

Gdynia, dn. 06.06.2018

Dr hab. inż. Jerzy Julian Michalski
Pomorski Park Naukowo-Technologiczny
SpaceForest Sp. z o. o.
Al. Zwycięstwa 96/98
81-451 Gdynia

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Jakuba Sorockiego zatytułowanej „Niskostratne układy mikrofalowe w technice linii paskowych. Analiza, projektowanie i badania eksperymentalne”.

Słowo wstępu

Rozprawa mgr inż. Jakuba Sorockiego, jak również zbiór publikacji, które stanowią trzon recenzowanej pracy, zostały napisane w języku angielskim. Pisząc niniejszą recenzję w języku polskim, w celu uniknięcia potencjalnych nieporozumień, celowo pozostawiłem niektóre terminy nietłumaczone. Każdorazowo, gdy któryś z terminów nie został przeze mnie przetłumaczony, a został użyty w recenzji, opatrzyłem go odpowiednim przypisem dolnym.

1) Jaki jest problem naukowy (teza) rozprawy i czy został on trafnie i jasno sformułowany?

Technika linii paskowych jest od wielu dziesięcioleci powszechnie stosowana w rozwiązaniach układów mikrofalowych. Jest wiele powodów jej popularności, a wśród nich między innymi: (i) niskie koszty wykonania, (ii) łatwość projektowania układów, (iii) łatwość integracji z innymi technologiami, (iv) bardzo szeroki zakres częstotliwości jej zastosowania, (v) w odróżnieniu do również bardzo powszechnie stosowanej technologii linii mikropaskowych, dzięki prowadzeniu rodzajów TEM nie obserwujemy dyspersji w przewodnicach linii paskowych. Dyspersja jeżeli występuje, to jest związana jedynie z dyspersyjnością materiału dielektrycznego.

Straty występujące w urządzeniach wykorzystujących technologię linii paskowych są spowodowane głównie propagacją fali elektromagnetycznej w warstwie dielektryka. Stąd nie bez znaczenia jest rozwój badań w kierunku minimalizacji rozmiarów struktur urządzeń mikrofalowych wykorzystujących tę technologię.

Struktury w tej technologii od wielu dekad są analizowane za pomocą metod numerycznych, na przykład opartych o metodę spektralną czy przybliżonych modeli analitycznych. Rozwój w ostatnim dziesięcioleciu symulatorów elektromagnetycznych 3D również spowodował, że metody symulacji w oparciu o metody elementów skończonych, pozwalają uwzględniać straty, zarówno te w materiale dielektrycznym jak i również w elementach przewodzących struktur. Metody te pozwalają bardzo szybko oraz dokładnie optymalizować nawet bardzo złożone struktury oparte o linie paskowe.

Autor niniejszej rozprawy przedstawia analizę, projektowanie oraz weryfikację eksperymentalną wybranych układów mikrofalowych w technice linii paskowych, ze szczególnym skoncentrowaniem się na problemie strat oraz ich minimalizacji. Autor rozważa kilka rozwiązań układów, takich jak (i) różne rodzaje filtrów, w tym rozwiązania szerokopasmowe oraz (ii) sprzęgacze kierunkowe bazujące na technologii linii sprzężonych.

W pracy autor proponuje następujące sposoby pozwalające na redukcję strat w badanych przez siebie układach:

- zastosowanie nowych i alternatywnych metod projektowania oraz topologii układów w celu poprawy parametrów elektrycznych oraz uzyskania struktur o niewielkich wymiarach fizycznych,
- usprawnienie topologii elementów składowych w kontekście własności elektrycznych i wymiarów jak również nowe podejście do techniki ich wykonywania,
- optymalizacja topologii układów ukierunkowana na poprawę parametrów elektrycznych,
- integracja wielu funkcjonalności systemu w jednym układzie,
- zastosowanie nowych materiałów oraz nowoczesnych technologii wytwarzania elementów mikrofalowych.

W rozprawie autor formułuje trzy główne cele:

1. Opracowanie niskostratnych filtrów mikrofalowych w technice paskowych linii transmisyjnych,
2. Opracowanie niskostratnych mikrofalowych dzielników/sumatorów mocy w technice paskowych linii transmisyjnych,
3. Opracowanie niskostratnego zintegrowanego front-endu transceivera¹ dużej mocy.

Analizując cele autora można wysnuć wniosek, że charakter pracy jest w głównej mierze skierowany na zagadnienia oraz rozwiązania inżynierskie z nastawieniem na poprawę parametrów pracy opracowanych układów. Wszystkie rozważane przez autora układy zostały zaprojektowane i zoptymalizowane, następnie wykonane i pomierzone pokazując, że założone w pracy cele zostały osiągnięte.

