

Warszawa, 4.12.2024

Suplement do recenzji rozprawy doktorskiej
mgr. inż. Karola Drągowskiego zatytułowanej
” Wpływ lokalizacji punktu zasilania na właściwości
rezonansowe wielopasmowej anteny fraktalnej Highway’a ”

1. Niniejszy suplement stanowi uzupełnienie do recenzji wymienionej wyżej rozprawy doktorskiej, którą to recenzję napisałem w kwietniu 2023 roku.
2. W punkcie 7 tej recenzji zawarłem konkluzję, że nie jestem w stanie zakwalifikować rozprawy jako spełniającej wymagania w myśl obowiązujących w tym zakresie przepisów. Napisałem również, że **rozprawa wymaga wprowadzenia wielu poprawek, udokumentowania osiągnięć autora przez ich opublikowanie w recenzowanych czasopismach i ponownego recenzowania.**
3. Poprawioną wersję omawianej rozprawy doktorskiej otrzymałem oficjalnie w listopadzie 2024 r. Po zapoznaniu się z jej treścią stwierdzam, że wiele ze wskazanych przeze mnie niedociągnięć rozprawy, zarówno merytorycznych jak i redakcyjnych, zostało z niej usuniętych. Powiększony został również dorobek publikacyjny autora, obejmujący aktualnie 4 pozycje. Pomimo tego nadal podtrzymuję opinię o niewielkiej przydatności rozprawy dla nauk technicznych.
4. **Podsumowując, pragnę stwierdzić że rozprawa w jej poprawionej wersji spełnia minimalne wymagania w myśl obowiązujących w tym zakresie przepisów i może być dopuszczona do publicznej obrony.**



Stanisław Rosłonec

Warszawa, 19 kwietnia 2023 r.

Prof. dr hab. inż. Stanisław Rosłonec
Instytut Radioelektroniki Politechniki Warszawskiej
ul. Nowowiejska 15/19
00 - 665 Warszawa

Recenzja rozprawy doktorskiej zatytułowanej
**” Wpływ lokalizacji punktu zasilania na właściwości rezonansowe
wielopasmowej anteny fraktalnej Heighway’a”**

autorstwa mgr. inż. Karola Dragowskiego

Niniejszą recenzję opracowano na prośbę Rady Dyscypliny Naukowej ”Automatyka, Elektronika Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne ” wyrażoną w piśmie WAT z dn. 28 lutego 2023 r. podpisanym przez Przewodniczącą Rady Dyscypliny Pana Prof. dr. hab. inż. Jana K. Jabczyńskiego.

W trakcie opracowywania tej recenzji kierowałem się wytycznymi zawartymi w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, oraz zaleceniami dla recenzentów rozpraw doktorskich obowiązującymi w Politechnice Warszawskiej. W myśl tych zaleceń powinnością recenzenta jest wyrażenie opinii odnośnie 7 zasadniczych kwestii wyrażonych w formie podanych niżej pytań.

Informacje ogólne o otrzymanej do recenzji rozprawie

Otrzymana do recenzji rozprawa o całkowitej objętości 132 strony zawiera: streszczenie / summary, spis treści, sześć rozdziałów podzielonych na podrozdziały, bibliografię i jeden dodatek.

Recenzja rozprawy

Pytanie 1

Pierwszą kwestią sformułowaną we wspomnianych wyżej zaleceniach dla recenzentów jest udzielenie odpowiedzi na pytanie jakie zagadnienie naukowe/ badawcze jest rozpatrywane w rozprawie (cel i teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora.

Odpowiedź 1

W moim przekonaniu zagadnieniem naukowo / badawczym recenzowanej pracy powinno być przeanalizowanie wybranych właściwości znanych fraktali, lub opracowanego przez autora fraktala, pod kątem ich przydatności do projektowania anten łatowych o ściśle określonych właściwościach opisywanych przez przestrzenną charakterystykę kierunkowości, zależność impedancji wejściowej od częstotliwości, sprawność energetyczną czy przestrzenno

– częstotliwościową charakterystyka polaryzacji skrośnej. Zgodnie z przyjętym w rozprawie założeniem anteny te powinny charakteryzować się możliwie niewielkimi wymiarami geometrycznymi i być łatwe do wykonania w technologii linii mikropaskowych.

