

ПРИМЕРНО ПРОЕКТИРАНЕ, ИЗГРАЖДЕНЕ И ЕКСПЛОАТАЦИОННИ ИЗМЕРВАНИЯ НА ПАСИВНА ОПТИЧНА МРЕЖА ПО LOG ТЕХНОЛОГИЯ

Станислав Садинов¹

¹ Технически Университет Габрово, България

EXAMPLE DESIGN, CONSTRUCTION AND OPERATIONAL MEASUREMENTS OF A PASSIVE OPTICAL NETWORK USING LOG TECHNOLOGY

Stanimir Sadinov¹

¹ Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Abstract

This paper presents an example project for the construction of a passive optical network (PON) in urban conditions with a capacity of about 2000 users. The model implemented in this project is FTTB (fiber to the build), and the technology used is LOG (Lan Over G-PON). Given the current infrastructure and the very technology of building a LOG communication network, we need a topology of the type providing access to Ethernet, IPTV, to a not very large number of users. An example network architecture and its main elements are presented. Experimental studies of problem areas have been made and solutions for corrections have been proposed.

Keywords: PON, LOG, OLT, OTDR.

ВЪВЕДЕНИЕ

Основата на съставянето на план за конструирането на една комуникационна мрежа от какъвто и да е тип е избора на топология, която се влияе от няколко основни фактора - брой на потенциални потребители и архитектура на терена [1,7,9,10].

Инвестиционните проекти за изграждане на мрежи се изработват от проектантите, притежаващи пълна проектантска правоспособност и се проектират, съгласуват, одобряват, изграждат и въвеждат в експлоатация съгласно определени и регламентирани от закона правила [2,5,6,9,10]. Строителството на оптични кабелни линии се извършва единствено и само при одобрен инвестиционен проект. Съдържанието на инвестиционният проект включва следните части:

- Архитектура и конструкции:
- ❖ Архитектурна и конструктивна документация;
- ❖ Инсталации и мрежи на техническата инфраструктура;
- ❖ Отклонения от общите мрежи и техническата инфраструктура ;
 - Геодезическа:
- ❖ Трасировъчен план ;
 - Технологична :
- ❖ Вертикална планировка;
- ❖ Проект за организация и изпълнение на строителството;
- ❖ Организация, трудова и здравна безопасност;
- ❖ Специфични обекти;
- ❖ Други, при сложни и комплексни обекти.

ПРЕДСТВИЯНЕ НА ПРИМЕРЕН ПРОЕКТ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ПАСИВНА ОПТИЧНА МРЕЖА (PON) В ГРАДСКИ РАЙОН

В този проект се представя проект и реализация на PON мрежа за примерен градски регион с капацитет около 2000 потребителя. Предвид настоящата инфраструктура и самата технология на изграждане на LOG комуникационна мрежа ни е необходима топология от тип, предоставящ достъп до Ethernet, IPTV, на няколко голям брой потребители – фиг.1. Планирано е тук да се привлекат около 30% от домакинствата в района, имайки в предвид конкуренцията на минимум два други доставчика на подобни услуги. Като е предвиден ресурс и за изграждане на мрежа в съседни населени места.



Фиг. 1. Наземна карта на населеното място за изграждане на PON мрежата

Предвижда се капацитетът на положените кабели да е по-голям, за да може да се изгради оптичен пръстен между базовите станции и свързването им в Backbone мрежата на оператора А1. В главното сървърно има монтирано OLT (Optical Line Termination) Huawei MA5600T – фиг. 2.

