

PROWADZENIE, KONTROLA I WZMACNIANIE SYGNAŁÓW W SILNIE SPRĘŻONYCH UKŁADACH ELEKTROMAGNETYCZNO-MAGNONICZNYCH

Fale elektromagnetyczne zrewolucjonizowały systemy komunikacji już kilka razy w ciągu ostatniego stulecia. Począwszy od demonstracji radiotelegrafu Marconiego, poprzez przejście na wyższe częstotliwości i zapewnianie analogowej transmisji sygnału radiowego i telewizyjnego, poprzez systemy komunikacji satelitarnej, aż po transmisję światłowodową przy wykorzystaniu fal świetlnych i cyfrową komunikację bezprzewodową w zakresie mikrofalowym, dominujące dziś odpowiednio na długich i krótkich dystansach. Aktualnie prowadzone badania mające na celu dalszą poprawę wydajności transmisji danych, zwiększenie przepustowości, a co ważne, także zmniejszenie zużycia energii. W tym paradygmacie fale elektromagnetyczne są wykorzystywane również do przetwarzania sygnałów, stanowiących podstawę zintegrowanej fotoniki. Niedawno fotonika mikrofalowa dostarczyła rozwiązań zwiększających przepustowość przesyłania danych i umożliwiła rozwój Internetu Rzeczy (IoT). Aby sprostać rosnącym wymaganiom współczesnego społeczeństwa, potrzebne są nowe pomysły na zminiaturyzowane urządzenia umożliwiające dalszy wzrost przepustowości i zmniejszenie energii wymaganej do przetwarzania sygnałów.

Pewne rozwiązania może zaoferować magnonika, młoda dziedzina fizyki i technologii, która wykorzystuje fale spinowe do przetwarzania sygnałów. Fale spinowe, które są koherentnymi zaburzeniami magnetyzacji o niskiej energii, mogą przenosić informacje w materiałach magnetycznych w szerokim zakresie częstotliwości od GHz do THz. Co więcej, ze względu na długość fal spinowych o kilka rzędów krótszych od fal elektromagnetycznych o tych samych częstotliwościach, fale spinowe są odpowiednim medium do wykorzystania przy tworzeniu systemów komunikacyjnych nowej generacji. Niemniej jednak, te obiecujące właściwości magnoniki są trudne do praktycznego wykorzystania, by sprostać rygorystycznym wymaganiom nowoczesnej technologii i zaprojektować urządzenia konkurencyjne do tych już funkcjonujących. Wśród wyzwań ograniczających rozwój magnoniki jest nieefektywne przetwarzanie sygnałów z informacją zakodowaną w mikrofalach, a falami spinowymi. Obecnie wykorzystywane są do tego celu metody indukcyjne oparte na mikropaskach lub falowodach współpłaszczyznowych (CPW), których czułość, skalowalność i energooszczędność są dalekie od wymagań stawianych nowym technologiom ICT.

Nowe możliwości pojawiają się, jeśli weźmiemy pod uwagę sprzężenie rezonansowe między fononami i magnonami. Szczególnie interesujące i obiecujące, dla wyżej wymienionych celów, jest połączenie tych dwóch układów, tj. fotonów i magnonów, w celu utworzenia rezonansowego układu elektromagnetyczno-magnonicznego. Taki system mógłby być korzystny zarówno dla technologii mikrofalowej, jak i technologii magnonicznej, a ponadto może otworzyć perspektywę dla nowych badań i zastosowań, takich jak obliczenia kwantowe i metrologia. **Zatem głównym celem projektu jest opracowanie modelu teoretycznego i metody obliczeniowej do opisu i symulacji hybrydowych elementów elektromagnetyczno-magnonicznych oraz opis fizycznych zasad funkcjonowania układów, które mogłyby stanowić podstawę następnej generacji obwodów mikrofalowych i magnonicznych.**

W ramach projektu zostanie opracowany model do symulacji sprzężonych fal elektromagnetycznych i spinowych, który będzie podstawowym narzędziem do dalszych badań numerycznych i projektowania silnie sprzężonych układów fotoniczno-magnonicznych, dotychczas opisywanych w uproszczonym modelu dwu-modowym. Wyniki naukowe zostaną opublikowane w naukowych czasopismach międzynarodowych i rozpowszechniane międzynarodowych konferencjach. Młodzi naukowcy zaangażowani w realizację projektu naberą doświadczenie w prowadzeniu multidyscyplinarnych badań naukowych w międzynarodowym zespole. Oczekuje się, że Projekt stworzy dla obu partnerów podstawę do wspólnego występowania o dofinansowanie na poziomie krajowym i unijnym.

Projekt będzie realizowany we współpracy międzynarodowej pomiędzy zespołami z Institute of Physics z Martin Luther University Halle-Wittenberg (MLU), Halle, Niemcy, koordynowanego przez prof. Jamala Berakdara i z Wydziału Fizyki, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, koordynowanego przez prof. Macieja Krawczyka.