

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Tomasza Bednarczyka

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej prof. Pawła Sowy z dnia 26.06.2019 r.

Tytuł rozprawy

„Adaptacyjna wielokryterialna funkcja porównawcza napięcia dodatkowego zabezpieczenia elektroenergetycznego transformatorowego przesuwника fazowego”

1. Wybór tematu rozprawy

Coraz częstsze wykorzystywanie trójfazowych przesuwników fazowych (TPF) jako strategicznego elementu SEE spowodowało konieczność określenia struktury elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej (EAZ) jaka ma być stosowana do ochrony TPF przed skutkami zwarć. Efektem dotychczasowych prac było opracowanie przewodnika, w którym opisano strukturę EAZ dedykowanej dla ochrony TPF. Jednak sugerowanymi elementami składowymi tej struktury są zabezpieczenia „klasyczne”, wykorzystujące kryteria zabezpieczeniowe, które nie uwzględniają zmiennych w czasie normalnej pracy TPF parametrów, tj. m.in. przesunięcia fazowego fazy napięć po obu stronach TPF i impedancji wewnętrznej, zależnych od wysterowania TPF. Powoduje to, że w wielu przypadkach poszczególne zabezpieczenia struktury EAZ urządzeń TPF wykazują błędne działania. Na przełomie wielu ostatnich lat kilku autorów zajmowało się tematyką EAZ TPF, skupiając swoje prace badawcze w zakresie poprawy warunków działania kryterium różnicowoprądowego, które obecnie jest stosowane jako podstawowe zabezpieczenie urządzeń TPF. Dotychczas nie napotkano znamion poszukiwania alternatywnego zabezpieczenia, które ma pełnić pewną ochronę rezerwową TPF względem zabezpieczenia podstawowego. Obserwowany brak propozycji alternatywnych rozwiązań lub koncepcji poprawiających funkcjonowanie EAZ TPF skłonił

mgr inż. Tomasza Bednarczyka do sformułowania następującego zasadniczego celu recenzowanej rozprawy:

Opracowanie koncepcji nowej funkcji zabezpieczeniowej dedykowanej do ochrony TPF przed skutkami zakłóceń zwarciovych, stanowiącej rozwiązanie alternatywne lub uzupełniające obecnie stosowane funkcje zabezpieczeniowe.

Mając na uwadze obserwowane tendencje rozwojowe EAZ oraz priorytety działań organizacji naukowo-technicznych zajmujących się tematyką elektroenergetyki, Doktorant postawił następującą tezę:

Wykorzystanie wielkości charakteryzujących stan pracy TPF, wyznaczanych na bazie ogólnodostępnych sygnałów pomiarowych i danych obiektowych z użyciem technik adaptacji nadążnej, umożliwi poprawę detekcji i eliminacji zakłóceń zwarciovych zaistniałych w TPF.

Zarówno temat pracy, jak również sformułowany przez mgr inż. Tomasza Bednarczyka jej cel oraz teza nie budzą wątpliwości zarówno co do praktycznego zastosowania, jak też w zakresie naukowego charakteru postawionego problemu.

2. Ogólna ocena rozprawy

Opiniowana rozprawa zawiera 147 stron tekstu wraz z ilustracjami i wzorami (od strony 123 Załącznik nr 1,2,3) oraz spisem literatury obejmującym 116 pozycji.

Podstawowy **cel pracy** został sformułowany, sformułowane zostały zagadnienia jako cele cząstkowe. Można przypuszczać, że celem aplikacyjnym pracy była dokładna ocena możliwości i skuteczności zastosowania różnych funkcji do realizacji układu EAZ . Celem naukowym było natomiast (co oczywiste) udowodnienie tezy pracy.

Co do **tezy pracy** sądzę, że została ona w pełni udowodniona, ale możliwe było inne jej sformułowanie, tak aby zawierała ona wprowadzony przez Doktoranta termin PWR, a nie ogólnikowe stwierdzenie, że „można to zrobić jeszcze inaczej niż dotychczas”.

