

Bydgoszcz, dn. 10 października 2020 r.

Dr hab. inż. Jan Mućko, prof. uczelni
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Wydział Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki
ul. Prof. S. Kaliskiego 7; 85-796 Bydgoszcz

Recenzja rozprawy doktorskiej mgra inż. Jacka Kołka

pt. **“REZONANSOWY, PÓLPRZEWODNIKOWY GENERATOR IMPULSÓW
WYSOKIEGO NAPIĘCIA DO WYTWARZANIA PLAZMY NIETERMICZNEJ”**

opracowana na zlecenie Prorektora ds. Nauki
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie,
prof. dra hab. inż. Jacka Przepiórskiego,
(pismo nr: N-1/94/2020 z dnia 07 lipca 2020 r.)

1. Przedmiot recenzji. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy (teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez Autora?

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pt. *“Rezonansowy, półprzewodnikowy generator impulsów wysokiego napięcia do wytwarzania plazmy nietermicznej”*, której autorem jest mgr inż. Jacek Kołek. Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Marcin Hołub prof. ZUT.

Rozprawa liczy 112 stron tekstu zawartego w 9 rozdziałach oraz w bibliografii zamieszczonej na końcu rozprawy. Bibliografia liczy 197 pozycji. Publikacje mgra inż. Jacka Kołka (zamieszczone w bibliografii) to dwa współautorskie artykuły. Pierwszy artykuł został opublikowany w materiałach międzynarodowej konferencji European Conference on Power Electronics and Applications w 2017 r. Drugi artykuł został opublikowany przez uznane w świecie wydawnictwo MDPI (Journal Applied Science, IF: 2.474 (2019)) w roku 2019. Na uwagę zasługuje fakt, że Doktorant w obu artykułach jest pierwszym autorem. W bazie WoS znajduje się jeszcze jeden (trzeci) artykuł z 2018 r., współautorstwa mgra inż. Jacka Kołka, dotyczący także generatora plazmy nietermicznej. Zamieszczona literatura jest reprezentatywna dla analizowanych w pracy zagadnień. Recenzentowi nie jest znane inne opracowanie takie, jakie stanowi niniejsza rozprawa.

Przedmiotem i głównym celem dysertacji było opracowanie, analiza, opis właściwości i badania nowej topologii rezonansowego, energoelektronicznego generatora impulsów wysokiego napięcia do zasilania komór wyładowczych, stosowanych w technologii zimnej plazmy. Rozprawa zawiera rozdziały wprowadzające, w których przedstawione zostały m.in. podstawowe informacje dotyczące zimnej plazmy, jej zastosowań. Praca obejmuje obszerny przegląd sposobów zasilania reaktorów plazmy nietermicznej i topologii zasilaczy wysokiego napięcia wraz z omówieniem ich działania i właściwości.

W rozdziale 1 *Wstęp*, Autor wprowadza w tematykę będącą przedmiotem rozprawy i wykazuje, że zagadnienia którymi będzie się w pracy zajmował są aktualne. Następnie przedstawia on swoją motywację do pracy nad nową topologią zasilacza urządzeń plazmowych oraz przedstawia **tezę, cel oraz zakres pracy**.

Tezę pracy jest sformułowanie:

„Możliwe jest opracowanie rezonansowego przekształtnika tranzystorowego przystosowanego do zasilania reaktorów plazmy nietermicznej (z barierą dielektryczną oraz bezbarierowych), który gwarantuje pracę rezonansową bez względu na zmiany parametrów obciążenia o charakterze pojemnościowym”.

Cel pracy określony przez Autora zacytowano poniżej:

„Celem naukowym planowanego zadania badawczego jest kompleksowe, teoretyczne, symulacyjne oraz laboratoryjne badanie autorskiego układu przekształtnika tranzystorowego wysokiego napięcia do zastosowań w technologii zimnej plazmy. Cechą charakterystyczną proponowanej topologii ma być uniwersalność, dzięki której powstały prototyp będzie zarówno dobrym narzędziem spełniającym potrzeby laboratoriów badawczych zajmujących się tematyką zimnej plazmy jak i urządzeniem, które sprawdzi się w konkretnych aplikacjach wykorzystujących tę technologię.”

