

УДК.004.73

К.О.Соловйова, студентка гр. 5-КСМв,

Б.С.Сергієнко, студент гр. 5-КСМв,

С.В. Сомов, к.т.н., доцент,

П.М.Гроза, к.т.н., с.н.с.

Полтавський національний технічний університет

імені Юрія Кондратюка

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖ

У статті розглядаються основні особливості побудови технології PON, наводиться аналіз архітектури та проектування пасивних оптичних мереж.

Ключові слова: *PON, технологія PON, пасивні оптичні мережі.*

Вступ

Одне з головних завдань, що стоять перед сучасними телекомунікаційними мережами доступу - так звана проблема «останньої милі», тобто, надання якомога більшої смуги пропускання індивідуальним та корпоративним абонентам при мінімальних витратах. Для збільшення бітової швидкості, радіуса дії, кількості користувачів та економії витрат стала актуальною технологія PON (Passive Optical Network, пасивна оптична мережа).

Розробка одномодового оптичного волокна з великою пропускною здатністю, відкрила двері для масового впровадження магістральних і міських волоконно-оптичних мереж типу точка-точка. Використання волоконно-оптичного кабелю замість мідного кабелю дозволило істотно зменшити вартість обладнання і експлуатації і значно збільшило якість обслуговування. В даний час багато корпоративних клієнтів мають доступ до послуг, що надаються волоконно-оптичними мережами типу точка-точка.

Типова структура PON-мережі. Класична PON-мережа складається з:

- центрального станційного пристрою OLT (Optical Line Terminal), який слугує для агрегації потоків оптичних мереж (дерев);

- розподільчої оптичної мережі ODN (Optical Distribution Network);

- прикінцевих абонентських пристроїв ONU (Optical Network Unit) або ONT (Optical Network Terminal), які в залежності від їх типу можуть встановлюватися в розподільній шафі, в будівлі, в приміщенні абонента і надають кінцевим абонентам різні порти доступу в залежності від типу і моделі пристрою : Ethernet, іноді VDSL - основний вид порту, додатково - кабельного телебачення, підключення телефону, E1;

- система управління мережею AMS (Access Management System), яка слугує для управління і моніторингу устаткуванням PON.

Технологія PON. Суть технології – в побудові мережі доступу, що має велику пропускну здатність при мінімальних капітальних витратах. Дане рішення має бути забезпечене розгалуженою, переважно деревовидною топологією мережі без активних компонентів - на пасивних оптичних розгалужувачах. Передача інформації для всіх користувачів відбувається одночасно з тимчасовим поділом каналів від головної станції - оптичного лінійного терміналу (Optical Line Terminal, OLT) до кінцевих оптичних мережевих блоків (Optical Network Unit, ONU). Прийом-передача в обох напрямках, як правило, проводяться по одному оптичному волокну, проте на різних довжинах хвиль. Довжина хвилі, яка використовується в прямому потоці (тобто від абонента до станції), становить 1310 нм, довжина хвилі в зворотному потоці (тобто від станції до абонента) складає 1490 нм або 1550 нм. Оптична потужність з виходу OLT ділиться в вузлах мережі так, щоб на вході всіх ONU рівень сигналу був приблизно однаковий. Часто одну з довжин хвиль (в основному 1550 нм) виділяють для передачі телевізійного сигналу всім абонентам. На станції в такому випадку з метою об'єднання сигналів 1310 нм (голос, дані) і 1550 нм (відео) встановлюється оптичний мультиплексор WDM. В цілому можливо підключити до 32 (а в деяких з різновидів - до 64) абонентів при максимальній 20-кілометровій дальністю зв'язку.

Архітектура технології PON. Основне волокно розташовується між оптичним лінійним терміналом (OLT), розташованим на центральному вузлу (CO) і волоконно-розподільним хабом (FDH), розташованим поблизу від групи абонентів (Рис.1). У цій точці використовується пасивний перехідник для підключення до 32 абонентів з основного волокна. Потім кожне абонентське приміщення забезпечується оптичними мережевими терміналами (ONT), які підключаються до гілок розгалужувача. Така архітектура (точка-багато точок) значно зменшує вартість побудови, управління та експлуатації.

