1–3]. The second one includes papers related to force calculations by various numerical methods, the results of which are intended either to confirm the correctness of the proposed calculation methods [4], or to compare two or more calculation methods in order to develop recommendations for their use [5]. The first group presents Maxwell's Stress Tensor Method and Virtual Work Method (Principle). In this case the surface or volume integration can be used for the calculation of the forces. By the virtual work method (energetic principle) magnetic force can be calculated from expressions written using either a scalar or a vector potential. Methods relying on equivalent source models use two types of models: equivalent magnetizing currents and equivalent magnetic charges. The results of the second group of papers are based on the numerical calculations of the required forces. Mainly, it is the finite element method [4]. However, despite such a relatively large attention given to the problem of calculating the force impact of an electromagnetic field, many issues remain debatable. At present, when calculating the force action of magnetic separators of various designs on the extracted ferromagnetic bodies, the formula for the specific (per unit volume of the extracted body) extraction force (i. e. force density) is widely used [6]:

$$\bar{f}_0 = \frac{1}{2} \mu_0 \chi_b \text{grad}(H_0^2), \quad (1)$$

where μ_0 – vacuum magnetic permeability, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ G/m; χ_b – magnetic susceptibility of the extracted ferromagnetic body, depending on its shape, size ratio and magnetic permeability of the substance; H_0 – magnetic field strength of the separator at the location of the unit volume of the extracted body in the absence of this body.

The derivation of formula (1) is based on the energy method (energetic principle), which relies on the use of the energy formula for dia- and paramagnets in a permanent magnetic field [6]. However, since magnetic separators are mainly intended for extracting ferromagnetic, in this case such an energy approach needs to be clarified.

Material of the research

The analysis of the formulas for the magnetic field force action on magnets. In the absence of conduction currents from external current sources in a ferromagnetic, the above methods make it possible to obtain, in one way or another, few formulas [1–3] for the numerical calculation of the ponderomotive force density of the magnetic field.

Such a variety of formulas for \bar{f} and their difference from one another poses the problem of choosing from the above list such a formula that allows getting a result that is adequate to real forces.

The question of the applicability of a particular formula can be decided on the basis of determining the equivalence of the considered formulas when integrating over the entire volume of the magnetized body to each other and to the real total force.

The use of this integral approach in the case of designing magnetic separation devices is associated with the need for theoretical confirmation of the practical applicability of formula (1) for calculating the total force acting on a ferromagnetic body in a permanent magnetic field, in the absence of knowledge of the exact distribution of the specific force (internal stresses) over the volume of the researched body.

The integral equivalence of various formulas for the density vector of the force acting on a ferromagnetic body in a permanent magnetic field. As a result of analytical research, it was shown that two models of a magnetizing substance, both in the form of equivalent magnetization currents and in the form of equivalent magnetic charges, give the same result when calculating the total field force acting on a magnetized body. The similarity of the calculated values of the electromagnetic force found using other method, for the case under consideration, is shown in a number of papers, including ones with the participation of the author, and is not considered further here.

A calculation formula for determining the extraction force density of magnetic separation devices. The above conclusion, as well as Brown's theorem [7], were used to substantiate the applicability of formula (1). As a result, the formula for the volumetric force density (2) was obtained

$$\vec{f}_m = (\vec{M} \text{grad}) \vec{B}_0, \quad (2)$$

where \vec{M} – vector of magnetization in the considered unit volume of the ferromagnetic body; \vec{B}_0 – vector of induction of the magnetic field from the source of the magnetic field.

The total force acting on a magnetized body in a certain magnetic field can be determined from the volume density of the magnetic field force given by formula (2). Also, taking into account the fact that magnetic separators are mainly intended for extracting soft magnetic ferromagnetics with isotropic magnetic properties, it was shown that a formula that completely coincides with formula (1) can be obtained from formula (2).

Calculation expressions for the extraction force of magnetic separating devices. Simplification of integration for magnetic separation devices is achieved by taking into account the relative smallness of the dimensions of the extracted body compared with the working interpole gaps of magnetic separators. As a result, it was finally obtain the following expression [6], widely used in practice, for the extraction force of magnetic separators

$$\vec{F} = \mu_0 \chi_b (H_0 \text{grad} H_0) V_b, \quad (3)$$

where V_b – volume of the extracted body.

As a result, the following expression is obtained

$$F = 1.5 \mu_0 V \text{grad} H_0^2.$$

Its experimental verification for adequacy gave positive result.

Conclusion

The analysis of the general methods for determining the volume density and the total force of the interaction of a ferromagnetic body with an electromagnetic field have shown that many provisions (representations) regarding real processes are debatable. A calculation formula for determining the extraction force of magnetic separating devices has been obtained and experimentally verified.

References

- [1] Einstein, J. Laub, (1908), “On the Ponderomotive Forces Exerted on Bodies at Rest in the Electromagnetic Field”, *Annalen der Physik*, Vol. 26, pp. 541-550. (In German)
- [2] I. E. Tamm, *Fundamentals of the theory of electricity*, Mir Publisher, Moscow, 684 p., (1979).
- [3] J. A. Stratton, *Electromagnetic theory*, McGraw-Hill Book Company, New York and London, 615 p., (1941).
- [4] Q. Wang, F. Zhao, K. Yang, (2021), “Analysis and Optimization of the Axial Electromagnetic Force for an Axial-Flux Permanent Magnet Vernier Machine”, *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol. 57, No. 2, pp. 1-5.
- [5] F. Ezzahra, Azelmad Essaadia, Bousshine Lahbib, Berdai Abdelmajid, (2021), “Magnetic force computation for a magnetic separator based on permanent magnet”, *Przegląd elektrotechniczny*, Vol. 97, No. 10, pp. 28-32.
- [6] V. G. Derkach, *Special methods of mineral processing*, Nedra, Moscow, 338 p., (1966). (In Russian)
- [7] R. Rozentsweig, *Ferrohydrodynamics*, Cambridge University Press, New York, 344 p., (1985).

ZMIANY SYGNAŁU PRZESTEROWANIA SILNIKA ELEKTRYCZNEGO SYSTEMU JAZDY RÓWNOLEGŁEJ EZ-PILOT FIRMY TRIMBLE

Mirosław ZAGÓRDA¹, Paweł KIEŁBASA¹, Pavol FINDURA^{2,3}

¹ Uniwersytet Rolniczy, Kraków

² Katedra Maszyn i Inżynierii Biosystemów, Słowacki Uniwersytet Rolniczy w Nitrze,

