

Kraków 2015-12-09

dr hab. inż. Andrzej Bień prof. n. AGH

Katedra Energoelektroniki i Automatyki Systemów Przetwarzania Energii
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica
al. Mickiewicza 30
30-059 Kraków

Recenzja rozprawy doktorskiej, autor: mgr inż. Bartosz Dominikowski pt.

Korekcja właściwości metrologicznych trakcyjnych liczników energii elektrycznej

Recenzję wykonano w odpowiedzi na pismo Pana Dziekana
prof. dr hab. inż. Andrzeja Bartoszewicza z dnia 2015.09.24

1. Dane bibliograficzne rozprawy

Rozprawa zawiera 176 stron. Składa się z siedmiu rozdziałów z podrozdziałami, trzech dodatków oraz bibliografii obejmującej 159 pozycji (w tym adresy dokumentów internetowych). Po spisie treści umieszczono wykaz stosowanych oznaczeń i akronimów.

2. Ocena tematu rozprawy

Recenzowana praca jest związana z zastosowaniem liczników energii elektrycznej do pomiarów energii elektrycznej pobieranej przez zestawy trakcyjne, dotyczy ich korekcji a więc poprawy parametrów metrologicznych. Tematyka ta jest znana już od kilkudziesięciu lat ale wcześniej była traktowana marginalnie, mówiło się o szacowaniu zużywanej energii elektrycznej. Sytuacja ta uległa diametralnej zmianie wraz z pojawieniem się nowoczesnych technologii przetwarzania sygnałów np. procesory DSP, algorytmy dedykowane dla struktur

cyfrowych. Z drugiej strony dla celów rzetelnych rozliczeń ekonomicznych istnieje potrzeba poprawy dokładności pomiarów tj. zmniejszenie niepewności pomiarów. Należy też zauważyć zmiany techniczne w konstrukcjach napędów trakcyjnych powodujące istotne problemy pomiarowe związane z dynamiką sygnałów napięć i prądów. W świetle tych faktów temat rozprawy doktorskiej jest dobrany poprawnie, umożliwiając wskazanie nowych rozwiązań badawczych w tym obszarze. Należy zauważyć, że problematyka wskazana w temacie rozprawy ma też zastosowanie w stałoprądowych liniach przesyłowych energii elektrycznej.

3. Ogólna charakterystyka rozprawy

Ogólna charakterystyka recenzowanej rozprawy dotyczy wskazania zalet i wad tekstu oraz zwrócenia uwagi na zagadnienia, które mają zdaniem recenzenta charakter dyskusyjny.

Recenzent przedstawiając analizę tekstu w tym punkcie chce wskazać interesujące wątki w tekście i wątki które należy przedyskutować.

Rozdział: Wstęp.

W rozdziale tym autor rozprawy przedstawia obszar którego dotyczy treść rozprawy. Można przyjąć, że jest to przedstawienie motywacji podjętych i opisanych prac. W szczególności wskazano poprzez krótką charakterystykę rodzaje obecnie stosowanych liczników energii elektrycznej stosowanych przez przewoźników kolejowych. Część końcowa rozdziału przedstawia ideę pracy.

W opisie aktualnych rozwiązań pomiarowych nie przedstawiono ich krytycznej oceny np. stosowanie przetworników sigma delta (str. 10) wiąże się z ograniczeniami, jak te ograniczenia wpływają na obszar stosowania licznika energii elektrycznej? Które właściwości metrologiczne ulegają pogorszeniu dla istniejących konstrukcji?

Rozdział 1: Cele i tezy rozprawy

W rozdziale podano tezy pracy:

1. Korekcję błędów trakcyjnych liczników energii elektrycznej instalowanych w elektrowozach można zrealizować w sposób ciągły przez modyfikację stałej przetwarzania toru prądowego tych liczników.
2. Stałą przetwarzania toru prądowego licznika wyznaczyć można za pomocą sterownika rozmytego, którego sygnałami wejściowymi są: wartość chwilowa i szybkość zmian

prądu zasilającego jednostkę napędową, oraz informacja o wartości poślizgu indukcyjnego silnika napędowego elektrowozu.

Następnie podano zestawienie prac jakie autor rozprawy wykonał dla wykazania poprawności przedstawionych tez. Rozdział ten jest kontynuacją przedstawionych wcześniej motywacji i jednoznacznie określa zakres pracy.

