

Rzeszów, 14.11.2025 r.

Dr hab. inż. Damian Mazur
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza
Al. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów

S E K R E T A R I A T
Rady Dyscypliny AEEITK

Wpłynęło dnia 19.11.2025
Zarejestrowano pod nr 510.5.c / 25
Podpis dm

Recenzja rozprawy doktorskiej

Doktorant: mgr inż. **Piotr Szczerba**

Tytuł rozprawy doktorskiej:

Modeling and Analysis of Magnetic Components used in High-Frequency Power Electronics Systems

Modelowanie i analiza elementów magnetycznych pracujących w wysokoczęstotliwościowych układach energoelektronicznych.

Promotor rozprawy: dr hab. inż. Cezary Worek, prof. AGH

Praca wykonana: Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji, Instytut Elektroniki

Dyscyplina naukowa: AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA, ELEKTROTECHNIKA I TECHNOLOGIE KOSMICZNE

Niniejsza recenzja powstała w odpowiedzi na wniosek Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie o przygotowanie opinii merytorycznej rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Piotra Szczerby, przedkładanej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie *automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne* w związku z uchwałą Rady Dyscypliny AEEiTK AGH z dnia 25 września 2025 r. dotyczącą powołania recenzentów wyżej wymienionej rozprawy.

1. Trafność wybranego tematu rozprawy.

Temat rozprawy należy uznać za bardzo trafny, aktualny oraz istotny z perspektywy współczesnej energoelektroniki. Obserwowany od kilku lat dynamiczny rozwój przekształtników wysokoczęstotliwościowych, zwłaszcza w obszarach takich jak elektromobilność, fotowoltaika, napędy wysokonapięciowe, systemy magazynowania energii czy konwersja mocy w systemach kosmicznych, pociąga za sobą konieczność projektowania coraz bardziej kompaktowych, wydajnych i niskostratnych elementów magnetycznych. W tej

klasie urządzeń straty w rdzeniach ferrytowych oraz przewodnikach stanowią jedną z głównych barier poprawy sprawności i gęstości mocy.

Zagadnienie analizowane w dysertacji jest dodatkowo aktualne z uwagi na wdrażanie nowych materiałów magnetycznych, takich jak ferryty nowej generacji czy materiały nanokrystaliczne, które umożliwiają pracę przy bardzo wysokich częstotliwościach przełączania. Rosnące częstotliwości wymuszają precyzyjne modelowanie strat histerezowych, prądów wirowych oraz efektów zjawisk rozproszonych w uzwojeniach, co nie jest w literaturze naukowej tematem wyczerpanym.

Temat jest tym bardziej zasadny, że literatura przedmiotu wykazuje znaczną fragmentację metod modelowania rdzeni oraz uzwojeń, co powoduje trudności w ich porównywaniu i stosowaniu w praktyce. Praca doktoranta odpowiada na tę lukę poprzez opracowanie podejścia łączącego modelowanie analityczne, symulacyjne oraz walidację laboratoryjną. Trafność tematu wynika również z rosnącego zapotrzebowania na miniaturyzację przekształtników, gdzie poprawne odwzorowanie zjawisk strat w elementach magnetycznych pozwala zwiększyć gęstość mocy i ograniczyć temperaturę pracy.

Istotnym argumentem potwierdzającym trafność tematu jest fakt, że nieprawidłowe modelowanie elementów magnetycznych prowadzi do przewymiarowania rdzeni, zwiększenia masy i kosztów, a jednocześnie obniżenia niezawodności układów. Praca podejmuje więc problemy bezpośrednio wpływające na projektowanie przemysłowe oraz koszty urządzeń elektroenergetycznych.

Tematyka ma również charakter perspektywiczny: standardy EMC, rozwój topologii rezonansowych układów energoelektronicznych oraz modulacja szerokopasmowa zwiększają trudność przewidywania strat magnetycznych. Dysertacja wpisuje się zatem w europejskie kierunki rozwojowe w obszarze energoelektroniki o wysokiej gęstości mocy.