³ Uniwersytet Południowoczeski w Czeskich Budziejowicach

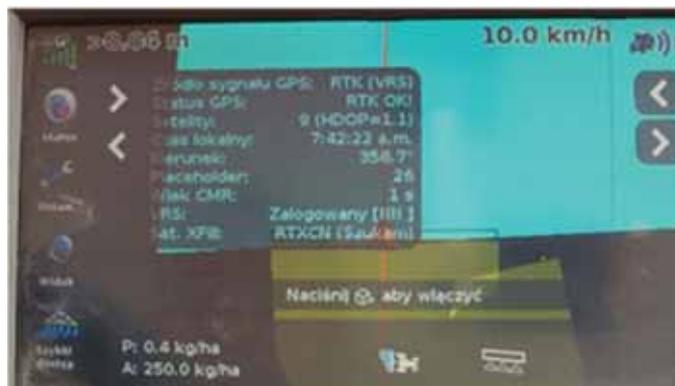
Wstęp

Globalne systemy nawigacji satelitarnej GNSS (Global Navigation Satellite System) oraz automatyczne sterowanie kierownicą są obecnie szeroko rozpowszechnione w gospodarstwach rolnych krajów rozwiniętych [1]. Nazwa Global Navigation Satellite Systems (GNSS) obejmuje wszystkie dostępne systemy, takie jak amerykański Global Positioning System (GPS), chiński BeiDou Satellite Navigation System (BDS), rosyjski GLObal NAVigation (GLONASS) i europejski Galileo, które są stosowane w obecnych systemach nawigacji pojazdów [2, 3]. Wiele starszych rozwiązań stosowanych przez rolników bazuje na nawigacji wykorzystującej wyłącznie GPS. W tych urządzeniach odblokowanie GLONASS, BDS i Galileo wymaga zakupu kodu odblokowującego i aktualizacji oprogramowania, a w niektórych rozwiązaniach zamiennego odbiornika GNSS. Dlatego koszt sprzętu jest kluczowym czynnikiem wpływającym na stosowany system nawigacji [4]. W ciągu ostatnich dwóch dekad przeprowadzono wiele badań w zakresie opracowywania i analizowania systemów naprowadzania opartych na GPS. Obecnie dostępna jest technologia umożliwiająca pełne kierowanie pojazdem. Automatyzacja pojazdu powoduje, że obowiązki kierowcy przechodzą od aktywnego sterowania pojazdem do monitorowania wydajności pracy [2]. Systemy nawigacyjne są dostępne z zakresem precyzyjnego prowadzenia, które pasuje do większości operacji mechanicznych oraz z nowymi możliwościami funkcjonalnymi [1, 4, 5, 6, 7, 8]. Korzyści wynikające z naprowadzania opartego na GNSS to ograniczenie pominięć i nakładek między kolejnymi przejazdami z siewem, opryskiem, nawożeniem, uprawą gleby, zbiorem, a zwłaszcza przy obsłudze maszyn o dużej szerokości roboczej [1, 6, 7, 8]. Główną zaletą korzystania z GPS są oszczędności nakładów dzięki dokładniejszej aplikacji nasion, nawozów, chemikaliów, paliwa i robocizny, a także zwiększone korzyści dla procesu produkcji rolnej [6, 7, 8]. Technologia ta zmniejsza ryzyko niewłaściwego stosowania agrochemikaliów i może chronić jakość wody. Ponadto nawigację GNSS można wykorzystać w technologii Controlled Traffic Farming (CTF), która minimalizuje zagęszczenie gleby w strefie uprawy poprzez ograniczenie ruchu do stałych torów [9]. Oprócz wyżej wymienionych zalet, wielką korzyścią płynącą z zastosowania systemów naprowadzania jest zmniejszenie zmęczenia kierowcy. Według Tamirata i in. [9] automatyczne kierowanie zmniejsza stres operatora. Podczas jazdy z układem kierowniczym tętno jako miara stresu było zawsze niższe. Podsumowując, układy kierownicze zwiększają komfort i ergonomię stanowisk pracy ciągnika.

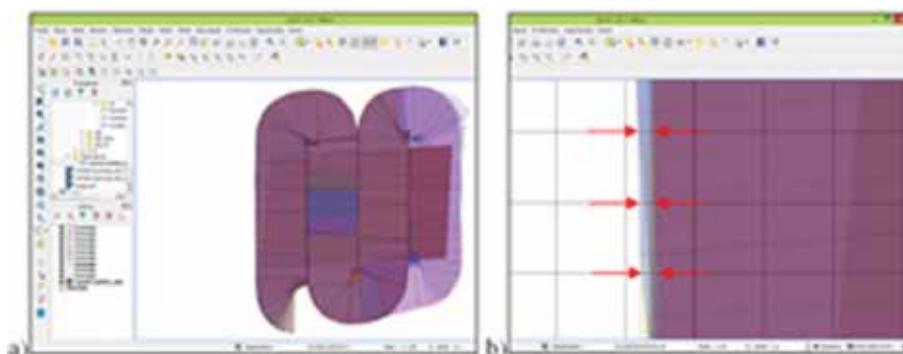
Badania

Badania dotyczące zmian sygnału przesterowania silnika elektrycznego systemu jazdy równoległej (rys. 1) przeprowadzono dla 3 trybów jazdy równoległej. Pomiarzy przeprowadzono przy jeździe automatycznej po liniach prostych, krzywych oraz wykonywania nawrotów. Jako urządzenia dodatkowe montowane na ciągniku i realizujące funkcję automatycznego prowadzenia po liniach równoległych wykorzystano zestaw składający się z panelu nawigacyjnego Trimble CFX-750 wraz z systemem jazdy automatycznej EZ-Pilot i modemem DCM-300 do odbioru poprawki RTK (RTN) przesyłanej przez sieć GPRS. Podczas jazdy mierzone były odchyłki (rys. 2) od zakładanego toru jazdy, co powodowało przesterowanie silnika systemu o kąt obrotu

umożliwiający skorygowanie kursu. Wyznaczono wartości odchyłek i ich najmniejsze i największe wartości. Oraz czas pracy silnika. Pomiary wykonano dla dwóch prędkości jazdy 7 i 10 km·h⁻¹.



Rys. 1. Ekran panelu nawigacyjnego Trimble CFX-750 podczas pracy



Rys. 2. Ślady przejazdu zarejestrowane przez nawigację: a) 3 ścieżki, b) odchyłki od zakładanego toru dla 10 powtórzeń

Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że najmniejsze czasy pracy silnika systemu na takich samych odcinkach pomiarowych występowały w przypadku jazdy po liniach prostych z prędkością 10 km·h⁻¹. W wielu przypadkach ukształtowanie terenu i nierówna powierzchnia przy pierwszym przejeździe przyczyniła się do zwiększenia czasu pracy silnika, a co za tym idzie zwiększenia obciążenia instalacji elektrycznej.

LITERATURA

- [1] Nowak B.; Precision Agriculture: Where do We Stand? A Review of the Adoption of Precision Agriculture Technologies on Field Crops Farms in Developed Countries. *Agricultural Research* 2021, 1-8.
- [2] Dong Y., Wang D., Zhang L., Li Q., Wu J.; Tightly Coupled GNSS/INS Integration with Robust Sequential Kalman Filter for Accurate Vehicular Navigation. *Sensors* 2020, 20, 561. <https://doi.org/10.3390/s20020561>
- [3] Marcinek K., Pleskacz W. A.; GNSS-ISE: Instruction Set Extension for GNSS Baseband Processing. *Sensors* 2020, 20, 465. <https://doi.org/10.3390/s20020465>
- [4] Barnes A., De Soto I., Eory V., Beck B., Balafoutis A., Sanchez B., Vangeyte J., Fountas S., Van der Wal T., Gomez-Barbero M.; Influencing factors and incentives on the intention to adopt precision agricultural technologies within arable farming systems. *Environ. Sci. Policy* 2019, 93, 66–74.
- [5] Tadeusiewicz R., Tylek P., Adamczyk F., Kiełbasa P., Jabłoński M., Pawlik P., Piłat A., Walczyk J., Szczepaniak J., Juliszewski T., Szaroleta M.; Automation of the Acorn Scarification Process as a Contribution to Sustainable Forest Management. *Sustainability* 2017, nr. 9(12), 2276, 1-17.
- [6] Tadeusiewicz R., Tylek P., Adamczyk F., Kiełbasa P., Jabłoński M., Bubleński Z., Grabska-Chrzastowska J., Kaliniewicz Z., Walczyk J., Szczepaniak J., Juliszewski T., Szaroleta M.; Assessment of selected parameters of the automatic scarification device as an example of a device for sustainable forest management. *Sustainability* 2017, nr. 9(12), 2370, 1-17.
- [7] Perez-Ruiz M., Martínez-Guanter J., Upadhyaya S. K.; High-precision GNSS for agricultural operations. In *GPS and GNSS Technology in Geosciences*, Elsevier, 2021, 299-335.