Autor odniósł się do tej kwestii dość lakonicznie pisząc we Wprowadzeniu, cytując:

'' Tematyka niniejszej rozprawy dotyczy możliwości wykorzystania fraktala Highway'a w technice antenowej. W pracy badano wpływ doboru miejsca zasilania na charakterystyki anteny o kształcie uzyskanym w wyniku drugiej, trzeciej i piątej iteracji tego fraktala. ''

Autor nie uzasadnił dlaczego wybrał fraktal Highway'a i jakie charakterystyki anteny są przedmiotem badań. W dalszej części tego dość krótkiego rozdziału (str.9÷11) autor pisze cytując: *'' Pracy nad antenami o geometrii fraktala Highway'a przyświecały trzy główne tezy:*

- *geometria fraktala Highway'a pozwala na konstrukcję anteny wielopasmowej o interesujących właściwościach technicznych,*
- *najważniejsze charakterystyki tego rodzaju anteny da się kształtować poprzez dobór lokalizacji jej punktu zasilania,*
- *rozmiary anteny można optymalizować, zachowując jednocześnie pożądane charakterystyki.*

Powyższe sformułowania autora wskazują, że zagadnienie naukowo/badawcze rozprawy nie zostało dostatecznie jasno i precyzyjnie sformułowane. Dużo zastrzeżeń mam również do wymienionych wyżej trzech tez, które uważam za zbyt ogólnikowe (trywialne) i niewłaściwie sformułowane.

Pytanie 2

Drugą kwestią na, którą recenzent zobowiązany jest udzielić jednoznacznej odpowiedzi jest czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł, w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w praktyce ?

Odpowiedź 2

Pomimo tego, że rozdział 2 rozprawy zatytułowany jest *'' Przegląd zastosowań fraktali w technice antenowej ''* poświęcony jest głównie omówieniu istoty matematycznej (geometrycznej) fraktali, patrz str.12÷31. Zagadnienie wykorzystania niektórych właściwości fraktali w różnych dziedzinach nauki i w technice antenowej jest omawiane odpowiednio w podrozdziałach 2.5 i 2.6. Do tej części rozprawy nie wnoszę większych zastrzeżeń. Jedynie w moim odczuciu podrozdział 2.6 powinien być poprzedzony informacją o tym jakie właściwości anten i jakiej grupy anten mogą być uzyskane (poprawione) dzięki zastosowaniu fraktali do ich projektowania. W tym celu autor powinien rozważyć antenę jako złożony

układ elektroniczny spełniający rolę zarówno filtru częstotliwościowego, filtru przestrzennego jak i obwodu dopasowującego impedancyjnie (energetycznie) zasilającą ją prowadnicę falową (fider) do wolnej przestrzeni. Zatem, powinny być także zdefiniowane podstawowe charakterystyki anten jakimi są charakterystyka kierunkowości określona w 3D – przestrzeni i impedancja wejściowa anteny $Z_{we}(f)$ oraz ich parametry takie jak: sprawność energetyczna, maksymalny zysk kierunkowy, polaryzacja promieniowanej fali (TEM) i związany z nią współczynnik polaryzacji skrośnej.

Pytanie 3

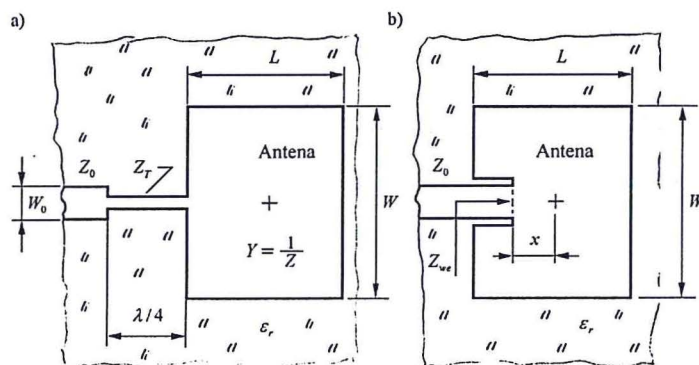
Trzecie pytanie wynikające z respektowanych zaleceń brzmi: czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione ?

