

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Sebastiana Barwinka pt.: „Analiza możliwości programowej realizacji działania wybranych układów do pomiaru składowych impedancji”

1. Ocena wyboru tematyki i zakresu rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska pt.: „Analiza możliwości programowej realizacji działania wybranych układów do pomiaru składowych impedancji” zawiera 164 strony, 107 rysunków, 8 tablic. Składa się z wykazu oznaczeń, 8 rozdziałów numerowanych, w tym rozdział 7 stanowiący spis literatury i rozdział 8 jako załącznik. Rozprawa należy do zakresu badań dyscypliny naukowej Elektrotechnika, specjalność miernictwo elektryczne. Do wersji papierowej dołączona jest płyta CD z rozprawą w pliku pdf.

Tematem rozprawy jest projekt, realizacja oraz analiza i badanie układów quasi-równoważonych do wyznaczania składowych impedancji.

Pomiary impedancji i jej składowych są wykorzystywane w nauce i technice. Dlatego od lat rozwijane są różnego rodzaju metody, np. mostkowe lub rezonansowe. Wśród metod takich można wyróżnić szczególną klasę, która jest przedmiotem przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej. Są to metody quasi-równoważone, w których przy użyciu elementu regulacyjnego doprowadza się do stanu, w którym między wybranymi sygnałami występuje przesunięcie fazowe o założonej wartości.

Rozwój elektroniki i informatyki w ostatnich latach spowodował, że znane od lat metody mogą być zrealizowane w nowy sposób. Zainteresowanie tematyką powoduje, że prace w tej dziedzinie prowadzone są w wielu ośrodkach, umożliwiając z jednej strony na wprowadzenie prototypów wykorzystujących nowe technologie, z drugiej strony poszerzenie obszaru zastosowań. Przykładem jest przedstawiona do oceny rozprawa doktorska.

Dlatego zdaniem recenzenta podjęcie tej tematyki przez Doktoranta jest istotne i uzasadnione. Przeprowadzone analizy i badania mają również znaczenie teoretyczne.

Zakres badań przedstawiony w rozprawie zawiera analizę układów quasi-równoważonych oraz ich praktyczną realizację. Przedstawione rozwiązania zostały zweryfikowane przez przeprowadzenie badań eksperymentalnych. Z tego punktu widzenia zakres rozprawy jest kompletny, a następstwo kolejnych rozdziałów logiczne.

Opiniowana rozprawa jest pracą teoretyczno-konstrukcyjno-doświadczalną, a wyniki pracy mają duże znaczenie aplikacyjne.

Warto też podkreślić, że doktorant jest Stypendystą w ramach projektu "DoktoRIS - Program stypendialny na rzecz innowacyjnego Śląska".

2. Treść rozprawy

Rozprawa rozpoczyna się obszernym wykazem ważniejszych skrótów i oznaczeń (ponad 80 oznaczeń na 3 stronach).

Pierwszy rozdział zawiera wprowadzenie, tezę i zakres pracy. We wstępie podano znaczenie i zastosowanie pomiarów składowych impedancji. W drugim podrozdziale omówiono genezę pracy i rozwój metod pomiaru składowych impedancji na tle rozwoju techniki. W trzecim podrozdziale opisano podstawowe pojęcia związane z impedancją i jej składowymi. Czwarty podrozdział zawiera omówienie metod i układów pomiaru impedancji i jej składowych. Następnie przedstawiono cel pracy, tezę i zakres pracy.

Podany w rozdziale 1.5 na str. 41 cel pracy został sformułowany następująco: "Celem niniejszej pracy jest analiza quasi-zerowych metod pomiaru składowych impedancji, opracowanie podstaw teoretycznych oraz modeli matematycznych, które będą podstawą programowej realizacji układu pomiarowego realizującego metodę quasi-zerową. Badania symulacyjne umożliwiły porównanie różnych właściwości struktur programowych. Zbudowany przyrząd do pomiaru składowych impedancji rzeczywistych obiektów typu RLC posłużył do weryfikacji poprawności modeli różnych wersji układu, wyznaczenia właściwości metrologicznych układu ze szczególnym uwzględnieniem ograniczeń wynikających z technicznej realizacji konkretnej wersji układu pomiarowego oraz do oceny możliwości praktycznego zastosowania".

Oprócz celu głównego, w rozdziale 1.7 na stronach 42-43 określono 12 zadań szczegółowych.

Tezę pracy podano w rozdz. 1.6 na str. 42 jako: "Programowa realizacja quasi-zrównoważonych układów pomiaru składowych impedancji umożliwia wyznaczenie składowych impedancji z niepewnością poniżej 1%, w szerokim zakresie ich wartości, w paśmie częstotliwości akustycznych."

