

Wrocław, 01.08.2019 r.

Prof. dr hab. inż. Jan IŻYKOWSKI

Politechnika Wrocławska

Wydział Elektryczny

Katedra Energoelektryki

Jan.Izykowski@pwr.edu.pl

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

MGR. INŻ. TOMASZA BEDNARCZYKA

p.t. „ADAPTACYJNA WIELOKRYTERIALNA FUNKCJA PORÓWNAWCZA

NAPIĘCIA DODAWCZEGO ZABEZPIECZENIA

ELEKTROENERGETYCZNEGO TRANSFORMATOROWEGO

PRZESUWNICA FAZOWEGO”

I. Podstawa wykonania recenzji

Opiniowana rozprawa doktorska powstała w Instytucie Elektroenergetyki i Sterowania Układów Politechniki Śląskiej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Adriana Halinki oraz dr inż. Mateusza Szablickiego jako promotorem pomocniczym. Recenzja została sporządzona w związku z uchwałą Rady Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej.

II. Ogólna charakterystyka tematyki rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Tomasza Bednarczyka jest poświęcona analizie związanej z elektroenergetyczną automatyką zabezpieczeniową transformatorowego przesuwника fazowego. W ostatnich latach, tematyka ta jest na świecie, ale również w Polsce, intensywnie rozwijana. Ma to związek z licznymi aplikacjami w systemie elektroenergetycznym. Przesuwniki fazowe są głównie instalowane na połączeniach



transgranicznych, a w przyszłości przewiduje się powszechne instalowanie ich również w sieci dystrybucyjnej. Temat zabezpieczeń elektroenergetycznych tego ważnego elementu systemu elektroenergetycznego nie jest całkowicie rozwiązany, między innym przez stawianie coraz to nowych zwiększonych wymagań dla ochrony tego urządzenia. Recenzowana rozprawa bardzo dobrze wpisuje w tę nowoczesną tematykę.

Zakres badań tej rozprawy, bazujących na wynikach uzyskanych w symulacjach komputerowych, uważam za jako bardzo szeroki. Te badania mają za zadanie wypełnić lukę w dotychczasowych badaniach prowadzonych na świecie i w Polsce.

Recenzowana rozprawa wpisuje się w **zakres nauk technicznych, w dyscyplinę automatyka, elektronika i elektrotechnika** i dotyczy nowoczesnych układów automatyki zabezpieczeniowej dla ważnego elementu systemu elektroenergetycznego, jakim jest transformatorowy przesuwnik fazowy.

III. Główne rezultaty rozprawy, ocena tezy

Układ rozprawy jest logiczny i w zupełności go akceptuję. W szczególności, rozprawa składa się z następujących elementów:

- Rozdział 1: Wprowadzenie.
- Rozdział 2: Transformatorowe przesuwniki fazowe.
- Rozdział 3: Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa TPF.
- Rozdział 4: Ocena działania wybranych funkcji zabezpieczeniowych.
- Rozdział 5: Koncepcja nowej funkcji zabezpieczeniowej dedykowanej dla TPF.
- Rozdział 6: Podsumowanie i wnioski końcowe.
- Rozdział 7: Literatura.
- Załączniki.

Cel, teza i zakres rozprawy zostały określone w punkcie 1.2. Zaletą rozprawy jest jasne nakreślenie jej zakresu, który sprowadza się „do opracowania koncepcji nowej funkcji zabezpieczeniowej do ochrony transformatorowego przesuwnika fazowego przed skutkami zakłóceń zwarciovych, jako rozwiązanie alternatywne lub uzupełniające do obecnie stosowanego”. Cel ten oceniam jako ambitny.



Teza brzmi: „Wykorzystanie wielkości charakteryzujących stan pracy transformatorowego przesuwnika fazowego, wyznaczonych na bazie ogólnodostępnych sygnałów pomiarowych i danych obiektowych z użyciem techniki nadążnej, umożliwi poprawę detekcji i eliminacji zakłóceń zwarciovych zaistniałych w transformatorowym przesuwniku fazowym” i jest zrozumiała oraz zasadna.

Dla udowodnienia tej tezy Doktorant zrealizował kilkanaście elementów, z których najważniejsze to:

1. Opracowanie symulacyjnego modelu komputerowego dla transformatorowego przesuwnika fazowego, wraz z torem akwizycji sygnałów.
2. Przeprowadzenie wszechstronnej analizy działania dotychczasowych układów automatyki zabezpieczeniowej dla funkcji różnicowoprądowej oraz funkcji podimpedancyjnej.
3. Sformułowanie nowej koncepcji zabezpieczeniowej dla przesuwnika fazowego i przeanalizowanie jej działania, w porównaniu z dotychczasowymi rozwiązaniami.

Ad. 1. Symulacyjny model komputerowy został opracowany w powszechnie akceptowanym środowisku programowym, a przyjęty układ funkcjonalny jest właściwy. Również zakres zmienności parametrów dla zakłóceń zwarciovych jest w rozsądnym przedziale. W modelu nie uwzględniono przekładników transformujących sygnały, lecz podzielam zdanie Doktoranta, że na tym etapie badań jest to właściwe.