Podsumowując, trafność tematu należy ocenić **bardzo wysoko**, gdyż:

- odnosi się do kluczowych wyzwań technologicznych w nowoczesnej energoelektronice,
- dotyczy zagadnienia niewystarczająco rozwiniętego w literaturze,
- ma bezpośrednie zastosowanie przemysłowe,
- odpowiada na rosnące wymagania związane z miniaturyzacją i sprawnością,
- posiada wymierny potencjał dalszego rozwoju badawczego i wdrożeniowego.

2. Określenie i realizacja tez rozprawy doktorskiej.

W rozprawie doktorskiej postawiono tezę, iż możliwe jest opracowanie oraz eksperymentalne potwierdzenie usprawnionych metod obliczeniowych, pomiarowych i modelowych dotyczących strat energetycznych oraz parametrów złożonej przenikalności magnetycznej w elementach magnetycznych wykorzystywanych w wysokoczęstotliwościowych układach energoelektronicznych. Według autora, ujednolicenie i poprawa dokładności tych metod

może znacząco usprawnić proces projektowania dławików, induktorów oraz transformatorów, a tym samym zwiększyć sprawność konwersji energii oraz gęstość mocy urządzeń.

Cele badawcze obejmują przede wszystkim: opracowanie i weryfikację teoretycznych, analitycznych oraz eksperymentalnych procedur służących określaniu złożonej przenikalności magnetycznej rdzeni ferrytowych; określanie strat w rdzeniu i rezystancji zastępczej materiału; przygotowanie modeli numerycznych opartych na metodzie elementów skończonych celem walidacji obwodów zastępczych; opracowanie modeli symulacyjnych dla środowiska SPICE umożliwiających odwzorowanie strat mocy i charakterystyk częstotliwościowych; zaprojektowanie oraz uruchomienie stanowiska badawczego, a także stworzenie narzędzi inżynierskich wspomagających proces projektowy wraz z oceną ich praktycznej przydatności.

Teza pracy oraz cele szczegółowe zostały zdefiniowane poprawnie: są mierzalne, możliwe do zweryfikowania w warunkach laboratoryjnych i odniesione do współczesnych potrzeb projektowania energoelektronicznych elementów pasywnych. Autor wykazuje zrozumienie zjawisk fizycznych odpowiedzialnych za powstawanie strat, a ich modelowanie prowadzi zarówno do lepszego odwzorowania właściwości materiałowych, jak i do uniknięcia błędów konstrukcyjnych, takich jak przewymiarowanie czy niebezpieczne lokalne przegrzewanie.

Realizacja założeń rozprawy obejmuje przegląd aktualnego stanu wiedzy w zakresie materiałów magnetycznych, mechanizmów strat oraz sposobów modelowania induktorów. Autor przedstawia własną metodę pomiarową opartą na małosygnałowych pomiarach impedancji uwzględniających pasożytnicze właściwości uzwojeń i rdzenia. Metoda ta charakteryzuje się wysoką dokładnością niezależnie od geometrii rdzenia czy konfiguracji uzwojeń. Opracowane rozwiązania porównano z istniejącymi podejściami, wskazując na przewagi w zakresie zgodności z zachowaniem rzeczywistych elementów magnetycznych.

Na potrzeby weryfikacji hipotez przygotowano laboratoryjne stanowisko pomiarowe oraz przeprowadzono pomiary wielu próbek induktorów. Badania te uwzględniają wpływ szczelin powietrznych, rezonansów własnych oraz pasożytniczych efektów wynikających z konstrukcji uzwojenia i geometrii rdzenia. Kolejnym osiągnięciem jest opracowanie ulepszanego modelu strat rdzeni, zdolnego do odzwierciedlania zjawisk związanych z wysoką częstotliwością, występowaniem składowej stałej oraz charakterem przebiegów prostokątnych występujących w przekształtnikach impulsowych.