W drugim rozdziale szczegółowo omówiono metody quasi-zrównoważone pomiaru składowych impedancji, przedstawiono ich klasyfikację, modele matematyczne, metody syntezy, możliwości realizacji. Uwzględniono również układy z podwójnym quasi-równoważeniem, pozwalających na przeprowadzenie pomiaru w dwóch etapach, w wyniku których otrzymujemy dwie składowe impedancji lub wielkości zależne od dwóch składowych.

Szczególny przypadek układów z podwójnym quasi-równoważeniem, służących do pomiaru współczynnika strat dielektrycznych $\tan\delta$ został opisany w rozdziale trzecim.

Rozdział czwarty poświęcono omówieniu dokładności układów quasi-zrównoważonych. Podano najważniejsze źródła błędów oraz oszacowano niepewność dla przykładowego układu pomiarowego.

Rozdział piąty jest jedną z najobszerniejszych części rozprawy, obejmuje 55 stron (1/3 całości). Rozpoczęto od przedstawienia układu pomiarowego jako przyrządu wirtualnego. Opisano dwie realizacje części sprzętowej: z zaprojektowanym i wykonanym przez doktoranta układem mikroprocesorowym oraz z kartą akwizycji sygnałów pomiarowych firmy National Instrument z interfejsem USB. W drugim podrozdziale przedstawiono algorytmy pomiaru kąta przesunięcia fazowego oraz realizację tych algorytmów przy użyciu środowiska programowania graficznego LabVIEW i wyniki badania otrzymanego w ten sposób przyrządu wirtualnego. Trzeci podrozdział zawiera koncepcje przesuwnika fazowego jako przyrządu wirtualnego oraz jego badanie, wykonanego przy

użyciu oprogramowania w środowisku LabVIEW. W czwartym podrozdziale przedstawiono przyrządy wirtualne zrealizowane jako układy quasi-zrównoważone do pomiaru składowych impedancji. Opisano wyniki badania przy pomiarze rezystancji, pojemności oraz współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$. Rozdział zakończono podsumowaniem, w którym podano wnioski wynikające z przeprowadzonych badań.

Szósty rozdział rozprawy zawiera wnioski, uwagi końcowe i wskazanie kierunków dalszych badań. W rozdziale tym doktorant przedstawił w 11 punktach uzyskane jego zdaniem najważniejsze osiągnięcia.

Rozdziałem 7 jest wykaz literatury, omówiony w dalszej części recenzji. W załączniku (rozdział 8) umieszczono dodatkowe informacje na temat elementów impedancyjnych i ich wzorców.

3. Ocena osiągnięcia celu rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska jest wartościowym opracowaniem, kompleksowo przedstawiającym poruszane zagadnienia. Przygotowane opracowanie będzie wykorzystywane w dalszych badaniach przez osoby zajmujące się metodami pomiarów impedancji i jej składowych.

Do najważniejszych osiągnięć doktoranta zdaniem recenzenta należy:

- zaprojektowanie i oprogramowanie przesuwników fazowych oraz ich analiza i badanie,
- zaprojektowanie i oprogramowanie przyrządów wirtualnych do pomiaru przesunięcia fazowego oraz ich analiza i badanie,
- opracowanie koncepcji i wykonanie układów pomiarowych quasi-zrównoważonych jako przyrządów wirtualnych do pomiaru składowych impedancji i współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ oraz ich zbadanie,
- zastosowanie opracowanych metod i układów w praktyce inżynierskiej, do pomiaru wilgotności drewna i jakości izolacji papierowej.

Na tej podstawie można stwierdzić, że cel pracy podany w rozdziale 1.5 został osiągnięty.

Również teza pracy określona w rozdziale 1.6, mimo uwag dotyczących jej sformułowania podanych w następnym punkcie recenzji została udowodniona.

Przedstawiona do oceny praca doktorska zawiera oryginalne rozwiązanie problemu w oparciu o opracowanie projektowe i konstrukcyjne.

4. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Przedstawione uwagi mogą być podstawą do dyskusji w trakcie publicznej obrony.

1) Omawiając dokładność metod do pomiaru składowych impedancji (str. 28, przedostatni wiersz w punkcie "Metoda techniczna", str. 28, ostatni wiersz w punkcie "Metoda bezpośrednia", str. 30, wiersze 4, 5, 9 w punkcie "Metoda mostkowa", str. 31, 7 wiersz w punkcie "Układy komparacyjne", str. 32, 7-8 wiersz od góry, str. 39, 2 wiersz od dołu) doktorant posługuje się pojęciem niepewności, wyrażonej w procentach lub jednostkach bezwymiarowych. Wykorzystanie teorii niepewności wymaga dodatkowych informacji, przytaczane wartości prawdopodobnie określają błędy graniczne.