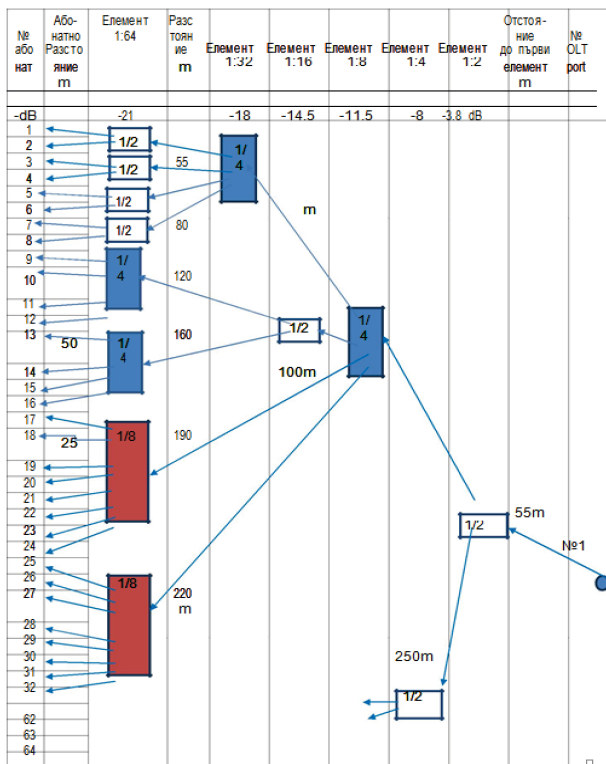


Фиг. 2. Външен вид на сървърно помещение с OLT Huawei MA5600T

По спецификация на Huawei MA5600T изходната му мощност е от порядъка на +4 до +5dB според натоварването. Вземаме най-високата стойност при максимално натоварване +5dB и пресмятаме:

$$OLT+1x2+1x4+1x16=+5-4.0-7.3-13.8=20.1dB$$

Тази стойност напълно покрива поставените изисквания за горна граница на затихването от -30dB и дава възможност за подмяна на крайният разклонител 1x4 с 1x8 при евентуално запълване на капацитета на първия и включване на допълнителен брой потребители – фиг.3. Проблемът при тази ситуация, е че променяме съотношението 1:128 и OLT няма да разпознае клиентите над 128 поради тази причина, ще трябва да се добавят или нови платки към съществуващото вече OLT или да бъде закупено ново устройство, от което да бъдат захранени другите 128 клиента от сплитерите 1x8. Със същата идея и оставяме двоен запас при полагане на оптичните кабели.



Фиг. 3. Примерна архитектура на PON мрежата

Също така на самото OLT се аранжират портове, които се използват за корпоративни клиенти, на които се изгражда FTTH-изцяло оптична свързаност [3,4,8]. В посочения пример са използвани захранващи оптични кабели с капацитет от 96 влакна, които физически се разплитат на оптичен пач панел - ODF (Optical Distribution Frame) 2U, SUBRA- 8x12 port, simplex, който се разполагат в рака на самото OLT. Поради малкия брой на живущи в района, максималния капацитет на кабелни влакна е 48FO – фиг. 4.



Фиг. 4. ODF(Optical Distribution Frame) 2U

Заради инфраструктурата на квартала и не изградената канална мрежа, изграждането на комуникационната мрежа е въздушно. Кабелите изтеглени между стълбовете са с метален силов елемент, който не позво-

лява разтягането им, което може да се получи от температурната разлика в сезоните. Муфите, използвани в проекта, също са монтирани на стълбове, като капацитета им е за минимум осем кабели. Схемата на аранжиране на оптичната част от мрежата се базира на покриването на всяко едно домакинство във входа и броя кутии необходими за закачането им на 100%. За пример ако на дадена улица има 16 домакинства делим на 8 (максималния брой клиенти които се включват в една кутия) и така получаваме необходимата бройка кутии. Така в този пример се получава, че до всяка кутия трябва да се аранжират 2 оптични влакна. Тези оптични влакна се терминират в кутия намираща се в шкафа, а оптично влакно се използва за захранване на всяко устройство. Така влакната на всеки вход биват изведени в SC конектор на ODF, в който се терминират и се облъчват. До този SC от техническия център на оператора стигат влакна от OLT, сплитнати през сплитер 1:16 или 1:64. По този начин в техническия център се монтира и ODF със сплитери и така се спестяват директни портове от OLT. Директен порт се ползва за клиенти на разстояние над 10 км. Използваните сплитери са 1:8 с внесено затихване от 10 dB и 1:16 с внесено затихване 16 dB. на всеки един от тях. Изчисленията са направени при Split ratio per PON port 1:64. Възможно е изчисленията да се направят на Split ratio - 1:128, което ще наложи първото ниво на сплитване в SC конектора да е на 1:16 сплитер, което ще доведе до намаляване на оптичния бюджет и съответно скъсяване на разстоянието от Техническия център до крайния абонат. Респективно това би довело до увеличаване броя на техническите центрове. При оптичен бюджет на GPON технологията от около 28 dB., се получава, така че при това двойно сплитване на 1:8, ни остава запас от оптичен бюджет от около 8 dB, който се разпределя както следва:

