

Sprawozdanie z otwartego spotkania Sekcji Maszyn Elektrycznych i Transformatorów Komitetu Elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk w dniu 09.02.2022.

W dniu 09.02.2022 odbyło się otwarte zdalne spotkanie Sekcji Maszyn Elektrycznych i Transformatorów (SMEiT) KE PAN.

Przewodniczący SMEiT, prof. dr hab. inż. Marian Łukaniszyn powitał zalogowanych uczestników w systemie Zoom i poprosił o zabranie głosu przez Dziekana Wydziału Elektrotechniki i Automatyki (WEiA) Politechniki Gdańskiej dr. hab. inż. Mirosława Wołoszyna, prof. PG.

Pan Dziekan WEiA przywitał zalogowanych gości i podziękował Przewodniczącemu za umożliwienie zaprezentowania aktywności badawczo-rozwojowej pracowników WEiA w zakresie maszyn elektrycznych i transformatorów.

Przewodniczący SMEiT poprosił dr. hab. inż. Andrzeja Wilka, prof. PG o przedstawienie pierwszej prezentacji dotyczącej projektów badawczych realizowanych na WEiA.

Zostały przedstawione projekty realizowane głównie w ramach współpracy zespołów badawczych Katedry Automatyki Napędu Elektrycznego i Konwersji Energii (KANEiKE, kierownik, prof. dr hab. inż. Jarosław Guziński), Katedry Energoelektroniki i Maszyn Elektrycznych (KEiME, kierownik, prof. dr hab. inż. Piotr Chrzan), Katedry Inżynierii Elektrycznej Transportu (KIET, kierownik dr. hab. inż. Andrzej Wilk, prof. PG) oraz Laboratorium LINTE² (kierownik prof. dr hab. inż. Janusz Nieznański).

Katedry KANEiKE, KEiME oraz KIET zlokalizowane są w jednym budynku (rys.1a) i sąsiadują z laboratorium LINTE² (rys.1b), co sprzyja wzrostowi efektywności badań i racjonalnym wykorzystaniu aparatury pomiarowej oraz stanowisk laboratoryjnych.

a)



b)



Rys.1. a) Siedziba katedr Automatyki Napędu Elektrycznego i Konwersji Energii, Katedry Energoelektroniki i Maszyn Elektrycznych, Katedry Inżynierii Elektrycznej Transportu, b) Siedziba Laboratorium LINTE²

Międzynarodowe umowy dotyczące układów transformatorowych

Część tematyki badawczej wynikała i wynika z realizacji międzynarodowych umów pomiędzy WEiA PG a ośrodkami badawczo rozwojowymi z Francji i Niemiec:

- Umowa trójstronna o współpracy następujących instytucji: Politechnika Gdańska (WEiA), ALSTOM Transport S.A., SuperGrid Institute (Lyon, France) realizowana w latach 2016-2020. Zakres tej współpracy obejmował: projektowanie, modelowanie, symulacje komputerowe, badania eksperymentalne transformatora trójfazowego średniej częstotliwości zaimplementowanego w układzie Dual-Active-Bridge (Rys.2a i 2b). Jednym z efektów tej współpracy była praca doktorska realizowana w PG i SuperGrid przez dr. inż. Piotra Dworakowskiego. Promotorzy pracy: Andrzej Wilk, Michał Michna. Opiekunowie ze strony SuperGrid: Bruno Lefebvre, Michel Mermet.

a)

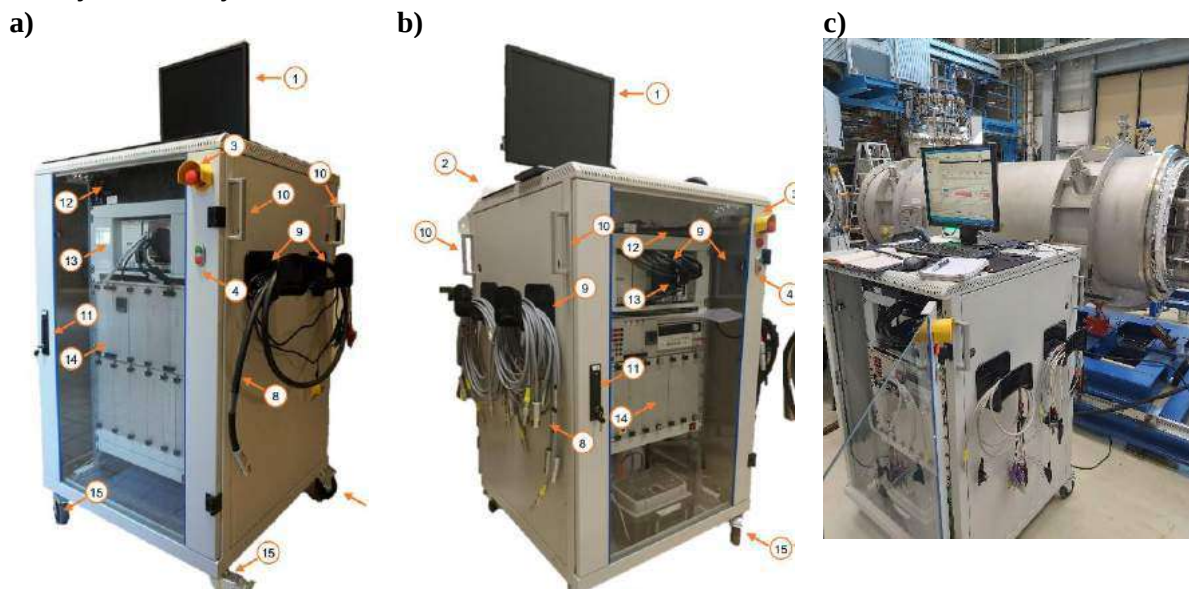


b)



Rys.2. Transformatory średniej częstotliwości: a) transformator jednofazowy o modyfikowalnej strukturze WEiA PG, b) transformator trójfazowy zaimplementowany w układzie Dual-Active-Bridge - SuperGrid

- Umowa trójstronna: Facility for Antiproton and Ion Research in Europe GmbH (Darmstadt, Germany) - FAIR, Jagiellonian University in Kraków, Gdansk University of Technology (kierownik projektu – prof. Leon Swędrowski, obecnie prof. Andrzej Wilk). Zakres tej współpracy obejmuje zaprojektowanie i wykonanie prototypowych urządzeń do diagnostyki elektromagnesów nadprzewodnikowych. Opracowano dwa prototypowe urządzenia: „Capacity Discharge System” i „Continuity & High Voltage System” do badań stanu izolacji uzwojeń, parametrów obwodowych uzwojeń i kontroli układów sensorowych elektromagnesu (rys.3a, b, c). Prace realizowane przez Wydział Elektrotechniki i Automatyki - wspierane przez Wydział Elektroniki Telekomunikacji i Informatyki PG.