Czy nie lepiej jest użycie pojęcia niepewności pomiaru zamiast błędu pomiaru w kontekście pomiarów wartości energii elektrycznej do celów rozliczeniowych?

Rozdział 2: Rzeczywiste przebiegi prądu i napięcia w trakcyjnych liniach zasilających.

Rozdział ten zawiera cztery zagnieżdżone podrozdziały. Podany opis sygnałów prądów i napięć jest wprowadzeniem w problematykę pomiaru energii elektrycznej dla sieci trakcyjnej, sieci stałoprądowej lub sieci o niskiej częstotliwości. W tym celu opisano podstawowe własności stosowanych w trakcji napędów. Cennym elementem tego rozdziału jest opis sygnałów zarejestrowanych na rzeczywistym obiekcie i ich podstawowa analiza. Podrozdziały 2.2.1 oraz 2.2.2 są rozwinięciem problemu definicji mocy elektrycznych przy przebiegach odkształconych. Uważam, że powinny być zawarte w osobnym rozdziale. Co to jest składowa tętniąca mocy? Jak to określenie jest odzwierciedlane w teorii mocy? Podana problematyka mocy dla napędów trakcyjnych jest przydatna dla dalszej lektury pracy.

Rozdział 3: Trakcyjne liczniki energii elektrycznej.

W rozdziale tym opisano typową konstrukcję licznika energii elektrycznej dla zastosowań trakcyjnych. Autor pracy skupił się na liczniku firmy LEM oraz liczniku produkcji polskiej (bez wskazania producenta). Opis budowy tych liczników i krytyczne uwagi związane z obwodami wejściowymi i własnościami napędów, które monitorują jest bardzo dobrym wskazaniem potrzeby realizacji badań sygnalizowanych w tezach pracy. W szczególności zasygnalizowana jest budowa rezystancyjnych dzielników napięciowych i problemów separacji galwanicznej w obwodach pomiarowych. Obwody prądowe zostały opisane bardziej pobieżnie – uwaga ta dotyczy dynamiki.

Rozdział 4: Kondycjonery sygnałów.

Krótki rozdział wskazujący obszar kondycjonowania sygnałów w aparaturze pomiarowej. Rozdział jest ważnym elementem pracy ponieważ wskazuje w ostatnim akapicie w którym

obszarze autor rozprawy będzie wykazywał poprawność tezy. Zdanie zaczynające się na stronie 74(2 linijka od dołu), a kończące się wraz z akapitem wymaga wyjaśnienia.

Rozdział 5: Korekcja błędów liczników trakcyjnych.

Jest to podstawy rozdział rozprawy. Autor w pierwszym podrozdziale wskazuje na problematykę pomiaru mocy i energii elektrycznej za pomocą cyfrowych przyrządów pomiarowych. Szczególną uwagę zwraca się na tor prądowy, czyli to w którym występuje duża dynamika zmian sygnału mierzonego. W pierwszym podrozdziale wskazano jak zamierza się wykazać tezy pracy tj. zastosowanie sterownika rozmytego do korekcji charakterystyk torów pomiarowych. W tym celu następne rozdziały rozwijają ten temat opisując kondycjoner z wbudowaną strukturą przełączanego wzmacniacza pomiarowego. Jest to oryginalny dorobek autora wprowadzający rozwiązanie problemów postawionych w tezach pracy. Następnie opisano podstawowe własności sterowania rozmytego. Tekst ten ułatwia czytanie zasadniczej części pracy. Rozdział kończy się wykazaniem poprawności zaproponowanych rozwiązań. Dużą liczbą wyników eksperymentów potwierdza poprawność tezy pracy.

Rozdział 6: Implementacja wartości ostrej stałej przetwarzania, w układzie korekcyjnym prądowego toru pomiarowego.

Podsumowanie rozważań z rozdziału 5 posłużyło do konstrukcji tego rozdziału. Jest to opis implementacji podanych dowodów tezy. Autor wskazał jak praktycznie zastosować wyniki rozważań by zbudować licznik energii elektrycznej o lepszych właściwościach metrologicznych. Wskazano praktyczne struktury i ich wybrane charakterystyki.

Rozdział 7: Podsumowanie i uwagi końcowe.

