

PON

Autor: Administrator
15.08.2007.
Zmieniony 15.08.2007.

4. PON (Passive Optical Network).

Pasywna sieć optyczna (PON)

jest usytuowana w grupie sieci światłowodowych FITL (ang. Fiber in the Loop). Jest to najnowocześniejsza architektura sieci abonenckiej, budowana od podstaw na całej trasie od abonenta do węzłów sieci transportowej. Kosztowna w realizacji, jest bardzo elastyczna w późniejszym konfigurowaniu sieci abonenckiej. Przy dużej fizycznej redundancji kanałów i linii światłowodowych (od kilkunastu do kilkudziesięciu włókien w kablu) zapewnia integrację wielu już oferowanych usług, a także łatwą instalację nowych usług w przyszłości.

4.1 Fibre In The Loop

Systemy FITL (Fibre In The Loop)

wychodzą naprzeciw stale rosnącym wymaganiom stawianym operatorom publicznych sieci telekomunikacyjnych. Oprócz zapewnienia podstawowych usług telekomunikacyjnych, takich jak łączność telefoniczna, coraz więcej mówi się o możliwości świadczenia usług wykraczających poza podstawowy zakres takich jak usługi multimedialne: wideo na żądanie, wideokonferencje, wideotelefon, szybki dostęp do sieci internet, elektroniczne zakupy i tym podobne.

System FITL wykorzystuje technikę

światłowodową, która zakłada stosowanie nośników optycznych w magistralnej oraz rozdzielczej części sieci telekomunikacyjnej. Zależnie od ulokowania optycznej jednostki sieciowej ONU (Optical Network Unit) można wyróżnić trzy architektury sieci: FTTB (Fibre To The Building), FTTC (Fibre To The Curb) lub FTTH (Fibre To The Home). Nazwa architektury opisuje miejsce umieszczenia ONU. Wszystkie te rozwiązania obejmują wykorzystanie kabla światłowodowego w transportowej części sieci. Ostatnie rozwiązanie - FTTH, to sieć abonencka całkowicie oparta o światłowód, aż do użytkownika. Jest to rozwiązanie najdroższe i jak dotąd najrzadziej stosowane.

Model odniesienia dla

architektury FITL.

System FITL składa się z następujących elementów:

OLT (Optical Line Termination) - zakończenie linii optycznej zwane czasami HDT (Host Digital Termination),
ONU (Optical Network Unit) - jednostka sieci optycznej,
ODN (Optical Distribution Network) - optyczna sieć dystrybucyjna.

Zakończenie linii optycznej OLT stanowi rodzaj styku sieci dostępowej z punktem dostępu do usług telekomunikacyjnych. Fizyczne połączenie pomiędzy OLT oraz jedną, bądź większą liczbą jednostek sieci optycznej ONU, jest zrealizowane za pośrednictwem sieci dystrybucyjnej ODN na jednym lub dwóch włóknach światłowodowych, w zależności od zastosowanego sposobu transmisji (duplex, duplex lub simplex). Jednostka ONU, przekazuje między ODN a abonentem informacje użytkowe danej usługi telekomunikacyjnej. Punktem styku użytkownika z siecią dostępową jest gniazdko abonenckie.

Rysunek 1

4.2 Specyfikacja architektur FTTC, FTTB, FTTH

W zależności od umiejscowienia modułu ONU wyróżniamy trzy architektury sieci FITL:

FTTC - Fibre To The Curb

FTTB - Fibre To The Building

FTTH - Fibre To The Home

Wszystkie wymienione wyżej rozwiązania zapewniają wystarczające pasmo dla obecnych jak i

przyszłych aplikacji interaktywnych, dystrybucyjnych, wąskopasmowych czy szerokopasmowych.

FTTC jest rozwiązaniem efektywnym pod względem ceny dla osiedli mieszkaniowych, gdzie znajduje się wiele domów. W tym przypadku światłowód dochodzi do odpornego na zmienne warunki atmosferyczne zakończenia w pobliżu drogi. Podłączenie do użytkowników zapewniają odcinki końcowe, w miarę możliwości wykorzystujące istniejącą już skrętkę miedzianą. Zaletą tego podejścia jest to że koszt takiego rozwiązania jest dzielony pomiędzy wielu abonentów. W konsekwencji taryfy mogą być utrzymywane na niskim poziomie, co prowadzi do szybszego rozpowszechniania się usług.