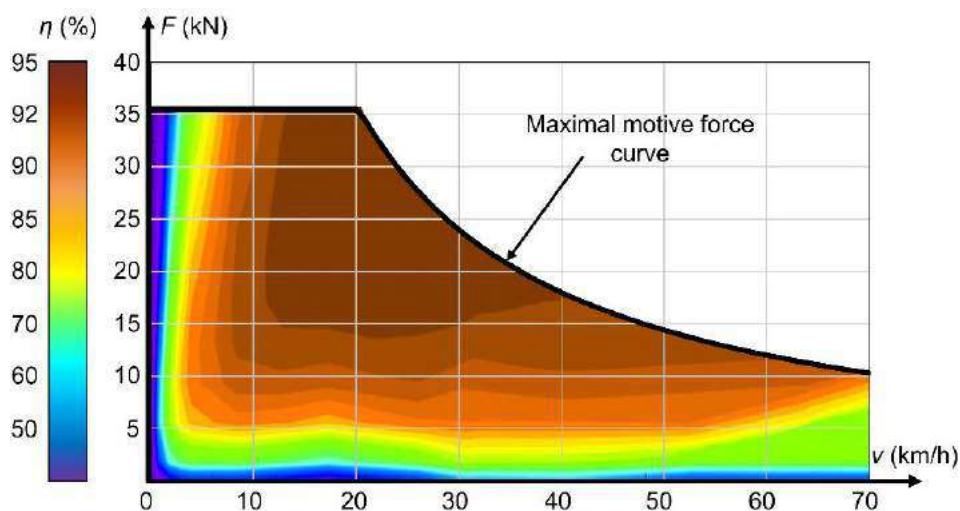


Rys.3. a) Widok systemu „Capacity Discharge”, b) widok systemu „Continuity & High Voltage System”, c) widok systemu na stanowisku badawczym elektromagnesów w GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Darmstadt, Germany

Międzynarodowe projekty badawcze

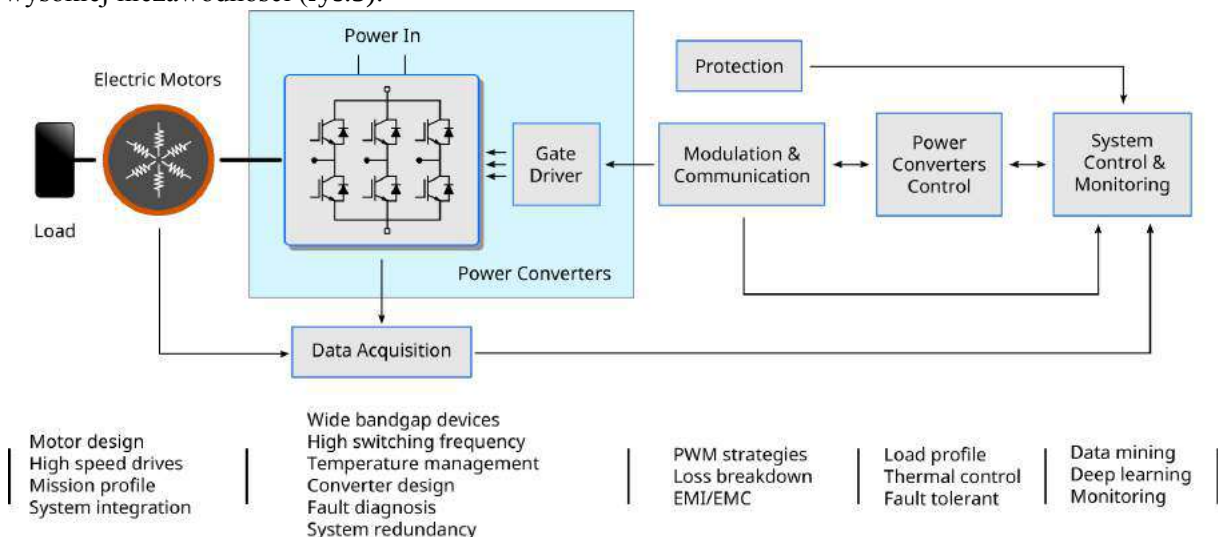
Wydział Elektrotechniki i Automatyki realizuje obecnie dwa międzynarodowe projekty badawcze, w których maszyna elektryczna jest istotnym obiektem w etapach projektu:

- Efektywność energetyczna infrastruktury transportu publicznego w Europie Środkowej (**EfficienCE**). Konkurs: Interreg CENTRAL EUROPE programme. Kierownik projektu w PG: dr hab. inż. Mikołaj Bartłomiejczyk, prof. PG (KIET). Konsorcjum: 12 partnerów z Niemiec, Austrii, Czech, Włoch, Słowenii, Węgier i Polski. Liderem projektu jest miasto Lipsk (Niemcy). Tematyka realizowana przez Politechnikę Gdańską w aspekcie maszyn elektrycznych dotyczy w głównej mierze analizy całej istniejącej sieci trolejbusowej w Pilźnie z punktu widzenia zwiększania wykorzystania odzysku energii hamowania z uwzględnieniem sprawności silników indukcyjnych do napędu pojazdów trolejbusowych. Model matematyczny maszyny z uwzględnieniem jej sprawności (rys.4) jest istotnym elementem tej analizy.



Rys.4. Mapa sprawności silnika indukcyjnego trolejbusowego napędu elektrycznego

- Development of high reliability motor drives for next generation propulsion applications (DORNA). Konkurs: Horizon 2020, Marie Skłodowska-Curie Actions: Research and Innovation Staff Exchange (H2020-MSCA-RISE-2019). Kierownik projektu w PG: dr hab. inż. Leszek Jarzębowicz, prof. PG (KIET). Konsorcjum: Aston University (Birmingham, UK, Koordynator), The University of Nottingham, Sveučiliste u Zagrebu Fakultet Electrotehnike i Racunarstva, Aalborg University, Gdansk University of Technology, Chalmers Tekniska Hoegskola ABB. Tematyka realizowana przez WEiA w aspekcie maszyny elektrycznej dotyczy diagnostyki, monitorowania stanu technicznego i identyfikacji jej parametrów obwodowych dla systemów napędowych o wysokiej niezawodności (rys.5).