2) Czy autor rozwiązał postawiony problem i czy użył do tego właściwych metod dowodząc, że posiadał umiejętności związane z metodyką i metodologią prowadzenia badań naukowych?

Cele przedstawione w niniejszej pracy są przez autora konsekwentnie realizowane, a wyniki uzyskiwane w trakcie badań prezentowane są w publikacjach zarówno tych w prestiżowych pismach branżowych jak i również w konferencyjnych o zasięgu światowym.

Analizując opublikowane wyniki można wysnuć wniosek, że metody użyte przez autora są właściwe. Patrząc na bardzo bogaty, pod kątem jakości i ilości, dorobek publikacyjny jestem przekonany, że autor posiadał umiejętności związane z metodyką i metodologią prowadzenia badań naukowych.

3) Czy tematyka rozprawy jest aktualna lub dostatecznie ważna?

Temat strat w układach mikrofalowych był, jest i zawsze będzie przedmiotem badań naukowców, bez względu na to jak doskonałe pod tym kątem będą projektowane i wytwarzane urządzenia w danym okresie czasu. Tematyce strat autor poświęca znaczną część swojej

¹ Termin celowo nie został przetłumaczony przez recenzenta.

rozprawy. Dodatkowym zagadnieniem rozważanym przez autora jest zastosowanie druku 3D (AM – additive manufacturing²) do wytwarzania urządzeń mikrofalowych. Ta tematyka jest ostatnio bardzo intensywnie badana oraz w ostatnim czasie z powodzeniem stosowana do wytwarzania urządzeń również pracujących z falami milimetroowymi. W okresie kilku ostatnich lat powstało wiele publikacji naukowych poświęconych tej tematyce. Aktualnie drukowane są również urządzenia o bardzo dużych dobrociach, w tym filtry mikrofalowe pracujące nawet w pasmie W mające zastosowanie w telekomunikacji satelitarnej.

Oba zagadnienia poruszane przez autora są bardzo aktualne i ważne. Pierwsze z powodu powszechności stosowania i aktualnych potrzeb oraz przyszłych oczekiwań rynku. Drugie z powodu „świeżości” tematyki oraz możliwości jakie daje ta technologia do przyszłych rozwiązań, które umożliwią uzyskiwanie urządzeń i systemów o parametrach jakie przy aktualnie powszechnie używanych technologiach nie są dostępne.

4) Na czym polega oryginalny dorobek autora i jakie jest jego znaczenie poznawcze lub przydatność praktyczna dla nauki bądź techniki?

Praca nie jest stricte naukowa. Nie można doszukać się w niej obszarów typowo badawczych mających na celu odkrywanie „nowej wiedzy”. Autor stawia przed sobą cele mające poprawić to co już odkryte i stosowane.

Na stronie 150 rozprawy autor wymienia 17 osiągnięć, które krótko można podsumować jako: zaprojektowanie, wytworzenie oraz eksperymentalne zweryfikowanie (pomiarzenie) urządzeń mikrofalowych, w tym różnych rodzajów filtrów oraz sprzęgaczy mikrofalowych. Przydatność zaproponowanych rozwiązań jest bez wątpienia istotna z punktu praktycznego, gdyż wszystkie prezentowane urządzenia posiadają potencjał komercjalizacyjny.

5) Czy rozprawa świadczy o dostatecznej wiedzy autora, wiedzy na zaawansowanym poziomie, o charakterze podstawowym dla dziedziny nauk technicznych oraz o charakterze szczegółowym, odpowiadającym obszarowi badań naukowych?

² Termin celowo nie został przetłumaczony przez recenzenta.

Rozprawa pokazuje, że autor doskonale radzi sobie z zagadnieniami inżynierskimi związanymi z projektowaniem, wytwarzaniem oraz pomiarami szerokiej gamy układów mikrofalowych. Autor z powodzeniem korzysta z najnowszej wiedzy dostępnej w pismach branżowych oraz posiada bardzo bogaty i imponujący dorobek publikacyjny. Wiele publikacji autora ukazało się w bardzo prestiżowych pismach z listy filadelfijskiej. Uważam, że autor dysponuje wiedzą na zaawansowanym poziomie w zakresie proponowanej i prezentowanej przez siebie tematyki. Doskonale radzi sobie zarówno z pracą młodego badacza, głównie skupionego na zagadnieniach inżynierskich, jak i również naukowca mającego łatwość opisywania uzyskanych przez siebie wyników prac.