FTTB

jest architekturą idealną dla zapewnienia zaawansowanych usług multimedialnych dla abonentów w budynkach z wieloma apartamentami. Podobieństwo do FTTC polega na tym, że koszt rozkłada się na wielu użytkowników. Różnica zawiera się w tym, że sieć dystrybucyjna kończy się w budynku, zwykle w piwnicy lub w kanale konserwacyjnym. Podobnie jak w poprzednim rozwiązaniu, końcowe podłączenie do użytkowników jest wykonane poprzez skrętkę miedzianą.

FTTH

polega na doprowadzeniu osobnego światłowodu do domu każdego abonenta. Jest to ostateczne rozwiązanie dostępu sieciowego, zapewniające pełną szerokość pasma światłowodu dla każdego użytkownika. W konsekwencji zakres usług jaki można dostarczyć abonentowi jest w zasadzie nieograniczony.

4.3

Definicje elementów funkcjonalnych sieci FITL

OLT

Zakończenie linii

optycznej - OLT zarządza przyłączonymi do siebie jednostkami sieci optycznej (ONU) oraz zapewnia połączenie systemu FITL z resztą publicznej sieci telekomunikacyjnej. OLT może być umieszczony zarówno w budynku samej centrali telefonicznej jak i w innym, odpowiednio przygotowanym pomieszczeniu. Węzeł OLT jest wyposażony w sprzęt niezbędny do przyłączenia reszty magistralnej sieci dostępowej (np. z siecią SDH) oraz optyczne jednostki liniowe niezbędne do komunikacji z ONU. OLT może zarządzać systemem sygnalizacji oraz nadzoru poszczególnych ONU. Jest również odpowiedzialny za kontrolę zabezpieczeń i utrzymanie działania samego siebie oraz podległych mu jednostek optycznych ONU. Do funkcji zarządzających można zaliczyć między innymi zmianę formatu przesyłanych informacji na format zrozumiały dla systemu komutacyjnego centrali oraz odległych systemów operacyjnych.

Każde OLT powinno mieć możliwość podłączenia co najmniej 4 sieci ODN, 32 lub więcej ONU oraz obsłużenia 256 i więcej użytkowników w jednej sieci przy wykorzystaniu multipleksacji statystycznej.

ODN Ogólna charakterystyka.

Optyczna sieć dystrybucyjna - ODN ma za zadanie fizyczne połączenie OLT z jednostkami sieciowymi ONU. Można wyróżnić dwa rodzaje sieci : aktywną (AON) oraz pasywną (PON).

Sieci pasywne PON (Passive Optical Network) zbudowane są z pasywnych elementów optycznych. Medium transportowym jest światłowód jednomodowy. Sygnał optyczny przenoszony przez włókno światłowodowe jest rozdzielany na kilka wiązek w pasywnych rozgałęźnikach optycznych - splitterach. Współczynnik podziału rozdzielaczy waha się od 1:2 do 1:64, zależnie od oczekiwanego zasięgu danego odcinka światłowodu i potrzeb, aby poprawić niezawodność można zastosować także rozdzielacze ze współczynnikiem podziału 2:n. Istotną zaletą stosowania pasywnych rozdzielaczy sygnału jest brak konieczności ich zasilania, co upraszcza budowę sieci dystrybucyjnej oraz redukuje koszty wykonania i utrzymania sieci dostępowej. Optyczna sieć dystrybucyjna może być wykonana zarówno w konfiguracji punkt - punkt (gdzie łączy światłowód prowadzi od zakończenia linii optycznej OLT do ONU), jak też w konfiguracji punkt-wielopunkt (gdzie element rozgałęziający sygnał jest umieszczony wewnątrz ODN i łączy optyczną jednostkę liniową w OLT z wieloma ONU).

Funkcje sieci ODN.

Optyczna sieć dystrybucyjna powinna spełniać następujące funkcje:

bezpośrednie połączenie optyczne: sieć ODN zapewnia bezpośrednią wymianę sygnałów optycznych pomiędzy OLT, a ONU;
Rozgałęzianie i łączenie sygnałów optycznych: rozgałęzianie sygnału optycznego jest realizowane na strumieniu wychodzącym z OLT (strumień downstream), zaś łączenie wykonywane jest na strumieniach wychodzących od poszczególnych ONU (strumień upstream). Funkcje te są realizowane za pomocą optycznych urządzeń rozgałęziających;
przesyłanie sygnałów optycznych na różnych długościach fal:
sieć ODN powinna umożliwiać równoczesną transmisję sygnałów w obydwu kierunkach (od i do abonenta) przy wykorzystaniu tego samego włókna światłowodowego;
monitorowanie pracy sieci: sieć ODN powinna mieć możliwość

podłączenia urządzeń kontrolno-pomiarowych służących do monitorowania jej pracy. Działanie tych urządzeń nie może zakłócać pracy samej sieci;

interfejsy optyczne: ODN musi posiadać fizyczne interfejsy optyczne umożliwiające podłączenie do niego urządzeń OLT i ONU.