Wyniki badań zostały przełożone na opracowanie procedur i narzędzi inżynierskich wspierające projektowanie elementów magnetycznych. Zastosowanie ich w środowisku przemysłowym potwierdza praktyczną wartość opracowanych metod. Tym samym autor nie tylko wykazał prawdziwość założeń teoretycznych, ale również zaprezentował realne możliwości wdrożeniowe.

3. Treść dysertacji.

Rozdział 1 – Wprowadzenie

Rozdział ustanawia kontekst badawczy związany z rosnącą rolą przekształtników wysokiej częstotliwości, wskazując, że kluczowe ograniczenia wynikają z właściwości elementów magnetycznych, a nie półprzewodników. Autor precyzuje cele: opracowanie nowych metod pomiarowych, modeli strat rdzenia oraz sposobów analizy przenikalności w warunkach pracy z wysoką częstotliwością. Uzasadnia potrzebę badań i ich aktualność we współczesnych systemach energoelektronicznych.

Rozdział 2 – Elementy magnetyczne w SMPS

Rozdział stanowi usystematyzowany przegląd zjawisk odpowiedzialnych za straty energii w induktorach i transformatorach używanych w konwerterach impulsowych. Omawia właściwości ferrytów, zjawiska pasożytnicze oraz straty w rdzeniu i uzwojeniach przy wysokich częstotliwościach. Analiza wykazuje, że istniejące metody modelowania są fragmentaryczne i często niewystarczająco dokładne, co uzasadnia konieczność dalszego rozwoju modeli i metod pomiarowych.

Rozdział 3 – Modele analityczne i obliczanie strat

To rozdział o największym wkładzie naukowym. Autor opracowuje nową technikę wyznaczania zespolonej przenikalności oraz przedstawia ulepszony model obwodowy induktora z rozdzieleniem pojemności pasożytniczej. Najważniejsze jest wprowadzenie modelu strat rdzenia iRESE, który pozwala uwzględnić sygnały protokątne, w tym o różnym wypełnieniu, składową stałą, zmienność temperaturową oraz zjawiska bliskie nasyceniu magnetycznemu, łącząc domenę mało- i wielkosygnałową w spójną strukturę.

Rozdział 4 – Weryfikacja eksperymentalna

Rozdział prezentuje szeroki zestaw pomiarów laboratoryjnych pozwalających zweryfikować modele teoretyczne. Autor bada wpływ częstotliwości, temperatury, liczby zwojów oraz składowej DC na parametry rdzenia. Doświadczenia wykazują zgodność przewidywań modelu iRESE z pomiarami, co potwierdza jego przydatność praktyczną. Szczególnie ważna jest empiryczna demonstracja poprawności rozdziału pojemności pasożytniczej oraz weryfikacja charakterystyk dla dużego sygnału.

Rozdział 5 – Symulacje FEM i obwodowe

Rozdział opisuje uzupełniającą weryfikację numeryczną. Symulacje FEM potwierdzają fizyczne źródła i wartości pasożytniczych elementów induktora, a symulacje obwodowe

odzwierciedlają dynamiczne zmiany strat rdzenia w warunkach rzeczywistych. Rozdział wskazuje obszary, w których standardowe narzędzia symulacyjne są niewystarczające, co potwierdza potrzebę autorskich modeli ujętych w pracy.

Rozdział 6 – Analiza błędów

Autor identyfikuje ograniczenia wyników, takie jak niedokładności pomiarowe, wpływ pasożytniczych właściwości oprzyrządowania oraz uproszczenia modelowe. Analiza wyjaśnia źródła rozbieżności między teorią, symulacją i eksperymentem, co jest kluczowe dla oceny przydatności modeli w zastosowaniach przemysłowych i akademickich.