- Взема се стандартна стойност на затихването в оптичния кабел при 1310nm – 0.33 dB/km, като тази стойност се умножава по дължината на трасето от техническия център до клиента;
- Затихване генерирано от оптични съединители на обща стойност от 2.7dB (9 бр.

съединения по трасето). С цел предоставяне на качествена услуга е необходимо да се има запас от оптична мощност и да не се работи на горната граница на бюджета, затова се приема, че най-отдалечената кутия, може да се намира на не повече от 10 км (т.е. затихване по оптичното трасе да е максимум 6dB) от технически център. По тази схема стойността на оптичния бюджет се получава: $57 + 10 + 10 + 6 = 26$ dB, което е напълно в нормите за предоставяне на качествена услуга. В този случай в техническия център са ни нужни около 12-16 порта на OLT. Това значително намалява разхода за оборудване.

ПРЕДСТАВЯНЕ НА ПРИМЕРНИ ИЗМЕРВАНИЯ В ИЗГРАЖДАНЕ НА ПАСИВНА ОПТИЧНА МРЕЖА (PON) В ГРАДСКИ РАЙОН

Измерванията се извършват на всяко едно от оптичните влакна, изграждащо оптична връзка от ODF А до ODF Б, при $\lambda=1310$ nm и $\lambda=1550$ nm (фиг.5). Примерен протокол е показан на фиг.6. Измерването става с рефлектометър JDSU MTS 4000.



Фиг. 5. Външен вид на рефлектометър OTDR- JDSU MTS 4000

Максималното оптичното затихване се определя в зависимост от дължината на оптичната линия L, броя на сплайсванията N и на оптичните съединители n : $\alpha_{max} = \alpha \cdot L + a_s \cdot N + a_c \cdot n$, dB.

Допустими стойности според препоръките на G651 ÷ G655 на ITU-T (Международен съюз по Телекомуникации) са:

- за $\lambda = 1310$ nm $\alpha \leq 0.4$ dB
- за $\lambda = 1550$ nm $\alpha \leq 0.25$ dB

L – дължина на оптичната линия в километри;

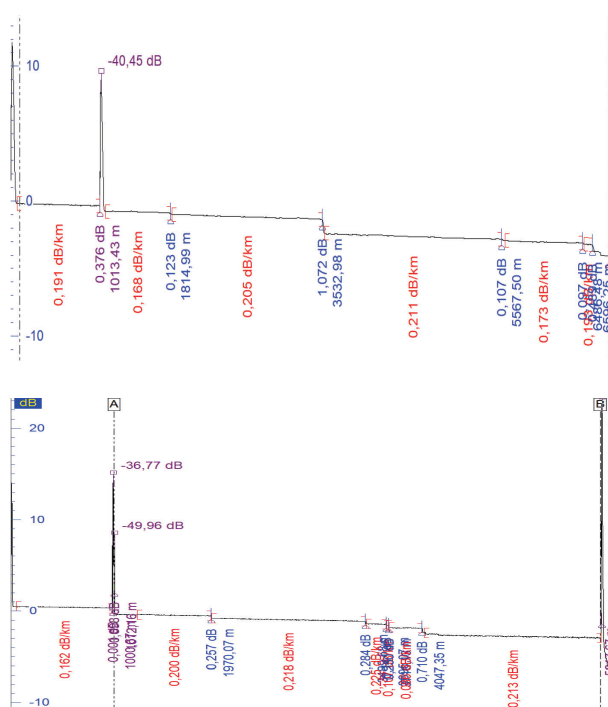
a_s - максимално средно затихване от една заварка $a_s \leq 0.15$ dB в една посока;