ANALIZA OBCIĄŻENIA INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ CIĄGNIKA ROLNICZEGO Z SYSTEMEM JAZDY RÓWNOLEGŁEJ EZ-PILOT I PANELEM CFX-750 FIRMY TRIMBLE

Mirosław ZAGÓRDA¹, Paweł KIEŁBASA¹, Paweł PYSZ¹, Maroš KORENKO²

¹ Uniwersytet Rolniczy, Kraków

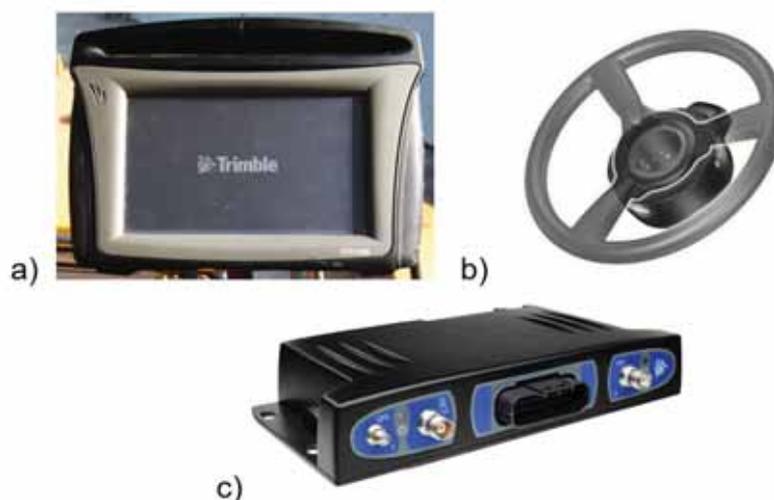
² Slovak University of Agriculture in Nitra

Wstęp

Instalacja elektryczna pojazdów w tym ciągników rolniczych jest dobrana pod zapotrzebowanie jakie wynika z zainstalowanych urządzeń elektrycznych. Zastosowanie dodatkowych obciążeń może spowodować awarię lub rozładowanie akumulatora. Prawidłowa praca urządzeń elektrycznych i elektronicznych, jakie są na wyposażeniu pojazdu, wymaga zapewnienia stałej wartości napięcia zasilającego. Jest to trudne do spełnienia ponieważ wahania napięcia zasilającego mogą być w przedziale od 7 do 15 V dla instalacji 12 V. Dlatego układy zasilające urządzeń, dla poprawienia ich niezawodności, są przystosowane do niewielkich zmian napięcia zasilającego. Jest to kluczowe w przypadku odbiorników zasilanych prądem stałym. Pojazdy samochodowe i ciągniki rolnicze z instalacjami 12 i 24 V są szczególnie narażone na spadki [1]. Wartość napięcia zastosowana do zasilania odbiorników na danym pojeździe jest determinowana przez moc znamionową rozrusznika (od 0,3 do 11kW), która zależy od wielkości i typu silnika spalinowego [2]. Kolejnym elementem instalacji jest akumulator, który ma za zadanie dostarczyć wystarczającą ilość energii do rozruchu silnika, szczególnie przy niskich temperaturach oraz zmagazynować wystarczającą ilość energii podczas pracy silnika i alternatora do kolejnego rozruchu [2, 3]. Chwilowe spadki napięć podczas rozruchu silnika mogą dochodzić do 30% [3] i to może powodować zakłócenia w pracy innych odbiorników prądu podpiętych do instalacji. Źródłem zakłóceń mogą być też silniki i siłowniki elektryczne zamontowane na maszynach lub w ciągniku, co może znacząco wydłużać czas potrzebny na uzupełnienie energii pobranej na rozruch silnika spalinowego. Nowoczesne rolnictwo oraz technologie produkcji w połączeniu z doskonaleniem maszyn rolniczych spowodowało, że zastosowanie układów mechatronicznych, elektroniki, informatyki oraz systemów telekomunikacji można spotkać w każdej maszynie przystosowanej do technologii rolnictwa precyzyjnego [4, 5, 6]. Zautomatyzowanie wielu procesów w tym procesie prowadzenia agregatu ciągnikowego po polu zwiększyło komfort pracy operatora [7]. Mechatroniczne układy sterujące oprócz informacji zbieranych z czujników korzystają również z odbiorników GNSS i dodatkowych modemów do odbioru poprawki RTK [4]. Zakres zmian napięcia zasilającego takich systemów może być w zakresie od 7.0 do 32.0 V DC [8, 9]. Systemy nawigacji automatycznej, które podczas swojej pracy mocno obciążają instalację, wymagają poprowadzenia oddzielnego okablowania i podpięcia się bezpośrednio do akumulatora [8, 9]. Ważne jest wtedy aby takie podpięcie było trwałe i zabezpieczone przed korozją. Komputery sterujące, jeżeli nie pobierają prądu większego jak 25 A, mogą być podpięte do gniazd umieszczonych w kabinie ciągnika.

Badania

Badania obciążenia instalacji elektrycznej ciągnika przeprowadzono dla 3 trybów jazdy równoległej. Pomiar przeprowadzono przy jeździe automatycznej po liniach prostych, krzywych oraz wykonywania nawrotów. Jako urządzenia dodatkowe montowane na ciągniku i realizujące funkcję automatycznego prowadzenia po liniach równoległych wykorzystano zestaw składający się z panelu nawigacyjnego Trimble CFX-750 wraz z systemem jazdy automatycznej EZ-Pilot i modemem DCM-300 do odbioru poprawki RTK (RTN) przesyłanej przez sieć GPRS (rys. 1). Podczas jazdy mierzone były parametry elektryczne obciążenia instalacji generowane przez wyżej wymieniony zestaw. Wyznaczono wartości i czasy trwania skoków obciążenia i spadków napięcia w instalacji.



Rys. 1. Zestaw nawigacyjny firmy Trimble: a) panel nawigacyjny CFX-750, b) system EZ-Pilot, c) modem DCM-300 [11, 12]

Podsumowanie

Zwiększenie liczby odbiorników energii dostarczanej przez alternator i akumulator w ciągnikach rolniczych nie jest problemem, bo w większości przypadków w kabinach są przygotowane gniazda zasilające. Konieczne jednak staje się przeprowadzenie pomiarów dotyczących spadków napięć i poboru prądu dla standardowego źródła zasilania i instalacji elektrycznej. W wielu przypadkach może okazać się konieczne zmodernizowanie instalacji do nowych warunków poboru mocy poprzez zmianę alternatora lub zaplanowanie ograniczenia poboru mocy poprzez wymianę źródeł światła w oświetleniu pojazdu.

LITERATURA

- [1] Dziubiński M., Ocioszyński J., Walusiak S. 1999. Elektrotechnika i elektronika samochodowa. Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej, Lublin 1999.
- [2] Plizga K. 2008. Diagnostyka wyposażenia elektrycznego pojazdów rolniczych. MOTROL, Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, nr 10, 2008, ss. 110-121. ISSN 1730-8658
- [3] Duer S., Zajkowski K. 2016. Badanie laboratoryjne rozrusznika samochodowego, Autobusy, nr 6, 2016, ss. 840-843. ISSN 1509-5878
- [4] Walczykova M, Kiełbasa P., Zagórda M. 2016. Pozyskanie i wykorzystanie informacji w rolnictwie precyzyjnym. Monografia. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej. ISBN 978-83-64377-03-7.
- [5] Gozdowski D., Samborski S., Sioma S. 2007. Rolnictwo precyzyjne. SGGW. Warszawa. ISBN 978-83-7244-858-3.
- [6] Baum R., Wojszcuk K., Wawrzynowicz J. 2012. Miejsce i rola rolnictwa precyzyjnego w koncepcji zrównoważonego rozwoju gospodarstw rolnych. Ekonomia i Środowisko. Nr 1 (41). s. 71 – 83.
- [7] Sałat R. 2013. Układy mikroprocesorowe i sensory w maszynach rolniczych. Współczesna inżynieria rolnicza - osiągnięcia i nowe wyzwania. Monografia. Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, 2013, t. I, 263-285. ISBN 978-83-935020-3-5.
- [8] http://trl.trimble.com/dscgi/ds.py/Get/File-624020/EZ-Pilot_Install_78100-22-E05_ClaasArion_Axion-AW.pdf
- [9] http://trl.trimble.com/dscgi/ds.py/Get/File-533911/Trimble_CFX-750_UserGuide_19A_POL.pdf
- [10] <https://www.maszynydlafermera.pl/zmodernizowana-kabina-horizon-w-seriach-cignikow-t6-i-t7-new-holland/>
- [11] https://www.fendt.com/pl/images/57ad8d8f44d24d05748b4568_1471341128_web_pl-PL.jpg