Rozdział 7 – Wnioski i kierunki rozwoju

Rozdział syntetyzuje osiągnięcia pracy, podkreślając opracowanie nowego, modułowego modelu strat oraz nowych metod pomiarowych przenikalności. Autor wskazuje potencjał wykorzystania wyników w systemach wysokiej gęstości mocy, w tym w pojazdach elektrycznych i systemach bezprzewodowego przesyłu energii. Zaproponowane kierunki rozwoju dotyczą dalszego modelowania nieliniowej magnetyzacji oraz poprawy odwzorowania dynamicznych parametrów rdzenia.

Praca rozwiązuje realne problemy projektowania induktorów pracujących w zakresie wysokich częstotliwości poprzez integrację rozproszonych dotychczas metod analitycznych, pomiarowych i symulacyjnych. Najcenniejszym elementem jest modułowy model strat rdzenia iRESE, który rozszerza dotychczas stosowane równania na warunki praktyczne. Łącząc analitykę, pomiary i symulacje, autor demonstruje wysoką spójność metodologiczną. Ograniczeniem pozostaje brak pełnego modelu nieliniowego prądu magnesującego, który autor uzasadnione pozostawia do dalszych badań.

4. Ocena formalnych aspektów pracy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr inż. Piotra Szczerby spełnia wymogi formalne stawiane tego typu pracom naukowym. Praca została opracowana w języku angielskim, zgodnie z przyjętymi standardami redakcyjnymi w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w szczególności w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Tekst jest logicznie uporządkowany, a układ treści przejrzysty i spójny.

Struktura rozprawy jest poprawna i w pełni odpowiada wymaganiom formalnym: obejmuje stronę tytułową w dwóch językach, streszczenie i abstrakt, podziękowania, spisy treści, rysunków, tabel, symboli oraz skrótów, a następnie siedem merytorycznych rozdziałów zakończonych obszerną bibliografią. Kolejne części pracy są powiązane tematycznie i tworzą logiczną narrację – od zdefiniowania problemu badawczego i przeglądu literatury, poprzez modelowanie teoretyczne, aż po walidację eksperymentalną i analizę wyników.

Rozprawa została opracowana starannie pod względem edytorskim. Układ graficzny, numeracja rysunków, tabel i wzorów są konsekwentne, a odwołania w tekście poprawne. Bogaty materiał ilustracyjny (ponad 70 rysunków) ułatwia zrozumienie prezentowanych zagadnień, a wykresy i schematy są wykonane z dużą dbałością o czytelność. Tekst charakteryzuje się dobrą przejrzystością, poprawną terminologią fachową i jednoznacznym sposobem prezentacji wyników. Język rozprawy jest naukowy, precyzyjny i wolny od błędów językowych; autor posługuje się językiem technicznym na bardzo wysokim poziomie.

Praca zawiera wyraźnie sformułowane cele, hipotezy badawcze oraz jasno wskazany zakres badań. Każdy rozdział kończy się podsumowaniem, co sprzyja przejrzystości przekazu i ułatwia śledzenie toku rozumowania. Bibliografia jest obszerna, aktualna i obejmuje zarówno klasyczne pozycje z zakresu modelowania elementów magnetycznych, jak i najnowsze publikacje dotyczące strat w rdzeniach ferrytowych, metod pomiarowych i modelowania w dziedzinie częstotliwości. Zastosowany sposób cytowania jest spójny i zgodny z przyjętymi normami edytorskimi.

Od strony objętości i kompletności materiału rozprawa odpowiada typowym standardom prac doktorskich w dziedzinie elektrotechniki i elektroniki. Zawiera zarówno część teoretyczną, jak i dojrzały komponent eksperymentalny oraz walidację numeryczną, co świadczy o kompleksowym podejściu autora do rozwiązania postawionego problemu naukowego. Układ i format rozprawy umożliwiają jej bezpośrednie wykorzystanie w publikacjach naukowych, a sposób redakcji wskazuje na doświadczenie autora w przygotowywaniu tekstów o charakterze naukowym i badawczym.