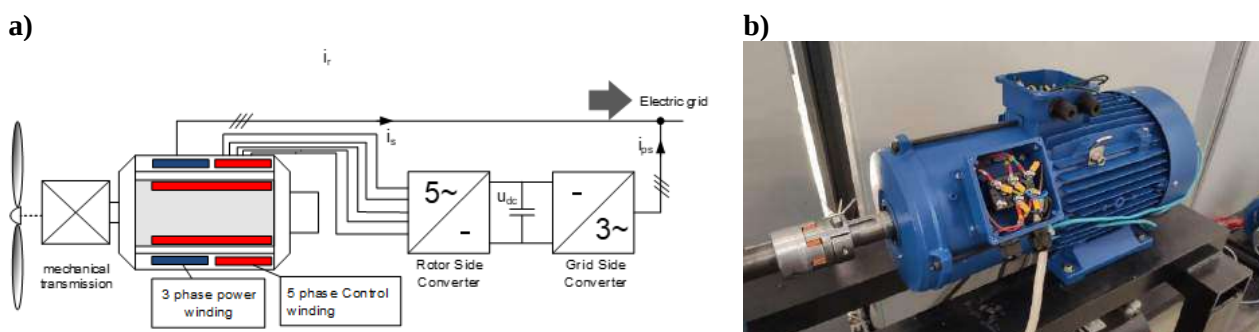


Rys.5. Pakiety robocze projektu DORNA, w których zaangażowany jest WEiA PG

Projekty krajowe

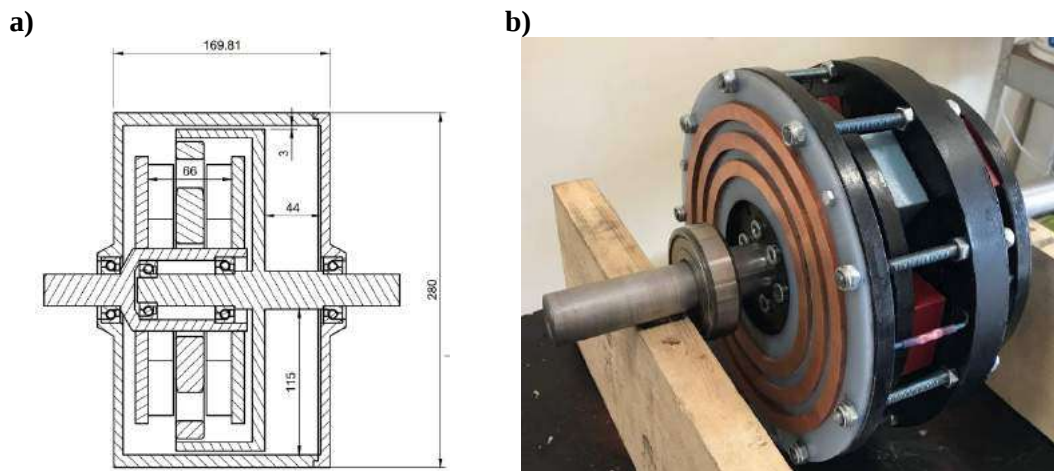
Wydział Elektrotechniki i Automatyki realizuje szereg projektów badawczych dotyczących maszyn elektrycznych i transformatorów finansowanych z następujących funduszy: NCN, Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku, IDUB (Inicjatywa Doskonałości - Uczelnia Badawcza) oraz NCBR:

- Design and development of a multiphase Brushless Doubly-Fed Induction Generator (DBDFG). Konkurs: ARGENTUM TRIGGERING RESEARCH GRANTS IDUB (Inicjatywa Doskonałości - Uczelnia Badawcza). Kierownik projektu w PG: dr. inż. Roland Ryndzionek, adiunkt PG (KEiME) – 2021-2022. Projekt dotyczy opracowania nowatorskiej konstrukcji bezszczotkowego generatora indukcyjnego 5-fazowego, dwustronnie zasilanego oraz dedykowanego układu sterowania mocą czynną i bierną. Przewiduje się zastosowanie generatora w nowoczesnych farmach wiatrowych. Głównym celem jest budowa i testy laboratoryjne dwóch wersji prototypów – szczotkowego i bezszczotkowego w wersji 5 fazowej (rys.6).



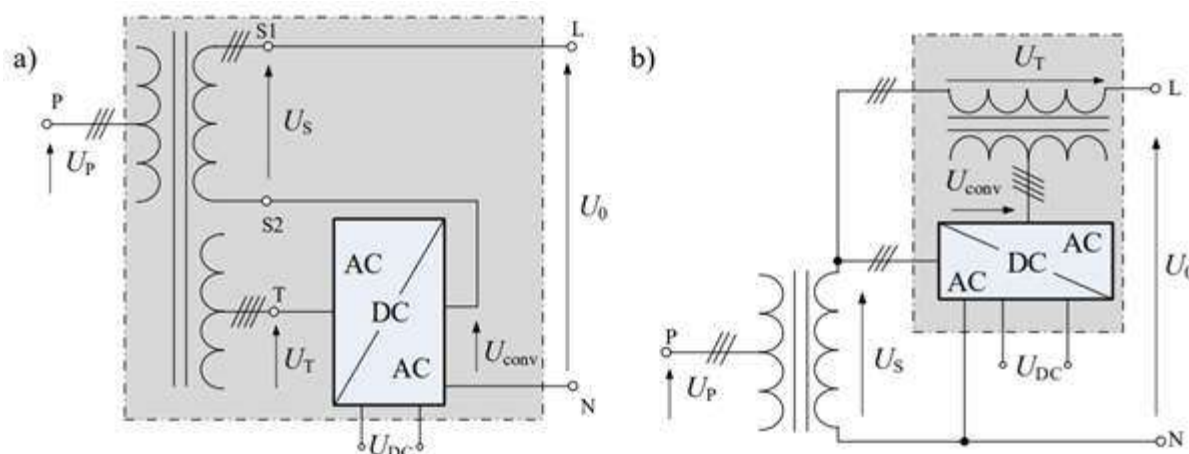
Rys.6. a) Konceptcja konstrukcji bezszczotkowej maszyny 5-fazowej oraz układu sterowania mocą czynną i bierną, b) Konstrukcja maszyny 5-fazowej w wersji z zestykiem ślizgowym na stanowisku laboratoryjnym

- Dwuwiriukowa elektrownia wiatrowa z generatorem o ruchomych magnesnicy i tworniku. Konkurs: Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku. Kierownik projektu w PG: dr. inż. Krzysztof Blecharz, adiunkt PG (KANEiKE) – 2019-2021. W ramach projektu opracowano i zbudowano prototyp prądnicy z magnesami trwałymi o strumieniu osiowym z niezależnie wirującym wzbudzeniem oraz twornikiem, czyli inaczej dwuwiriukowy bezrdzeniowy generator z magnesami trwałymi o strumieniu osiowym do zastosowania w dwuwiriukowej elektrowni wiatrowej o poziomej osi obrotu (rys.7). Wyniki badań nad turbinami typu CRWT raportowane w literaturze potwierdzają wzrost mocy turbiny o 10-30 %.