TECHNOLOGIA BLOCKCHAIN W ELEKTROMOBILNOŚCI I OBSZARACH ELEKTRYFIKACJI TRANSPORTU

Anna ZIELIŃSKA¹, Mikołaj SKOWRON²

¹Wydział Zarządzania, AGH Kraków

²Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, AGH Kraków

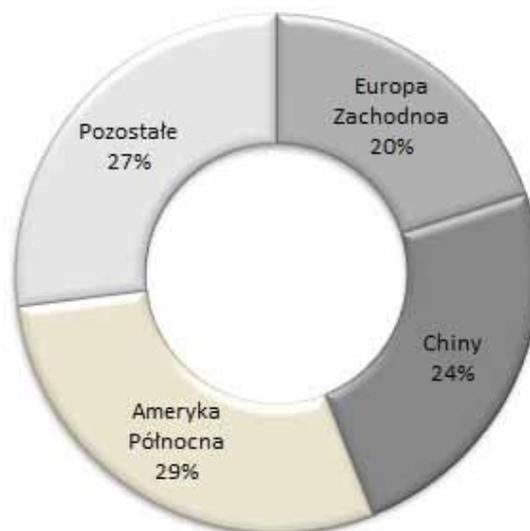
Technologia blockchain związana jest z bezpieczeństwem przechowywaniem i przesyłaniem danych użytkowników. Dotyczy transakcji zawieranych w Internecie pomiędzy użytkownikami. O technologii blockchain możemy powiedzieć, że składa się ze zdecentralizowanych rejestrów transakcyjnych, które złożone są z długiego łańcucha bloków danych. Wykorzystywane są do przechowywania, a także przesyłania danych związanych z zawartymi transakcjami. Sieć bloków zawierająca zapisane dane nie wymaga korzystania z systemów zarządzających, centralnych komputerów oraz systemów które weryfikują operacje. Wszystkie transakcje odbywają się bez udziału pośredników i niemal w czasie rzeczywistym. Podobnie jak zagadnienia z tematyki blockchain tak i pojęcia takie jak elektromobilność, pojazd elektryczny, pojazdy autonomiczne, Smart Grid, od dłuższego czasu pojawiają się w obszarze gospodarki i cieszą się niesłabnącym zainteresowaniem w ramach dyskursu naukowego, debat politycznych oraz w mediach. Rozwój tego sektora połączony jest mocno ze świadomością społeczną, zmianami społecznymi i politycznymi [1]. Elektromobilność można zdefiniować jako całokształt zagadnień związanych z użytkowaniem pojazdów z napędem elektrycznym (ang. electric vehicles, EV). Jako gałąź tego zagadnienia coraz częściej zaczyna mówić się o pojazdach autonomicznych – czyli takich które poruszają się bez udziału kierowcy. Maszyną steruje komputer. Dzięki temu pojazdy tego typu potrafią, samodzielnie pokonywać wyznaczone trasy, omijając przeszkody i realizując inne zadania drogowe.

Prezentowany artykuł skupia się na przedstawieniu możliwości wykorzystania synergii technologii blockchain i rozwiązań z dziedziny elektromobilności i pojazdów autonomicznych. W artykule opisano zalety oraz sposoby zastosowania blockchain w różnych obszarach i sektorach gospodarki związanej z finansowym rozliczaniem użytkownika pojazdów elektrycznych. Celem artykułu jest przedstawienie korzyści z użycia rozwiązań bazujących na technologii blockchain i ukazanie ich przewagi nad aktualnie dostępnymi rozwiązaniami internetowymi. Opierając się na zbudowanym modelu matematycznym i studiach literaturowych, skoncentrowano się na implementacji rozwiązań bazujących na technologii blockchain w procesie rozliczania ładowania pojazdów elektrycznych, rozliczania użytkownika pojazdu autonomicznego oraz określeniu prognoz dalszego rozwoju wykorzystania współpracy środowiska blockchain i elektromobilności.

Z pojęciem blockchain nieodzownie łączy się termin tokenizacji i tokenomii. Tokenizacja to forma cyfryzacji biznesu, a tokenomia to tworzenie tokenów i nadawania im określonych wartości na podstawie aktywów które reprezentują [2]. Opracowany w pracy model matematyczny, symuluje proces rozliczania energii elektrycznej w procesie ładowania, a dla pojazdu autonomicznego (w rozumieniu środka transportu zbiorowego) modyfikacja modelu wykorzystuje tokenizację i tokeny jako narzędzie płatnicze przy rozliczaniu opłat za przejazd. Wraz z szeregiem założeń i wytycznych opracowany model procesu ładowania prezentuje możliwe scenariusz rozwoju tego typu sektora transportu i komunikacji zbiorowej. Na podstawie tych scenariuszy, określa możliwość tokenizacji procesu ładowani EV, tokenomii tokenu, ekspansji rynku pojazdów autonomicznych, a tym samym rozwój pojazdów elektrycznych.

W artykule podjęto analizę rozwoju elektromobilności, łącząc wyniki pracy z modelu matematycznego z analizą ekonomiczną, której to wyniki stanowią mocny argument przy chęci realizacji przedsięwzięć z branży transportu elektrycznego. Podobne założenia przyjęto dla pojazdów autonomicznych, z tym że w tej części, praca skupia się na rozwoju tego sektora transportu, pokazując zalety i możliwości rozwiązań, nie zapominając

również o wadach. Chęć zajęcia się tematem podyktowana jest rosnącym trendem na tego typu rozwiązania. Źródła [3] podają, że w 2021 roku, rynek pojazdów autonomicznych przekroczył wartość 27 mld dolarów, a prognozy pokazują, że do 2030 roku rynek ten ma osiągnąć poziom 58 milionów sprzedanych egzemplarzy tego typu pojazdów (Rys.1.). W pracy pokazano możliwe najlepsze spodziewane wyniki finansowe dla uczestników modelu, tym samym przedstawiono obraz pozytywnego wpływu wykorzystania technologii blockchain i tokenizacji na rozwój rynku pojazdów elektrycznych i elektromobilność.



Rys. 1. Prognozy głównych rynków samochodów autonomicznych w 2035r [3]

W pracy przedstawiona została również predykcja rozwoju opracowanego modelu. Upatrując tym samym kierunków aplikacyjnych dla takich rozwiązań. Praca pokazuje również jak blockchain jako zdecentralizowana platforma transakcyjna może wyprzeć lub przynajmniej dać alternatywę dla standardowych rozwiązań w dziedzinie rozliczania procesów, w tym procesu ładowania pojazdów elektrycznych. W pracy zaznaczone zostało również, że rozwijając podobne praktyki można mieć nadzieje na wsparcie tego typu nowatorskich zastosowań, oraz łączenie Internetu rzeczy z technologiami blockchain [4]. Tym samym można pokazać że technologia blockchain może być wykorzystywana m.in. do masowego rozliczania niskowartościowych korzyści płynących z energetyki, ale także do obsługi różnorodnych transakcji związanych z innymi formami transportu, opłatami czy związanymi z nimi transakcjami walutowymi.