Odpowiedź 3

Z treści prezentowanych w rozdziałach 3, 4 i 5 wynika, że przedmiotem rozważań w rozprawie są anteny ładowe, realizowane w technice linii mikropaskowych, zaprojektowane na podstawie drugiej, trzeciej i piątej frakcji fraktala Heighway'a. W tym miejscu pragnę podkreślić, że rozdziały 3 i 4 mają charakter pomocniczy względem rozważanego w rozdziale 5 zadania projektowania. Niestety rozdział 3 zatytułowany *” Metody zasilania anten oraz podstawy dopasowania anteny do źródła zasilania”* jest napisany, delikatnie mówiąc, bardzo niestarannie. Już w samym tytule występują pewne nieścisłości i niedomówienia, zapewne autor miał na myśli rozwiązania konstrukcyjne różnego rodzaju połączeń umożliwiających bezstratne przesyłanie energii z linii zasilającej (fidera) do anteny i dopasowanie impedancyjne (energetyczne) anteny (umieszczonej w wolnej przestrzeni) do wspomnianej linii, jeżeli taka jest wykorzystywana. Mój wewnętrzny sprzeciw wywołują zawarte w tym rozdziale liczne niedomówienia i niewłaściwe (błędne) sformułowania typu: cytuję: *” .. jest układem, w którym charakterystyka przenoszenia zależy, w zasadzie tylko od geometrii jednej powierzchni”*. Na pokazanych na rys.3.1 przekrojach poprzecznych linii transmisyjnych powinny być zaznaczone szerokości pasków, szerokości szczelin i grubość podłoża. Ponadto w technice mikrofalowej zakresu milimetrowego, w tym antenowej, stosowana jest także uziemiona linia koplanarna (ang. GCPW), której przekrój poprzeczny nie został przedstawiony. Rysunek 3.1(3) przedstawiający przekrój poprzeczny linii dwupaskowej uważam za błędny, ponieważ paski przewodzące tego typu linii są umieszczone po obu stronach cienkiego, możliwe bezstratnego podłoża dielektrycznego. Zgodnie z konwencją przyjętą na rys.3.1 linię o przekroju jak na rys.3.1(4) można traktować jako linię szczelinową o dostatecznie szerokich paskach. Za obrazoburczy uważam fragment dotyczący rozwiązań

konstrukcyjnych wspomnianych wcześniej połączeń. Każde połączenie tego typu spełnia podwójną rolę, mechaniczną (fizyczne połączenie anteny i fidera) oraz elektryczną jako transformator rodzaju fali i obwód dopasowania impedancyjnego. W technice mikrofalowej stosowane są różne obwody dopasowujące złożone nie tylko z transformatorów ćwierćfalowych (jednorodnych odcinków linii) i stroików. W tym kontekście nie rozumiem sformułowania cytując: *''Przejście z linii koncentrycznej na mikropaskową jest najprostsze i na ogół szerokopasmowe, ponieważ oba media pracują w modzie TEM''*.

Rysunki 3.2 uważam za przygotowane niezbyt starannie, ponieważ na pierwszym z nich nie zaznaczono podłoża linii mikropaskowej i jego mechanicznego (galwanicznego) połączenia z przewodem zewnętrznym złącza typu SMA. Autor powinien wiedzieć, że wymiary geometryczne tego połączenia (droga dla prądów) powinny być bardzo małe w stosunku do długości fali transmitowanej przez to połączenie. Pewien niedosyt wywołuje również rys.3.3 prezentujący schemat zastępczy omawianego połączenia. Wartość *''użytkowa''* tego schematu jest niewielka jeżeli nie są znane zależności pomiędzy wymiarami geometrycznymi omawianego połączenia i parametrami (C_s, L_s) reprezentującego go uproszczonego obwodu. Być może wspomniane wyżej zależności są podane w cytowanej literaturze [54÷56]. Podobnie, na rys.3.5 przedstawiono schemat zastępczy (o parametrach skupionych) krzyżowego łącznika linii mikropaskowych. Rysunek ten powinien być poprzedzony zobrazowaniem geometrii tego łącznika, np. jako rys.3.5(a), na którym były by zaznaczone szerokości pasków W_1 i W_2 wykorzystywane w zależnościach (3.6÷3.8). Na kolejnym rysunku 3.6 przedstawiono zarys konstrukcji anteny w postaci kołowego promiennika mikropaskowego, którą to antenę można projektować według zależności (3.11) i (3.12). Podobne wzory, tj. (3.9) i (3.10), przytoczył autor dla anteny o prostokątnym kształcie promiennika. Szkoda, że autor nie podał w jaki sposób impedancja wejściowa tej szeroko wykorzystywanej anteny zależy od częstotliwości i jej wymiarów geometrycznych, patrz rys.1, i nie omówił pokazanych na tym rysunku standardowych sposobów jej zasilania.