W tym rozdziale autor wskazuje jak rozwiązał postawione problemy i wykazał poprawność tezy. Cel w postaci zaproponowania konstrukcji licznika energii elektrycznej z zastosowaniem sterownika rozmytego uważam, że został osiągnięty.

Dodatki.

Dodatek do rozdziału 3: liczniki elektroniczne oraz obwody wejściowe.

Dodatek zawiera zestawienie najpopularniejszych układów scalonych realizujących pomiar mocy i energii elektrycznej oraz elementy obwodów wejściowych napięciowych i

prądowych. Opisano procedurę sprawdzania liczników oraz przytoczono dokumenty normalizacyjne dotyczące tematyki pracy.

Dodatek do rozdziału 5: parametry elektryczne monolitycznych mnożników.

Krótkie zestawienie popularnych układów mnożących. Szkoda, że autor nie przeprowadził nawet krótkiej dyskusji o ich własnościach użytkowych.

Dodatek do rozdziału 7: panel okna programu Fuzzy Logic Toolbox.

Autor rozprawy w swoich badaniach stosował pakiet Matlab i jego biblioteki. Rozdział ten jest opisem biblioteki Fuzzy Logic Toolbox, a w zasadzie programu użytkowego stosowanego do projektowania sterowników rozmytych i ich badań symulacyjnych. Dodatek ten umożliwi samodzielne odtworzenie wyników opisywanych w rozdziale 7.

4. Wartość merytoryczna wyników rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska jest prawidłowym i rzetelnym rozwiązaniem zadania naukowo – badawczego z obszaru elektrotechniki. Rozprawa zawiera konieczne etapy do przeprowadzenia takiego zadania:

- sformułowanie problemu,
- opis zjawisk związanych z tematyką rozprawy i ich odzwierciedlenie w literaturze,
- rozwiązanie zadania badawczego,
- badania modelowe i eksperymentalne weryfikujące proponowane metody.

Całość rozprawy stanowi cenny wkład w bardzo aktualną dziedzinę nauki i techniki związaną z pomiarami parametrów sygnałów elektrycznych.

5. Uwagi ogólne i krytyczne

Za podstawowe osiągnięcie pracy uważam zaproponowanie oryginalnej metody korekcji charakterystyk obwodów wejściowych dla liczników energii elektrycznej. Jako podstawowe wybrano liczniki stosowane w trakcji elektrycznej ale z pewnością rozważania zawarte w rozprawie można rozszerzyć na liczniki stosowane w sieciach energetycznych. Autor rozprawy zauważał to w niektórych komentarzach ale powinien i dla takich zastosowań przeprowadzić stosowną analizę.

Zestawienie bibliografii jest bogate. W pracy daje się zauważyć pewne skrótowe myślowe nie zawsze podparte cytowaną literaturą.

Podczas obrony proszę Doktoranta o ustosunkowanie się do uwag przedstawionych w charakterystyce rozprawy.

6. Uwagi inne (wybrane)

1. W pracy zauważono wyraźne uproszczenie terminu błąd, w obszarze metrologii przy badaniach eksperymentalnych używa się pojęcia niepewności. Autor rozprawy podczas publicznej obrony powinien odnieść się do tej uwagi.
2. Podział tekstu pracy na rozdziały i podrozdziały jest nieprzejrzysty, utrudnia czytanie.
3. W tekście użyto zwrotów żargonowych, np. pin.

7. Ocena ogólna i wniosek końcowy

Poczynione uwagi ogólne i szczegółowe (niektóre dyskusyjne) nie zmieniają pozytywnej opinii na temat recenzowanej rozprawy doktorskiej.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Bartosza Dominikowskiego stanowi poprawne opracowanie dotyczące aktualnego zagadnienia naukowo-technicznego, dowodząc opanowania przez doktoranta dyscyplin naukowych związanych z tematyką recenzowanej rozprawy.

Biorąc powyższe stwierdzenia pod uwagę uważam, że praca mgr inż. Bartosza Dominikowskiego pt. „Korekcja właściwości metrologicznych trakcyjnych liczników energii elektrycznej” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, oraz Ustawę z dnia 11 lipca 2014 r. o zmianie ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym oraz niektórych innych ustaw.

Stawiam wniosek o dopuszczenie przedstawionej rozprawy do publicznej obrony.

Andrzej Pocięci