Rys.7. a) Konstrukcja generatora o osiowym strumieniu i ruchomej magniesnicy oraz tworniku, b) widok maszyny dwuwirnikowej elektrowni wiatrowej malej mocy

- Uniwersalny algorytm modulacji wektorowej dla trójpoziomowych, trój i wielofazowych falowników NPC z balansowaniem napięć obwodu DC. Konkurs: NCN Preludium-20. Kierownik projektu: mgr. inż. Dmytro Kondratenko, doktorant KANEiKE, promotor – dr hab. inż. Arkadiusz Lewicki (KANEiKE). Jednym z etapów projektu będzie analiza teoretyczna i opracowanie modeli matematycznych maszyny indukcyjnej wielofazowej, która będzie zasilana z wielofazowego falownika NPC.
- Stanowisko do badań wysokoobrotowych generatorów wielofazowych wraz z dedykowanymi układami energoelektronicznymi. Konkurs: GDAŃSK TECH CORE RESEARCH FACILITIES- IDUB (Inicjatywa Doskonałości - Uczelnia Badawcza). Kierownik projektu: dr hab. inż. Marcin Morawiec, prof. PG (KANEiKE). Wnioskodawca przewiduje budowę prototypu wysokoobrotowego indukcyjnego generatora wielofazowego o mocy do 5,5 kW i prędkości kątowej wirnika do 30000 obr/min (max. 90000) i częstotliwości napięcia zasilającego 500 do 1000 Hz. Wielofazowe generatory ze względu na zwiększoną niezawodność w stosunku do trójfazowych mogą znaleźć zastosowanie m. in. w turbinach gazowych, w lotnictwie czy też w zastosowaniach morskich.
- Dystrybucyjny Transformator Hybrydowy jako Aktywny Element Nowoczesnych Systemów „SMART GRID” (rys.8). Konkurs: POIR.04.01.04-00-0018/17 finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Kierownik projektu: prof. dr hab. inż. Ryszard Strzelecki (KEiME) / obecnie dr inż. Andrzej Augusiak (KEiME). Konsorcjum: Instytut Elektrotechniki, Fabryka Transformatorów w Żychlinie Sp. z o.o., oraz Politechnika Gdańska (WEiA). Celem projektu jest opracowanie dystrybucyjnego transformatora hybrydowego (DTH) z bezstopniową regulacją napięcia $\pm 10\%$, z dodatkowymi funkcjami aktywnymi, predysponującymi rozwiązanie do zastosowania jako aktywnego elementu „Smart Grid”.

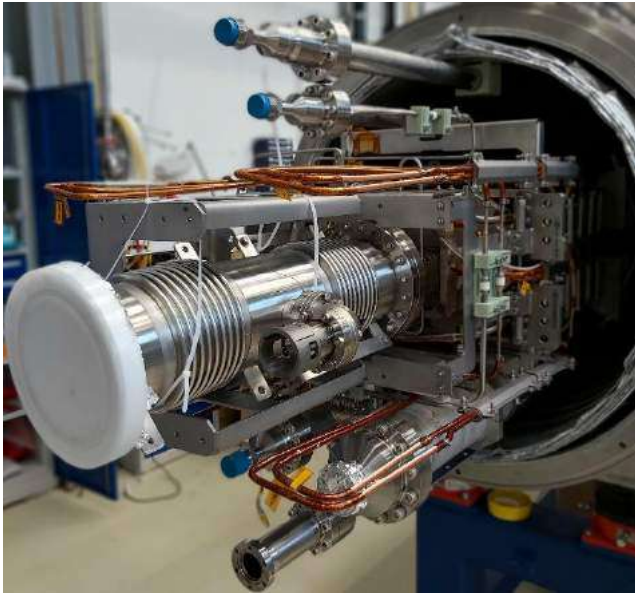


Rys.8. a) Schemat ideowy dystrybucyjnego transformatora hybrydowego DTH, b) wersja DTH z dołączonym autonomicznym regulatorem

Prezentacja dr inż. Michała Michny

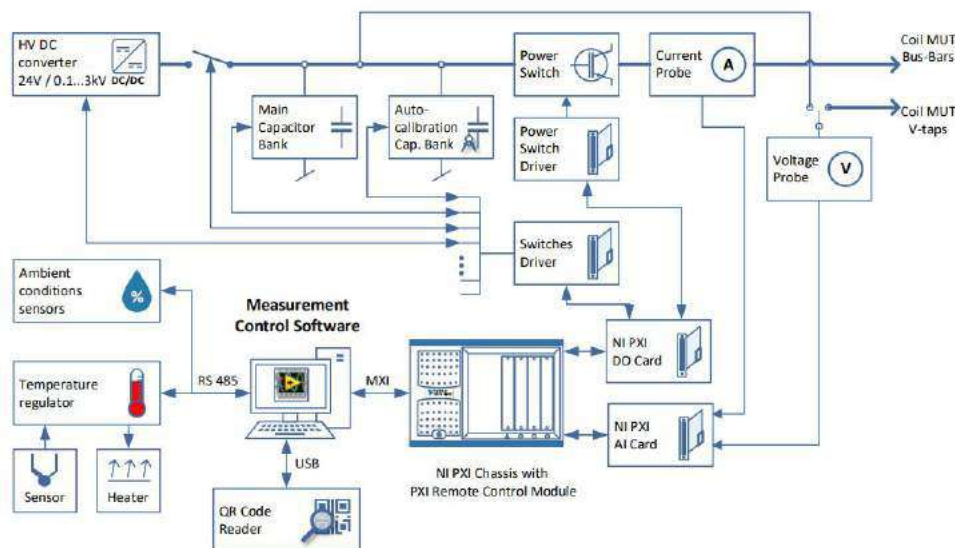
Po prezentacji projektów Przewodniczący SMEiT poprosił o przedstawienie prezentacji przez dr inż. Michała Michnę.

Temat prezentacji dr Michała Michny to: „Wybrane metody badań elektromagnesów nadprzewodnikowych - współpraca WEiA z GSI (Niemcy)”. Prelegent na wstępie przedstawił Międzynarodowy Ośrodek Badań Antyprotonowych i Jonowych, Facility of Antiproton and Ion Research (FAIR), Darmstadt, Niemcy, gdzie przeprowadzane są obecnie testy systemów diagnostycznych „Capacity Discharge” i „Continuity & HV Test” zaprojektowanych do badań elektromagnesów nadprzewodnikowych (rys.9).



Rys.9. Widok części czołowej elektromagnesu nadprzewodnikowego SIS100

Prelegent przedstawi konstrukcję elektromagnesu z uwzględnieniem złożoności układu uzwojenia nadprzewodnikowego i jego wybranych parametrów obwodowych. Następnie przedstawił jeden z systemów diagnostycznych „Capacity Discharge”, który jest zaprojektowany do diagnostyki międzyzwojowego układu izolacyjnego oraz parametrów obwodowych elektromagnesu (rys.10).