Zakres pracy obejmował między innymi:

- przegląd i analizę rozwiązań zasilaczy wysokiego napięcia stosowanych w technologii zimnej plazmy,
- propozycję oraz opis topologii spełniającej przyjęte założenia projektowe,
- opracowanie modelu i badania symulacyjne zaproponowanej topologii,
- analizę połowę obwodu magnetycznego transformatora wysokiego napięcia,
- wykonanie prototypu zasilacza wysokiego napięcia i jego badanie laboratoryjne,
- aplikację prototypu w wybranych instalacjach przemysłowych.

W rozdziale pierwszym Autor przedstawia także przyjętą w rozprawie metodykę badań, wykorzystywany sprzęt pomiarowy, terminologię oraz wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów.

Uważam, że Teza, cel rozprawy i zadania szczegółowe są ważne ze względów poznawczych oraz aplikacyjnych. Zostały one dostatecznie jasno sformułowane przez Autora. Działania podjęte przez Doktoranta są aktualne.

W rozdziale 2. *Źródła plazmy nietermicznej* przedstawiono podstawowe informacje dotyczące sposobów wytwarzania plazmy nietermicznej przy ciśnieniu atmosferycznym oraz konstrukcje różnych typów komór wyładowczych. Zostały przedstawione także spotykane w literaturze modele obwodowe tych komór. Przedstawione modele uwzględniały rodzaj wyładowania: wyładowanie barierowe (DBD) oraz impulsowe koronowe (PCD).

W rozdziale drugim przedstawiony został także przegląd rozwiązań konstrukcyjnych zasilaczy wysokiego napięcia do zasilania reaktorów plazmy nietermicznej. Analiza działania różnych rodzajów zasilaczy opisanych w tym rozdziale stanowiła podstawę do opracowania koncepcji nowej topologii zasilacza.

J. Mućko

Proponowana topologia zasilacza wysokiego napięcia jest tematem rozdziału 3. Zasilacz zaprojektowany i zbudowany zgodnie z proponowaną topologią powinien mieć cechy, takie jak:

- o możliwość zasilania komór wyładowczych obu typów: DBD oraz PCD,
- o regulację mocy poprzez zmianę zarówno amplitudy jak i częstotliwości powtarzania impulsów napięcia,
- o rezonansowy tryb pracy i miękkie przełączanie typu ZCS powinno być zachowane, niezależnie od parametrów obciążenia,
- o odporność na wyładowania łukowe oraz zwarcia w obciążeniu,
- o ograniczenie maksymalnej energii każdego generowanego impulsu,
- o transformator wysokiego napięcia powinien być typu „Tesli”, z rdzeniem magnetycznym, o ograniczonym zewnętrznym polu magnetycznym,
- o możliwość generowania napięcia przemiennego oraz napięcia przemiennego z dodatkową składową stałą o amplitudzie do około 20kV i czasie trwania do 10 μ s.

Ponadto układ powinien mieć prostotę budowę, możliwość skalowania na większe wartości mocy i być wykonany z zastosowaniem nowoczesnych elementów półprzewodnikowych, o dobrej dostępności.

Tak postawione zadanie jest poważnym zadaniem zarówno naukowym jak i konstrukcyjnym. Zastosowanie opracowanego przez Doktoranta układu może mieć szereg zastosowań praktycznych ważnych dla gospodarki i ekologii, co zostało wykazane w kolejnych rozdziałach rozprawy.

W rozdziale 4. **Rezonansowy układ ładowania pojemności** omówiono zasadę działania fragmentu układu zasilacza o nowej topologii, jego opis analityczny, dobór komponentów oraz badania symulacyjne. Przedstawiono także możliwe jego modyfikacje.