5. Pozytywne cechy rozprawy doktorskiej.

Rozprawa mgr inż. Piotra Szczerby wyróżnia się wysokim stopniem oryginalności oraz dużym znaczeniem dla rozwoju modelowania elementów magnetycznych przeznaczonych do pracy w przekształtnikach wysokiej częstotliwości. Autor wprowadza modułowy model strat rdzenia iRESE, który stanowi spójne połączenie domeny małych i dużych sygnałów oraz pozwala uwzględnić sygnały prostokątne, składową stałą, zmiany temperatury i zjawiska zbliżone do nasycenia magnetycznego, co dotychczas było trudno osiągalne. Szczególną zaletą pracy jest integracja modeli analitycznych, pomiarów stanowiskowych oraz symulacji numerycznych FEM i SPICE, co znacząco podnosi wiarygodność uzyskanych wyników. Oryginalną cechą rozprawy jest również rozdzielenie pojemności pasożytniczych na składową rdzeniową i uzwojeniową, co ma bezpośrednie znaczenie praktyczne dla projektowania induktorów o dużej gęstości mocy.

Praca prezentuje dojrzały warsztat laboratoryjny, wysoki poziom interpretacji danych, a także szeroką znajomość współczesnej literatury branżowej. Dodatkowym walorem są starannie przygotowane wykresy, schematy i modele, które zwiększają przejrzystość prezentacji. Autor konsekwentnie analizuje ograniczenia własnych metod, wykazując dojrzałość badawczą

i świadomość błędów pomiarowych. Całość jest wykonana z dużą kulturą techniczną, terminologiczną i edytorską.

W pracy zauważalne są pewne ograniczenia, które wynikają przede wszystkim ze specyficznego obszaru podjętego zagadnienia. Autor sygnalizuje brak pełnego modelu nieliniowego prądu magnesującego dostępnego w symulacjach obwodowych, przez co odwzorowanie zjawisk w pobliżu nasycenia jest częściowo uproszczone i wymaga dalszego rozwinięcia. W kilku miejscach materiał empiryczny mógłby zostać rozszerzony o dodatkowe warianty konstrukcyjne rdzeni, co pozwoliłoby na jeszcze szerszą generalizację wyników. Praca koncentruje się głównie na ferrytach stosowanych w klasycznych przekształtnikach SMPS; ograniczona jest analiza dotycząca materiałów proszkowych lub wyspecjalizowanych kompozytów, które również znajdują zastosowanie w wysokiej częstotliwości. W rozdziale dotyczącym symulacji SPICE zauważalne są niewielkie rozbieżności między symulacją a doświadczeniem, których pełna analiza numeryczna mogłaby zostać rozbudowana.

Należy podkreślić, że wskazane słabości nie wpływają na wartość naukową rozprawy i stanowią naturalne kierunki dalszego rozwoju badań.

Rozprawa cechuje się wyraźnym potencjałem aplikacyjnym, szczególnie w kontekście projektowania przekształtników impulsowych o dużej gęstości mocy, systemów ładowania pojazdów elektrycznych oraz układów bezprzewodowego przesyłu energii. Zaproponowane modele mogą zostać bezpośrednio zaimplementowane w narzędziach CAD/EDA stosowanych w przedsiębiorstwach projektujących elektronikę mocy. Ulepszone modelowanie pasożytniczych pojemności induktorów może istotnie poprawić przewidywalność projektów układów pracujących na wysokich częstotliwościach, co redukuje kosztowne iteracje prototypowe.

Zastosowane metody pomiarowe mogą zostać wdrożone w laboratoriach przemysłowych jako procedury walidacyjne, natomiast model iRESE ma potencjał do włączenia w oprogramowanie służące analizie strat dynamicznych przy zmiennych przebiegach sterujących. W praktyce przemysłowej w sektorach LED lighting, telekomunikacji, energetyki rozproszonej i automotive może to przyspieszyć procesy certyfikacji i poprawić efektywność kosztową.