Rys.1

Informacje na ten temat można znaleźć w bardziej aktualnej, niż cytowana w rozprawie, literaturze, np. w [1][2][3]. Uwaga ta dotyczy również literatury, z której zaczerpnięto wzory (3.9) i (3.10).

Różnym sposobom zasilania anten mikropaskowych poświęcony jest podrozdział 3.2, w którym autor w sposób lakoniczny i ogólnikowy odniósł się do tego istotnego problemu, nie analizując nawet zasygnalizowanych na rys.1 standardowych rozwiązań. Zatem, polecam uwadze autora przykład obliczeń 2.2 z podrozdziału 2.5 monografii [3].

Rozdział 4 rozprawy jest zatytułowany ” *Wybrane aspekty modelowania fraktalnych anten deterministycznych* ”. Nie wiem dokładnie co autor rozumie pod pojęciem fraktalnych anten deterministycznych. Prawdopodobnie ma on na myśli anteny o ściśle określonych (zadanych) parametrach konstrukcyjnych, w tym o geometrii promiennika. Z lektury tego rozdziału wynika, że jest on poświęcony falowym i obwodowym formom opisu obwodów mikrofalowych, w tym analizowanych w rozprawie anten. Autor słusznie zauważył, że obwodowa forma opisu (analizy) anteny łutowej prezentowana w podrozdziale 4.2 jest jedną z najprostszych ale dających najmniej dokładne wyniki. Z racji tego powinna być stosowana jako pierwsza, we wstępnym etapie projektowania. W takiej też kolejności odniosę się do opisanego w tym podrozdziale obwodowego modelu anteny nazwanego niefortunnie modelem linii transmisyjnej. Przedstawiony w tym podrozdziale opis zasady działania anteny w formie prostokątnej łaty zawiera wiele ”nieściśłości” utrudniających zrozumienie jej fizycznej istoty. Opis ten ”zamazuje” pokazany na rys.4.5 rozkład linii sił pola elektrycznego dlatego ten rysunek powinien być zastąpiony przez rysunki podobne do rys.2.38 i rys.2.42 zamieszczonych w [3]. Po raz kolejny zwracam uwagę autorowi na pozycję [3] dlatego, że zasada działania tego typu anteny jest w niej przedstawiona w bardziej przejrzysty sposób. Ponadto jest w niej prezentowana metoda wyznaczania przestrzennej charakterystyki kierunkowości omawianej anteny, który to ważny problem jest przez autora skrętnie pomijany. Cytowane w tym podrozdziale wzory (4.58)÷(4.63) są poprawne, aczkolwiek niekompletne ponieważ autor pominął wzory umożliwiające obliczanie impedancji charakterystycznej łaty i odpowiadającej jej szerokości W .

Drugą formą opisu anteny łutowej jest opis polowy, którego podstawowymi wielkościami są: natężenie pola elektrycznego, natężenie pola magnetycznego i gęstość prądu, zaś pochodnymi wektor Poyntinga, impedancja falowa i stała propagacji. Wymienione wyżej wielkości wykorzystano w podrozdziale 4.1 do opisu polowego modelu anteny łutowej, nazwanego modelem wnątkowym z racji tego, że przestrzeń pomiędzy promiennikiem a podłożem może być traktowana jako wnątkowy obwód rezonansowy. Obwód ten jest

ograniczony przez dolną i górną ścianki elektryczne, jakimi są podłoże i promiennik, oraz boczne ścianki magnetyczne. Nie zauważyłem błędów w cytowanych w tym podrozdziale zależnościach (4.1)÷(4.17).