Rozdział 5 **Układ kształtowania impulsu wyjściowego z transformatorem typu Tesla** przedstawia zasadę działania tego transformatora oraz niekonwencjonalny sposób jego wykonania – z wykorzystaniem rdzeni magnetycznych. Na drodze symulacji oraz analizy Autor wykazuje, że jedynie dla współczynnika sprzężenia równego 0,6 fala napięcia wyjściowego osiąga maksymalną amplitudę i w połowie trwania impulsu napięcia cała energia obwodu rezonansowego zbudowanego z wykorzystaniem takiego transformatora jest po jego stronie wtórnej. Warunek określający wartość współczynnika sprzężenia jest istotny dla spełnienia założeń projektowych. Kolejnym elementem rozprawy jest badanie obwodu magnetycznego transformatora typu Tesli i jego oddziaływania na otoczenie przy wykorzystaniu metody elementów skończonych (w programie Maxwell 3D). Autor wykazuje, że największą zaletą proponowanej konstrukcji jest ograniczenie zewnętrznego pola magnetycznego generowanego przez transformator. Wykonanie transformatora proponowane przez Autora pozwala na kilkadziesiąt krotne obniżenie wartości natężenia pola magnetycznego w otoczeniu transformatora w stosunku do konwencjonalnego transformatora powietrznego.

Badania laboratoryjne zaprojektowanego i zbudowanego przez Doktoranta prototypu są tematem rozdziału 6. Celem przeprowadzonych badań była weryfikacja pomiarowa wyników uzyskanych za pomocą symulacji, weryfikacja wyników analizy oraz sprawdzenie poprawności działania wszystkich układów zasilacza. Badania wykazały, że cele postawione

na wstępie rozprawy zostały osiągnięte. Badania przeprowadzono dla różnych typów obciążeń: reaktora typu PCD oraz typu DBD. Wyniki prezentowane są jako oscylogramy, tabele oraz fotografie zasilacza i komór wyładowczych w czasie ich pracy. Wyniki prezentowane są zarówno dla napięć przemiennych (w rozdziale 6) jak i dla napięć przemiennych z dodatkową składową stałą (w rozdziale 7).

Rozdział 8 *Wybrane fizykochemiczne wyniki działania systemów plazmy nietermicznej zasilanych za pomocą wykonanego prototypu zasilacza wysokiego napięcia* przedstawia aplikacje opracowanych przez doktoranta układów. Jedną z nich jest „*Plazmowy system dezodoryzacji*” wykonany w ramach międzynarodowego projektu STEP (Sludge Technological, Ecological Progres) programu Interreg South Baltic Programme, którego jednym z celów było zmniejszenie uciążliwości zapachowej procesu kompostowania osadu ściekowego. Wykonany prototyp zasilacza wysokiego napięcia wykorzystany został w pilotażowym systemie dezodoryzacji dla instalacji kompostowania osadu ściekowego w przedsiębiorstwie wodociągowym Goleniowskie Wodociągi i Kanalizacja.

Drugą aplikacją jest urządzenie do produkcji ozonu. Urządzenia do produkcji ozonu są jednym z najpowszechniejszych zastosowań systemów zimnej plazmy i reaktorów z barierą dielektryczną. W chwili obecnej urządzenie opracowane przez doktoranta nie zostało jeszcze wdrożone przemysłowo, ale parametry tego urządzenia jak i wyniki badań wskazywać mogą na duże możliwości aplikacyjne.

W rozdziale 9. *Wnioski i uwagi końcowe* Autor stwierdza, że cel pracy został zrealizowany, przedstawia najważniejsze wnioski wynikające z pracy, propozycje dalszych badań i wymienia swoje najważniejsze osiągnięcia.

2. Ocena wyboru tematyki rozprawy. Jaka jest przydatność rozprawy Autora z punktu widzenia nauk technicznych, czy założenia przyjęte przez Autora są uzasadnione?

