

Warszawa, 17.02.2025

Prof. dr hab. Inż. Krzysztof Kulpa
Instytut Systemów Elektronicznych
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechniki Warszawskiej
ul. Nowowiejska 15/19
00-665 Warszawa

*RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
DLA RADY DYSCYPLINY „AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I
ELEKTROTECHNIKA I TECHNOLOGIE KOSMICZNE”*

WOJSKOWEJ AKADEMII TECHNICZNEJ

Tytuł rozprawy: *Wpływ lokalizacji punktów zasilania na własności rezonansowe wielopasmowej anteny fraktalnej Heighwaya.*

Autor rozprawy: kpt. mgr inż. Karol Drągowski

1. Cel badań (w odniesieniu do tez rozprawy).

W ramach rozprawy doktorskiej mgr inż. Karol Drągowski postawił trzy tezy, które brzmią odpowiednio:

1. geometria fraktala Heighwaya nadaje się jako baza do wykorzystania przy konstrukcji anten wielopasmowych,
2. zmiana położenia punktu zasilania ma istotny wpływ na lokalizację położenia rezonansów i szerokości ich pasm,
3. liniowa zmiana rozmiarów anteny o konstrukcji opartej na fraktalu Heighwaya powoduje kwaziliniową zmianę położenia jej częstotliwości rezonansowych.

Przedstawiona praca składa się ze wstępu, czterech rozdziałów merytorycznych i podsumowania oraz dodatków, w sumie 173 strony.

1. „Wstęp” w którym autor przedstawił problematykę, stawia tezy i omawia strukturę pracy
2. „Przegląd zastosowań fraktali w technice antenowej” w którym autor opisuje czym są fraktale, jak je się konstruuje, przedstawia kilka wybranych przykładów oraz zastosowanie fraktali w różnych dziedzinach nauki. Zamieszcza również w tym rozdziale przegląd obecnego stanu wiedzy dotyczącego anten fraktalnych.
3. „Wybrane metody zasilania anten mikropaskowych oraz poprawy dopasowania anteny do źródła zasilania”. W rozdziale tym autor przedstawia anteny

mikropaskowe fraktalne, dyskutuje metody ich zasilania i sposoby poprawy dopasowania tych anten.

4. „Wybrane aspekty modelowania anten o konstrukcji opartej na fraktalach deterministycznych”. W rozdziale tym autor przedstawia opis matematyczny anten, w tym wykorzystywanej w dalszej części pracy metody segmentacji anten.
5. „Mikropaskowa antena fraktalna Highwaya”. W rozdziale tym autor przedstawia wyniki badań nad antenami opartymi o drugą, trzecią i piątą iterację fraktala Highwaya. Przedstawił porównanie charakterystyk anten o różnych punktach zasilania. Skonfrontował ze sobą rezultaty obliczeń analitycznych, numerycznych oraz pomiarów modeli laboratoryjnych anten.
6. „Wnioski” - omówienie uzyskanych rezultatów
7. W dodatku A zawarł wyniki obliczeń numerycznych anteny opartej o piątą iterację fraktala Highwaya.

Na podstawie treści postawionych tez doktorant zrealizował szereg zadań badawczych, takich jak:

- Analiza struktur anten fraktalnych,
- Określenie charakterystyk impedancyjnych anten fraktalnych metodami modelowania matematycznego oraz charakterystyk kierunkowych i polaryzacyjnych,
- Wykonanie anten fraktalnych,
- Pomiar charakterystyk odbicia wykonanych anten,

Celem wyżej wymienionych badań, było potwierdzenie postawionych tez.

W ramach prac nad dysertacją doktorant przeprowadził przegląd źródeł pierwotnych oraz pozycji literaturowych z nich korzystających na podstawie których wykazał możliwość skonstruowania anten fraktalnych wielopasmowych.

W pracy nie zostały precyzyjnie sformułowane cele konstruowania anten ani wymogi na ich charakterystyki impedancyjne ani przestrzenne. Anteny były oceniane na podstawie charakterystyk odbiciowości, charakterystyk kierunkowych i polaryzacyjnych, jednak przy braku założeń trudno jest określić czy założenia projektowe zostały osiągnięte.

Zaprojektowane anteny zostały wykonane i ich charakterystyki zostały zmierzone i porównane z charakterystykami obliczeniowymi. Zgodność obliczeń z pomiarami jest nie jest zadowalająca.

2. Charakter rozprawy.

W pracy autor przedstawił zarówno podstawy teoretyczne jak i dokonał symulacji numerycznej anten a także wykonał same anteny i następnie zweryfikował ich charakterystyki odbiciowe, tym samym można tę pracę zaliczyć do prac teoretyczno-doświadczalnych.