Ad. 2. Przyjęte parametry zakłóceń zwarciovych w przyjętych badaniach ilościowych uważam za właściwe i wystarczające do zdiagnozowania wad dotychczasowych układów zabezpieczeniowych, obecnie stosowanych.

Ad. 3. Opracowano nową koncepcję zabezpieczeniową wykorzystującą pozorną moc różnicową. Wykorzystanie mocy różnicowej jako wielkości kryterialnej jest właściwe. Potwierdziły to badania sprawdzające poprawność realizacji tej funkcji. Badania te zostały przeprowadzone poprawnie i w wystarczającym zakresie.

Sposób rozwiązania problemów postawionych w rozprawie wskazuje zatem na dobre opanowanie i zrozumienie przez jej Autora wielu różnorodnych zagadnień, co



było konieczne do realizacji tej pracy. Nabyta wiedza w trakcie realizacji rozprawy i uzyskane rezultaty należy uznać za jej pozytywne efekty.

Spis literatury zawiera 90 pozycji, a dodatkowo wyszczególniono jeszcze kilkanaście dokumentów o charakterze prawnym, katalogi i raporty. Stwierdzam, że Doktorant korzystał z aktualnej literatury. Literatura została wybrana właściwie i jest w pracy wykorzystywana poprawnie. W spisie literatury jest 7 pozycji współautorstwa mgr inż. Tomasza Bednarczyka, co należy uznać za Jego wyróżniający dorobek publikacyjny z tematyki rozprawy. Jest on bardzo dobrze przygotowany do prowadzenia samodzielnej pracy naukowo-badawczej i publikowania ich rezultatów, w tym o zasięgu międzynarodowym.

IV. Uwagi - pytania

Następujące problemy nasuwają się przy czytaniu tej rozprawy, które można jeszcze rozwiązać dla dalszej poprawy rozważanej funkcji zabezpieczeniowej.

1. Jakie zaawansowane metody cyfrowego przetwarzania sygnałów można by rozważyć dla polepszenia rezultatów w stanach dynamicznych.
2. Jaka jest opinia Doktoranta w sprawie możliwości poprawy funkcji zabezpieczeniowych, w wyniku zastosowania zwiększonej (niż rozważono w rozprawie) dostępności sygnałów pomiarowych?

V. Uwagi dotyczące redakcji pracy

Rozprawa jest napisana poprawnym językiem, z bardzo małą liczbą błędów edytorskich i jest przeto zrozumiała. Z obowiązku recenzenckiego zestawiam poniżej wybrane uwagi redakcyjne:

1. Szata graficzna pracy jest niezwykle staranna, chociaż w niektórych przypadkach analizowanie szczegółów jest utrudnione ze względu na zbyt mały rozmiar rysunków.
2. Brak wykazu oznaczeń i akronimów utrudnia czytanie pracy.
3. Dane bibliograficzne niektórych pozycji literaturowych są niepełne (np. [25], [34], [36], ...).

J. Kijak

4. Str. 48 – Tabela 4: miejsce zwarcia 6 → w komentarzu dotyczącym miejsca zwarcia 6 powinna być linia L1, a nie L2.
5. Str. 92, ostatni akapit – brak numeru rysunku do którego jest odwołanie.
6. Str. 109 – identycznie jak w uwadze powyżej, tj. brak jest numeru rysunku do którego jest odwołanie.

Chciałbym jednak podkreślić, że wyszczególnione powyżej usterki redakcyjne nie przekreślają mojej ogólnej, bardzo wysokiej oceny strony redakcyjnej rozprawy, a szczególnie ta wysoka ocena dotyczy prezentacji uzyskanych rezultatów.

VI. Wniosek końcowy

Konkludując, moja ocena rozprawy doktorskiej przedstawionej przez mgr inż. Tomasza Bednarczyka jest **bardzo pozytywna**. Uważam, że rozprawa ta wnosi istotny wkład do rozwoju problematyki automatyki zabezpieczeniowej transformatorowego przesuwника fazowego. Opiniowana rozprawa doktorska stanowi oryginalne podejście do rozwiązania interesującego, aktualnego i ważnego dla praktyki problemu naukowego. Przedstawione przez Autora rozprawy rezultaty badań oceniam bardzo wysoko oraz jako bardzo interesujące. Doktorant wykazał się przy tym posiadaną i nabytą wiedzą z zakresu tematyki rozprawy doktorskiej oraz umiejętnością prowadzenia badań naukowych. Badania zostały przeprowadzone w stosunkowo szerokim zakresie i ze sprawnym zastosowaniem nowoczesnych narzędzi programowych.

Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że rozprawa opracowana przez mgr inż. Tomasza Bednarczyka **spełnia, i to z nadmiarem**, kryteria oraz wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym...(tekst jednolity Dz. U. 2017) oraz towarzyszących jej aktach prawnych w dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika, określającej w rozporządzeniu MNiSzW z 2019 r., której zakres obejmuje dotychczasową dyscyplinę Elektrotechnika, zapisaną w Rozporządzeniu MNiSzW z 2011 r. **Wnioskuje o dopuszczenie mgr inż. Tomasza Bednarczyka do publicznej obrony.**