- [1] Zielińska A., „Application possibilities of blockchain technology in the energy sector”, *E3S Web Conf.*, t. 154, s. 07003, 2020, doi: 10.1051/e3sconf/202015407003K.
- [2] Piech K., „Leksykon pojęć na temat technologii blockchain i kryptowalut”, 2016
- [3] www.obserwatorfinansowy.pl z dnia 12.04.2023
- [4] „Raport PIIT: Blockchain w Polsce. Możliwości i zastosowania”. <https://www.piit.org.pl/wazne/raport-piit-blockchain-w-polsce.-mozliwosci-i-zastosowania> (dostęp 7 październik 2022).

PROGRAM XXXII SYMPOZJUM PTZE

11 – 14 czerwca 2023 r.

PROGRAMME OF THE PSAE XXXII SYMPOSIUM

11 – 14 June 2023

NIEDZIELA / SUNDAY (11.06.2023)

16:00 Rejestracja uczestników / Registration

19:00 Kolacja / Dinner

PONIEDZIAŁEK / MONDAY (12.06.2023)

9:00 – 10:15 **OTWARCIE I SESJA PLENARNA / OPENING SESSION
AND PLENARY SESSION**
(Chairmen: *Tadeusz Juliszewski, Liliana Byczkowska-Lipińska*)

**PONIEDZIAŁEK / MONDAY
(12.06.2023)** 1. **Andrzej Krawczyk, Ewa Korzeniewska**
Elektromagnetyzm w literaturze pięknej

2. **Ewa Łada-Tondyra, Andrzej Krawczyk**
80 lat metody elementów skończonych

3. **Witold Sygocki**
Drapieżne, czy nie...czasopisma, konferencje na wybranych przykładach

10:15 – 10:45 Przerwa kawowa / Coffee break

SESJA I
10:45 – 12:30 **POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W ŚRODOWISKU /
ELECTROMAGNETIC FIELD IN ENVIRONMENT**
(Chairmen: *Andrzej Jąderko, Grzegorz Cieślar*)

**PONIEDZIAŁEK / MONDAY
(12.06.2023)** 1. **Paweł Bieńkowski**
Pole elektromagnetyczne systemów radiowo-telewizyjnych wczoraj i dziś

2. **Tadeusz Juliszewski**
Przyczyny obaw użytkowania technologii 5G

SESJA I

10:45 – 12:30 **POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W ŚRODOWISKU /
ELECTROMAGNETIC FIELD IN ENVIRONMENT**
(Chairmen: *Andrzej Jąderko, Grzegorz Cieślak*)

PONIEDZIAŁEK / MONDAY
(12.06.2023) **3. Marek Kuchta, Benedykt Jakubowski**
Metody kalibracji stanowisk pomiarowych do badania impulsowych pól EM

4. Paweł A. Mazurek
Oddziaływania elektromagnetyczne farm fotowoltaicznych

5. Mykhaylo Zagirnyak
Formulas for calculation of the extraction force of magnetic separators
(substantiation and clarification)

12:30 – 14:00 **Przerwa na lunch / Lunch break**

SESJA II **SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION**
14:00 – 16:00 **POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W MASZYNACH I URZĄDZENIACH
ELEKTRYCZNYCH /
ELECTROMAGNETIC FIELD IN ELECTRICAL MACHINES AND DEVICES**
(Chairmen: *Tomasz Drózdź, Anna Zielińska*)

PONIEDZIAŁEK / MONDAY
(12.06.2023) **1. Janusz Baran, Andrzej Jąderko**
Sterowanie elektrownią wiatrową ze zmiennym kątem natarcia łopat przy dużych
prędkościach wiatru

2. Andriy Chaban, Marek Lis, Andrzej Szafraniec, Vitaliy Levoniuk
Uwzględnienie przewodów odgromowych w analizie procesów przejściowych
w elektrycznych liniach przesyłowych HVAC

3. Andriy Chaban, Marek Lis, Andrzej Szafraniec, Evhen Fediv
Model matematyczny elektrycznego układu napędowego z uwzględnieniem
tyrystorów GTO

**4. Jerzy Chudorliński, Aleksander Lisowiec, Mariusz Kucharek,
Grzegorz Kowalski**
System do analizy zawartości harmonicznych sieci elektroenergetycznej
z modułem archiwizacji i wizualizacji danych

5. Aleksander Chudy
Current harmonic emission of on-board electric vehicle chargers

6. Krzysztof Ciura, Andrzej Jąderko, Luiza Rakowska
Monitorowanie drgań mechanicznych elektrowni wiatrowych o pionowej osi obrotu

SESJA II **SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION**
14:00 – 16:00 **POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W MASZYNACH I URZĄDZENIACH**
ELEKTRYCZNYCH /
ELECTROMAGNETIC FIELD IN ELECTRICAL MACHINES AND DEVICES
(Chairmen: Tomasz Drózdź, Anna Zielińska)

PONIEDZIAŁEK
/ MONDAY
(12.06.2023)

7. Paweł Czaja

Analiza uzysku energii dla nadążnej oraz stacjonarnej instalacji fotowoltaicznej

8. Volodymyr Drahobetskyi, Dmytro Moloshtan, Anastasiia Symonova, Alyona Nikitina

The improved durability and wear resistance of sliding current-collecting transport assemblies

9. Sławomir Drazba

Zastosowanie generatorów tranzystorowych wraz z układem dopasowania w zgrzewarkach wysokiej częstotliwości do łączenia folii PVC

10. Tomasz Drózdź, Paweł Kielbasa

Pomiary zaburzeń prototypowego stanowiska laboratoryjnego z generatorem plazmy niskotemperaturowej w miejscu użytkowania

11. Tomasz Drózdź, Zdzisław Posyłek

Projekt i pomiary trójfazowej sieci sztucznej do pomiaru zaburzeń przewodzonych w zakresie od 9 kHz do 30 MHz

12. Andrzej Erd

Wybrane aspekty bezpieczeństwa magazynowania energii w szczególności baterii złożonych z ogniw litowych

13. Radosław Figura, Marcjan Nowak

Analiza stanów dynamicznych układów napędowych z długim wałem

14. Damian Gzieł, Andrzej Jąderko

Analiza pracy dławika z rdzeniem kubkowym w przekształtniku energoelektronicznym

15. Wiktoria Kaczmarek, Leszek Kasprzyk

Identyfikacja parametrów schematu zastępczego ogniw litowo-jonowych

16. Robert Kaznowski, Adam Komarnicki, Dariusz Sztafrowski

Analiza porównawcza systemów zasilania aut niskoemisyjnych — akumulatorowego oraz hybrydowego opartego o akumulator i superkondensator

SESJA II **SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION**
14:00 – 16:00 **POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W MASZYNACH I URZĄDZENIACH**
ELEKTRYCZNYCH /
ELECTROMAGNETIC FIELD IN ELECTRICAL MACHINES AND DEVICES
(Chairmen: Tomasz Drózdź, Anna Zielińska)

PONIEDZIAŁEK
/ MONDAY
(12.06.2023)

17. Robert Kaznowski, Adam Komarnicki, Dariusz Szafrowski

Inteligentne sieci ładowania samochodów elektrycznych z użyciem źródeł odnawialnych i magazynów energii

18. Jarosław Knaga, Tomasz Szul

Koncepcja autonomicznego systemu utrzymania klimatu w budynkach inwentarskich

19. Zinoviy Kohut

Analiza zastosowania akumulatora w hybrydowym systemie fotowoltaicznym w przypadku małego prosumenta energii odnawialnej