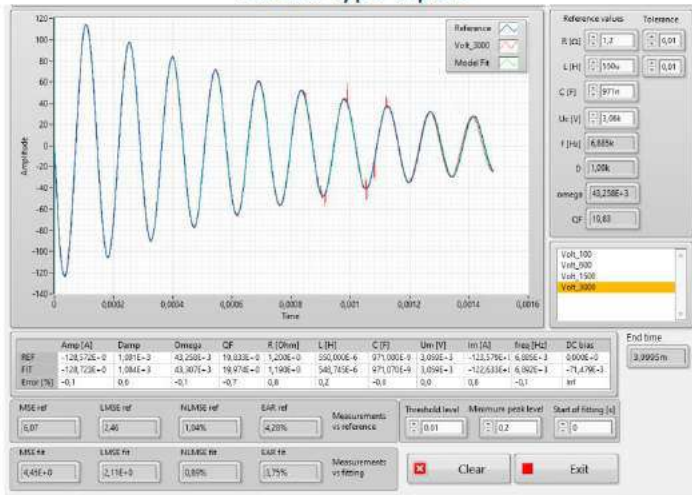


Rys.10. Schemat blokowy systemu diagnostycznego „Capacity Discharge” oraz opracowany na WEiA PG prototyp

Dr Michał Michna omówił zaimplementowane do potrzeb diagnostyki obwodowe modele matematyczne elektromagnesów i metody badań z uwzględnieniem nieliniowości histerezowej obwodu magnetycznego. Przedstawiono także niektóre wyniki badań wykonane w GSI (rys.11. Darmstadt, Niemcy). Zwrócono szczególną uwagę na nieliniowe parametry wewnętrzne samego układu „Capacity Discharge”. Szczegółowy opis metod i wyniki pomiarów zostały przedstawione w referacie: PRACTICAL ASPECTS OF TESTING SUPERCONDUCTING ELECTROMAGNETS BY THE CAPACITOR DISCHARGE METHOD, który ukaże się w materiałach Międzynarodowego Sympozjum Maszyn Elektrycznych 2022.

Testy układu diagnostycznego w GSI

Przebiegi prądu rozładowania w trakcie testów uzwojenia elektromagnesu nadprzewodnikowego SIS100 typu dipole

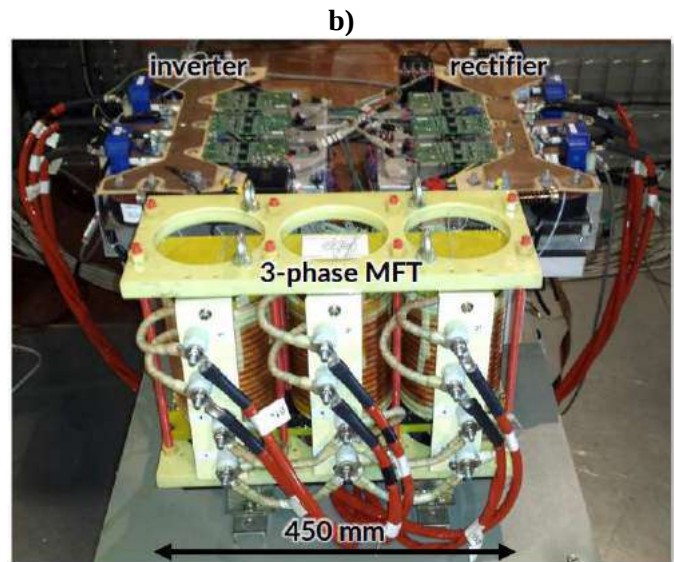
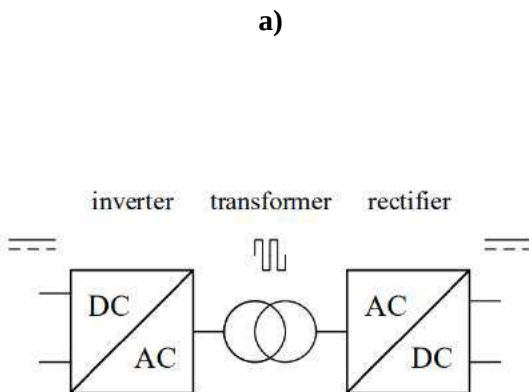


Rys.11. Badania elektromagnesów nadprzewodnikowych w GSI (Darmstadt, Niemcy)

Prezentacja dr inż. Piotra Dworakowskiego

Po prezentacji dotyczącej badań elektromagnesów nadprzewodnikowych Przewodniczący SMEiT poprosił o przedstawienie prezentacji przez dr inż. Piotra Dworakowskiego.

Temat prezentacji dr Piotra Dworakowskiego to: „Modelowanie i analiza transformatora średniej częstotliwości dla potrzeb przekształtników energoelektronicznych”. Prelegent na wstępie przedstawił ośrodek naukowy SuperGrid Institute (Lyon, Francja), w którym obecnie pracuje, oraz misję SuperGrid w przesyłaniu energii elektrycznej przy napięciu stałym. Istotnym elementem tego systemu przesyłu energii są układy Dual-Active-Bridge (rys.12).

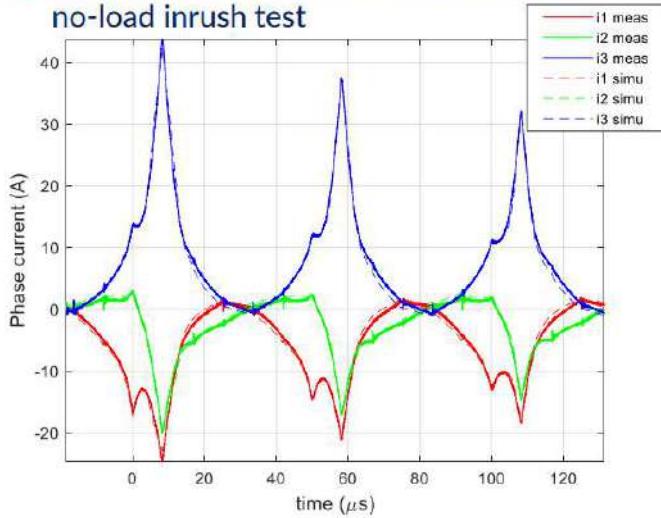


Rys.12. a) Blokowy schemat ideowy układu Dual-Active-Bridge, b) realizacja z transformatorem trójfazowym o mocy 100 kVA

Prelegent omówił kolejno zagadnienia modelowania obwodowego transformatora średniej częstotliwości i wykazał bardzo istotną tezę dotyczącą wpływu wzajemnych strumieni rozproszenia zawiązanych z nasyceniem obwodu magnetycznego. Udowodnił, że uwzględnienie wzajemnych indukcyjności rozproszenia prowadzi do bardzo dobrej zgodności wyników symulacji z wynikami eksperymentu (rys.13).

■ Simulations and experimental investigations in transient and steady state

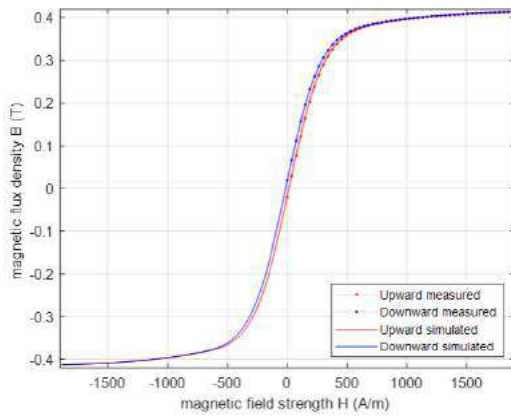
■ Comparison simulation / measurement no-load inrush test



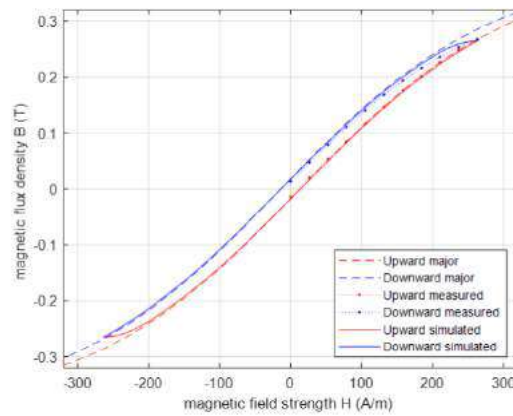
Rys.13. Porównanie wyników symulacji i eksperymentu prądu wyłączeniowego transformatora w układzie Dual-Active-Bridge z uwzględnieniem wzajemnych indukcyjności rozproszenia

Kolejna teza dotyczyła wyznaczenia parametrów modelu histerezy Preisacha ze sprzężeniem zwrotnym. Prelegent wykazał, że funkcja dystrybucji Preisacha aproksymowana dwuwymiarowym szeregiem funkcji Gaussa bardzo dobrze odwzorowuje zjawisko nieliniowości histerezy w badanym transformatorze (rys. 14).