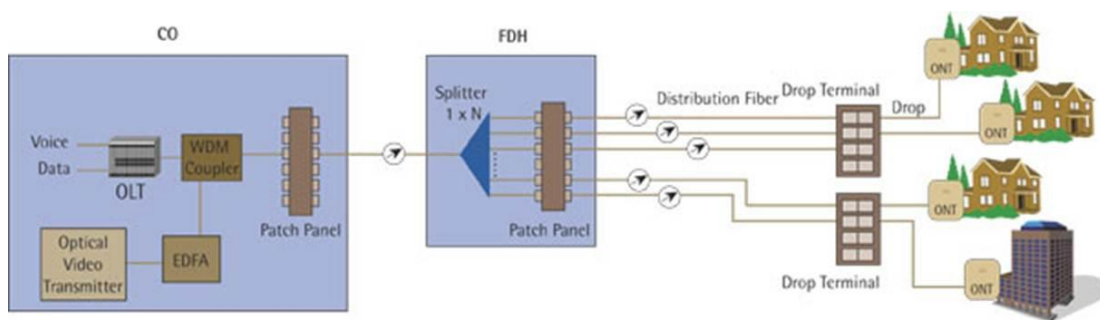


Рис.1. Пасивна оптична мережа

Проектування пасивних оптичних мереж (PON). Завданням проектування PON, після вибору активного устаткування зводиться до послідовності наступних операцій: визначення місць установки абонентських терміналів; вибір топології мережі; вибір трас прокладки кабелю і місць установки розгалужувачів; розрахунок бюджету витрат для кожної гілки і визначення оптимальних коефіцієнтів розподілу всіх розгалужувачів.

Якщо місця установки абонентських терміналів легко вибираються виходячи з реального розташування користувачів, то топології вибираються з декількох можливих варіантів.

Крім найбільш поширеною топології «дерево», на практиці можуть зустрічатися варіанти на топології типу «зірка» або «шина».

Схема «зірка» може застосовуватися при щільному розташуванні абонентів недалеко від головної станції. В цьому випадку розгалужувач розміщується в станційному приміщенні поряд з оптичним лінійним

терміналом, що зручно в обслуговуванні. Така схема проста і зручна для експлуатаційних вимірювань і виявлення місця пошкодження лінії. Однак, за аналогією зі схемою «точка-точка», тут немає економії оптичного волокон. При досить рознесеному і нерівномірному розташуванні абонентів така схема може виявитися неефективною.

Топологія «шина» може використовуватися, якщо підключення абонентів знаходяться на одній лінії вздовж оптичної магістралі. Схема досить економна, але вона передбачає дуже велику різницю вихідних потужностей оптичних розгалужувачів, що досить складно технологічно реалізувати з високою точністю. Вона реально може застосовуватися тільки при «лінійному» розташуванні користувачів уздовж магістралі і тільки при невеликій кількості каскадів, інакше втрати в розгалужувачах стануть сильно обмежувати дальність передачі.

Традиційна топологія «дерево» залишається найбільш популярною. Питання оптимального розподілу потужності між різними гілками вирішуються вдалим підбором коефіцієнтів розподілу оптичних розгалужувачів. Деревовидна топологія є дуже гнучкою з точки зору потенційного розвитку і розширення абонентської бази. Потенційні проблеми можуть бути пов'язані зі складністю оптичних вимірювань, особливо зі сторони станції. В цілому, таку схему можна рекомендувати при локальних скупченнях (кластерах) абонентів в районі обслуговування. На стороні центральної станції (оператора зв'язку) розташовується пристрій OLT. Інтерфейс OLT через оптичну розподільчу мережу ширококутовим з'єднанням пов'язаний з великою кількістю ONT, які встановлюються в будівлях житлових будинків. На локальній станції використовується OLT з лінійними картами ємністю 8 портів кожна. Кількість карт підбирається в залежності від необхідної кількості абонентів, що підключаються. У мережу IP/MPLS підключення повинно здійснюватися 10 GE АПЛІНК. Для цього маршрутизатори існуючої мережі IP/MPLS повинні мати вільні ресурси для підключення. Для спрощення роботи з оптичними волокнами, а також для скорочення числа магістральних оптичних кабелів, на

локальній станції пропонується використовувати оптичний крос високої щільності на необхідну кількість волокон. На магістральному рівні використовується оптичні розподільчі шафи. Від розподільчого оптичного шафи оптичні волокна будуть закінчуватися в під'їзді будинків оптичним сплітером з частотою сплітування 1:16 і 1:32.

