

Recenzja rozprawy doktorskiej

Tytuł rozprawy: Układy oraz metody do pomiaru charakterystyk szumowych detektorów podczerwieni o małych impedancjach

Autor rozprawy: kpt. mgr. inż. Krzysztof Achtenberg

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgra Krzysztofa Achtenberga liczy 157 stron, składa się z siedmiu rozdziałów, wykazu bibliografii i wykazu najważniejszych osiągnięć.

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy /teza rozprawy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

Ze wstępnych analiz przeprowadzonych przez autora pracy wynika, że z jednej strony rozwój technologii najnowszych detektorów promieniowania optycznego wymaga ciągłego poszukiwania rozwiązań, które umożliwiłyby ich pełną charakteryzację szumową, z drugiej zaś, że stosowane obecnie systemy nie są w stanie zapewnić wymaganego poziomu szumów własnych, w celu pomiaru charakterystyk szumowych detektorów o impedancji znacznie poniżej 1 k Ω . Wymagania te stanowią istotny i do tej pory nie do końca rozwiązany aspekt badawczy, zwłaszcza w wypadku pomiaru szumów w zakresie małych częstotliwości.

Celem, jaki postawił sobie autor pracy było osiągnięcie zdolności pomiaru szumów najnowszych fotonowych detektorów promieniowania podczerwonego charakteryzujących się małą impedancją w zakresie małych częstotliwości. Z kolei teza autora rozprawy stanowi iż zastosowanie zaawansowanych układów i metod korelacji wzajemnej sygnałów umożliwi istotną redukcję szumów własnych systemu do pomiaru napięcia lub prądu szumów detektorów podczerwieni.

Należy uznać, iż zarówno cel, jak i teza pracy zostały określone właściwie i sformułowane bardzo klarownie.

Rozprawa ma charakter teoretyczno-doświadczalny.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle) świadcząca o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Załączony wykaz cytowanej literatury obejmuje 146 pozycji. Analiza źródeł, zarówno krajowych jak i międzynarodowych, została przeprowadzona z dużą starannością, a wyciągnięte z niej wnioski są poprawne oraz przedstawione w sposób jasny i przekonujący, choć należy zauważyć, że źródeł polskojęzycznych (w tym tłumaczonych na język polski) jest stosunkowo mało. Znaczną część cytowanej literatury stanowią pozycje z ostatnich lat, co oznacza iż autor rozprawy posiada szeroką i aktualną wiedzę z zakresu związanego z tematyką rozprawy.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i przyjęte założenia są uzasadnione?

Dążąc do udowodnienia tezy rozprawy, autor zrealizował następujące zadania:

1. analizę dotychczasowych osiągnięć w obszarze metod i układów stosowanych w pomiarach szumów oraz identyfikację potencjalnych narzędzi do badań detektorów,
2. analizę możliwości i opracowanie niskoszumnego źródła polaryzacji detektora,
3. analizę możliwości i opracowanie niskoszumnych wzmacniaczy napięciowych i transimpedancyjnych,
4. implementację korelacyjnych metod pomiaru szumów ukierunkowanych na badania detektorów podczerwieni,
5. opracowanie i charakteryzację niskoszumnego systemu do pomiaru napięcia oraz prądu szumów detektorów o małych impedancjach,
6. przeprowadzenie pomiarów charakterystyk szumowych wybranych detektorów fotowoltaicznych i fotoprzewodzących wraz z analizą otrzymanych wyników pomiarowych.