20. Grzegorz Komarzyniec, Michał Aftyka

Five-limb transformer to power a GlidArc plasma reactor

21. Mirosław Kornatka, Mateusz Ostrycharz

Analiza jakości energii elektrycznej w wybranym zakładzie przemysłowym

22. Piotr Krupski, Joanna Michałowska

Analiza możliwości stosowania metod filtracji pasywnej LC w ograniczaniu emisji promieniowanej silników uniwersalnych szczotkowych

23. Dariusz Kulak, Grzegorz Szewczyk

Aktywność wizualna operatora harwestera pracującego w drzewostanach liściastych

24. Marek Lis, Michał Kobierski, Marek Chmiel

Oddziaływanie termiczne pola magnetycznego jako szkodliwy element przygotowania konstrukcji urządzenia

25. Michał Majka

Nadprzewodnikowy ogranicznik prądu zwarciovego typu rezystancyjnego dla sieci 6 kV

26. Krzysztof Nęcka

Analiza wpływu wielkości falownika na ilość i jakość generowanej energii elektrycznej

SESJA II **SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION**
14:00 – 16:00 **POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W MASZYNACH I URZĄDZENIACH**
ELEKTRYCZNYCH /
ELECTROMAGNETIC FIELD IN ELECTRICAL MACHINES AND DEVICES
(Chairmen: Tomasz Drózdź, Anna Zielińska)

PONIEDZIAŁEK
/ MONDAY
(12.06.2023)

27. Krzysztof Nęcka, Piotr Łyszczarz, Stanisław Lis, Anna Karbowniczak-Miśtał
Wpływ optymalizacji sterowania pracą silnika indukcyjnego na jakość energii elektrycznej

28. Krzysztof Olesiak

Pomiary mocy pobieranej przez robota przemysłowego w stanach dynamicznych

29. Andrzej Popena

Modelowanie silnika BLDC z uwzględnieniem różnych aproksymacji przebiegu siły przeciwelektromotorycznej

30. Andrzej Popena, Marcjan Nowak, Arkadiusz Winter

Dobór optymalnej konfiguracji sieci neuronowej przy odtwarzaniu prędkości silnika BLDC

31. Tomasz Struzik, Mikołaj Skowron, Marcin Baszyński

Analiza sprawności inwerterowej pompy ciepła w funkcji temperatury zasilania i sterowania według krzywej grzewczej

32. Serhiy Syrotyuk, Viktor Chumakevych, Valerii Syrotiuk, Roman Sheremeta, Vadym Ptashnyk, Serhii Baranovych, Jan Giełżecki, Tomasz Jakubowski

Design and research of computer model of wind turbine using LabVIEW

33. Andrzej Szafraniec, Radosław Figura

Pompowe układy napędowe o złożonej transmisji ruchu zawierające długi elastyczny wał

34. Mirosław Zagórda, Paweł Kiełbasa, Pavol Findura

Zmiany sygnału przesterowania silnika elektrycznego systemu jazdy równoległej EZ-pilot firmy Trimble

35. Mirosław Zagórda, Paweł Kiełbasa, Paweł Pysz, Maroš Korenko

Analiza obciążenia instalacji elektrycznej ciągnika rolniczego z systemem jazdy równoległej EZ-Pilot i panelem CFX-750 firmy Trimble

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

SESJA III **SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION**
16:30 – 18:30 **POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W BIOTECHNOLOGII /**
ELECTROMAGNETIC FIELD IN BIOTECHNOLOGY
(Chairmen: Michał Majka, Marek Lis)

PONIEDZIAŁEK
/ MONDAY
(12.06.2023)

- 1. Hanna Błażejewska, Agnieszka Wosiak, Liliana Byczkowska-Lipińska**
Zmiana parametrów obrazów tomograficznych i scyntygraficznych kośćca w diagnostyce zmian nowotworowych
- 2. Borys Borowik, Michał Sobiepański**
Projekt oraz analiza kinematyczna robota typu równoległa SCARA
- 3. Jacek Gumiela, Dariusz Sztafrowski**
Założenia konstrukcyjne układu synchronizacji komponentów systemu wizyjnego służącego do reidentyfikacji osób na podstawie chodu
- 4. Addis Lemessa Jembere, Tomasz Jakubowski**
Investigating the Impact of UV-C dosage on mechanical characteristics of varied potato cultivars
- 5. Paweł Kiełbasa, Tomasz Drózdź, Marcin Pocheć**
Ocena możliwości wykorzystania promieniowania słonecznego w starachowickiej aglomeracji miejskiej
- 6. Paweł Kiełbasa, Anna Miernik, Tadeusz Juliszewski**
Wpływ oddziaływania stałego pola elektrycznego na właściwości antyseptyczne wybranych olejków eterycznych
- 7. Roman Kubacki, Rafał Przesmycki**
Absorber grafenowy do zabezpieczania elektroniki bezzałogowych statków powietrznych
- 8. Ewa Korzeniewska, Andrzej Krawczyk, Artur Szczęsny, Józef Mróz, Małgorzata Serwach**
Inteligentne opatrunki medyczne
- 9. Stanisław Lis, Marcin Tomasik, Arkadiusz Kapusta, Tomasz Kluzek**
Ocena układu sterowania procesem wymiany ciepła z wykorzystaniem ogniw Peltiera
- 10. Jacek Majcher**
Determination of rapeseed moisture based on electrical parameters – a review
- 11. Jacek Majcher**
Use of electrostatic field to increase germination of rape seeds (*Brassica Napus L.*)

SESJA III **SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION**
16:30 – 18:30 **POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W BIOTECHNOLOGII /**
ELECTROMAGNETIC FIELD IN BIOTECHNOLOGY
(Chairmen: Michał Majka, Marek Lis)

PONIEDZIAŁEK
/ MONDAY
(12.06.2023)

- 12. Jacek Majcher, Artur Boguta**
Using KNX virtual applications to learn how to program the KNX system
- 13. Paweł A. Mazurek, Aleksander Chudy, Leszek Ruchomski, Piotr Hołyszko, Paweł Dadej**
Ocena natężeń pól elektromagnetycznych w autobusach elektrycznych taboru Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Lublinie w warunkach rzeczywistych
- 14. Paweł A. Mazurek, Leszek Ruchomski, Aleksander Chudy, Piotr Hołyszko, Paweł Dadej, Radosław Gad**
Ekspozycja elektromagnetyczna w trolejbusach taboru Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Lublinie
- 15. Joanna Michałowska**
Modelowa identyfikacja korelacji parametrów awionicznych z natężeniem pola magnetycznego przy użyciu sieci neuronowych
- 16. Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Tomasz Drózdź**
Wpływ oddziaływania stałego pola elektrycznego na strukturę widma elektromagnetycznego wybranych olejków eterycznych
- 17. Anna Miernik, Stepan Y. Kovalyshyn**
Wpływ oddziaływania stałego pola elektrycznego na emisję fotonową wybranych olejków eterycznych
- 18. Maryna Mikhalieva, Liubomyra Odosii, Krzysztof Przystupa, Yuryi Shabaturo, Volodimir Romanchuk, Lidiya Parashchuk**
Opportunities of electrical technologies for control of the quality parameters of light sensitive materials
- 19. Serhii Petrychenko, Krzysztof Przystupa, Antonina Maliushevskaya, Olena Mitryasova, Orest Kochan**
Optimizing Energy Efficiency Of Dielectric Materials' Electrodischarge Dispersion
- 20. Paweł Pysz, Anna Miernik, Paweł Kiełbasa, Tadeusz Juliszewski**
Characterizing soil structure and porosity using ground-penetrating radar and spectrophotometry: implications for soil health and nutrient availability

SESJA III **SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION**
16:30 – 18:30 **POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W BIOTECHNOLOGII /**
ELECTROMAGNETIC FIELD IN BIOTECHNOLOGY
(Chairmen: Michał Majka, Marek Lis)