N – брой на оптичните заварки;

a_c - максимално внесено затихване от един оптичен съединител $a_c \leq 0.35$ dB;

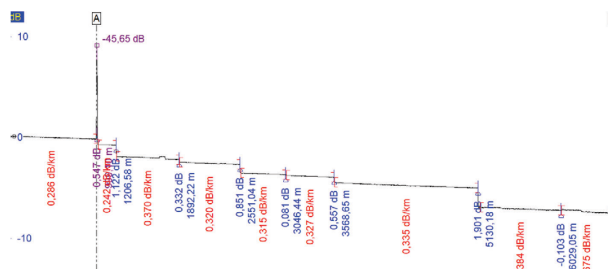
n – брой на оптичните съединители по дължината на линията;

Внесено затихване от заварките по абсолютна стойност не трябва да надвишава 0.1 dB при осредняване за една заварка в двете посоки на измерване или 0.15 dB при измерване само в едната посока. След приключване на строително-монтажните работи трябва да се представят съответните протоколи съгласно инструкцията за строителство на оптични кабелни линии.



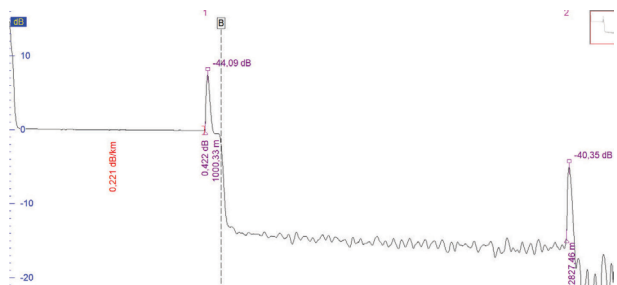
Фиг. 6. Примерни рефлектограми от изграденото трасе

На следващите фигури съм показал няколко рефлектограми с проблем, естеството на проблема и неговото отстраняване:



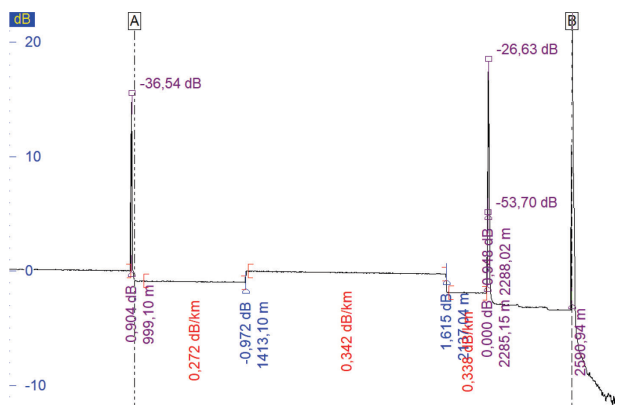
Фиг. 7. Рефлектограма с проблем в заварките

На фиг.7 има проблеми със заварки на 1206м,2551м,3568м и 5130м. Тези заварки не бяха по стандарта и се наложи тяхното презаваряване.



Фиг.8. Рефлектограма с проблем в сплитерите

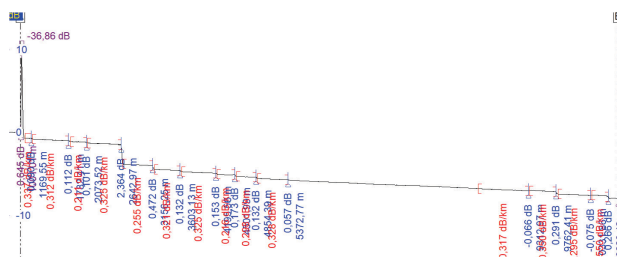
На Фиг.8 се вижда оптично трасе с монтиран сплитер 1:2 и 1:8 след него. Затихването е по стандарт -11dBm.