■ Major hysteresis loop



■ Minor hysteresis loop

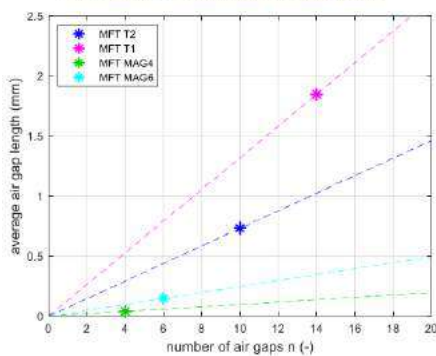


Rys.14. Porównanie pętli histerezy magnetycznej w transformatorze wyznaczonej z modelu matematycznego oraz z pomiarów.

Kolejna teza dotyczyła analizy wpływu szczelin pasożytniczych występujących w konstrukcji transformatora, którego rdzeń jest zbudowany z szeregu ferrytowych elementów prostopadłościennych (ang. I core). Doktor Dworakowski udowodnił, że istnieje nieliniowa zależność pomiędzy liczbą szczelin a zastępczą przenikalnością magnetyczną (rys.15).

■ Analysis of average air gap length in 4 prototype transformers

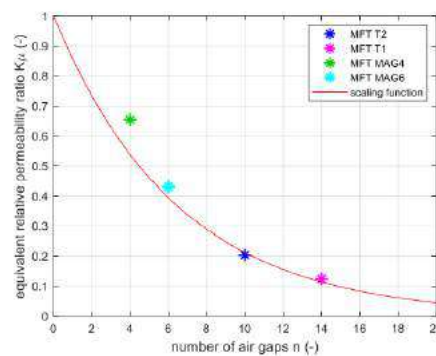
■ Average air gap length is a nonlinear function of number of air gaps



$$K_{\mu} = \frac{\mu_{equivalent}}{\mu_{ferrite}}$$

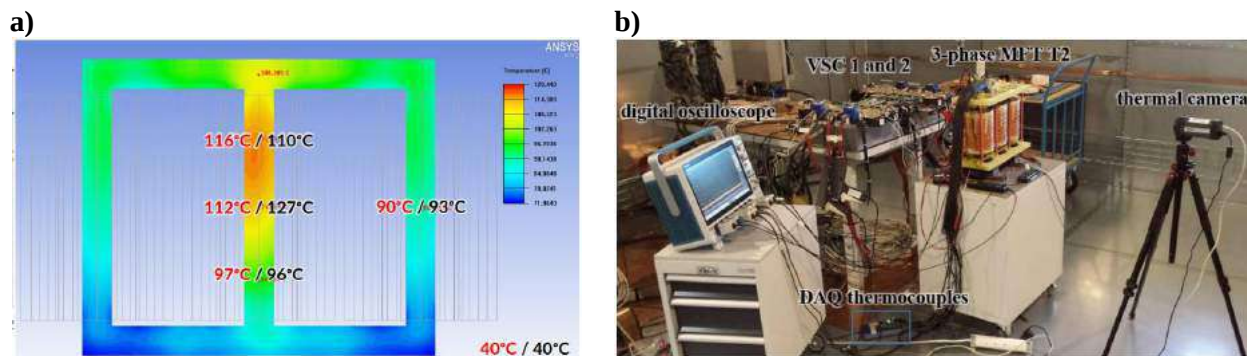
$$K_{\mu}(n) = e^{-0.155n}$$

■ Exponential scaling function to estimate equivalent relative permeability for any ferrite core



Rys.15. Nieliniowa zależność zastępczej przenikalności magnetycznej w funkcji liczby szczelin pasożytniczych w rdzeniu transformatora średniej częstotliwości, którego rdzeń zbudowany jest z ferrytowych elementów prostopadłościennych (ang. I-core).

Na koniec dr Dworakowski zaprezentował zagadnienia ciepłno-wentylacyjne w transformatorze średniej częstotliwości. Przeprowadził obliczenia polowe z programie ANSYS i porównał je z wynikami eksperymentu – próba nagrzewania (rys.16).



Rys.16. a) Obliczenia polowe ciepłno-wentylacyjne transformatora w programie ANSYS, b) eksperymentalna próba nagrzewania transformatora przy znamionowym obciążeniu w SuperGrid Institute

Szczegółowy opis modelu polowego z badań wentylacyjno-cieplnych i wyniki pomiarów zostały przedstawione w referacie: „Thermal simulations and measurements of 3-phase medium frequency transformer in 100 kW DC-DC converter with 99.2% efficiency”, który ukaże się w materiałach Międzynarodowego Sympozjum Maszyn Elektrycznych 2022.

Działalność Katedry Inżynierii Elektrycznej Transportu na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej w zakresie maszyn elektrycznych i transformatorów w roku 2021.

W roku 2021 na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej realizowano kilka międzynarodowych projektów badawczych, które w swoim zakresie obejmowały między innymi zadania badawcze dotyczące maszyn elektrycznych i transformatorów.

1. Projekt DORNA

1.1. Tytuł projektu: Development of high reliability motor drives for next generation propulsion applications, DORNA.

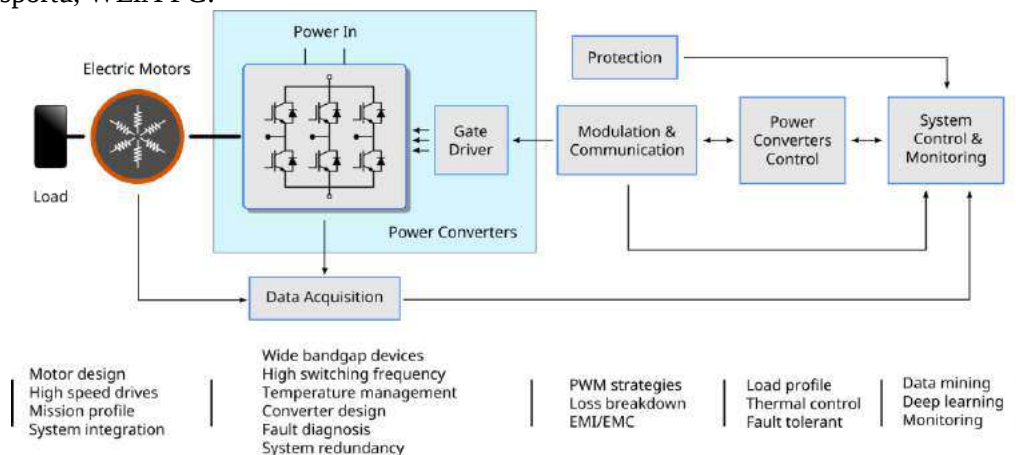
1.2. Konkurs: Horizon 2020, Marie Skłodowska-Curie Actions: Research and Innovation Staff Exchange (H2020-MSCA-RISE-2019).