Pod względem naukowym praca wnosi istotny wkład do zrozumienia i opisu strat elektromagnetycznych w rdzeniach ferrytowych w warunkach dużej częstotliwości. Autor integruje wcześniej rozdzielone podejścia metodologiczne i wprowadza model o strukturalnej elastyczności, co jest rzadko spotykane w literaturze. Wkład polega zarówno na rozwinięciu aparatu matematycznego, jak i udoskonaleniu metod pomiarowych, co ma znaczenie w badaniach elementów magnetycznych w różnych dziedzinach: energoelektronice, robotyce, automatyce, napędach elektrycznych i systemach IoT.

Wartość naukowa przejawia się w tworzeniu narzędzi analitycznych, które mogą być rozwijane w kolejnych publikacjach oraz wykorzystane przez innych badaczy. Praca może stanowić punkt odniesienia dla przyszłych analiz strat w materiałach rdzeniowych przy rosnących częstotliwościach przełączania tranzystorów opartych o technologie GaN i SiC.

Autor w przedstawionej pracy odwołuje się w sposób prawidłowy do 226 pozycji literaturowych. Odwołania te odnoszą się zarówno do starszych pozycji jak i najnowszych, przy czym wyraźnie najnowsze pozycje dotyczą głównego zagadnienia badawczego. Liczna literatura obejmuje bardzo duży przekrój informacji związany z elementami magnetycznymi, poczynając od książek i artykułów naukowych, a kończąc na firmowych raportach technicznych co bardzo dobrze ilustruje opisywane zagadnienia i wskazuje na kompleksowe podejście do tematu. Zawierają one również odwołania do kilku publikacji autora które są ściśle tematycznie związane z treścią doktoratu. Są to między innymi dwie pozycje opublikowane w czasopiśmie Electronics MDPI, oraz cztery prezentacje i artykuły konferencyjne opublikowane na głównych konferencjach IEEE. Należy podkreślić, że we wszystkich tych pozycjach doktorant jest ich głównym, pierwszym autorem.

6. Zasadnicze uwagi edytorskie i merytoryczne:

W warstwie edytorskiej rozprawa jest przygotowana starannie i przejrzyście, jednak można wskazać kilka kwestii, których dopracowanie mogłoby dodatkowo podnieść jej jakość. W niektórych miejscach tekstu zauważalne są fragmenty wymagające nieco bardziej syntetycznej redakcji, co poprawiłoby dynamikę narracji i ułatwiłoby czytelnikowi śledzenie toków matematycznych. W części rysunkowej materiały są bogate i poprawnie opisane, choć pojedyncze wykresy mogłyby zostać opatrzone dodatkowymi komentarzami interpretacyjnymi, aby wzmocnić ich wartość dydaktyczną. Układ formalny jest logiczny, jednak rozdziały dotyczące symulacji mogłyby zostać uzupełnione o krótkie podsumowania tabelaryczne, zestawiające najważniejsze parametry i wyniki.

Od strony merytorycznej rozprawa prezentuje wysoki poziom, lecz ze względu na szerokość poruszanych zagadnień niektóre kwestie mogłyby zostać pogłębione. Dotyczy to przede wszystkim porównania proponowanego modelu iRESE z alternatywnymi metodami uwzględniania dużych sygnałów w literaturze. Wzbogaciłoby to kontekst porównawczy i lepiej osadziło pracę na tle istniejących badań. Autor koncentruje się na materiałach ferrytowych, co jest uzasadnione tematycznie, jednak pewne odniesienia do rdzeni proszkowych lub nowych materiałów kompozytowych mogłyby poszerzyć perspektywę aplikacyjną. W części eksperymentalnej, mimo bardzo dobrej jakości pomiarów, kolejne przykłady porównawcze dla różnych geometrii rdzeni mogłyby wzmocnić generalizację zaproponowanych modeli.