Energoelektroniczne układy zasilania reaktorów plazmowych znajdują powszechne zastosowanie w instalacjach przemysłowych w procesach takich jak: powierzchniowa obróbka tworzyw, celem zwiększenia adhezji przed drukowaniem lub klejeniem, w medycynie w celu dezynfekcji lub sterylizacji, przy wytwarzaniu ozonu, dezodoryzacji, zmniejszaniu zawartości NO_x i CO w spalinach i wielu innych procesach. Spotyka się również urządzenia nieprzemysłowe, np. do dezynfekcji instalacji wentylacji i klimatyzacji w samochodach oraz budynkach. Wszędzie tam znaleźć może zastosowanie generator opracowany przez Doktoranta. Na szczególną uwagę zasługuje możliwość generowania krótkich impulsów (do ok. 10 μs) o amplitudzie do ok. 20 kV powtarzających się z regulowaną częstotliwością (tym rozwiązaniu do ok. 2 kHz). Tego typu impulsy są pożądane w urządzeniach redukujących zawartość lotnych związków organicznych (np. dezodoryzacja, „dopalenie” spalin z silników diesla). Autor udowodnił także, że zaproponowane rozwiązanie charakteryzuje się wysoką wydajnością przy produkcji ozonu. Świadczy to o uzasadnionym i poprawnym przyjęciu założeń.

Uważam, że opracowane przez Doktoranta urządzenie, o wysokiej sprawności, jest istotne zarówno w sensie poznawczym jak i dla rozwoju gospodarczego. Uważam, że tematyka

J. Mućko

przedstawiona przez Doktoranta, opisująca tak szczegółowo zjawiska w energoelektronicznych generatorach wytwarzających mikrosekundowe impulsy wysokiego napięcia do zasilania komór wyładowczych, nie była w Polsce dotąd przedmiotem badań, co stanowiło ważny bodziec motywujący podjęcie prac badawczych.

Należy podkreślić, że „*Plazmowy system dezodoryzacji*” wykonany został przez doktoranta w ramach międzynarodowego projektu Sludge Technological, Ecological Progress programu Interreg South Baltic Programme, którego jednym z celów było zmniejszenie uciążliwości zapachowej procesu kompostowania osadu ściekowego

Biorąc pod uwagę znaczenie i potrzebę dynamicznego rozwoju tych urządzeń uważam, że wybór tematyki badań jest zasadny zarówno z powodów poznawczych, jak i aplikacyjnych. Problematyka związana z realizowanym tematem jest aktualna.

Znalazła ona odzwierciedlenie w tytule, który zrozumiale i komunikatywnie określa zawartość rozprawy. Zarówno analiza teoretyczna jak i wyniki zaprezentowane w rozprawie mogą być pomocne w projektowaniu nowoczesnych urządzeń zasilających komory wyładowcze wytwarzające plazmę nietermiczną.

3. Czy Autor rozwiązał postawione zagadnienie i użył właściwej metody?

Autor rozwiązał zagadnienie postawione w pracy i użył właściwej do tego metody. W tym celu sformułował własne, autorskie założenia dotyczące budowy generatora i wytwarzanych przez niego impulsów wysokiego napięcia. Zastosowana metodologia sprowadzała się do następujących sekwencji: przegląd literatury światowej naukowej i technicznej z wykorzystaniem adekwatnych do postawionego problemu baz, zdefiniowanie problemu badawczego i założeń, propozycja rozwiązania postawionego problemu (zapropozowanie topologii, sposobu sterowania, elementów), badania symulacyjne, analiza matematyczna, budowa i badania modelu laboratoryjnego, porównanie uzyskanych różnymi metodami wyników. Tego typu postępowanie jest podejściem typowym stosowanym przez społeczność naukową w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika. Uważam, że zastosowana w rozprawie metodologia rozwiązania problemu naukowego i technicznego jest prawidłowa. Świadczy także o tym końcowy efekt badań w postaci aplikacji przemysłowej.