2) Wątpliwości może budzić sformułowanie tezy pracy. Stwierdzenie "Programowa realizacja quasi-zrównoważonych układów pomiaru składowych impedancji" sugeruje całkowite

zastąpienie układów pomiarowych programem komputerowym, co oczywiście jest niemożliwe. Aplikacja komputerowa może zastąpić tylko część zadań, związanych z komunikacją z użytkownikiem oraz przetwarzaniem sygnałów.

Podanie w tezie oczekiwanej dokładności jako "z niepewnością poniżej 1%" wymaga uzupełnienia o dodatkowe informacje dotyczące sposobu wyznaczenia tej niepewności. Przykładowo dla różnych wartości poziomu ufności przedstawiony w tezie warunek może być prawie zawsze spełniony lub bardzo trudny do spełnienia.

Występujące w tezie sformułowanie "w szerokim zakresie ich wartości" jest niejasne, ponieważ zakres impedancji będzie zależał od konkretnego zastosowania takich pomiarów.

3) Na rys. 4.1 na stronie 87 podano, że wykorzystywany jest multipleksowany przetwornik A/C. Potwierdzono to w drugim akapicie na str. 108. Niejednoczesne pobieranie próbek w obu kanałach wpływa na błąd wyznaczenia przesunięcia fazowego. Doktorant zdaje sobie z tego sprawę, używając niejasnego sformułowania "pewne opóźnienie w pobieraniu próbek", jednak nie szacuje wartości związanego z tym błędem. Warto ten błąd wyznaczyć, szczególnie, że może być łatwo wyeliminowany przez zastosowanie przetwornika analogowo-cyfrowego z układem S&H w każdym kanale.

4) Na str. 91 w rozdziale 5.1 doktorant używa dwóch określeń "wirtualny przyrząd pomiarowy" i "wirtualny układ pomiarowy". Czy oba pojęcia są tożsame, czy też występuje między nimi różnica? W pierwszym wypadku należy zwrócić uwagę na konsekwencję w używaniu takich określeń, w drugim podać występujące między nimi różnice.

5) Zgodnie z wykresami na str. 106 duży wpływ na dokładność pomiaru kąta przesunięcia fazowego mają zakłócenia losowe. Z jakim poziomem takich zakłóceń można się spotkać w praktyce?

5. Ocena doboru i wykorzystania literatury

Bibliografia rozprawy zawiera 162 pozycje numerowane, w tym 141 książek, monografii i artykułów naukowych i dodatkowo 21 pozycji dokumentacji technicznych, norm i źródeł internetowych.

Dobór literatury nie budzi zastrzeżeń, wskazuje na dobrą znajomość autora tematyki poruszanej w rozprawie, zarówno w publikacjach krajowych, jak i zagranicznych.

25 pozycji (18%) zostało wydanych w ostatnich 5 latach (od 2013 roku). W 7 pozycjach doktorant występuje jako współautor.

Stosunkowo dużo pozycji zostało opracowanych przez ośrodek, w którym przygotowana była rozprawa. Świadczy to o kontynuacji realizowanej w ośrodku szkoły naukowej.

6. Ocena poziomu wydawniczego i redakcyjnego rozprawy

Poziom wydawniczy rozprawy jest zadawalający. Język jest poprawny, ilustracje przejrzyste. Niestety Autor nie ustrzegł się błędów redakcyjnych.

Do zauważonych przez recenzenta należą:

- 1) Str. 25, brak kropki po numerze rysunku w jego podpisie.
- 2) Str. 27, 5 wiersz od dołu - "posiadają niezbyt duża..." zamiast "posiadają niezbyt duża...".
- 3) Str. 32, 11 wiersz od dołu - "...jedną metoda ta może..." zamiast "...jednak metoda ta może...".