3. Sposób przeprowadzenia analizy źródeł. Sposób formułowania wniosków wynikających z analizy źródeł.

W pracy zamieszczono odwołania do 114. pozycji literaturowych opublikowanych w kraju i za granicą, w tym do 4 artykułów naukowego współautorstwa autora rozprawy opublikowanych w czasopiśmie (3 w j. polskim, 1 w j. angielskim). Stanowią one obszerne źródło informacji o zagadnieniach poruszanych w rozprawie. Z przeprowadzonej w rozprawie analizy literatury wynika, iż istnieje wiele rozwiązań obejmujących różne anteny fraktalne, jednak tematyka ta jest jeszcze nie w pełni wyeksplorowana i dalsze prace są potrzebne w celu lepszego zrozumienia pracy takich urządzeń.

Podsumowując, przeprowadzona w pracy analiza źródeł wykonana została poprawnie.

4. Rozwiązanie przedstawionego zadania, właściwości przyjętych metod i założeń.

Zaproponowane w dysertacji rozwiązania są rozwiązaniami bazującymi na klasycznym podejściu do projektowania anten z zastosowaniem teorii wielowrotników i linii paskowych. Wyraźnie brakuje podejścia polowego, bazującego na rozwiązaniu równań Maxwella, co w znacznym stopniu podniosło by jakość pracy i zaważyło na niskiej zgodności obliczeń teoretycznych z wynikami pomiarowymi.

Ponieważ brak jest precyzji w postawieniu założeń, więc dość łatwo było udowodnić tak postawione tezy przy użyciu dość uproszczonych metod.

Wykonane pomiary skonstruowanych anten są zgodne jakościowo z modelami numerycznymi, jednak zgodność ilościowa przedstawia dużo do życzenia i nie została wystarczająco skomentowana w pracy.

5. Oryginalność rozprawy, samodzielny dorobek autora, pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy (poziom techniki) prezentowanego w literaturze światowej.

W rozprawie mgr inż. Karol Drągowski zaproponował oryginalne podejście do projektowania i wykonania anten fraktalnych i ich wykorzystania jako anten wielopasmowych. W stosunku do stanu wiedzy kwalifikuję takie podejście jako analiza przyczynkowa, bez dużego wpływu na światowy stan wiedzy w tej dziedzinie.

Samodzielny dorobek autora spełnia minimalne wymagania jak na doktoranta. Łączna liczba publikacji to 4 i wszystkie publikacje są publikacjami współautorskimi z czego 3 w języku polskim.

6. Poprawność przedstawienia uzyskanych wyników (zwięzłość, jasność, umiejętność przekonywania, poprawność redakcyjna).

Dysertacja w języku polskim wraz z bibliografią, wykazem ważniejszych oznaczeń, zastosowanych akronimów i dodatkami ma objętość łącznie 172 stron i jest napisana w sposób przejrzysty i obszerny, szczególnie w części dotyczącej problematyki fraktalnej. Układ pracy jest prawidłowy i tożsamy ze strukturą spisu treści.

Wnioski są poprawne, jednak bez precyzyjnego określenia wymagań na anteny trudno jest określić walory techniczne uzyskanych wyników.

7. Słabe strony rozprawy, jej główne wady.

Praca charakteryzuje się poprawnym sformułowaniem tez i reszta pracy jest logiczną konsekwencją takiego podejścia. Po dość rozbudowanej części teoretycznej następuje dość rozbudowana część symulacyjna a pracę kończy obszerny opis konstrukcji anteny i wyników pomiarowych.

W pracy pokazano pomiary parametrów odbiciowości oraz charakterystyki przestrzenne i polaryzacyjne, jednak brak jest odniesień do aplikacji takich anten przy tych uzyskanych parametrach technicznych. Miniaturowe anteny wielopasmowe mają obecnie duże zastosowanie w technikach bezprzewodowych i zostaje wyraźny niedosyt brakiem odniesień do takich anten i porównania uzyskanych wyników z obecnie stosowanymi antenami klasycznymi.

8. Przydatność rozprawy dla nauk technicznych, przemysłu, obronności kraju, itp.

Rozprawa wnosi przyczynkowy wkład w stan wiedzy dotyczącej anten fraktalnych mikropaskowych. Jej wyniki mogłyby być zaimplementowane we współcześnie produkowanych urządzeniach łączności wielopasmowej, np. w telefonii komórkowej.

9. Podsumowanie (czy rozprawa spełnia wymagania przez obowiązujące przepisy).

Przedstawiona przez mgr inż. Karola Drągowskiego rozprawa doktorska pt. „*Wpływ lokalizacji punktów zasilania na własności rezonansowe wielopasmowej anteny fraktalnej Heighwaya*” spełnia wymagania stawiane przez aktualnie obowiązującą ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Rozprawę zaliczam do kategorii: spełniająca wymagania.