PONIEDZIAŁEK
/ MONDAY
(12.06.2023)

- 21. Paweł Pysz, Mirosław Zagórda, Paweł Kiełbasa**
Comparing ground penetrating radar and spectrophotometry for mapping soil water content and salinity in agricultural soils
- 22. Roman Sikora, Przemysław Markiewicz, Ewa Korzeniewska, Alyona Nikitina**
Calculation of electric shock current caused by touch and step voltage in grounding grids including climatic conditions
- 23. Mikołaj Skowron, Antoni Cieśla, Michał Smykła, Przemysław Syrek**
Elektryzacja ziaren w polu elektrostatycznym
- 24. Witold Sygocki, Jadwiga Woźniak-Kasperek**
Electromagnetic AND medicine – obraz dorobku autorów afiliowanych w polskich instytucjach
- 25. Grzegorz Szewczyk**
Prędkość przejścia fali dźwiękowej a gęstość drewna na przykładzie świerka pospolitego (*Picea Abies* (L.) Karst.) i sosny zwyczajnej (*Pinus Sylvestris* L.)
- 26. Tomasz Szul**
Porównanie metod wyznaczania zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania na przykładzie budynku mieszkalnego jednorodzinnego
- 27. Marcin Tomasik, Stanisław Lis**
Konstrukcja i system sterowania platformy jezdnej robota do zbioru truskawek
- 28. Paweł Tylek, Adam Piłat, Jakub Kłoczek**
Pomiar admitancji w ocenie stanu fizjologicznego sadzonek dęba szypułkowego
- 29. Karolina Trzyniec**
Wpływ oddziaływania pulsacyjnym polem elektrycznym na kiełkowanie nasion szczawiu zwyczajnego
- 30. Karolina Trzyniec, Małgorzata Banach**
Zastosowanie badania bioelektrycznej czynności mózgu do oceny poziomu koncentracji uwagi kierowców

SESJA III **SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION**
16:30 – 18:30 **POLE ELEKTROMAGNETYCZNE W BIOTECHNOLOGII /**
ELECTROMAGNETIC FIELD IN BIOTECHNOLOGY
(Chairmen: Michał Majka, Marek Lis)

- PONIEDZIAŁEK** **31. Agnieszka Wantuch, Filip Durlik**
/ MONDAY Analiza parametrów oświetlenia elektrycznego mających wpływ na zdrowie
(12.06.2023) i samopoczucie człowieka
- 32. Anna Zielińska, Mikołaj Skowron**
 Technologia blockchain w elektromobilności i obszarach elektryfikacji transportu
- 20:00** **Uroczysta kolacja / Dinner party**

WTOREK / TUESDAY (13.06.2023)

SESJA SPECJALNA / SPECIAL SESSION
9:00 – 10:30 **SZTUCZNA INTELIGENCJA W SYMULACJI LOTÓW/**
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FLIGHT SIMULATION
(Chairmen: Joanna Michałowska, Kamil Wereszczyński)

- WTOREK /** **1. Agnieszka Michalczuk, Dariusz Myszor, Marcin Paszkuta, Tomasz Moroń,**
TUESDAY **Przemysław Skurowski, Krzysztof Cyran**
(13.06.2023) Augmented reality for pilot training in flight simulators
- 2. Onyeka J. Nwobodo, Agnieszka Michalczuk, Krzysztof Cyran**
 Dynamic adjustment of the holograms based on SLAM methods in augmented
 reality glasses
- 3. Przemysław Skurowski, Dariusz Myszor, Marcin Paszkuta, Tomasz A. Moroń,**
 Krzysztof A. Cyran
 Power demand in an augmented reality holographic display
- 4. Kamil Świtalski, Kamil Wereszczyński**
 Is Artificial Intelligence trustworthy enough currently?
- 5. Nella Wawryniuk**
 Shared photonic laboratory for research on quantum security and beyond
- 10:30 – 11:00** **Przerwa kawowa / Coffee break**

SESJA IV

11:00 – 13:00 **ELEKTROMAGNETYZM W MEDYCYNIE I BIOLOGII**
ELECTROMAGNETISM IN MEDICINE&BIOLOGY
(Chairmen: Roman Kubacki, Paweł Bieńkowski)

WTOREK /
TUESDAY
(13.06.2023)

1. Grzegorz Cieślak, Paweł Sowa

Wpływ stałego pola elektrycznego o parametrach generowanych przez linie przesyłowe wysokiego napięcia prądu stałego na wychwyt (³H)glukozy przez wybrane tkanki i narządy szczurów biorące istotny udział w metabolizmie węglowodanów

2. Kamila Białek, Jacek Jakubowski, Rafał Białek

Parametryzacja pisma odręcznego na potrzeby diagnostyki chorób neurodegeneracyjnych

**3. Kamila Białek, Jacek Jakubowski, Anna Potulska-Chromik,
Monika Nojszewska, Anna Kostyra-Pruszczyk**

Zastosowanie konwolucyjnych sieci neuronowych w rozpoznawaniu choroby Parkinsona na podstawie próbek pisma

**4. Anna Koziarowska, Natalia Gałka, Ewelina Bator,
Marek Koziarowski**

Efekty oddziaływania pól elektromagnetycznych o częstotliwości 50 Hz na syntezę aromatazy w tkankach macicy sarny europejskiej (*Capreolus capreolus* L.)

**5. Marek Koziarowski, Patryk Kogut, Gabriela Betlej,
Anna Koziarowska**

Oddziaływanie pola elektromagnetycznego ekstremalnie niskiej częstotliwości o wartości 120 Hz na syntezę estrogenów mierzoną aktywnością aromatazy w tkankach macicy sarny europejskiej (*Capreolus capreolus* L.)

6. Grzegorz Tatoń

Nadwrażliwość elektromagnetyczna – opis przypadków

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

15:00 – Walne Zebranie Członków PTZE

19:00 Kolacja grillowa / Barbecue party

ŚRODA / WEDNESDAY (14.06.2023)

SESJA V

9:00 – 11:00

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION

POMIARY, TOMOGRAFIA PROCESOWA, OBLICZENIA KWANTOWE/
MEASUREMENTS, PROCESS TOMOGRAPHY AND QUANTUM
COMPUTATION TOMOGRAPHY

(Chairmen: Karolina Trzyniec, Leszek Kasprzyk)

ŚRODA / WEDNESDAY (14.06.2023)

- 1. Artur Boguta, Jacek Majcher**
Sterowanie automatyką budynkową z wykorzystaniem urządzeń mobilnych
- 2. Borys Borowik, Marek Kęsy**
Dynamika elektrodynamicznego kształtowania metali w ujęciu falistości odkształconej powierzchni
- 3. Marcin Buczaj**
Zapotrzebowanie budynków akademickich na energię elektryczną w latach 2019-2022 – studium przypadku
- 4. Marcin Buczaj, Andrzej Sumorek, Agnieszka Buczaj**
Funkcjonowanie magazynów energii elektrycznej jako układów umożliwiających ograniczanie kosztów zakupu energii elektrycznej na przykładzie odbiorcy z grupy taryfowej B23
- 5. Bartosz Dominikowski**
Detekcja błędów działania wzmacniaczy izolacyjnych w systemach pomiarowych
- 6. Dominik Gnaś, Przemysław Adamkiewicz, Michał Styła**
Hardware and software in the localization system using UWB
- 7. Ryszard Goleman**
Modelling of a single-phase induction motor with a magnetic frequency converter
- 8. Ryszard Goleman, Mariusz Holuk, Kamil Bańka, Kamil Gawkowski**
Pomiary emisji przewodzonej i promieniowanej wybranych sterowników PLC stosowanych w przemyśle
- 9. Bartłomiej Kiczek, Michał Styła, Dominik Gnaś, Przemysław Adamkiewicz**
On precision of algorithms in ultra-wideband indoor localization
- 10. Grzegorz Kłosowski, Tomasz Rymarczyk, Konrad Niderla, Jakub Szumowski, Paweł Olszewski**
The use of a very deep residual network in radio tomography imaging

