

Recenzja rozprawy doktorskiej pt. „Broadband measurements of scattering parameters utilizing Butler matrices” autorstwa mgr inż. Kamila Staszka.

1. Wstęp

Praca pana mgr inż. Kamila Staszka zatytułowana „Broadband measurements of scattering parameters utilizing Butler matrices” jest poświęcona zagadnieniom bardzo istotnym z punktu widzenia metrologii mikrofalowej, dotyczy bowiem metod pomiaru parametrów macierzy rozproszenia powszechnie wykorzystywanych do scharakteryzowania mikrofalowych liniowych urządzeń wielowrotnikowych. Oczywiście, urządzeniem, które jest w takich zagadnieniach „naturalnym” przyrządem pomiarowym jest wektorowy analizator obwodów. Niestety, koszt takiego analizatora, szczególnie pracującego w zakresie „wysokich” częstotliwości mikrofalowych, może sięgać setek tysięcy złotych, co stanowi często warunek zaporowy dla wielu laboratoriów badawczych lub badawczo-konstrukcyjnych.

W tej sytuacji poszukuje się rozwiązań tańszych, do których zaliczają się techniki opisane w recenzowanej pracy. Pomimo, że ta tematyka jest rozwijana w nauce światowej od wielu dekad, a podwaliny pod wykorzystywaną przez Doktoranta metodę sześćcio-wrotnikową zostały położone przez G.F. Engena w latach siedemdziesiątych dwudziestego wieku, ciągle możliwe jest jej twórcze rozwijanie, czego dowodem jest recenzowana rozprawa doktorska.

Co ciekawe, wymieniona w tytule rozprawy technika tzw. macierzy Butlera (nota bene, w której rozwijaniu od lat spektakularne sukcesy odnosi zespół Gruszczynski-Wincza) także sięga korzeniami początku lat sześćdziesiątych dwudziestego stulecia. Na podstawie recenzowanej rozprawy, jak również szeregu publikacji powstałych w trakcie prowadzenia przez Doktoranta badań, które ta rozprawa podsumowuje, można zauważyć, jak duży potencjał naukowy tkwi w znalezieniu wspólnego zastosowania dla technik znanych od dziesięcioleci.

2. Charakterystyka rozprawy

Napisana w języku angielskim rozprawa składa się pięciu rozdziałów, z których rozdział pierwszy i piąty stanowią odpowiednio wstęp i zakończenie. We wstępie przedstawiono zakres rozprawy na tle badań prowadzonych przez innych naukowców, opisano podstawy pomiarów wielowrotnikowych, zasadę działania macierzy Butlera oraz podstawiono tezy rozprawy, które są następujące:

- I. Zastosowanie macierzy Butlera jako wielowrotników pomiarowych pozwala na pomiar zespolonych parametrów macierzy rozproszenia elementów mikrofalowych.
- II. Modyfikacja systemu pomiarowego wykorzystująca macierze Butelra pozwala zmniejszyć niepewność pomiarową.
- III. Zastosowanie zestawu przesuwników fazy pozwala na kalibrację wielowrotnikowego układu pomiarowego w zakresie częstotliwości obejmującym wiele oktaw.

Prawdziwość powyższych tez Autor dowodzi w rozdziałach od drugiego do czwartego, które stanowią właściwą część rozprawy.

W rozdziale drugim opisano metody pomiaru współczynnika odbicia - przedstawiono najpierw zasadę działania klasycznego reflektometru sześćcio-wrotnikowego. Warto podkreślić fakt, że już w tym (wprowadzającym) punkcie zaproponowano dwa ulepszenia klasycznej konstrukcji rozszerzające pasmo pracy reflektometru. Następnie przedstawiono układy wykorzystujące macierze Butlera 4×4 i 8×8 , zaproponowane procedury kalibracyjne stanowiące zasadniczą część metody pomiarowej. Następnie dokonano analizy dokładności i przeprowadzono weryfikację eksperymentalną.

W rozdziale trzecim Autor zajął się pomiarami współczynników transmisyjnych – struktura rozdziału jest tu w zasadzie podobna jak w rozdziale drugim: na wstępie jest opisana metoda rozszerzenia zaproponowanego wcześniej układu pomiarowego w sposób umożliwiający pomiar współczynników transmisji, następnie opisano procedury kalibracji i weryfikacja eksperymentalna. Na podkreślenie zasługuje fakt, że opisano w ten sposób dwie metody pomiarowe: metodę z dwiema klasycznymi macierzami Butlera 4×4 (rozdział 3.1) i z

pojedyncza macierzą 8 x 8 (rozdział 3.2) – dokładność obu metod została porównana w podrozdziale opisującym weryfikację eksperymentalną obu metod.