Na podstawie analizy pracy można stwierdzić, że doktorant posiada dostateczny zasób wiedzy w tematyce rozprawy, który spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora nauk technicznych. W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie rozprawy mgr inż. Karola Drągowskiego do publicznej obrony.



.....

/podpis/

Warszawa, 9.10.2023

Prof. dr hab. Inż. Krzysztof Kulpa
Instytut Systemów Elektronicznych
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Politechniki Warszawskiej
ul. Nowowiejska 15/19
00-665 Warszawa

*RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
DLA RADY DYSCYPLINY „AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA I
ELEKTROTECHNIKA I TECHNOLOGIE KOSMICZNE”*

WOJSKOWEJ AKADEMII TECHNICZNEJ

Tytuł rozprawy: *Wpływ lokalizacji punktów zasilania na własności rezonansowe wielopasmowej anteny fraktalnej Heighwaya.*

Autor rozprawy: kpt. mgr inż. Karol Drągowski

1. Cel badań (w odniesieniu do tez rozprawy).

W ramach rozprawy doktorskiej mgr inż. Karol Drągowski postawił trzy tezy, które brzmią odpowiednio:

1. geometria fraktala Heighwaya pozwala na konstrukcję anteny wielopasmowej o interesujących właściwościach technicznych
2. najważniejsze charakterystyki tego rodzaju anteny da się kształtować poprzez dobór lokalizacji jej punktu zasilania,
3. rozmiar anteny można optymalizować, zachowując jednocześnie pożądane charakterystyki.

Przedstawiona praca składa się ze wstępu i pięciu rozdziałów.

1. „Wstęp” w którym autor przedstawił problematykę, stawia tezy i omawia strukturę pracy
2. „Przegląd zastosowań fraktali w technice antenowej” w którym autor opisuje czym są fraktale, jak je się konstruuje, przedstawia kilka wybranych przykładów oraz zastosowanie fraktali w różnych dziedzinach nauki. Zamieszcza również w tym rozdziale przegląd obecnego stanu wiedzy dotyczącego anten fraktalnych.
3. „Metody zasilania anten mikropaskowych oraz poprawy dopasowania anteny do źródła zasilania”. W rozdziale tym autor przedstawia anteny mikropaskowe

fraktalne, dyskutuje metody ich zasilania i sposoby poprawy dopasowania tych anten.

4. „Wybrane aspekty modelowania fraktalnych anten deterministycznych”. W rozdziale tym autor przedstawia opis matematyczny anten, w tym wykorzystywanej w dalszej części pracy metody segmentacji anten.
5. „Mikropaskowa antena fraktalna Highwaya”. W rozdziale tym autor przedstawia wyniki badań nad antenami opartymi o drugą, trzecią i piątą iterację fraktala Highwaya. Przedstawił porównanie charakterystyk anten o różnych punktach zasilania. Skonfrontował ze sobą rezultaty obliczeń analitycznych, numerycznych oraz pomiarów modeli laboratoryjnych anten.
6. W dodatku A zawarł wyniki obliczeń numerycznych anteny opartej o piątą iterację fraktala Highwaya.

Na podstawie treści postawionych tez doktorant zrealizował szereg zadań badawczych, takich jak:

- Analiza struktur anten fraktalnych,
- Określenie charakterystyk impedancyjnych anten fraktalnych metodami modelowania matematycznego,
- Wykonanie anten fraktalnych,
- Pomiar charakterystyk odbicia wykonanych anten,

Celem wyżej wymienionych badań, było potwierdzenie postawionych tez.

W ramach prac nad dysertacją doktorant przeprowadził pobieżny przegląd źródeł pierwotnych oraz pozycji literaturowych z nich korzystających na podstawie których wykazał możliwość skonstruowania anten fraktalnych wielopasmowych.

W pracy nie zostały precyzyjnie sformułowane cele konstruowania anten ani wymogi na ich charakterystyki impedancyjne ani przestrzenne. Anteny były oceniane jedynie na podstawie charakterystyk odbiciowości, jednak przy braku założeń trudno jest określić czy założenia projektowe zostały osiągnięte.

Zaprojektowane anteny zostały wykonane i ich charakterystyki odbiciowe zostały zmierzone.

2. Charakter rozprawy.

W pracy autor przedstawił zarówno podstawy teoretyczne jak i dokonał symulacji numerycznej anten a także wykonał same anteny i następnie zweryfikował ich charakterystyki odbiciowe, tym samym można tę pracę zaliczyć do prac teoretyczno-doświadczalnych.

