

Internet rzeczy, Big data, przetwarzanie w chmurze, transmisja wideo na żądanie w standardzie 4k, sieci sensorów - to tylko wybrane przykłady nowych aplikacji generujących wielkie ilości danych, które muszą być przenoszone przez sieci telekomunikacyjne. Liczba użytkowników, a teraz także urządzeń, podłączonych do sieci nieustannie wzrasta, co w połączeniu ze wspomnianym wzrostem zapotrzebowania na pasmo poszczególnych aplikacji prowadzi do wykładniczego wzrostu objętości na jednostkę czasu przesyłanych w sieciach danych. W transmisji optycznej najbardziej kosztownym procesem jest instalacja nowych kabli optycznych. Aby sieci optyczne mogły sprostać coraz większemu obciążeniu, konieczne jest opracowanie wydajniejszych pasmowo sposobów przesyłania informacji niż obecne. Niestety, obecnie stosowane modulacje w transmisji optycznej nie wykorzystują pasma w 100 %. W przypadku modulacji jednej nośnej, wymagałoby to bowiem użycia filtrów o prostokątnej charakterystyce widmowej, a takie nie istnieją. W przypadku modulacji o wielu nośnych, a tą najczęściej jest OFDM (ang. orthogonal frequency division multiplexing), konieczne jest z kolei przeznaczenie części czasu trwania symbolu na tzw. prefiks cykliczny, który nie niesie informacji.

W tej pracy zaproponowane i zbadane w transmisji optycznej zostaną formaty modulacji, które wykorzystują 100 % pasma do transmisji informacji. Pierwszy z tych formatów zostanie opracowany na bazie modulacji offsetowych. Modulacja ta uzyskiwana będzie poprzez nałożenie na siebie transmitowanych jednocześnie sygnałów: dolnopasmowego, środkowopasmowego, oraz górnopasmowego. Ortogonalność tych sygnałów można uzyskać stosując offset (przesunięcie) pomiędzy podskładowymi sygnałami środkowopasmowego. Modulacja ta ma pełną wydajność pasmową. Nowa modulacja ma bardzo ciekawe własności, które pozwalają ograniczać zasoby sprzętowe konieczne do jej generacji do niezbędnego minimum oraz osiągnąć wysoką wydajność energetyczną. Konieczne jest opracowanie wydajnych metod korekcji i alokacji bitów do pasm, co będzie przedmiotem tej pracy. Kolejnym sposobem na podniesienie wydajności pasmowej jest zastosowanie modulacji łamiących fundamentalne ograniczenie Nyquista na minimalne pasmo potrzebnego do transmisji. Okazuje się, że są przesłanki wynikające z teorii informacji, które wskazują, że wysyłane impulsy można przyspieszyć nawet o 25 % ponad ten limit, nie pogarszając przy tym jakości odbioru pomimo utraty ortogonalności. Podobnie, odstęp nośnych w modulacji o wielu nośnych można zagęścić. Ceną takiej operacji jest bardziej złożone przetwarzanie sygnału w odbiorniku. Tego typu modulacje są obecnie przedmiotem intensywnych badań w dziedzinie radiowej. W ramach tej pracy przewidujemy zbadanie ich pod kątem transmisji optycznej. Wiadomo wreszcie, że natężenie światła nie może przyjmować wartości ujemnych. Dlatego w transmisji optycznej do bipolarnego sygnału modulacji dodaje się stały sygnał polaryzujący źródło światła, tak aby sumaryczny sygnał nie przyjmował wartości ujemnych. Jest to wysoce niewydajne z punktu widzenia zużycia energii. Niestety, modulacje unipolarne, tj. takie które z zasady nie mogą przyjmować wartości ujemnych, mają dwukrotnie mniejszą wydajność pasmową niż modulacje bipolarne. W ramach tej pracy zaproponowane zostaną dwie efektywniejsze pasmowo niż dotychczas metody transmisji sygnału oparte na impulsach unipolarnych: metoda wykorzystująca inny rodzaj filtru kształtującego w nadajniku oraz metoda z wykorzystaniem przyspieszania impulsów ponad limit wynikający z ortogonalności.

Zaproponowane modulacje zostaną przebadane teoretycznie, symulacyjnie i doświadczalnie w różnych łączach optycznych: łączy w wolnej przestrzeni, łączach typowych dla centrów danych oraz w transmisji optycznej z wykorzystaniem odbioru koherentnego.