Rozdział czwarty rozprawy opisuje metody pomiaru elementów macierzy rozproszenia za pomocą układów z możliwością strojenia (z użyciem regulowanego tłumika). Analizy przeprowadzone w rozdziałach wcześniejszych wskazują, że kluczowym elementem wpływającym na dokładność pomiarów jest właściwy rozkład środków okręgów na płaszczyźnie zespolonej (okręgi odpowiadają równaniom, z których wylicza się poszukiwane parametry macierzy rozproszenia). Niekorzystny rozkład tych punktów może prowadzić do znacznych błędów pomiarowych. W omawianym rozdziale zaproponowano układy, w których użytkownik może wspomniany rozkład może być regulowany. Zaproponowanym układom towarzyszy – jak zawsze w pracy – opis ich eksperymentalnej weryfikacji.

W rozdziale piątym Autor zwięźle podsumowuje opisane w pracy osiągnięcia i wskazuje kierunki możliwych przyszłych badań.

Bibliografia pracy liczy ogółem 106 pozycji, z czego 11 stanowią prace, których (pierwszym) współautorem jest Doktorant – spis literatury świadczy o bardzo dobrej orientacji Autora w prowadzonych na świecie badaniach dotyczących poruszanych w rozprawie zagadnień.

Doktorant zamieścił także w pracy zestawienie własnych osiągnięć, wymieniając 6 publikacji w czasopismach bezpośrednio związanych z tematyką rozprawy, 8 pozostałych publikacji w czasopismach. W odniesieniu do doniesień konferencyjnych odpowiednie liczby to 5 i 10. Doktorant jest też współautorem dwóch zgłoszeń patentowych, jest kierownikiem jednego projektu NCN i brał udział w kolejnych 4 projektach.

Należy także podkreślić, że rozprawa jest bardzo starannie zredagowana i napisana klarownym językiem, a przy tym – jak na zawarty w pracy materiał – bardzo zwięzła.

4. Główne osiągnięcia opisane w rozprawie

Do najważniejszych osiągnięć opisanych w rozprawie recenzent zalicza:

- 1) Modyfikację szerokopasmowego reflektometru sześciowrotnikowego z dodatkowym fragmentem linii transmisyjnej;
- 2) Opracowanie ultra-szerokopasmowego reflektometru z układem „magiczne T”;
- 3) Opracowanie układów pomiarowych wykorzystujących macierze Butlera 4 x 4 do pomiaru współczynników odbiciowych i transmisyjnych;
- 4) Opracowanie układów pomiarowych wykorzystujących macierze Butlera 8 x 8 do pomiaru współczynników odbiciowych i transmisyjnych;
- 5) Przedstawioną w pracy analizę błędów układów pomiarowych;
- 6) Opracowanie odpowiednich procedur kalibracyjnych;
- 7) Opracowanie strojonych układów pomiarowych o poprawionej dokładności;
- 8) Staranną weryfikację pomiarową zaproponowanych technik.

Wymienione punkty stanowią jednocześnie dowód postawionych w rozprawie tez.

Zdaniem recenzenta wspomniane osiągnięcia, w połączeniu z imponującym dorobkiem publikacyjnym, mogłyby z powodzeniem stanowić podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, a nie doktora (oczywiście, gdyby były to osiągnięcia samodzielne – rozprawa doktorska z natury rzeczy jest przygotowywana pod kierunkiem i przy współudziale promotora)

5. Słabe strony rozprawy

Za jedyny dyskusyjny (choć trudno tu mówić o mankamencie) element rozprawy recenzent uważa układ pracy. Jest to w pewnym sensie układ chronologiczny, ilustrujący pewien (logiczny) proces badawczy. Kolejne podrozdziały stanowią odzwierciedlenie kolejnych publikacji doktoranta – równie dobrze zamiast rozprawy Autor mógłby przedstawić (jak ma to miejsce w przypadku habilitacji) po prostu cykl publikacji – oczywiście gdyby było to możliwe ze względów formalnych. Konieczność zestawienia wyników badań naukowych w postaci raportu/rozprawy mogłaby być okazją do wprowadzenia pewnych uogólnień i przedstawienia rozwiązań szczegółowych jako szczególnych przypadków ogólniejszej teorii.

Nie jest to jednak uwaga stricte krytyczna, a raczej sugestia, gdyby Autor chciał w przyszłości napisać np. monografię poświęconą uprawianej tematyce.

6. Wniosek końcowy

Rozprawa „Broadband measurements of scattering parameters utilizing Butler matrices” autorstwa mgr inż. Kamila Staszka spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim i może być dopuszczona do publicznej obrony.

Biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom naukowy zarówno samej rozprawy, jak i publikacji doktoranta, recenzent wnioskuje o wyróżnienie rozprawy.