3. Sposób przeprowadzenia analizy źródeł. Sposób formułowania wniosków wynikających z analizy źródeł.

W pracy zamieszczono odwołania do 96 pozycji literaturowych opublikowanych w kraju i za granicą, w tym do 1 artykułu naukowego współautorstwa autora rozprawy. Stanowią one

obszerne źródło informacji o zagadnieniach poruszanych w rozprawie. Z przeprowadzonej w rozprawie analizy literatury wynika, iż istnieje wiele rozwiązań obejmujących różne anteny fraktalne, jednak tematyka ta jest jeszcze nie w pełni wyeksplorowana i dalsze prace są potrzebne w celu lepszego zrozumienia pracy takich urządzeń.

Podsumowując, przeprowadzona w pracy analiza źródeł wykonana została poprawnie.

4. Rozwiązanie przedstawionego zadania, właściwości przyjętych metod i założeń.

Zaproponowane w dysertacji rozwiązania są rozwiązaniami bazującymi na klasycznym podejściu do projektowania anten z zastosowaniem teorii wielowrotników i linii paskowych. Wyraźnie brakuje podejścia polowego, bazującego na rozwiązaniu równań Maxwella, co w znacznym stopniu podniosło by jakość pracy.

Ponieważ brak jest precyzji w postawieniu założeń, więc dość łatwo było udowodnić tak postawione tezy przy użyciu dość uproszczonych metod.

Wykonane pomiary skonstruowanych anten są zgodne jakościowo z modelami numerycznymi, jednak zgodność ilościowa przedstawia dużo do życzenia i nie została skomentowana w pracy.

5. Oryginalność rozprawy, samodzielny dorobek autora, pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy (poziom techniki) prezentowanego w literaturze światowej.

W rozprawie mgr inż. Karol Drągowski zaproponował oryginalne podejście do projektowania i wykonania anten fraktalnych i ich wykorzystania jako anten wielopasmowych. W stosunku do stanu wiedzy kwalifikuję takie podejście jako analiza przyczynkowa, bez większego wpływu na światowy stan wiedzy w tej dziedzinie.

Samodzielny dorobek autora spełnia minimum jak na doktoranta. Łączna liczba publikacji to tylko 1 i jest to publikacja współautorska w języku polskim w czasopiśmie Elektronika-konstrukcje, technologie, zastosowania bez punktów MEN

6. Poprawność przedstawienia uzyskanych wyników (zwięzłość, jasność, umiejętność przekonywania, poprawność redakcyjna).

Dysertacja w języku polskim wraz z bibliografią, wykazem ważniejszych oznaczeń, zastosowanych akronimów i dodatkami ma objętość łącznie 132 stron i jest napisana w sposób bardzo uproszczony. Układ pracy jest prawidłowy i tożsamy ze strukturą spisu treści.

Wnioski są dość oczywiste i nie w pełni odzwierciedlają wykonaną pracę i dowodzenie tez.

7. Słabe strony rozprawy, jej główne wady.

Praca charakteryzuje się słabym sformułowaniem tez i reszta pracy jest logiczną konsekwencją takiego podejścia. Po dość rozbudowanej części teoretycznej następuje dość rozbudowana część symulacyjna a pracę kończy trzy stronicowy opis konstrukcji anteny i wyników pomiarowych.

Brak jest innych symulacji i pomiarów poza parametrami odbiciowości – nie ma pomiarów charakterystyk przestrzennych ani polarometrycznych.

8. Przydatność rozprawy dla nauk technicznych, przemysłu, obronności kraju, itp.

Rozprawa wnosi przyczynkowy wkład w stan wiedzy dotyczącej anten fraktalnych mikropaskowych. Jej wyniki mogłyby być zaimplementowane we współcześnie produkowanych urządzeniach łączności wielopasmowej, np. w telefonii komórkowej.

9. Podsumowanie (czy rozprawa spełnia wymagania przez obowiązujące przepisy).

Przedstawiona przez mgr inż. Karola Drągowskiego rozprawa doktorska pt. „*Wpływ lokalizacji punktów zasilania na własności rezonansowe wielopasmowej anteny fraktalnej Highwaya*” spełnia w stopniu minimalnym wymagania stawiane przez aktualnie obowiązującą ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Rozprawę zaliczam do kategorii: spełniająca wymagania.

Na podstawie analizy pracy można stwierdzić, że doktorant posiada dostateczny zasób wiedzy w tematyce rozprawy, który spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora nauk technicznych. W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie rozprawy mgr inż. Karola Drągowskiego do publicznej obrony.



.....

/podpis/