Вибір кабельних трас буде обумовлений різними місцевими факторами: наявністю кабельної каналізації, наявністю дозволу на прокладку в ній кабелю, наявністю опор (освітлювальних, контактної мережі тощо).

Оптичні розгалужувачі рекомендується встановлювати в місцях, зручних для їх розміщення і обслуговування: в муфтах, розподільних шафах, боксах, блоках оптичного кросу. Найбільш прості для встановлення безкорпусні розгалужувачі, розміри яких дозволяють укладати їх в посадочне місце захисної гільзи в сплайс-касеті, а голі волокна зварюють з волокнами лінійних оптичних кабелів. Втрати в зварних з'єднаннях розгалужувачів значно нижче, ніж в рознімних з'єднаннях, а надійність їх вище. З метою економії оптичних волокон їх доцільно встановлювати якомога ближче до абонентів, однак остаточне місце установки визначається реальними умовами проекту.

Найвідповідальнішим завданням проектування є розрахунок бюджету втрат і визначення оптимальних коефіцієнтів розподілу всіх розгалужувачів.

Порядок розрахунку здійснюється наступним чином:

- розрахунок сумарних втрат для кожної гілки без урахування втрат в розгалужувачах;
- почергове визначення коефіцієнтів розподілу кожного розгалужувача, починаючи з найбільш віддалених;
- розрахунок бюджету втрат для кожного абонентського терміналу з урахуванням втрат у всіх елементах ланцюга, порівняння його з динамічним діапазоном системи.

Оскільки зазвичай абоненти перебувають на різній відстані від головної станції, то, при рівномірному розподілі потужності в кожному розгалужувачі, потужність на вході кожного ONU буде різною. Підбір параметрів

розгалужувачів пов'язаний з необхідністю отримання на вході кожного абонентського терміналу мережі приблизно однакового рівня оптичної потужності, тобто побудувати так звану збалансовану мережу. Це принципово важливо з двох причин. По-перше, для подальшого розвитку мережі важливо мати приблизно рівномірний запас по загасання в кожній гілці «дерева» PON. По-друге, якщо мережа не збалансована, то на станційний термінал OLT від різних ONU будуть приходити в загальному потоці сигнали, які сильно відрізняються за рівнем. Система детектування не в змозі відпрацьовувати значні перепади (більше 8-12 дБ) сигналів, що значно збільшить кількість помилок при прийомі зворотного потоку.

В цілому, проектування мереж PON представляє собою завдання, що вимагає чіткості прийняття рішень і акуратності в розрахунках.

Висновок. Технологія пасивних оптичних мереж, на сьогоднішній день, є однією з найбільш розвинених і досконалих для забезпечення абонентського доступу до трьох основних типів інформації: телефонії, передачі даних і телебачення. За останні кілька років створена достатня кількість надійних пасивних компонентів, а великий асортимент активного обладнання OLT і ONU дозволяє застосовувати їх для мереж різного типу, масштабу і передачі інформації різних видів. Важливо і те, що PON продовжує розвиватися. Удосконалюється програмне забезпечення OLT і його функціональні характеристики. Розробляється новий стандарт за розширеною версією PON (до 60 км).

Література:

1. Гольштейн А.Б. *Пристрої управління мультисервісними мережами: Softswitch.*// Вісник Зв'язку №4, 2002. – 380 с.
2. Багаєва А.П., Іванова К.А. *Технология пассивных оптических сетей PON, 2015.* – 214 с.