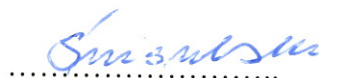
- 4) Str. 44, 11 wiersz od góry - "Podrozdziale 5.4 ..." zamiast "Podrozdział 5.4 ...".
- 5) Str. 48, 2 wiersz od dołu - "Korzystając zależności ..." zamiast "Korzystając z zależności ...".
- 6) Str. 56, wiersz po wzorze (2.64) - "otrzymuj się ..." zamiast "otrzymuje się ...".
- 7) Str. 58, 1 wiersz od dołu - "... z podwójnych ..." zamiast "... z podwójnym ...".
- 8) Str. 62-63 - podpis rysunku powinien być na tej samej stronie co rysunek.
- 9) Str. 68, 1 wiersz od góry - "Składowa biernej ..." zamiast "Składowa bierna ...".
- 10) Str. 80, rys. 3.2 - oznaczenia w_1 i w_2 zamiast w_3 i w_4 .
- 11) Str. 80, 6 wiersz po rysunku - "... z rys. 5 ..." zamiast "... z rys. 3.2 ...".
- 12) Str. 84, 2 wiersz od dołu - "Rys. 3.6 ..." zamiast "Rys. 3.5 ...".
- 13) Str. 88, 3 wiersz od dołu - "... jako prób pobudliwości ..." zamiast "... jako próg pobudliwości ...".
- 14) Str. 92, 2 wiersz w rozdziale 5.1.1 - "... system mikroprocesorowym (docelowo stanowiącym ..." zamiast "... system mikroprocesorowy (docelowo stanowiący ...".
- 15) Str. 94, podpis rys. 5.3 - niepotrzebna druga kropka po numerze rysunku, brak przecinka przed "b)".
- 16) Str. 94, 2 wiersz od dołu - błędny numer rysunku.
- 17) Str. 99, 2 wiersz od dołu - "... (rys. 3) ..." zamiast "... (rys. 5.7) ...".
- 18) Str. 100, 1-2 wiersz przed rys. 5.8 - "... (rys. 5.9 - 5.21) ..." zamiast "... (rys. 5.8 - 5.20) ...".
- 19) Str. 102, podpis rysunku 5.11 - "... Hanninha" zamiast "... Hanninga".
- 20) Str. 108, 7 wiersz od dołu - błędny numer rysunku.
- 21) Str. 108, 3 wiersz od dołu - "... (rys. 5.22) ..." zamiast "... (rys. 5.21) ...".
- 22) Str. 114, 2 wiersz przed rys. 5.28 - "... rys. 5.29 ..." zamiast "... rys. 5.28 ...".
- 23) Str. 114, rys. 5.28 - rysunek jest powtórzeniem rys. 2.17 ze str. 72.
- 24) Str. 114, 4 wiersz od dołu - "... (rys. 5.30)" zamiast "... (rys. 5.29)".
- 25) Str. 116, 3 wiersz od góry - "... (rys. 5.31)." zamiast "... (rys. 5.30).".
- 26) Str. 116, 6 wiersz od dołu - "... LabView ..." zamiast "... LabVIEW ...".
- 27) Str. 116, 3 wiersz od dołu - "... rys. 5.32." zamiast "... rys. 5.31.".
- 28) Str. 116, 1 wiersz od dołu - "... (rys. 5.33)." zamiast "... (rys. 5.32).".
- 29) Str. 117, 1 wiersz od dołu - "... rys. 5.34 i 5.35." zamiast "... rys. 5.33 i 5.34.".
- 30) Str. 119, 7 i 3 wiersz od dołu - "ilość próbek" zamiast "liczba próbek".
- 31) Str. 120, 6 i 11 wiersz od góry - liczba i jednostki powinny być w tym samym wierszu.
- 32) Str. 125, 3 wiersz od góry - "... 0.01°." zamiast "... 0,01°.".
- 33) Str. 129, 2 wiersz po rysunku - "... rys. 5.45." zamiast "... rys. 5.44.".
- 34) Str. 133, 3 wiersz od dołu - "2...3.5" zamiast "2...3,5".
- 35) Str. 145, 9 wiersz w rozdziale 5.5 - "... i pojemności jest (na ..." zamiast "... i pojemności (na ...".

7. Podsumowanie i wniosek końcowy

W punkcie 1 recenzji stwierdzono, że wybór tematyki rozprawy nie budzi zastrzeżeń. Na podstawie punktu 2, gdzie omówiono zawartość rozprawy i punktu 3, gdzie przedstawiono główne osiągnięcia, można stwierdzić, że praca, mimo zastrzeżeń przedstawionych w punkcie 4 i 6, stanowi oryginalne rozwiązanie przez autora problemu, wykazuje jego wiedzę w dyscyplinie naukowej Elektrotechnika, specjalność miernictwo elektryczne oraz

umiejętność prowadzenia pracy naukowej. Wymienione w punkcie 4 uwagi są uwagami dyskusyjnymi i nie mają znaczącego wpływu na pozytywną ocenę końcową.

Mając na względzie zawartą w niniejszej recenzji pozytywną ocenę merytoryczną rozprawy mgr. inż. Sebastiana Barwinka pt.: „Analiza możliwości programowej realizacji działania wybranych układów do pomiaru składowych impedancji” stwierdzam, że praca spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim oraz przez ustawę „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” z dnia 14 marca 2003 roku (Dziennik Ustaw Nr 65, poz. 595 z późn. zmianami) i stawiam wniosek o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.



.....
Dariusz Świsulski