4. Jaki jest charakter rozprawy (teoretyczny, doświadczalny, konstrukcyjny), jaka jest jej pozycja w stosunku do wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Rozprawa ma charakter zarówno teoretyczny, konstrukcyjny jak i doświadczalny. Po analizie literatury światowej Autor zaproponował nową topologię i konstrukcję układu zasilacza reaktora plazmy nietermicznej. Następnie dokonał teoretycznej analizy działania układu. Przeprowadził także badania układu na drodze symulacyjnej i eksperymentalnej co świadczy także o doświadczalnym charakterze pracy.

Uzyskane przez Doktoranta rezultaty potwierdzają postawioną na wstępie tezę badawczą. Została ona potwierdzona zarówno symulacyjnie jak i eksperymentalnie. Poruszana w rozprawie tematyka jest aktualna w stosunku do stanu wiedzy dotyczącego urządzeń zasilających reaktory plazmy nietermicznej. Świadczą o tym umieszczone w spisie

J. Mućko

literatury dwie współautorskie publikacje o zasięgu światowym (artykuł na konferencji międzynarodowej oraz artykuł w MDPI, Applied Science).

5. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek Autora?

Uważam, że oryginalny, samodzielny dorobek Autora to:

- opracowanie nowej topologii przekształtnika rezonansowego - impulsowego zasilacza wysokiego napięcia do zasilania reaktorów plazmy nietermicznej,
- wyprowadzenie analitycznych zależności opisujących pracę tego przekształtnika,
- opracowanie sposobu doboru wartości elementów przekształtnika,
- opracowanie elektrycznych modeli podzespołów przekształtnika oraz przeprowadzenie symulacji ich działania w dziedzinie czasu oraz częstotliwości,
- propozycja sposobu wykonania transformatora wysokiego napięcia o obniżonym współczynniku sprzężenia magnetycznego i ograniczonym zewnętrznym polu magnetycznym,
- przeprowadzenie symulacji procesów w obwodzie magnetycznym transformatora oraz porównanie tego transformatora z aktualnie stosowanymi rozwiązaniami,
- opracowanie i implementacja algorytmów sterowania przekształtnikiem w strukturze procesora sygnałowego,
- projekt oraz wykonanie w pełni funkcjonalnego prototypu przekształtnika w oparciu o proponowaną topologię,
- przeprowadzenie badań laboratoryjnych wykonanego prototypu dla różnych stanów pracy urządzenia oraz typów obciążenia,
- oszacowanie sprawności wykonanego prototypu oraz wykonanie analizy strat w elementach przekształtnika,
- propozycja układu wygaszającego łuk, zabezpieczającego obwód wyjściowy zasilacza dla napięć przemiennych z dodatkową składową stałą,
- badanie możliwości aplikacyjnych proponowanej topologii z wykorzystaniem wykonanego prototypu.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

6.1. Uwagi do dyskusji, wymagające uzasadnienia (nie muszą to być słabe strony rozprawy)

- Strona 44, linia 1 od dołu i strona 45, linia 1 od góry.

Jest: „Po przekroczeniu napięcia U_d możliwe jest dalsze ładowanie kondensatora C_2 do wartości napięć przekraczających napięcie zasilania o około 5%..”

Proszę Doktoranta o uzasadnienie tego stwierdzenia. Skoro napięcie kondensatora C_1 osiąga wartość $2U_d$, a kondensator C_2 doładowuje się z kondensatora C_1 , to dlaczego napięcie na kondensatorze C_2 może być tylko większe o 5% od napięcia U_d ?

- Strona 54, linia 1 od dołu.

Jest: „Aby zachować rezonansowy tryb pracy układu pojemność C_3 powinna być wyznaczona z zależności” gdzie C_3 jest funkcją C_2 .

Czy nie byłoby lepiej postąpić odwrotnie, tzn. przyjąć C_3 jako parametr komory wyładowczej i na tej podstawie wyznaczyć pojemność C_2 ? Proszę Doktoranta o wyjaśnienie i uzasadnienie.

- Strona 56, akapit pod wzorem (4.70).