Pomiędzy polową i obwodową formami opisu istnieją ścisłe zależności, których bardzo ogólną charakterystykę podano w podrozdziale 4.1.1. Tytuł tego podrozdziału ” *Napięcie i natężenie prądu na portach zasilania*” uważam za niewłaściwy. Podstawowymi wielkościami obwodowego opisu układu o parametrach rozłożonych (mikrofalowego) są amplitudy zespolone ekwiwalentnych napięć i amplitudy zespolone ekwiwalentnych prądów określone odpowiednio pomiędzy konkretnymi węzłami i w konkretnych gałęziach przyjętego obwodu zastępczego. Wymienione wielkości wyznacza się według odpowiednich zależności całkowych podobnych do (4.18) i (4.19). Różne sposoby tworzenia schematów zastępczych obwodów mikrofalowych i obliczania wymienionych wyżej ekwiwalentnych amplitud napięć i prądów są przedmiotem rozważań w wielu klasycznych już dzisiaj podręcznikach , np. w ” Teoria pola elektromagnetycznego “ autorstwa R. Litwina opublikowanego przez WNT ponad 50 lat temu. W tym kontekście podrozdział 4.1.1 powinien być gruntownie zmieniony lub usunięty, za czym przemawiają również występujące w nim lapsusy językowe, cytuję: ” *Wynika z tego, że natężenie prądu i napięcie na zaciskach zdefiniowane jak (4.18) i (4.19) generują z dobrą dokładnością odpowiednią, symetryczną macierz impedancji Z_{pq}* . Poprawy wymaga także początkowa część rozdziału 4.1 napisana na podstawie cytowanego w rozprawie artykułu [83]. Na przykład funkcja $\psi_{m,n}$ nie jest funkcją własną wyrażenia (4.8) jak pisze autor, lecz rozwiązaniem spełniającym zadane warunki brzegowe opisującym rozkład składowej $E_z(m,n,x,y)$ modu falowodowego o indeksach m i n wzbudzanego w obszarze rezonatora. Dla rozważanego w tym rozdziale rezonatora z prostokątną łąką funkcja ta przyjmuje postać: $E_z(m,n,x,y) = E_{zm} \cos(m\pi x/a) \cos(n\pi y/b)$, gdzie $0 \leq x \leq a$, $0 \leq y \leq b$ i jest związana z liczbą rezonansową modu (m,n) zależnością (4.13). Autor nie omówił pojęcia modu podstawowego i nie wyjaśnił co oznaczają wykorzystywane we wzorze (4.15) symbole f_{r0} i f_{r1} .

Rozważania przedstawione w podrozdziałach 4.1.3 i 4.14 są de facto autoryzowanymi fragmentami cytowanych publikacji [87][89][91]. Nie jestem w stanie ocenić ich poprawności i przydatności dla niniejszej rozprawy. Rozumiem, że niektóre zawarte w tych podrozdziałach określenia powstały wskutek bez refleksyjnego tłumaczenia wymienionych wyżej publikacji. Przeto ograniczę się do zwrócenia uwagi, że przedmiotem rozważań w tych podrozdziałach

nie jest impedancja sprzężona a macierz impedancyjna sprzężeń wzajemnych zdefiniowana ogólnymi wzorami (4.30) i (4.39). Nagminnie używane przez autora określenie "port" zastąpił bym określeniem "wrota", ponieważ w technice mikrofalowej mówi się o teorii wielowrotników a nie "wieloportników".

Z punktu widzenia recenzowanej rozprawy istotny jest podrozdział 4.3, w którym podjęto próbę omówienia idei metody segmentacji. Polega ona na podziale przestrzennego obszaru anteny, a nie jej kształtu jak pisze autor, na prostsze segmenty, dla których łatwo jest obliczyć impedancję wejściową. Idę tą dobrze ilustruje rys.2 zaczerpnięty z publikacji [4]:

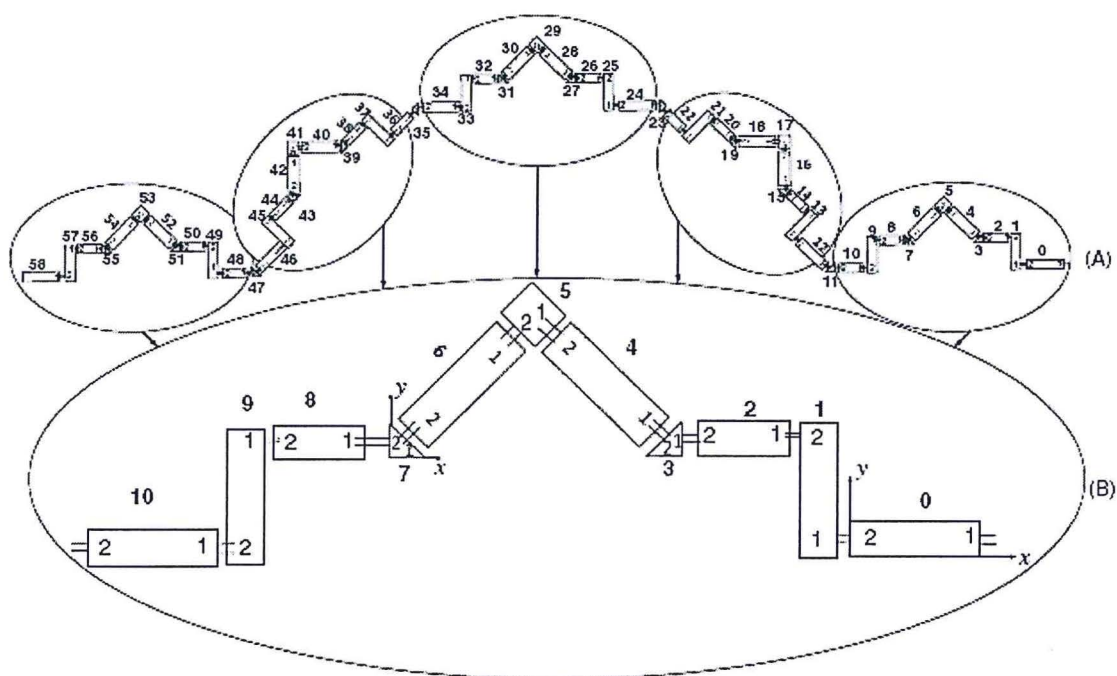


FIGURE 2 Segmentation of the meander-Koch curve Fractal antenna. (A) Second iteration (B) detailed and enlarged view of the decomposition of the generator into rectangles and 45°, 45°, 90° triangles

Niestety, funkcji tej nie spełnia zamieszczony w rozprawie rys.4.7, na którym nie pokazano wrót wewnętrznych analizowanego układu (anteny). Nie rozumiem dlaczego autor pisze, cytuję: " Dla układu z dwoma portami zewnętrznymi przyjęto numerację portów: $a_{1p}, a_{2p}, a_2, \dots, a_n$ oraz $b_{1p}, b_{2p}, b_2, \dots, b_n$ odpowiednio dla fali padającej i odbitej. Porty zewnętrzne oznaczono dodatkowo indeksem p ". Zgodnie z definicją macierzy rozproszenia parametry a_{1k} i a_{2k} reprezentują odpowiednio fale dobiegające do wrót wejściowych i wyjściowych k -tego dwuwrotnika, natomiast b_{1k} i b_{2k} reprezentują fale odbiegające do wrót wejściowych i wyjściowych tego dwuwrotnika. Nie wiem czym różnią się od siebie parametry a_{2p} i a_2 , oraz b_{2p} i b_2 . Za błędne uważam nazywanie macierzy zdefiniowanej zależnością (4.65) macierzą rozproszenia. Nie rozumiem również co dokładnie opisuje

zależność (4.66). Prawdopodobnie jest to definicja macierzy impedancyjnej k – tego dwuwrotnika wyodrębnionego w procesie segmentacji z obszaru analizowanej anteny. W przypadku anteny pokazanej na rys.2 $0 \leq k \leq 58$. Autor powinien jednoznacznie określić jaką formę opisu, obwodową lub falową, stosował do wyznaczania impedancji wejściowej analizowanych anten. W przypadku stosowania opisu obwodowego, na co wskazują zależności (4.66), (4.68) i (4.70), powinien sformułować macierz impedancyjną na wzór macierzy (12) i (13) opublikowanych w [4]. Powinien również, korzystając z tej macierzy, podać (wyprowadzić) zależność rekurencyjną umożliwiającą obliczanie impedancji wejściowej badanej anteny. Przykładem takich zależności są wzory (14 ÷ 15) podane w [4].