1.3. Konsorcjum: Aston University (Birmingham, UK, Koordynator), The University of Nottingham, Sveuciliste u Zagrebu Fakultet Elektrotehnike i Racunarstva, Aalborg University, Gdansk University of Technology, Chalmers Tekniska Hogskola AB.

1.4. Tematyka realizowana przez Politechnikę Gdańską:

- High-frequency switching devices and power converters.
- Component faults, failure mechanisms and condition monitoring.
- Integrated drives, multiphase and multilevel topologies for high reliability propulsion systems.
- Parameter identification, artificial intelligence and data analytics.

1.5. Kierownik projektu: dr hab. inż. Leszek Jarzębowicz, prof. uczelni – Katedra Inżynierii Elektrycznej Transportu, WEiA PG.



Rys.1. Pakiety robocze realizowane na rzecz projektu DORNA

2. Projekt EfficienCE

2.1. Tytuł projektu: Efektywność energetyczna infrastruktury transportu publicznego w Europie Środkowej.

2.2. Konkurs: Interreg CENTRAL EUROPE programme.

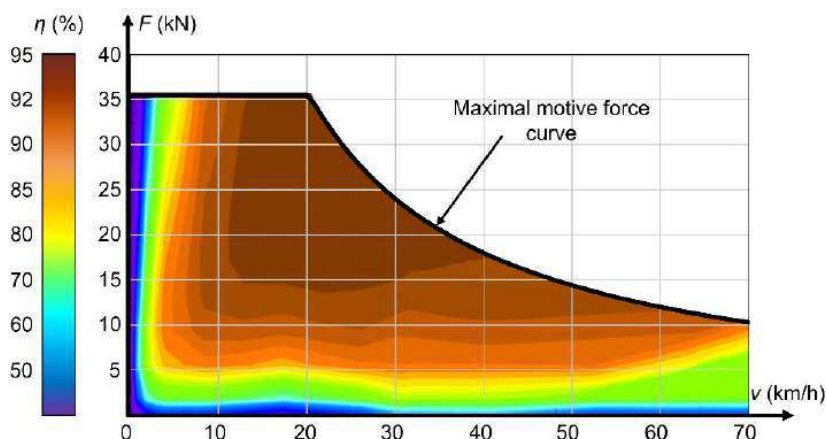
2.3. Konsorcjum: W skład konsorcjum wchodzi 12 partnerów z Niemiec, Austrii, Czech, Włoch, Słowenii, Węgier i Polski. Liderem projektu jest miasto Lipsk (Niemcy). Pozostałymi partnerami są:

- Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH (Niemcy),
- Wiener Linien GmbH & Co KG (Austria),
- Budapesti Közlekedési Központ (Center for Budapest Transport - Węgry),
- Przedsiębiorstwo Komunikacji Trolejbusowej Sp. z o.o., Gdynia (Polska),
- Politechnika Gdańska (Polska),
- Mestna Občina Maribor (Municipality of Maribor, Słowenia),
- Univerza v Mariboru (University of Maribor, Słowenia),
- Plzeňské městské dopravní podniky, a.s. (Pilsen City Public Transport Company, Czechy),
- Comune di Bergamo (Municipality of Bergamo, Włochy),
- Redmint Impresa Sociale s.c.r.l. (Redmint Social Enterprise, Włochy),
- Mobilissimus Kft. (Węgry).

2.4. Tematyka realizowana przez Politechnikę Gdańską:

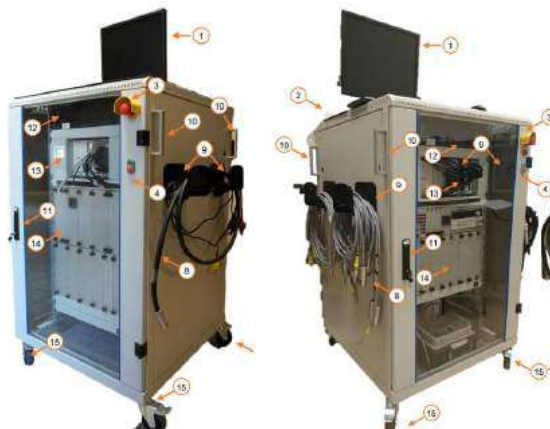
- *Współpraca z PKT (Gdynia) w implementacji testowego systemu Mini Smart Grid DC do wykorzystywania energii hamowania odzyskowego trolejbusów na potrzeby zasilania obiektów zajezdni trolejbusowej w Gdyni.*
- *Analiza całej istniejącej sieci trolejbusowej w Pilźnie z punktu widzenia zwiększania wykorzystania odzysku energii hamowania z uwzględnieniem sprawności silników indukcyjnych do napędu pojazdów trolejbusowych.*
- *Promocja opracowanych rozwiązań na arenie międzynarodowej.*

2.5. Kierownik projektu: dr hab. inż. Mikołaj Bartłomiejczyk, prof. uczelni - Katedra Inżynierii Elektrycznej Transportu, WEiA PG.



Rys.2. Mapa sprawności silnika indukcyjnego o mocy 200 kW w napędzie trolejbusowym

3. Projekt FAIR



Rys.3. System diagnostyczny „CapacityDischarge” (po lewej) oraz system „Continuity&HVTest” (po prawej) do testów elektromagnesów nadprzewodnikowych.

- 3.1. Tytuł projektu: Facility for Antiproton and Ion Research. Umowa trójstronna pomiędzy Facility for Antiproton and Ion Research in Europe, Uniwersytetem Jagiellońskim i Politechniką Gdańską
- 3.2. Realizowane zadanie przez Politechnikę Gdańską: "Electrical Test Equipment for Testing of SIS100 Dipole Modules and selected SIS100 Quadrupole Doublet Modules":
- Opracowanie aparatury diagnostycznej do wyznaczania parametrów obwodowych uzwojeń elektromagnesów nadprzewodnikowych metodą rozładowania kondensatorów – „CapacityDischarge”.
 - Opracowanie aparatury diagnostycznej do testów wysokonapięciowych izolacji i istotnych parametrów obwodów elektrycznych uzwojeń oraz układów sensorowych – „Continuity&HVSytem”.
- 3.3. Kierownik projektu: dr hab. inż. Andrzej Wilk, prof. uczelni - Katedra Inżynierii Elektrycznej Transportu, WEiA PG.