Jest: „... jako tranzystor S_3 zastosowany został blok przełączający składający się z ośmiu tranzystorów...”.

Proszę uzasadnić, dlaczego Autor nie zastosował jednego tranzystora, o prądzie znamionowym będącym sumą prądów tych ośmiu tranzystorów?

- Czy wzory (5.7)-(5.9) są poprawne? Jeśli I_{Tav} oraz I_{Trms} są wartościami pomierzonymi, to we wzorach tych nie powinien występować czynnik t_{on} . Chyba, że wartości I_{Tav} oraz I_{Trms} nie były wyznaczone (mierzone) w czasie całego okresu...

6.2. Uwagi szczegółowe

- Strona 6, pierwszy akapit, linia 10 od góry, także w całym tekście pracy.

Jest: „... przedstawiono na Rysunku ...”.

Autor pisze słowo rysunek używając dużej litery, mimo że słowo to znajduje się w środku zdania. Sposób taki przyjęto w literaturze angielskojęzycznej. W języku polskim w środku zdania powinna być użyta mała litera.

- Strona 7, linia 8 od góry.

Jest: „...zakłóceń elektromagnetycznych generowanych...”.

Powinno być raczej: ... zaburzeń elektromagnetycznych generowanych... .

- Strona 7, linia 19 i 20 od góry.

Jest: „... kształt pobieranego przez nie prądu...”.

Autor użył mowy potocznej. Prąd nie ma kształtu, natomiast kształt może mieć np. przebieg wartości chwilowych prądu albo w skrócie przebieg prądu.

- Strona 27, linia 8 podrozdziału 2.4.4.1.

Jest: „...indukcyjność ... gwałtownie spada ...”.

Autor użył mowy potocznej. Powinno być raczej: ... wartość indukcyjności ... gwałtownie maleje ...”.

- Strony od 39, linia 4 od dołu.

Jest: „... rezystancja pasożytnicza indukcyjności ...”

Autor użył mowy potocznej. Indukcyjność jest wielkością fizyczną i nie ma rezystancji. Zamiast zwrotu „rezystancja ... indukcyjności” Autor powinien raczej użyć słów np. rezystancja ... cewki.

- Strona 52, linia 3 pod rysunkiem 45.

Jest: „... napięcie pojemności ...”.

Autor użył mowy potocznej. Powinno być raczej: ... napięcie kondensatora ... lub ... napięcie na zaciskach kondensatora

7. Czy rozprawa świadczy o dostatecznej wiedzy autora i znajomości współczesnej literatury z zakresu dyscypliny naukowej, jakiej rozprawa dotyczy?

Rozdziały 1 i 2 opisują stan wiedzy dotyczący zastosowań plazmy nietermicznej oraz budowy komór wyładowczych (reaktorów) wytwarzających tę plazmę, jak również energoelektronicznych zasilaczy tych reaktorów.

Przedstawione w tych rozdziałach treści wskazują, że Autor rozprawy posiada rozległą wiedzę dotyczącą omawianej w rozprawie problematyki. Bibliografia liczy 197 pozycji. Publikacje Doktoranta (zamieszczone w bibliografii) to dwa współautorskie artykuły o zasięgu międzynarodowym. Na uwagę zasługuje fakt, że Doktorant w obu artykułach jest pierwszym autorem.

8. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego przekonywującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

Autor wykazał umiejętność poprawnego przekonywującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników. Styl pracy jest jasny i zrozumiały. Uważam, że dostrzeżone usterki nie mają wpływu na ogólną, bardzo dobrą ocenę pracy.