Autor zrealizował wszystkie powyższe zadania, i udowodnił przyjętą tezę naukową, przyjmując właściwe założenia i stosując odpowiednie metody. Wynikiem jego prac jest szereg układów i metod do pomiaru szumów detektorów podczerwieni o impedancji poniżej 1 k Ω , co należy uznać za wymierny dowód osiągnięcia postawionego celu rozprawy. Podejście autora do rozwiązywania problemów, prowadzenia analiz i projektowania własnych rozwiązań jest metodyczne i skuteczne.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy i poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Oprócz przeprowadzenia wstępnych rozważań teoretycznych i analizy istniejącego światowego stanu wiedzy, autor opracował kilka dedykowanych niskoszumnych układów, które wraz z zastosowaniem zaawansowanych metod pozwalają na realizację pomiarów charakterystyk szumowych detektorów o małych impedancjach. W szczególności opracowano niskoszumowe programowalne źródło napięcia (LNVS) charakteryzujące się napięciem szumów poniżej 1 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$ (dla $f > 10 \text{ Hz}$), które zastosowano w następnych etapach prac do zasilania detektorów fotoprzewodzących lub polaryzacji detektorów fotowoltaicznych. Zaproponowane układy oraz metody zostały zintegrowane do postaci pięciu różnych konfiguracji systemu pomiarowego, który umożliwia zarówno pomiary napięcia jak i prądu szumów. Autor przeprowadził także badania mające na celu określenie możliwości i ograniczeń poszczególnych konfiguracji systemu. Wymienione wyżej osiągnięcia stanowią istotny wkład w rozwój pomiarów charakterystyk szumowych detektorów podczerwieni o małych impedancjach oraz mogą być wykorzystywane w zastosowaniach praktycznych.

Układy oraz metody opracowane w ramach rozprawy doktorskiej, zostały przedstawione w ośmiu artykułach opublikowanych w czasopismach recenzowanych oraz w czterech wystąpieniach konferencyjnych. Biorąc pod uwagę, że w zdecydowanej większości tych publikacji autor rozprawy jest pierwszym autorem, należy uznać, że jego udział w ich powstaniu jest znaczny, zaś fakt opublikowania wyników badań w recenzowanych czasopismach jest jednoznacznym dowodem na oryginalność przedstawionych w nich rozwiązań.

5. Czy autor wykazał umiejętności poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

Praca napisana jest ładną polszczyzną, wszelkie analizy i wywody przedstawione są w sposób zwięzły, klarowny i przekonujący. Układ i struktura pracy są poprawne.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

W pracy występują nieliczne błędy interpunkcyjne. W niektórych przypadkach rozwiązanie w postaci umieszczenia dwóch rysunków na szerokości strony przy jednoczesnym zamieszczeniu wielu wykresów na pojedynczym rysunku i niewielkich różnicach kolorystycznych powoduje, że są one mało czytelne (np. rys. 5.6a). Te drobne błędy w najmniejszym stopniu nie wpływają jednak na ogólną wysoką ocenę rozprawy.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Uzyskane przez autora rozprawy wyniki stanowią istotny przyczynek zarówno teoretyczny, jak i praktyczny do rozwoju metod pomiaru parametrów szumowych detektorów o niskiej impedancji wyjściowej. Należy przy tym zauważyć, że opracowany system pomiarowy może być zastosowany nie tylko do badań detektorów podczerwieni, ale również do charakteryzacji innych elementów lub układów elektronicznych. Rozwiązania uzyskane przez autora można również zastosować do budowy wysokoczułych, niskoszumnych układów detekcyjnych.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

- a. nie spełnia wymagań,
- b. wymaga wprowadzenia poprawek,
- c. zadowalająco spełnia wymagania,
- d. dobra,
- e. **wyraźnie wykracza poza poziom przeciętny (spełnia wymagania z nadmiarem).**

Podsumowując, uważam, że rozprawa doktorska mgra inż. Krzysztofa Achtenberga spełnia wymogi formalne stawiane rozprawom doktorskim w ustawie *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz.U. 2023 poz. 742 z póź. zm).

Ponadto stwierdzam, że rozprawa doktorska mgra inż. Krzysztofa Achtenberga stanowi oryginalne rozwiązania problemu naukowego i wskazuje na wysoki poziom wiedzy z dyscypliny elektronika, a także na umiejętność prowadzenia przez niego pracy naukowej. Jednocześnie, biorąc pod uwagę wysoki poziom merytoryczny rozprawy doktorskiej mgra inż. Krzysztofa Achtenberga, a także jego aktywność naukową, wyrażającą się publikacjami w prestiżowych czasopiśmie, wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

