

Struktury pracujące w paśmie radiowym są podstawowymi komponentami systemów komunikacji bezprzewodowej. Ich współczesne realizacje muszą spełniać rygorystyczne wymagania projektowe dotyczące parametrów pracy, czynników środowiskowych, czy ograniczeń geometrycznych (wynikających np. z mobilnego charakteru systemu). Wyznaczenie odpowiedniej topologii (określane mianem syntezy) takich układów stanowi istotne wyzwanie. Jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy jest niewystarczająca wydajność rozwiązań konwencjonalnych (tj. możliwych do zbudowania przy użyciu dobrze znanych zależności teoretycznych) z punktu widzenia stawianych wymagań. W praktyce pożądaną funkcjonalność układów uzyskuje się poprzez ręczne modyfikowanie standardowych struktur radiowych na podstawie doświadczenia inżynierskiego. Wyznaczone rozwiązania mogą (choć nie muszą) podlegać dalszej optymalizacji z wykorzystaniem odpowiednich technik numerycznych. Wspomniane podejście jest często niewystarczające do uzyskania niekonwencjonalnych parametrów pracy. Alternatywą dla projektowania układów na podstawie doświadczenia jest automatyczna synteza z wykorzystaniem odpowiednich algorytmów. Metoda wykorzystuje uniwersalny model komputerowy, który charakteryzuje się dużą elastycznością z punktu widzenia możliwych do uzyskania geometrii. Wspomniana elastyczność wynika z definiowania topologii za pomocą zbioru połączonych punktów charakterystycznych, czy odpowiedniej kompozycji podstawowych kształtów (np. prostokątów/prostopadłościanów). Optymalne rozwiązania układowe uzyskuje się za pomocą algorytmów, które wyznaczają rozwiązania spełniające kryteria projektowe na podstawie analizy wpływu kombinacji położenia punktów, bądź bloków na wydajność struktury. Niestety wspomniane metody wymagają tysięcy czasochłonnych symulacji komputerowych, co często ogranicza ich praktyczne zastosowanie do syntezy stosunkowo prostych geometrii. Bez względu na wspomniane trudności, automatyczne techniki syntezy mają istotny potencjał z punktu widzenia ograniczenia preferencji inżynierskich w procesie projektowania komponentów radiowych. Opracowanie wydajnych rozwiązań umożliwi generowanie nieintuicyjnych geometrii układów o podwyższonej funkcjonalności, a także przyczyni się do skrócenia ich cykli projektowych w porównaniu do konwencjonalnych technik, które (pomimo rozwoju technologii) są wciąż w znacznej mierze oparte na doświadczeniu.

Celem niniejszego projektu jest opracowanie wydajnych narzędzi do automatycznego projektowania złożonych struktur radiowych. Zaplanowane zadania dotyczą: (i) opracowania technik wyboru (odpowiedniej z punktu widzenia wymagań) architektury układów, które nie wymagają nadzoru inżynierskiego, (ii) zastosowania modeli analitycznych oraz technik uczenia maszynowego do szybkiej optymalizacji syntezy układów, (iii) stworzenia inspirowanych procesami naturalnymi metod balansujących złożoność i różnorodność syntezy układów, (iv) wbudowania w pętlę projektową technik zorientowanych na zwiększenie odporności projektowanych układów na niedokładności wynikające z procesu ich fabrykacji, oraz (v) wykorzystania potencjału druku trójwymiarowego do szybkiego i taniego wytwarzania rozwiązań prototypowych. Realizacja ostatniego zadania jest istotna nie tylko z punktu widzenia szybkiej weryfikacji wydajności projektowanych układów, ale też wykorzystania łatwo dostępnych danych pomiarowych (uzyskanych z prototypowych struktur) do zwiększenia dokładności modeli stosowanych w syntezie. Wprowadzenie wspomnianego sprzężenia przyczyni się do znacznego skrócenia cykli produkcyjnych układów (a zatem kosztu ich rozwoju). Realizacja wspomnianych celów ma zatem istotne znaczenie badawcze (opracowanie nowych wydajnych metod syntezy układów) i praktyczne (szybkie projektowanie układów oraz ich tania weryfikacja przy użyciu drukowanych prototypów).

Najważniejszymi spodziewanymi efektami projektu będą metody, narzędzia i rozwiązania algorytmiczne pozwalające na dokładną, szybką, automatyczną syntezę złożonych struktur radiowych o dużej funkcjonalności i podwyższonej odporności na niedokładności produkcyjne. Zastosowanie technologii druku będzie miało istotne znaczenie dla zwiększenia precyzji technik modelowania użytych w projektowaniu układów oraz ograniczenia kosztu fabrykacji struktur przestrzennych, uzasadniając ich stosowanie nawet w systemach o małej skali produkcji. Przewidywane rezultaty projektu wyjdą daleko poza obecny stan wiedzy i przyczynią się do zdefiniowania dalszych kierunków badań nad metodami automatycznej syntezy oraz taniej fabrykacji złożonych układów radiowych. Wyniki badań powinny mieć znaczenie nie tylko dla rozwoju inżynierii mikrofalowej, ale też innych dziedzin, w których optymalizacja kosztownych numerycznie modeli symulacyjnych jest nieodłącznym krokiem projektowania układów. Oczekuje się, że wykorzystanie proponowanych narzędzi umożliwi generowanie rozwiązań będących poza zasięgiem dostępnych technik, co ma ogromne znaczenie praktyczne.