9. Czy i jaka jest przydatność rozprawy dla gospodarki narodowej?

Przedstawione przez Autora rozwiązanie generatora impulsów wysokonapięciowych ma znaczny wpływ na rozwój wiedzy i zastosowań zasilaczy do procesów wykorzystujących plazmę nietermiczną. Świadczy o tym fakt zastosowania przemysłowego tego układu w instalacji do dezodoryzacji gazów wytwarzanych podczas kompostowania osadu ściekowego w przedsiębiorstwie wodociągowym Goleniowskie Wodociągi i Kanalizacja. Generator (przekształtnik energoelektroniczny) wraz z transformatorem wysokiego napięcia i reaktorem został wykonany przez Doktoranta w ramach międzynarodowego projektu STEP (Sludge Technological, Ecological Progress) programu Interreg South Baltic Programme.

Drugą aplikacją jest urządzenie do produkcji ozonu, co jest jednym z najpowszechniejszych zastosowań systemów zimnej plazmy i reaktorów z barierą dielektryczną. W chwili obecnej urządzenie to nie zostało jeszcze wdrożone przemysłowo, ale parametry tego urządzenia jak i wyniki badań wskazywać mogą na duże możliwości aplikacyjne.

10. Czy rozprawa spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy?

Po zapoznaniu się z zakresem badań naukowych i wnioskami zawartymi w recenzowanej rozprawie uważam, że **stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego** w oparciu o analizę, modelowanie i projektowanie przekształtnika energoelektronicznego do zasilania reaktorów wytwarzających plazmę nietermiczną za pomocą wyładowań typu DBD i PCD.

Uważam, że **dostrzeżone usterki mają jedynie marginalny wpływ na ogólną, bardzo dobrą ocenę pracy**. Dostrzeżone usterki dotyczą przede wszystkim stosowania języka potocznego.

Zawarte w recenzowanej rozprawie rozważania teoretyczne i badania symulacyjne, potwierdzone wynikami badań eksperymentalnych, wskazują na szerokie możliwości ich praktycznego zastosowania. Autor wykazał się dużym zasobem wiedzy teoretycznej, szczegółową znajomością zagadnień objętych tematyką pracy oraz dobrą znajomością literatury specjalistycznej. Jego przygotowanie badawcze zaowocowało umiejętnościami wykorzystania specjalistycznego oprogramowania i aparatury pomiarowej. Wszystko to świadczy o **umiejętności Autora do prowadzenia badań naukowych** pozwalających rozszerzyć wiedzę dotyczącą uprawianej dyscypliny naukowej.

Treść rozprawy jest zrozumiała, zawiera niezbędne sformułowania, zastosowana terminologia jest prawidłowa, a przyjęte oznaczenia i symbole są czytelne. Liczne rysunki ilustrują omawiane zagadnienia. Podsumowując należy stwierdzić, że badania przeprowadzone przez mgra inż. Jacka Kołka są celowe i przydatne zarówno w sensie poznawczym jak i aplikacyjnym. **Stwierdzam, że postawiony w pracy cel, dzięki zastosowanym metodom badawczym i opracowaniu nowych rozwiązań technicznych, został osiągnięty, a teza udowodniona.**

Wniosek

Przedstawione w rozprawie doktorskiej pt. „*Rezonansowy, półprzewodnikowy generator impulsów wysokiego napięcia do wytwarzania plazmy nietermicznej*” zagadnienia związane z analizą, badaniami i zastosowaniem tego typu urządzeń należy uznać za istotne pod względem naukowym, jak i w procesie ich analizy i projektowania.

Pan mgr inż. Jacek Kołek wykazał się bardzo dobrą znajomością badanych zagadnień oraz umiejętnością formułowania i rozwiązywania problemów naukowych.

Według mojej oceny, przedstawiona rozprawa spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zgodnie z ustawą z dn. 14 marca 2003 r. *o stopniach naukowych i tytule naukowym ...* (z późniejszymi zmianami) w odniesieniu do dyscypliny Elektrotechnika (obecnie Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika). Wniosuję o **przyjęcie rozprawy i dopuszczenie mgra inż. Jacka Kołka do publicznej obrony rozprawy doktorskiej** na Wydziale Elektrycznym ZUT w Szczecinie.

Stawiam także **wniosek o wyróżnienie** tej rozprawy doktorskiej.

Jan Mućko