Powyższe zastrzeżenia wskazują, że ten istotny dla rozprawy podrozdział jest napisany bardzo niestarannie bez gruntownego zrozumienia istoty rozważanego problemu. Impedancję wejściową analizowanej anteny można wyznaczyć posługując się obwodową lub falową (nie mylić z polową) formą opisu, wykorzystującą falowe macierze rozproszenia poszczególnych dwuwrotników składowych. W większości prac poświęconych antenom łutowym najczęściej wykorzystuje się formę obwodową ze względu na możliwość wyznaczenia impedancyjnej macierzy sprzężeń wzajemnych metodą zaproponowaną przez T. Okashi, [87], patrz podrozdział rozprawy 4.1.3.

Najważniejsze wyniki pracy badawczej, zamieszczone w rozdziale 5, odnoszą się do trzech wersji anteny mikropaskowej zaprojektowanych na podstawie 2, 3 i 5 frakcji fraktala Highway'a o geometrii tworzonej według wzorów (2.21) i (2.22). Autor nie uzasadnił dlaczego wybrał te frakcje jako obwody prototypowe. W pewnym stopniu odpowiedź na to pytanie można znaleźć w opisanym w podrozdziale 5.1.1 procedurze interaktywnego projektowania, w trakcie której projektant decyduje o wyborze takiej czy innej wersji uzyskanego rozwiązania. Autor nie podjął próby opracowania kryterium, według którego stosowany do projektowania program automatycznie wybierał by rozwiązanie najlepsze przy zadanych ograniczeniach konstrukcyjnych jakimi w rozprawie są wymiary geometryczne projektowanej anteny. Nie wiadomo, czy autor samodzielnie napisał odpowiednie oprogramowanie umożliwiające analizę 1 i 2 anteny metodą FDTD (a nie FTDT), czy wykorzystał do tego celu dostępny symulator, np. FDTD++, CST Microwave Studio lub inny. Niektóre z uzyskanych wyników przedstawił w podrozdziałach 5.2, 5.3 i 5.4. Wyniki te dotyczą głównie częstotliwościowej charakterystyki dopasowania impedancyjnego anteny do przewodnicy zasilającej o impedancji charakterystycznej $Z_0 = 50 \Omega$. Do tej części pracy nie zgłaszam większych zastrzeżeń, proszę tylko autora o nie używanie słów "gabaryty" i

”rozmiary” jako synonimów słowa wymiary. Również, niektóre żargonowe sformułowania, cytuję: *”Antena jest zaprojektowana na częstotliwość rezonansową 2.4 GHz, która ..”*, *”... aby uzyskać najlepsze dopasowanie do zaprojektowanej częstotliwości rezonansowej”*, *”Za pomocą obliczeń numerycznych możliwe jest sprawne określenie takich punktów”*, itd. należy z rozprawy wyeliminować.

Impedancję wejściową drugiej 8-segmentowej anteny wyznaczono również metodą segmentacji dla różnych ”lokalizacji” punktów zasilania, podrozdział 5.3. Dopiero w tym podrozdziale autor określił pojęcia płaszczyzny połączeń wewnętrznych (porty wewnętrzne) pomiędzy poszczególnymi segmentami anteny, wrót wejściowych i zdefiniował zależnością (5.2) macierz impedancyjną całej anteny. Parametry tej macierzy są wykorzystywane w zależnościach rekurencyjnych (5.3)-(5.29) do obliczania impedancji wejściowej. Nie rozumiem dlaczego tą obwodową formę opisu autor nazywa obliczeniami numerycznymi, wszakże wszystkie wykonywane w rozprawie obliczenia mają taki charakter. Podobną metodą do opisaną wyżej badano 32-segmentową antenę o strukturze jak na rys.5.17. Do tej części rozprawy zawartej w podrozdziale 5.4 nie zgłaszam większych zastrzeżeń. Pewien niedosyt wywołuje tylko brak ”refleksji” autora nad innymi charakterystykami i parametrami projektowanej anteny, takimi jak przestrzenne charakterystyki kierunkowości, współczynnika polaryzacji skrośnej czy sprawność energetyczna całej anteny. Wnioski przedstawione w rozdziale 6 uważam za zbyt lakoniczne, a niektóre z nich są dla mnie, delikatnie mówiąc niezrozumiałe. Nie wiem jak rozumieć sformułowanie, cytuję: *”Zastosowana metoda segmentacji dobrze wpisuje się charakter budowy anteny fraktalnej”*. Inny przykład, cytuję: *”Fraktale, ze względu na skomplikowaną budowę, umożliwiają na szereg działań modyfikacyjnych ich kształtów”*.

