

Kraków 2015-08-31

dr hab. inż. Andrzej Biń 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. Marek Sieja pt.

Metrologiczna ocena dokładności systemów przeznaczonych do pomiarów dynamicznych i jej realizacja na wybranych przykładach

Recenzję wykonano w odpowiedzi na pismo Pana Dziekana Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej, Politechniki Krakowskiej prof. dr hab. inż. Adama Jagiełło

1. Dane bibliograficzne rozprawy

Rozprawa zawiera 114 stron. Składa się z czternastu rozdziałów, spisu literatury – dwa zestawienia obejmujące łącznie 94 pozycje oraz załącznik w postaci płyty CD. Na końcu pracy umieszczono wykaz symboli i oznaczeń.

2. Ocena tematu rozprawy

Metrologia wielkości dynamicznych jest obecnie podstawowym obszarem prac badawczych i stosowanych. Jest to związane z koniecznością sterowania obiektami w czasie rzeczywistym. Należy zwrócić uwagę na problemy formalne: standaryzację i możliwości porównywania systemów pomiarowych stosowanych w diagnostyce i sterowaniu obiektów dynamicznych tj. zmieniających się w czasie. W tym obszarze ukazują się liczne publikacje i toczą się dyskusje na konferencjach. Recenzowana praca związana jest z oceną błędów systemów dynamicznych – akcelerometrów i możliwościami ich klasyfikowania dla oceny metrologicznej.

Autor rozprawy doktorskiej skupił się na metodyce ocen błędów dynamicznych zgodnie z dyrektywą JCGM 100:2008 proponując swoje oryginalne rozwiązania.

3. Ogólna charakterystyka rozprawy

Omówienie w recenzji poszczególnych rozdziałów rozprawy ograniczono do podkreślenia zalet i wad tekstu oraz zwrócono uwagę na zagadnienia, które mają zdaniem recenzenta charakter dyskusyjny.

Rozdział 1: Wstęp.

W rozdziale tym autor rozprawy przedstawia obszar którego dotyczy treść rozprawy wskazując, że podstawowym obszarem jest dobór sygnałów testowych i metodyka oceny systemów pomiarowych. Szkoda, że pisząc o literaturze z obszaru pracy nie podano wskazania. Spis literatury zawiera takie pozycje.

Rozdział 2: Teza pracy.

W rozdziale podano tezę pracy:

Istnieje możliwość wyznaczania błędów generowanych przez systemy pomiarowe przeznaczone do pomiarów dynamicznych w taki sposób, aby uzyskany wynik zapewniał ich wzajemną metrologiczną porównywalność, a zatem aby odpowiadał na następujące pytania:

- *jaki błąd dynamiczny, niezależnie od kształtu mierzonego sygnału, może być generowany przez system pomiarowy podczas jego użytkowania,*
- *który system pomiarowy mierzy z mniejszym, a który z większym błędem,*
- *czy istnieje możliwość ustalania hierarchii dokładności podobnych systemów pomiarowych niezależnie od ich odmiennych danych znamionowych i konstrukcyjnych oraz różnych zakresów pracy.*

Podano informację jak będzie ona udowodniana. Użyto: „metody oceny dokładności”, chyba chodzi o ocenę błędu granicznego lub niepewności pomiarowej.

Rozdział 3: Zakres i zawartość pracy.

Podano informację o zakresie pracy i obszarze prac autora. Rozdział jest uzupełnieniem rozdziału 2. Nie ma informacji o motywacji autora do zbudowania przedstawionego zakresu pracy.

Rozdział 4: Literaturowy przegląd stosowanych metod wyznaczania błędów dynamicznych.

Wprowadzono informację o pracach oraz publikacjach z tematyki pracy doktorskiej poczynając od pionierskich prac i dalej opisując stan aktualnej wiedzy z tego zakresu, podkreślając prace Committee for Guides in Metrology. Rozdział ten wykazuje potrzebę prac, które autor rozprawy doktorskiej przeprowadził dla wykazania prawdziwości tezy.

Rozdział 5: Ogólna koncepcja obliczania błędów zgodnie z dyrektywą JCGM 100:2008 w oparciu o matematyczny model badanego przetwornika, ograniczenia nakładane na sygnał wzorcujący i złożone kryteria błędu.

W rozdziale opisano założenia i ideę koncepcji JCGM 100:2008 oraz wskazano na kierunek badań dających poprawne rozwiązania. Kierunek ten to zastosowanie sygnałów typu „bang-bang” poparty cytowaną literaturą. Rys. 5.1 będący istotnym elementem tekstu praktycznie nie został opisany.

Rozdział 6: Matematyczne modele akcelerometrów, odpowiedź impulsowa.

Rozważania prowadzone w pracy są skupione w części implementacyjnej na akcelerometrach i systemach pomiarowych z ich zastosowaniem. Koniecznym było przedstawienie modelu akcelerometru i systemu pomiarowego. Opisano podstawowe spotykane akcelerometry. Wartością tego rozdziału jest metodyka budowania modelu oraz wskazanie stopnia ogólności modelu wystarczającego dla osiągnięcia zakładanych celów.

Rozdział 7: Model wzorca.

Zgodnie z koncepcją obliczania błędów dynamicznych uzupełnieniem rozdziału 6 jest rozdział 7. Autor proponuje stosowanie filtrów dolnoprzepustowych jako wzorców. Zaproponowanie w szczególności filtra Butterwortha 15 rzędu jest zaskakujące. Rząd filtra jest wysoki i zdaniem recenzenta jego realizacja jest trudna. Nie uzasadniono wyboru filtra.