SESJA V

9:00 – 11:00

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION

**POMIARY, TOMOGRAFIA PROCESOWA, OBLICZENIA KWANTOWE/
MEASUREMENTS, PROCESS TOMOGRAPHY AND QUANTUM
COMPUTATION TOMOGRAPHY**

(Chairmen: Karolina Trzyniec, Leszek Kasprzyk)

**ŚRODA /
WEDNESDAY
(14.06.2023)**

11. Michał Kordasz, Krzysztof Cyran

Quantum image processing for flight simulators

**12. Ewa Korzeniewska, Rafał Zawiślak, Szymon Przybył, Anna Bilka,
Piotr Sarna**

Komunikacja bezprzewodowa wykorzystywana w transmisji danych pomiędzy urządzeniami elektroniki noszonej a odbiornikiem

13. Joanna Lachowska-Keane, Krzysztof Świtalski

Quantum technologies in histopathological imaging and diagnosis

14. Krzysztof Król, Tomasz Rymarczyk

Optimisation of energy consumption in industrial processes using a multisensor platform

15. Łukasz Maciura, Damian Pliszczyk, Michał Maj, Tomasz Cieplak

Using classical classifiers together with a pretrained ResNet50 network for a very efficient face classification training process

16. Michał Maj, Damian Pliszczyk, Tomasz Cieplak, Łukasz Maciura

Wykorzystanie przestrzeni barw CAM w automatyzacji optycznej kontroli jakości

17. Mariusz Mączka, Grzegorz Haldaś

Strojenie struktur QCL w zakresie częstotliwości THz

**18. Mariusz Mączka, Stanisław Pawłowski, Jolanta Plewako, Roman Sikora,
Przemysław Markiewicz**

Zastosowanie metody elementów brzegowych w modelach 3D systemów uziemiających

19. Wojciech Mosieński, Agnieszka Duraj

Memetic algorithm for detect breast cancer

**20. Dariusz Myszor, Agnieszka Michalczyk, Maciej Rzeźnik,
Tomasz Kukuczka, Michał Wieczorek, Michał Zieliński, Patryk Mondry,
Wojciech Cofalik**

Immersive flight training on a budget: Affordable flight simulator exploring Virtual Reality and Motion Platform

SESJA V

9:00 – 11:00

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION

**POMIARY, TOMOGRAFIA PROCESOWA, OBLICZENIA KWANTOWE/
MEASUREMENTS, PROCESS TOMOGRAPHY AND QUANTUM
COMPUTATION TOMOGRAPHY**

(Chairmen: Karolina Trzyniec, Leszek Kasprzyk)

**ŚRODA /
WEDNESDAY
(14.06.2023)**

21. Michał Oleszek, Tomasz Łobodiuk, Krzysztof Król, Tomasz Rymarczyk
Ultra-fast RMS measurement card

**22. Michał Oleszek, Tomasz Łobodiuk, Krzysztof Król, Tomasz Rymarczyk,
Jakub Szumowski**
Measurement issues of high-side AC currents

23. Stanisław Pawłowski, Jolanta Plewako, Ewa Korzeniewska
Wpływ zjawiska naskórkowości na impedancję cienkich ścieżek przewodzących

24. Stanisław Pawłowski, Jolanta Plewako, Ewa Korzeniewska, Anna Szlachta
Analiza wpływu wymiarów i liczby defektów na rezystancję cienkich ścieżek
przewodzących

**25. Paweł Ptak, Tomasz Prauzner, Henryk Noga, Piotr Migo,
Agnieszka Gajewska**
Measurement system for testing the condition of protective layers of power
equipment

26. Grzegorz Rybak, Tomasz Rymarczyk
Integracja komponentów platformy tomografii elektrycznej IoT w architekturze
chmury obliczeniowej

27. Tomasz Rymarczyk, Marcin Dziadosz, Mariusz Mazurek, Oleksii Hyka
Development and implementation of algorithms for measurement
and reconstruction analysis in ultrasound tomography

**28. Tomasz Rymarczyk, Marcin Dziadosz, Mariusz Mazurek,
Przemysław Laskowski, Barbara Stefaniak**
A comparative study of selected machine learning algorithms for electrical
impedance tomography

**29. Tomasz Rymarczyk, Michał Gołąbek, Piotr Bożek, Daria Stefańczak,
Bartłomiej Baran, Michał Oleszek, Dariusz Wójcik**
Design features of a portable ultrasonic-impedance tomograph for bladder
monitoring

30. Stanisław Mikołaj Słupski, Ryszard Goleman
Selection of operating parameters in technical equipment diagnostics using
vehicle testing as an illustrative example

SESJA V

9:00 – 11:00

SESJA POSTEROWA / POSTER SESSION

POMIARY, TOMOGRAFIA PROCESOWA, OBLICZENIA KWANTOWE/
MEASUREMENTS, PROCESS TOMOGRAPHY AND QUANTUM
COMPUTATION TOMOGRAPHY

(Chairmen: Karolina Trzyniec, Leszek Kasprzyk)

ŚRODA /
WEDNESDAY
(14.06.2023)

31. Przemysław Sobkiewicz, Paweł Bieńkowski, Wojciech Błażejowski
High-resolution microwave split ring resonator based probe for composite tank
flaws evaluation

32. Piotr Wawryniuk
Photonic chips for quantum communication

**33. Kamil Wereszczyński, Agnieszka Michalczuk, Kacper Spaczyński-Kocioł,
Krzysztof Cyran**
Decoherence Free Subspace Qubits on quantum computers

34. Krzysztof Werner, Krzysztof Cyran
Deep learning as a tool of quantum error reduction in quantum image
processing

35. Dariusz Wójcik, Tomasz Rymarczyk
Uncovering insights with language modeling: analyzing Przegląd
Elektrotechniczny with GPT

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

SESJA VI

11:30 – 12:45

METODY MATEMATYCZNE W ELEKTROMAGNETYZMIE /
MATHEMATICAL METHODS IN ELECTROMAGNETICS

(Chairmen: Ewa Łada-Tondyra, Paweł Kiełbasa)

ŚRODA /
WEDNESDAY
(14.06.2023)

1. Joanna Bijak
Przekształcenie jednorodne w analizie i modelowaniu układów odzyskiwania
energii

2. Andrey Grishkevich
Kraty dystrybucyjne w problemach analizy systemów elektroenergetycznych

**3. Tomasz Rymarczyk, Bartłomiej Baran, Michał Gołębek, Piotr Bożek,
Dariusz Majerek, Daria Stefańczak, Dariusz Wójcik**
Urinary tract monitoring using a bimodal tomographic device

SESJA VI

11:30 – 12:45 **METODY MATEMATYCZNE W ELEKTROMAGNETYZMIE /
MATHEMATICAL METHODS IN ELECTROMAGNETICS**
(Chairmen: Ewa Łada-Tondyra, Paweł Kiełbasa)

**ŚRODA /
WEDNESDAY
(14.06.2023)**

4. Michał Styła, Bartłomiej Kiczek, Dominik Gnaś, Przemysław Adamkiewicz
Low-energy radio transceivers and personal area networks in transmission radio
tomography imaging and in-building localization systems

5. Paweł Surdacki, Łukasz Woźniak, Leszek Jaroszyński
Influence of HTS tape parameters on limiting the inrush current
in superconducting transformers

12:45 **Zakończenie konferencji / Closing Ceremony**

13:00 **Lunch**

XXXII SYMPOZJUM ŚRODOWISKOWE PTZE

Łochów, 11–14 czerwca 2023 r.



ISBN 978-83-88131-05-9