Pytanie 6

Pytanie 6 zawarte zaleceniami dla recenzentów brzmi: jaka jest przydatność rozprawy dla nauk inżyniersko – technicznych ?

Odpowiedź 6

Żeby odpowiedzieć na to istotne pytanie należy przeanalizować wkład autora

- w teorię fraktali i w ocenę przydatności ich wybranych właściwości do projektowania niektórych typów anten łatowych (mikropaskowych),
- w metodykę analizy i syntezy tego typu anten, w tym badań eksperymentalnych, oraz
- w technologię i technikę realizacji anten w zakresach VHF, UHF i mikrofalowych.

Niestety, na żadne z wymienionych wyżej pytań nie jestem w stanie udzielić jednoznacznej, pozytywnej odpowiedzi. Zatem uważam, że recenzowana rozprawa ma charakter

przyczynkowy a jej przydatność dla nauk inżynieryjno – technicznych jest niewielka.

Pytanie 7

Do której kategorii recenzent zalicza rozprawę, a) nie spełniająca wymagań, b) wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania, c) spełniająca wymagania, d) spełniająca wymagania z nadmiarem i e) wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie.

Odpowiedź 7

Zważywszy na wszystkie omówione wyżej niedociągnięcia muszę z przykrością stwierdzić, że nie jestem w stanie zakwalifikować rozprawy jako spełniającej wymagania w myśl obowiązujących w tym zakresie przepisów. **Innymi słowy rozprawa wymaga wprowadzenia wielu poprawek, udokumentowania osiągnięć poprzez ich opublikowanie w recenzowanych czasopismach i ponownego recenzowania.**

Recenzja rozprawy doktorskiej jest de iure dokumentem jawnym, dlatego w dniu 12.04.2023 r. przekazałem powyższą konkluzję promotorowi Panu Prof. M. Pasternakowi. W odpowiedzi Prof. M. Pasternak poinformował mnie, że doktorant z powodu swojej niefrasobliwości nie zawarł w rozprawie informacji o istotnych osiągnięciach, w tym o drugim artykule skierowanym do publikacji w Przeglądzie Elektrotechnicznym (NOT). Jediną udokumentowaną dotychczas publikacją doktoranta jest artykuł [96], którego jest współautorem. Ponadto promotor usprawiedliwiał doktoranta ograniczeniem czasowym, spowodowanym jakoby zmianami w procedurze kwalifikacyjnej. **Uwzględniając powyższe okoliczności proszę Komisję o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony i zastrzegam sobie prawo do zmiany decyzji, jeżeli wspomniane (sugerowane) wyżej osiągnięcia autora zostaną właściwie udokumentowane.**



Stanisław Rosłonec

Załącznik Wykaz publikacji wymienionych w niniejszej recenzji, które nie są cytowane w rozprawie

- [1] Kumar Girish and K.P.Ray, Broadband microstrip antennas
Artech House, Norood (MA), 2003
- [2] Milligan T.A., Modern antenna design – second edition
John Wiley and Sons, Hoboken (NY) , 2005
- [3] Rosłonec S., Wybrane zagadnienia techniki antenowej z przykładami projektowania
Wydawnictwo Wojskowej Akademii Technicznej, Warszawa, 2022
- [4] Jamil A. et al, ''Analysis of a hybrid fractal curve antenna using the segmentation method''. *Engineering Reports*, 2020; 2:e12263. <https://doi.org/10.1002/eng2.12263>.