Rozdział 8: Parametryczna identyfikacja akcelerometrów.

Rozdział jest opisem metody identyfikacji parametrów akcelerometrów opartej o obowiązujące normy i algorytm L-M. Podano ogólne zależności konieczne dla przeprowadzenia identyfikacji oraz metodykę jej prowadzenia. Rozdział jest to oryginalnym osiągnięciem autora prowadzącym do wykazania tezy rozprawy.

Rozdział 9: Ocena dokładności akcelerometrów dla przypadku błędu całkowokwadratowego.

Dla wykonania eksperymentów klasyfikujących system pomiarowy z akcelerometrem zaproponowano wyznaczenie sygnałów „bang-bang” za pomocą algorytmu genetycznego. Podano adaptację algorytmu genetycznego i wskazano praktyczne parametry obliczeń umożliwiające otrzymanie poprawnych wyników.

Rozdział 10: Błędy akcelerometrów dla kryterium bezwzględnego.

Zastosowanie praktyczne podawanych zależności analitycznych zdaniem autora jest trudne. W tym celu zaprezentowano metodykę generowania sygnału testowego „bang-bang” dla organicznej szybkości narastania sygnału i ograniczonej amplitudzie. Szkoda, że autor nie przeprowadził dyskusji dla otrzymanych zależności.

Rozdział 11: Wyniki identyfikacji parametrycznej.

Podane wcześniej rozważania teoretyczne i przedstawiona metodyka badań w tym rozdziale została opisana w zastosowaniu do wybranego czujnika pomiarowego i systemu pomiarowego. Otrzymane wyniki identyfikacji pokazują poprawność stosowanej metodyki oraz wskazują na spore umiejętności badawcze autora. Opis eksperymentów jest poprawny a wyniki interesujące. Wskazują one na poprawność tezy pracy. Niestety nie podano niepewności pomiarowych dla otrzymanych rezultatów.

Rozdział 12: Wyniki obliczeń dla błędu całkowokwadratowego.

Dla wyników identyfikacji wyznaczono przebiegi czasowe prezentując je w formie graficznej i błędy całkowokwadratowe. Autor zaproponował nowe kryterium oceny metrologicznej systemu pomiarowego z akcelerometrem. Klasyfikacja oparta o to kryterium dała możliwość oceny badanych akcelerometrów. Autor klasyfikując akcelerometry wg zaproponowanych klas A-D wykazał poprawność stawianej tezy.

Rozdział 13: Wyniki obliczeń dla błędu bezwzględnego.

Podobnie jak w rozdziale 12 zaprezentowano wyniki eksperymentów w postaci graficznej i zestawień tabelarycznych. Wprowadzona klasyfikacja jest tutaj węższa ale autor wykazuje, że można ją przeprowadzić. Szkoda, że nie przeprowadzono dyskusji wyników pod kątem zastosowań praktycznych.

Rozdział 14: Wnioski.

Autor stwierdza, że teza została potwierdzona i wskazuje na oryginalne osiągnięcia swoich badań. Zdaniem recenzenta brakuje w tym miejscu wskazania dalszego kierunku badań jakie zdaniem autora powinny być prowadzone nad tematyką rozprawy. Brakuje informacji o możliwych inicjatywach w obszarze standaryzacji.

Dodatek.

Dodatkiem jest płyta CD ze źródłami programów napisanych przez autora rozprawy i stosowanych w prowadzonych eksperymentach.

4. Wartość merytoryczna wyników rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska jest prawidłowym i rzetelnym rozwiązaniem zadania naukowo – badawczego. Rozprawa zawiera konieczne etapy do przeprowadzenia takiego zadania: sformułowanie problemu, opis zjawisk związanych z tematyką rozprawy i ich odzwierciedlenie w literaturze, rozwiązanie zadania badawczego, w końcu badania modelowe i eksperymentalne weryfikujące proponowane metody. Całość stanowi cenny wkład w bardzo aktualną dziedzinę nauki i techniki.

5. Uwagi ogólne i krytyczne

Za podstawowe osiągnięcia pracy uważam:

1. Opracowanie metodyki badań czujników dynamicznych dla ich oceny metrologicznej.
2. Zastosowanie metod numerycznych: L-M, algorytm genetyczny dla eksperymentów pomiarowych.
3. Zaproponowanie kryterium klasyfikacji akcelerometrów.

W pracy daje się zauważyć pewne skróty myślowe nie zawsze podparte cytowaną literaturą.

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

6. Uwagi inne (wybrane)

1. W pracy zauważono wyraźne uproszczenie terminu błąd, brakuje odniesienia do cytowanej dyrektywy w tym obszarze, a w szczególności do pojęcia niepewności.
2. Tytuły niektórych rozdziałów są nieczytelne np. 7, 11

3. Stosowanie pojęcia „dokładność” jest niepoprawne, powinno się mówić o błędzie lub niepewności pomiarowej.
4. Brak rozróżnienia odwołań do literatury podstawowej lub uzupełniającej utrudnia czytanie tekstu.

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. Marka Siei stanowi poprawne opracowanie dotyczące ciekawego i aktualnego zagadnienia naukowo-technicznego dowodząc zadowalającego opanowania przez doktoranta dyscyplin naukowych, z którymi jest związana.

Biorąc powyższe stwierdzenia pod uwagę uważam, że praca mgr inż. Marka Siei pt. „Metrologiczna ocena dokładności systemów przeznaczonych do pomiarów dynamicznych i jej realizacja na wybranych przykładach” 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.