**Niskostratne układy mikrofalowe w technice linii paskowych. Analiza, projektowanie i badania eksperymentalne**

*Mgr inż. Jakub Sorocki*

**Promotor:** dr hab. inż. Krzysztof Wincza, prof. n. AGH

**Dyscyplina:** Elektronika

**Streszczenie:**

Obecnie obserwowane zwiększające się zapotrzebowanie na przepustowość oraz zasięg systemów telekomunikacyjnych powoduje konieczność zwiększenia mocy nadawczej lub zwielokrotnienie liczby nadajników przy tej samej mocy nadawczej oraz ograniczonych wymiarach fizycznych. Aby spełnić rosnące wymagania konieczne jest poszukiwanie nowych rozwiązań oraz technologii pozwalających na realizację lekkich i kompaktowych układów a także systemów o wysokim stopniu integracji i zwiększonej sprawności. Jednym z kierunków rozwoju jest szersze zastosowanie techniki linii paskowych. Układy w tej technice są strukturami quasi-planarnymi, co pozwala nie tylko na relatywnie łatwe modelowanie i szybkie projektowanie, ale również na łatwą integrację układów pasywnych z aktywnymi oraz układów wysokiej częstotliwości z obwodami niskiej częstotliwości. Takie podejście znacząco upraszcza konstrukcję mechaniczną i umożliwia zmniejszenie całkowitych rozmiarów jak i kosztów realizacji systemu. Jednakże układy te charakteryzują się relatywnie dużymi stratami wtrąceniowymi w porównaniu do układów falowodowych wynikającymi m. in. z częściowej lub całkowitej propagacji fali elektromagnetycznej w wysoko stratnej warstwie dielektrycznej laminatu, co znacząco utrudnia zastosowanie ich w układach dużej mocy.

Tematyka niniejszej rozprawy doktorskiej obejmuje analizę, projektowanie oraz weryfikacji eksperymentalnej układów mikrofalowych realizowanych z wykorzystaniem techniki linii paskowych. Głównym celem pracy jest zbadanie możliwości realizacji, a także opracowanie nowych metod projektowania i rozwiązań układowych mikrofalowych filtrów pasmowych, w tym filtrów kierunkowych oraz sprzęgaczy kierunkowych wykorzystujących sekcje linii sprzężonych, które będą cechowały się dużą selektywnością/kierunkowością a także niskimi całkowitymi stratami mocy. W pracy przedstawione zostało:

• zastosowanie nowych i alternatywnych metod projektowania oraz topologii elementów składowych układu w celu poprawy odpowiedzi częstotliwościowej oraz minimalizacji strat mocy;

• redukcja strat mocy w układzie poprzez optymalizację topologii elementów składowych oraz zmianę techniki realizacji;

• optymalizacja topologii układu ukierunkowana na usprawnienie parametrów elektrycznych jako sposób na zmniejszenie strat mocy;

• integracja wielu funkcjonalności w jednym układzie jako sposób na zmniejszenie strat mocy;

• zastosowanie nowych materiałów oraz technologii wytwarzania do realizacji niskostratnych układów w technice linii paskowych;

• redukcja strat mocy jako sposób na zwiększenie zakresu funkcjonalnego urządzenia.

Wszystkie powyżej przedstawione aspekty zostały obszernie zbadane i szeroko opisane przez Autora w artykułach opublikowanych w czasopismach z dziedziny o zasięgu międzynarodowych jak również w komunikacjach na międzynarodowych konferencjach, które zostały zawarte w niniejszej pracy. Wynikiem prac teoretycznych oraz badań eksperymentalnych jest szereg nowatorskich rozwiązań układowych oraz metodologii projektowania, w tym:

• zaproponowana została realizacja filtrów pasmowo-przepustowych jako struktury periodyczne złożone z krótkich elektrycznie, identycznych komórek jednostkowych a także opracowane zostały nowe topologie komórek jednostkowych wykorzystujące sekcje sprzężonych i niesprzężonych linii transmisyjnych oraz elementy o stałych skupionych o własnościach pasmowo-przepustowych oraz pasmowo-zaporowych.

• przedstawiono realizację szerokopasmowych filtrów o strukturze periodycznej w technice podwieszanych linii paskowych z wykorzystaniem zaproponowanych komórek jednostkowych złożonych wyłącznie z sekcji sprzężonych i niesprzężonych linii transmisyjnych

• zaproponowane zostały techniki oraz rozwiązania topologiczne układów filtrów kierunkowych z dodatkowymi zerami w transmisji oraz sprzęgaczy kierunkowych z odpowiednim przesuwnikiem fazy pozwalające na zwiększenie selektywności lub pasma pracy

• zaproponowane zostały rozwiązania układowe sprzęgacza kierunkowego z jednoczesną transformacją impedancji jak również nowe podejście projektowe do realizację multiplexerów, w fakt kaskadowego połączenia poszczególnych filtrów składowych jest wykorzystany do zwiększenia selektywności.

• pokazane zostało, iż wprowadzenie trzeciego wymiaru w procesie projektowania dzięki zastosowaniu technologii druku 3D pozwala na realizacje m.in. nisko-stratnych sprzęgaczy kierunkowych o bardzo dobrych parametrach w technice podwieszanych linii paskowych.

• zaproponowany została topologia stroika impedancji do pomiaru tranzystorów mocy o zwiększonym zakresie realizowalnych impedancji a także przedstawiony został projekt przykładowego front-endu trancivera dużej mocy.

Uzyskane w ramach rozprawy doktorskiej wyniki pozwolą w przyszłości na lepszą integrację poszczególnych bloków torów nadawczych sprzętu telekomunikacyjnego dużej mocy oraz zmniejszenie całkowitych rozmiarów systemu poprzez zastąpienie obecnie wykorzystywanych układów wykonanych w technologii falowodów jednorodnym, zintegrowanym systemem zaprojektowanym z wykorzystaniem techniki linii paskowych.