W rozdziałach symulacyjnych autor trafnie identyfikuje ograniczenia narzędzi SPICE w odwzorowaniu nieliniowego prądu magnesującego, jednak bardziej rozbudowana analiza różnic pomiędzy wynikami pomiarowymi i symulacyjnymi mogłaby zostać rozszerzona o komentarz dotyczący wpływu przyjętych uproszczeń siatkowania w symulacjach FEM. Pewne uproszczenia matematyczne, które zostały wprowadzone w celu uzyskania porównywalności wyników, mogłyby dodatkowo zostać uzasadnione fizycznie, co poprawiłoby przejrzystość.

Na koniec mam parę pytań do autora z prośbą o wyjaśnienie i rozszerzenia:

1. Na czym polega znaczenie rozdzielania pojemności pasożytniczych induktora na składową uzwojeniową i rdzeniową oraz jaki wpływ rozróżnienie to ma na dokładność modelowania w szerokim paśmie częstotliwości?
2. Jakie wyzwania matematyczne i fizyczne wiążą się z modelowaniem strat rdzenia dla przebiegów niesinusoidalnych, szczególnie prostokątnych, oraz jak zostały one rozwiązane w pracy?
3. Czy autorski model iRESE można adaptować do materiałów innych niż ferryt, np. rdzeni proszkowych? Jakie zmiany należałoby wprowadzić?
4. Jakie korzyści oraz ograniczenia wynikają z traktowania strat jako zależnych od kształtu przebiegu, a nie tylko jego skutecznej wartości RMS?
5. W badaniach przestrzennych pojawia się zagadnienie rozkładu pola. Proszę wyjaśnić, w jaki sposób fringing flux wpływa na nasycenie lokalne i straty.

7. Ocena podsumowująca.

Rozprawa doktorska mgr inż. Piotra Szczerby stanowi wartościowy i oryginalny wkład do obszaru modelowania elementów magnetycznych wykorzystywanych w przekształtnikach energoelektronicznych wysokiej częstotliwości. Praca cechuje się wysokim poziomem merytorycznym, konsekwencją w prowadzeniu rozważań oraz bardzo dobrą znajomością zagadnień związanych z fizyką materiałów magnetycznych, teorią pola elektromagnetycznego oraz inżynierskimi aspektami projektowania induktorów. Autor wykazał umiejętność integracji podejść analitycznych, eksperymentalnych i symulacyjnych, co podniosło wiarygodność uzyskanych rezultatów.

Najważniejszą wartością rozprawy było opracowanie modułowego modelu strat rdzenia iRESE oraz autorskich metod wyznaczania zespolonej przenikalności materiałów ferrytowych, co umożliwiło dokładniejszą ocenę strat przy sygnałach prostokątnych, obecności składowej stałej oraz w zmiennych warunkach temperaturowych. Udowodniono również znaczenie rozdzielania pojemności pasożytniczych na składową rdzeniową i uzwojeniową, co pozwoliło poprawić odwzorowanie parametrów induktora w szerokim zakresie częstotliwości.

Wszystkie postawione cele badawcze, tezy oraz hipotezy określone w załączniku do rozprawy zostały w pełni zrealizowane, uzasadnione oraz poparte wynikami pomiarów, analizą teoretyczną oraz symulacją numeryczną. Autor w sposób logiczny wykazał poprawność przyjętych założeń, a uzyskane wyniki potwierdziły skuteczność zaproponowanych modeli i metod.

Rozprawa została przygotowana starannie pod względem językowym, edytorskim i ilustracyjnym. Struktura dokumentu jest logiczna i przejrzysta, a dobór literatury nowoczesny i trafny. Prezentacja wyników była klarowna, a autor wykazywał świadomość ograniczeń metod i aparatury. Zgłoszone drobne uwagi miały charakter uzupełniający i nie obniżały

wartości naukowej pracy. Przedstawione modele mogły zostać z powodzeniem wykorzystane zarówno w dalszych badaniach akademickich, jak i zastosowane w praktyce przemysłowej.