Pozycje literatury zostały zestawione prawidłowo, co więcej są one Autorowi znane ponieważ cytuje je bardzo obszernie i w odpowiednich miejscach swojej rozprawy.

Praca jest napisana w sposób staranny, prostym technicznym językiem, łatwym do zrozumienia. Bardzo dużym atutem pracy jest jej właściwa kompozycja i układ. Autor prawidłowo przedstawił zasady budowy i działania układów TPF, stopniowo wprowadził Czytelnika w zagadnienia idei zastosowania i problemy budowy przesuwników fazowych, od podstawowych i prostych zależności matematycznych, po omówienie ich modeli obliczeniowych oraz opis konstrukcji i nawet wyglądu.

Tym samym kompozycja pracy wydaje się być niemal modelowa, jeśli rozpatruje się problematykę objętą dziedziną nauk technicznych: sformułowanie problemu technicznego bliskiego praktyce, ale przy równoczesnym dobrym umocowaniu naukowym, opracowanie modeli matematycznych, wybór metody rozwiązania problemu i przeprowadzenie dowodu że jest ona skuteczna.

Ponieważ Autor wykonał duże zadanie badawcze, opis tego zadania wymagał bez wątpienia umiejętności redagowania rozpraw naukowych i raportów. Tę umiejętność Autor opanował w bardzo dobrym stopniu, a forma edycyjna pracy, jakość rysunków, ich kolorystyka, symbolika i oznaczenia są na poziomie przekraczającym często podobne parametry profesjonalnie wydawanych podręcznikach i monografiach.

Podsumowując, ogólna ocena rozprawy, jest w bardzo pozytywna.

3. Uwagi szczegółowe i krytyczne

Oceniając bardzo pozytywnie przedmiot rozprawy i uzyskane wyniki, pragnę także zwrócić uwagę na kwestie dyskusyjne.

W sensie merytorycznym moje wątpliwości (i prośbę o komentarz Autora) budzą wymienione niżej elementy pracy (przedstawiam je częściowo także w formie pytań).

1. Tytuł rozprawy jest zbyt rozbudowany, pomimo jasnego sformułowania jej celu i tezy.
2. W rozprawie zastosowano skróty pochodzące z języka polskiego (np. TPF), czy Autor nie rozważał zastosowania jednolitej terminologii bazującej na języku angielskim, co ułatwiłoby porównanie tekstu z tekstami anglojęzycznymi oraz dało możliwość łatwego przejścia do publikacji napisanych na podstawie rozprawy.
3. Termin „pozorna moc różnicowa”, czyli PMR jest dość nieszczęśliwy, zwłaszcza, że Autor w innych miejscach rozprawy używa terminu „różnicowa moc pozorna” który wydaje się być bardziej poprawny. Chodzi bowiem niewątpliwie o moc pozorną,

której dodatkową właściwością jest to, że do jej wyznaczenia stosuje się wielkości różnicowe. Dlaczego więc „pozorna moc” ?

4. Autor nie przedstawił praktyki zabezpieczania układów TPF stosowanych przez ich dostawców i producentów (chodzi o firmy globalne ABB, Siemens, Hitachi).
5. Pomimo wielokrotnego stosowania liczbowych symboli zabezpieczeń wg ANSI (Protection and Control Device Numbers and Functions) Autor nie zamieścił (nawet w załączniku) ich osobnego opisu, co byłoby wskazane z punktu widzenia zrozumienia tekstu.

