

Sieci teleinformatyczne

Ustabilizowany rynek publicznej sieci telefonii przewodowej wymagał najmniejszych nakładów związanych z rozwojem technologii wynikających głównie z adaptacji istniejącej sieci przewodowej i systemów komutacji do dodatkowych wymagań narzucanych przez telefonię komórkową, a także wzrostu nakładów na przekazy multimedialne, sieci inteligentne i zwiększanie przepływności dalekosiężnych traktów światłowodowych.

Elementy sieci transmisyjnej

Wzmacniacze sygnału

Rozchodzenie się fal elektromagnetycznych podlega tłumieniu zarówno w przestrzeni otwartej, jak też w przewodach miedzianych. Aby przeciwdziałać zjawisku tłumienia sygnałów przez medium transmisyjne w celu zwiększenia zasięgu transmisji, używa się aktywnych urządzeń wzmacniających sygnały i rozmieszczanych w regularnych odstępach w torze telekomunikacyjnym jako:

– **wzmacniacze** – stosowane w sieciach analogowych, a powodujące wzmacnianie zarówno sygnału analogowego jak i szumów występujących kanale. W telekomunikacji są to dwukierunkowe wzmacniaki telekomunikacyjne rozmieszczane co kilkanaście km, obecnie wychodzące z użycia

– **regeneratory** (*repeaters*) – odtwarzające wyłącznie sygnały cyfrowe i przywracające zniekształconym impulsom ich pierwotną formę. Sposób regeneracji jest zdefiniowany w warstwie fizycznej modelu OSI, nie powodując żadnej modyfikacji informacyjnej sygnałów cyfrowych. Dla torów światłowodowych stosuje się regeneratory optyczne wtrącane w tor co kilkadziesiąt kilometrów, przy czym największym zainteresowaniem cieszą się wzmacniacze optyczne EDFA.

Wzmacniacz światłowodowy

Aktywne wzmacniacze do regeneracji sygnałów optycznych stosuje się w przypadku, gdy długość łącza przekracza odległość regeneracyjną światłowodu i wymagane jest wzmocnienie G (*Gain*) sygnału, kompensujące wtraconą tłumienność toru $1/G$. Z wielu istniejących składników tłumienności największe straty mocy optycznej wnosi absorpcja materiałowa i rozpraszanie Rayleigha. Wzmacniacz optyczny rekompensuje wprowadzone straty mocy (maks. 30 dB) na odcinku kabla światłowodowego, zwiększając w ten sposób kilkakrotnie długość odcinka międzyregeneracyjnego, nie stanowi jednak antidotum na występujące zjawisko dyspersji chromatycznej w medium transmisyjnym światłowodu, powodujące zmianę kształtu impulsu w miarę zwiększania odległości od źródła.

Największe zastosowanie wzmacniacze optyczne znalazły w transmisyjnych liniach długodystansowych i podmorskich. Systemy transmisyjne najnowszej generacji ze wzmacniaczami EDFA rozmieszczonymi co ok. 80 km i włóknami światłowodowymi o przesuniętej dyspersji umożliwiają transmisję bezpośrednią na odległość do 9000 km.

Rodzaje wzmacniaczy optycznych

Łatwość konfigurowania struktury wzmacniaczy optycznych umożliwia włączanie ich w różnych konfiguracjach w tor światłowodowy, gdzie spełniają odrębne funkcje jako:

- wzmacniacz mocy optycznej lasera nadawczego,
- wzmacniacz liniowy lawinowy, rozmieszczany okresowo w torze światłowodowym dla kompensacji tłumienności toru, co umożliwia tworzenie sieci przezroczystej,
- przedwzmacniacz odbiorczy, zapewniający obniżenie minimalnej mocy, wykrywanej przez fotodetektor odbiornika.

a) schemat łącza światłowodowego

Źródło światła**Detektor świetlny**

0 / EE / 0

Światłowód

b) tor światłowodowy ze wzmacniaczem

Złącza**W**

WDM**W**

Pompa laserowa

Filtr optyczny**EDF**

1/G

Detektor**Źródło**

EEEE

Przedwzmacniacz**Wzmacniacz mocy optycznej**

Odbiornik**Wzmacniacz EDF****Nadajnik**

Rysunek 1. Schemat toru światłowodowego oraz toru ze wzmacniaczem

Wzmacniacz EDFA

Pomimo opracowania wielu typów optoelektronicznych (półprzewodnikowych, laserowych) regeneratorów sygnału w praktyce największe nadzieje są związane z wzmacniaczem optycznym EDFA, wzmacniającym bezpośrednio sygnał optyczny, bez potrzeby jego konwersji na postać elektryczną. Szerokie pasmo przenoszenia wzmacniaczy EDFA (od 30 do 50 nm), co odpowiada zakresom częstotliwości od 4 THz do 7 THz,

umożliwia równoczesną transmisję na kilkunastu różnych długościach fali świetlnej, zwielokrotniając przepływność łącz w systemach ze zwielokrotnieniem długości fali WDM. Uzyskane szybkości transmisji (1991 r.) z zastosowaniem wzmacniaczy optycznych EDFA – bez kompensacji dyspersji chromatycznej – potwierdziły możliwość budowy łącz o pojemności transmisyjnej BL-15 (Tb/s)km:

- na odległość 4500 km przy przepływności 2,5 Gb/s (STM-16),
- na odległość 1500 km przy przepływności 10 Gb/s (STM-64).

Zastosowanie układów korekcyjnych, minimalizujących wpływ dyspersji światłowodu, pozwoliło uzyskać większą pojemność transmisyjną:

- BL-25 (Tb/s)km przy zasięgu 10 000 km i przepływności 2,5 Gb/s
- BL-70 (Tb/s)km przy zasięgu 21000 km i przepływności 2,5 Gb/s

Działanie wzmacniacza EDFA

Nowoczesny typ wzmacniacza optycznego EDFA, opartego na światłowodzie z domieszką erbu, pracuje na fali o długości 1550 nm. Działanie wzmacniacza polega na wtrąceniu w tor światłowodowy kilkumetrowego włókna domieszkowanego erbem (równie innymi pierwiastkami ziem rzadkich, takimi jak neodym, praseodym) zmieniającego charakterystykę absorpcyjną włókna krzemowego. Pompa laserowa (980-1480nm) przez sprzęgacz optyczny energetyzuje jony erbu, które powracając do stanu podstawowego w fazie zgodnej z transmitowanym sygnałem dają efekt wzmocnienia promieniowania w zakresie 20-35 dB.

Zasadniczą zaletą wzmacniaczy EDFA są ich małe straty przy sprzęganiu ze światłowodowym torem transmisyjnym, gdyż opierają się na tej samej geometrii włókna i materiale rdzenia (domieszkowanego erbem) co jednomodowe włókna kwarcowe.

Niewrażliwość na polaryzację sygnału oraz duża tolerancja na zmianę długości fali, w połączeniu z prostotą działania i niewielkim poborem mocy (5 mW przy wzmacnieniu od 24 dB), dowodzą celowości stosowania wzmacniaczy EDFA w dalekosiężnych łączach transmisyjnych, zwłaszcza przy budowie kabli podmorskich i pojemności transmisyjnej BL. Realizację pierwszych kabli podmorskich opartych na wzmacniaczach optycznych EDFA rozpoczęto w 1995 r.

Jeśli szukają Państwo pomocy w napisaniu własnej pracy - potrzebują Państwo fachowych konsultacji to polecamy stronę [pisanie prac](#) - profesjonalna pomoc w pisaniu prac w granicach prawa.