Фиг.9. Рефлектограми с проблем в препащването

На фиг.9 съм представил рефлектограма с проблем в препащването в шкаф. Проблемът се решава като се почистят адаптерите със спирт под налягане и Fujikura one click cleaner.

Почистват се челата на конектора и се пръска със спирт. Може да се наложи смяна на пачкордата или преправяне на заварка в кутията. На тази рефлектограма може да се види и NZ влакно между 1413м. и 2137м.



Фиг.10. Рефлектограма с проблем в оптичното влакно на 2642 м

На фиг.10 се вижда проблем на оптичното влакно на 2642м. Оказа се проблем на влакното между две муфи - дефект във влакното. Поради аванса от влакна, услугата беше прехвърлена по следващо свободно.



Фиг.11. Рефлектограма с двоен проблем

На фиг.11 има два проблема. Първият е в изходящият ODF, като се наложи смяна на оптичната опашка (pigtail). Другият е сгънато влакно при аранжиране на оптичната муфа. След преаранжиране на сплайс касетата в муфата, проблема беше отстранен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оптичните мрежи са иновацията на новият век в областта на телекомуникациите, чиито пълен капацитет все още не сме достигнали. От технологична гледна точка те предоставят една напълно нова среда за развитие на технологиите.

Методиката за проектиране на LOG оптична мрежа, която съм представил в този проект е една от много възможни вариации. Но тя предоставя възможност за лесна редакция и промяна на трасирането на оптичните влакна, както при евентуална повреда при OLT, по трасираната линия така и при крайният клиент. Лесната актуализация и преминаването на по-старите стандарти на пасивните оптични мрежи към гигабитовият вариант също е едно от основните предимства на метода, тъй като при изграждането му активните устройства се намират в началото и непосредствено преди абонатната мрежа, само с подмяната им преминаваме от една към друга технология, което е поредното доказателство за гъвкавостта и креативността на този тип мрежи.

По-голямата част от фирмите предоставящи достъп до интернет и фиксирани услуги, проектиращи мрежи от подобен тип използват именно тази вариация, което само по себе си доказва, че тя има реално

приложение . С оглед на така поставеният проект, LOG технологията оставя отворена врата за иновации в областта на телекомуникациите.

БЛАГОДАРНОСТИ

Този доклад и изследванията в него са реализирани по проект „Планиране, проектиране и оптимизация на безжични комуникационни платформи, услуги и решения за 5G и IoT приложения”, договор 2205E/2022 г. към УЦНИТ при ТУ – Габрово.

REFERENCE

- [1] <https://bitcoms.eu>
- [2] <http://m.bg.opticomfiber.com>
- [3] https://www.researchgate.net/figure/Architecture-of-HFC-network_fig1_3041197
- [4] <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.109.6370&rep=rep1&type=pdf>

- [5] <https://www.ccexpert.us/telecommunications/the-hybrid-fibercoaxial-hfc-network.html>
- [6] <http://summittelecom.en.hisupplier.com/product-1928021-Optical-Fiber-Distribution-Box-Rotate-Type-12-24-36-48-72-96-Core-19-Inch-Rotating-ODF-Fiber-Termination-Rotate-Shelf.html>
- [7] Harlov B., O. Velchev "Design of optical network structures when switching from LAN to PON networks in our conditions" "MULTIMEDIA BG" EOOD XXIV TELECOM 2016, Sofia, BULGARIA
- [8] Angelov K, S Sadinov, P Kogias, 2017 Practical Model for Management, Monitoring and Research of Passive Optical Network, Proc. XXVI International Scientific Conference Electronics - ET2017, Sozopol, Bulgaria,
- [9] Mirchev S. Digital communication systems. New Knowledge, Sofia 2001.
- [10] Tsankov B. Telecommunications-fixed, mobile and IP. New Knowledge, Sofia 2006.