4. Uwagi końcowe, podsumowanie, spełnienie wymogów ustawowych

W recenzowanej rozprawie przedstawiono koncepcję nowej funkcji zabezpieczeniowej (PMR) dedykowanej do ochrony układów TPF przed skutkami zakłóceń zwarciovych. Tym samym postawiony zasadniczy cel rozprawy został osiągnięty. Zaproponowana koncepcja funkcji PMR, której strukturę procesową oparto na bazie ogólnodostępnych sygnałów pomiarowych oraz informacji opisujących stan pracy TPF, jest predestynowana dla TPF symetrycznego, dwurdzeniowego, co stanowi układ najbardziej skomplikowany pod względem zestawu funkcjonalnego EAZ i jednocześnie najczęściej spotykany typ konstrukcyjny TPF. Dla założonego celu zdefiniowania nowej funkcji zabezpieczeniowej dla TPF wskazano wielkości charakteryzujące stan pracy TPF (fazory napięcia dodawczego wprowadzanego przez TPF do gałęzi sieciowej oraz przesunięcie fazowe między fazorami napięć po obu stronach TPF), których wykorzystanie pozwoliło zdefiniować wielkości odniesienia niezbędne do nadążnej adaptacji składników wielkości kryterialnej funkcji PMR. Bazą do określenia wielkości odniesienia są ogólnodostępne sygnały pomiarowe oraz dane obiektowe. Składowe wielkości kryterialnej funkcji PMR, tj.: fazor składowej zgodnej napięcia dodawczego oraz fazor składowej zgodnej prądu różnicowego, służą do wyznaczenia pozornej mocy różnicowej, stanowiącej wielkość kryterialną proponowanej funkcji PMR. Nadążna adaptacja składników wielkości kryterialnej tej funkcji jest niezbędna do uwzględnienia zmian parametrów pracy TPF w stanie normalnym, implikowanych m.in. zmianą wysterowania TPF, zmianą poziomu obciążenia gałęzi sieciowej z TPF.

Ustawa o stopniach i tytule naukowym (art.13) wymaga aby rozprawa doktorska stanowiła oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. To wymaganie opiniowana rozprawa bez wątplenia spełnia, a sposób rozwiązania problemu

przedstawiony w pracy jest obiecujący i dający możliwość praktycznego wykorzystania. Ustawa formułuje pod adresem doktoranta oczekiwania, aby wykazał się on wiedzą w danej dyscyplinie, umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz umiejętnością przedstawienia jej wyników. Te wszystkie cechy i umiejętności mgr inż. Tomasz Bednarczyk niewątpliwie posiada, co udowodnił w rozprawie i w wykonanych w ramach tej rozprawy obliczeniach komputerowych. Jego wiedza teoretyczna w dyscyplinie elektrotechnika została przekonująco udowodniona.

Lista istotnych wniosków i osiągnięć rozprawy, które powinny być uznane za jej i Doktoranta oryginalny dorobek zawiera elementy wymienione na stronach 112-115. Praca powinna zainteresować producentów układów EAZ oraz operatora sieci przesyłowej, który skłoniłby ich (producentów) do tego zainteresowania.

Pragnę podkreślić, że Doktorant od początku do końca pracy konsekwentnie realizuje jej cel, „panuje” nad jej tekstem, pomimo drobnych potknięć w jasny i zrozumiały sposób pokazuje wszystkie istotne elementy pracy: genezę, tezę, zakres, przegląd wiedzy istniejącej, sformułowania problemu, rozwiązanie problemu, testy, podsumowanie i literaturę.

Biorąc przedstawioną wyżej ocenę pod uwagę stwierdzam, że opiniowana rozprawa mgr inż. Tomasza Bednarczyka odpowiada wymaganiom ustawowym stawianym przed rozprawami doktorskimi (Ustawa o stopniach i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 r.) i wnoszę o dopuszczenie jej Autora do publicznej obrony.

Jednocześnie wnoszę o wyróżnienie rozprawy z uwagi na niezwykle dojrzałe i przekonujące połączenie problematyki znajdującej odzwierciedlenie w praktyce z umiejętnością zastosowania do rozwiązania problemu naukowego aparatu obliczeniowego i analitycznego o wyraźnych cechach oryginalności.