Uzyskane wyniki posiadały charakter oryginalny i wносиły nową wiedzę do dyscypliny. Charakter prowadzonych badań, zakres problemów technicznych oraz zastosowany aparat formalny jednoznacznie wskazywały, że stopień doktora powinien zostać przyznany w dyscyplinie naukowej: automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

Autor wykazał wysoki stopień samodzielności badawczej, umiejętność krytycznej analizy wyników oraz kompetencję w zakresie zaawansowanych technik inżynierskich.

Mając na uwadze powyższe, należy uznać, że przedłożona rozprawa spełnia wszystkie kryteria i wymagania wynikające z art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* wraz z późniejszymi zmianami, w związku z powyższym **wnioskuję o dopuszczenie do publicznej obrony mgra inż. Piotra Szczerbę w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.**

Wnoszę również o wyróżnienie tej rozprawy doktorskiej ze względu na jej walory oraz spełnienie warunków jakie zostały określone w Uchwale RD AEEiTK AGH nr 83/2025 z dnia 2025-02-06 r. w sprawie kryteriów wyróżniania prac doktorskich (punkt 2.d. podpunkt i.).



Uchwała nr 83/2025

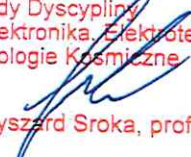
**Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne
Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie
z dnia 6 lutego 2025r.**

**Kryteria wyróżniania rozpraw doktorskich w dyscyplinie Automatyka, Elektronika,
Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława
Staszica w Krakowie.**

Zgodnie z § 10. Uchwały nr 137/2023 Senatu AGH z dnia 29 listopada 2023 r. w sprawie „Zasad i trybu postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie” wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej może zgłosić recenzent w swojej recenzji lub podczas niejawnego posiedzenia komisji doktorskiej w przedmiocie przyjęcia publicznej obrony rozprawy doktorskiej, a rada dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne ustala następujące kryteria wyróżnienia rozprawy doktorskiej:

1. Wniosek o wyróżnienie powinien zostać merytorycznie uzasadniony w sposób udokumentowany przed zakończeniem obrad komisji.
2. Komisja wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej do rady dyscypliny w drodze uchwały przy spełnieniu następujących warunków:
 - a. Rozprawa doktorska uzyskała wszystkie recenzje pozytywne.
 - b. Obrona rozprawy doktorskiej została przyjęta przez komisję w głosowaniu bez głosów sprzeciwu.
 - c. Na posiedzeniu komisji wszyscy recenzenci poparli wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej, a w głosowaniu komisji nie wyrażono głosu sprzeciwu.
 - d. Kandydat do stopnia doktora wyróżniał się w działalności naukowej w trakcie realizacji rozprawy doktorskiej, w zakresie ściśle związanym z tematyką rozprawy, aktywnością i osiągnięciami w co najmniej jednym z następujących obszarów:
 - i. Jest głównym autorem w co najmniej jednej publikacji w znaczącym czasopiśmie lub materiałach renomowanej konferencji naukowej lub znaczącym współautorem w co najmniej dwóch takich publikacjach, co zostało poświadczone przez współautorów.
 - ii. Jest współtwórcą z największym udziałem wynalazku chronionego patentem lub kilku takich wynalazków, w których powstaniu jego sumaryczny udział jest znaczący.
 - iii. Jest lub był kierownikiem grantu badawczego lub wdrożeniowego o finansowaniu przyznanym w ramach konkursu ogólnopolskiego lub międzynarodowego (np. w konkursie Preludium Narodowego Centrum Nauki).
3. Weryfikację warunków wyszczególnionych w punkcie 2d przeprowadza przewodniczący komisji, na podstawie dokumentacji przedstawionej przez doktoranta.

Niniejsza uchwała ma zastosowanie do postępowań o nadanie stopnia naukowego doktora wszczętych po 6 marca 2025 roku.

Przewodniczący
Rady Dyscypliny
Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika
i Technologie Kosmiczne

Dr hab. inż. Ryszard Sroka, prof. AGH