Prace wdrożeniowe zespołu kierowanego przez dra inż. Krzysztofa Kolano z Katedry Napędów i Maszyn Elektrycznych Politechniki Lubelskiej

Katedra Napędów i Maszyn Elektrycznych Politechniki Lubelskiej ma liczne osiągnięcia wdrożeniowe, których tradycje sięgają początków jej istnienia, od 1964r.. W ostatnich kilkunastu latach, jednym z wiodących kierunków są prace badawczo-wdrożeniowe realizowane we współpracy z Lift Service SA - największym polskim producentem dźwigów osobowych. Liderem tych prac jest dr inż. Krzysztof Kolano. Jednym z pierwszych doniosłych osiągnięć było zaprojektowanie, wdrożenie i opracowanie sterownika dźwigów osobowych LS2020, za wynalazek który zespół uzyskał nagrodę gospodarczą wojewody lubelskiego. Sterownik ten jest stale modernizowany, co zapewnia mu wysoką sprzedaż do kilkunastu krajów świata z wolumenem produkcji blisko 9000 szt.



W ostatnich kilku latach kolejnym spektakularnym osiągnięciem było opracowanie napędu drzwi kabinowych SDK z wolnoobrotowym silnikiem BLDC. Rozwiązanie o porównywalnych własnościach nie było dostępne na rynku w momencie jego wdrażania. Powstało ono jako wynik prac badawczych obejmujących m.in. opracowanie odpornej na błędy metody pomiaru prędkości i kąta obrotu wału silnika oraz algorytmów sterowania sinusoidalnego poprawiające dynamikę pracy. Wyniki tych prac dr inż. K. Kolano prezentował podczas LIII SME w Nałęczowie, a następnie publikował w Archives of Electrical Engineering, IEEE Access, Energies i Sensor. Praktycznym miernikiem sukcesu jest wielotysięczna sprzedaż na rynkach międzynarodowych w Australii, Litwie, Włoszech, Ukrainie, Wielkiej Brytanii, Szwecji, Senegal, Bangladeszu, Kuwejcie, Egipcie, Kazachstanie, Bułgarii, Czechach i Słowacji.

STOPNIE NAUKOWE

Dr hab. inż. Marcin Kowol *Przetwarzanie energii mechanicznej we współosiowej przekładni magnetycznej*

Recenzentami w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego byli:

prof. dr hab. inż. Lesław Gołębiowski, Politechnika Rzeszowska
prof. dr hab. inż. Andrzej Demenko, Politechnika Poznańska
prof. dr hab. inż. Andrzej Wac-Włodarczyk, Politechnika Lubelska
dr hab. inż. Jan Zawilak, Politechnika Wrocławska

Stopień doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika został nadany Uchwałą Senatu Politechniki Opolskiej w dniu 09 marca 2022 roku.





Dr hab. inż. Marcin Kowol przez cały okres pracy jest związany z Politechniką Opolską. Jego zainteresowania naukowe koncentrują się wokół zagadnień komputerowego projektowania przetworników elektromechanicznych, estymacji i optymalizacji stosowanej, metodach numerycznych w zastosowaniach do rozwiązywania zagadnień modelowania pól, a także bezkontaktowej transformacji energii mechanicznej realizowanej za pośrednictwem pola magnetycznego.

Wydana w 2021 roku przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Opolskiej monografia pt. „*Przetwarzanie energii mechanicznej we współosiowej przekładni magnetycznej*” zawiera najważniejsze elementy ponad dziesięcioletnich badań autora związanych z opracowywaniem i wykorzystaniem metod polowych w projektowaniu współosiowej przekładni magnetycznej. W pracy przedstawiono istniejące obecnie konstrukcje przekładni magnetycznych oraz ich klasyfikację w odniesieniu do stosowanych powszechnie przekładni mechanicznych. Opisano również zyskujące współcześnie na popularności, hybrydowe przetworniki elektromagnetyczne z wbudowaną przekładnią magnetyczną. Przedstawiono prototypy współosiowej przekładni magnetycznej,

obliczenia parametrów całkowitych, optymalizację konstrukcji, stanowisko badawcze oraz weryfikację pomiarową, jak również przeprowadzono szczegółową analizę strat mocy w tego typu przetwornikach. Głównym zamierzeniem autora pracy było przedstawienie pełnego toku postępowania przy projektowaniu, optymalizacji i badaniach eksperymentalnych współosiowej przekładni magnetycznej.

Opiniodawcami wydawniczymi monografii byli:

dr hab. inż. Mariusz Korkosz, Politechnika Rzeszowska i dr hab. inż. Cezary Jędrzycka, Politechnika Poznańska.

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Glinka – Ćwiczenia tablicowe z transformatorów i maszyn elektrycznych



Tadeusz Glinka

ĆWICZENIA TABLICOWE z transformatorów i maszyn elektrycznych



Spis treści

Słowo wstępne

1. Obwody magnetyczne
2. Transformatory
3. Przetworniki elektromechaniczne
4. Maszyny indukcyjne
5. Maszyny synchroniczne
6. Maszyny prądu stałego
7. Maszyny wzbudzane magnesami trwałymi

Literatura

Książka jest podręcznikiem akademickim adresowanym dla studentów i uczniów szkół technicznych studiujących i uczących się na kierunkach elektrycznych, a także dla nauczycieli akademickich i nauczycieli szkół technicznych prowadzących ćwiczenia tablicowe z transformatorów i elektromechanicznych przetworników energii. W poszczególnych ćwiczeniach przedstawiono obwody magnetyczne i uzwojenia transformatorów i maszyn elektrycznych oraz ich parametry, działanie i charakterystyki elektromechaniczne.

Rozwiązywane są problemy spotykane w eksploatacji. Tematyka umocowania jest w praktyce, każda z maszyn istnieje, dla wielu z nich podane są konkretne miejsca zastosowania. W poszczególnych ćwiczeniach pokazano energooszczędność maszyn elektrycznych zasilanych z energoelektrycznych przemienników częstotliwości i wykorzystanie transformatorów i prądnic w odnawialnych źródłach energii.

Podręcznik dopełnia cykl książek autora, wydanych przez Wydawnictwo WNT, tj.: *Maszyny elektryczne i transformatory* (2018), *Maszyny elektryczne z magnesami trwałymi* (2018) oraz *Eksploatacja i diagnostyka maszyn elektrycznych i transformatorów* (2019), której współautorem jest Sławomir Szymaniec. Materiał teoretyczny przedstawiony w wymienionych książkach, w podręczniku „*Ćwiczenia tablicowe ...*” jest zilustrowany przykładami obliczeniowymi. Język publikacji jest jasny i zrozumiały, trudne zagadnienia tłumaczone są w sposób maksymalnie przystępny dla czytelnika. Tekst jest zwięzły i przejrzysty.

Książkę recenzowała Pani dr hab. inż. Barbara Kulesz, prof. Politechniki Śląskiej.