6) Czy rozprawa obejmuje najnowsze osiągnięcia nauki i świadczy o znajomości współczesnej literatury z dyscypliny naukowej, której dotyczy?

Literatura cytowana przez autora jest dobrze dobrana i obejmuje zarówno współczesne pozycje, jak również pozycje starsze lecz istotne z punktu widzenia poruszanych przez niego zagadnień. Zarówno wkład własny autora oraz cytowane pozycje literatury świadczą o bardzo dobrej znajomości tematyki będącej przedmiotem niniejszej rozprawy. Autor wielokrotnie uczestniczył w konferencjach międzynarodowych, w stażach zagranicznych oraz wizytach badawczych, gdzie bez wątplenia miał okazję do zapoznania się z najnowszymi trendami i badaniami z zakresu tematyki własnej pracy.

7) Jakie są wady i słabe strony rozprawy?

Analizując treść pracy, w tym w głównej mierze publikacje stanowiące jej trzon, stwierdzam, że praca jest dobrze napisana i nie dostrzegam jej wad czy słabych stron. W treści rozprawy pojawia się kilka błędów, głównie redakcyjnych. Błędy te nie wpływają na wartość merytoryczną pracy ani na moją ocenę końcową. Poniżej zamieszczam listę niektórych moich uwag:

- Strona 7 drugi akapit: „[...] cechujących się niskimi całkowitymi stratami mocy oraz **wysokimi** parametrami elektrycznymi”. Użycie słowa „wysoki” w rozumieniu „optymalny” czy „dobry”, „wyjątkowy” nie jest dobrym wyborem w tym przypadku.

- Brakuje listy użytych w pracy skrótów oraz ich rozwinięć,
- Publikacje, które jeszcze nie przeszły pozytywnie procesu recenzji, nie powinny być używane w spisie literatury cytowanej.

8) Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

- a) niespełniająca wymagań,**
- b) wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania,**
- c) zadawalająco spełniająca wymagania,**
- d) wyraźnie wykraczająca poza poziom przeciętny (spełniająca wymagania z nadmiarem),**
- e) wybitna.**

Biorąc pod uwagę istotne znaczenie praktyczne, mnogość zaproponowanych i przebadanych struktur oraz obfitość i jakość dorobku publikacyjnego, rozprawę zaliczam do kategorii d „wyraźnie wykraczająca poza poziom przeciętny (spełniająca wymagania z nadmiarem)” i wnoszę o jej wyróżnienie. Nadmienię, że jak na tak młody staż naukowy autora, pierwsze publikacje pochodzą z roku 2013, jego dorobek naukowy jest imponujący. Zgodnie z Google Scholar na dzień 5 czerwca 2018 r., mgr inż. Jakub Sorocki jest współautorem 57 pozycji naukowych o zasięgu międzynarodowym. Jego prace były cytowane 126 razy (łącznie z samocytowaniami), indeks Hirsha wynosi 7.

Uwagi dodatkowe

1. Rozprawa mgr. inż. Jakuba Sorockiego, zawiera publikacje w większości czworga autorów, tj. J. Sorocki, I. Piekarczyk, K. Wincza, S. Gruszczyński. Profesor K. Wincza jest promotorem. Przy czym we wszystkich prawie pracach J. Sorocki jest pierwszym autorem natomiast K. Wincza, w części publikacji jest autorem przedostatnim a S. Gruszczyński ostatnim bądź odwrotnie. W związku z tym, że S. Gruszczyński jest również tak jak K. Wincza samodzielnym pracownikiem naukowym mogącym promować młodych adeptów nauki istotne jest, aby jednoznacznie było określone, jak udział w promowaniu J. Sorockiego miał S. Gruszczyński. Oczekiwałbym, aby w

celu uniknięcia niepotrzebnych nieporozumień, takie wyjaśnienia miały miejsce podczas obrony J. Sorockiego.

2. Od prac doktorskich oczekuje się aby wnosiły one wartość dodaną do aktualnego stanu wiedzy z dziedziny, której dotyczą. Niniejsza rozprawa ma w głównej mierze bardzo mocny charakter inżynierski. Oczywiście sam fakt, że wyniki prac i badań autora zostały opublikowane w bardzo prestiżowych pismach naukowych już może stanowić pozytywną recenzję niniejszej rozprawy oraz dowód na również naukowy charakter prac autora. Oczekiwałbym, aby autor podczas obrony przedstawił i pokrótce scharakteryzował jakie jego zdaniem największe osiągnięcia naukowe niniejsza rozprawa wnosi do nauki.