- ONU

Jednostka sieci

optycznej ONU odbiera optyczny sygnał z sieci ODN. Usługi po stronie abonenckiej przenoszone są za pomocą klasycznej sieci dostępowej, najczęściej wykonanej na bazie symetrycznej pary, skrętki lub kabla koncentrycznego, do interfejsu sieciowego każdego z abonentów. ONU posiada możliwość konwersji sygnału elektrycznego na optyczny w przypadku ruchu zwrotnego od abonenta. ONU spełnia również funkcję przetwornika A/C dla sygnałów o częstotliwości akustycznej.

Ważnym problemem mającym

bezpośredni wpływ na poprawną pracę ONU jest temperatura. Jeżeli ONU jest umieszczone na zewnątrz, to warunki klimatyczne są poza kontrolą operatora sieci. Temperatura modułu nadajnika optycznego wewnątrz obudowy ONU zależy od temperatury otoczenia, nasłonecznienia oraz ciepła wytwarzanego wskutek poboru mocy przez układy elektroniczne umieszczone wewnątrz ONU. Niezawodność tego modułu, znacząco wpływa na działanie całego systemu i silnie obniża się przy wyższych temperaturach.

4.4 Metody zwielokrotniania.

Metody zwielokrotniania stosowane

w sieciach FITL dzielą się na dwie klasy: zwielokrotnianie częstotliwościowe oraz czasowe. Do zwielokrotniania częstotliwościowego zalicza się technikę WDM oraz SCM, zaś do zwielokrotniania czasowego technikę TDM.

Zwielokrotnianie WDM (Wavelength

Division Multiplexing) polega na podziale dostępnego w pewnym oknie pasma optycznego na kilka stałych nie zachodzących na siebie podpasm. Każde z nich może być wykorzystane do transmisji danych niezależnie od siebie. WDM pozwala więc na zwiększenie ilości przesyłanych strumieni danych w jednym włóknie światłowodowym.

Techniką podobną do WDM jest SCM (Sub Carrier Multiplexing). Polega ona na częstotliwościowym podziale dostępnego pasma, ale nie jak w poprzednim przypadku pasma optycznego, ale pasma elektrycznego. Każdy abonent ma przydzieloną parę nośnych, po jednej dla każdego kierunku transmisji. Następnie wszystkie nośne modulowane są za pomocą fali optycznej. Podobnie jak w przypadku WDM wymagane jest stosowanie elementów liniowych. Po stronie OLT umieszcza się N modulatorów (N określa liczbę abonentów) oraz N demodulatorów (odbiorników). Z powodów ekonomiczno-technicznych często sieć taka jest konfigurowana na stałe, bez możliwości zdalnej rekonfiguracji (podobnie jak w WDM).

Całkiem odmienną techniką jest multipleksacja w dziedzinie czasu - TDM (Time Division Multiplexing). TDM polega na generowaniu pojedynczego strumienia danych o prędkości rzędu 10 Gb/s i więcej, oraz przydzieleniu każdemu użytkownikowi szczelin czasowych. Na podstawie informacji synchronizujących transmitowanych razem z danymi, odpowiednie urządzenie NT (Network Terminator) znajdujące się u każdego użytkownika wydobywa dane przeznaczone dla niego. Technika WDM nie jest jeszcze powszechnie stosowana w rozwiązaniach komercyjnych, ponieważ nie zostały rozwiązane pojawiające się w niej problemy techniczne, takie jak: problem synchronizacji kanałów zwrotnych (wynika on z różnej prędkości światła przy różnych temperaturach, dla prędkości 10 Gb/s oraz lokalizacji ONU wewnątrz i na zewnątrz budynków jest to istotne), oraz problem natury finansowej związany z budową zakończenia sieciowego użytkownika (urządzenie musi mieć zdolność przetwarzania bardzo szybkiego strumienia danych - rzędu 10 Gb/s, udostępniając użytkownikowi niewielką jego część - rzędu Mb/s). Zaletami TDM, jest fakt że nie trzeba stosować elementów o dużej liniowości, po stronie OLT znajduje się jeden nadajnik i jeden odbiornik (a nie N jak w SCM), ponadto sieć można zdalnie rekonfigurować z centrum zarządzania.