

ПРОЕКТИРАНЕ НА ОПТИЧНА МРЕЖА ЗА АБОНАТЕН ДОСТЪП С PON ТЕХНОЛОГИЯ

Емилия Димитрова, Божидар Розев
edimitrova@bitex.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”
гр. София, ул. „Гео Милев” 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: оптична мрежа за абонатен достъп, проектиране, PON технология

Резюме: Предмет на настоящия доклад е да се проектира оптична мрежа за абонатен достъп „влакно до дома”. Основна задача е да се използват възможностите на PON технологията с цел задоволяване изискванията и нуждите на всички частни и бизнес потребители. Съществуващата в момента структура се характеризира с добре развита съобщителна система и пълно телефонизиране на сградите в района. Това предполага и увеличение на генерирания трафик в съответствие със световните тенденции и създава нужда от модернизация и осъвременяване. В доклада се разглежда един от възможните начини за изграждане на оптична мрежа за абонатен достъп. За построяването на мрежата се използва като основа PON, а за преносна среда ще се използват влакнесто – оптични кабели. Стандартът PON предлага достатъчно широка честотна лента за осигуряване на истинска и сигурна тройна услуга. Използването на влакнесто–оптичните кабели за преносна среда на мрежата се явява най–съвършената и перспективна физична среда за пренасяне на информационни и комуникационни сигнали. Предаването на информация с помощта на оптичните влакна и влакнесто–оптичните кабелни комуникационни линии и мрежи предоставя огромни предимства в сравнение с класическите комуникационни преносни системи, използващи конвенционалните симетрични кабели и коаксиални съобщителни кабели с медни проводници. Тези предимства са: много широка честотна лента, малко затихване, ниско ниво на шумовете, висока шумозащитеност, галванично развързване.

ВИДОВЕ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННИ УСЛУГИ

Напредъкът на съвременните технологии създава технически възможности, които отварят пътя за потенциални приложения на телекомуникациите с цел предоставяне на нови услуги за задоволяване на нарастващите потребности.

При проектирането на мрежа за абонатен достъп (МАД) трябва да се изясни с какви възможности разполага мрежата и дали те ще удовлетворяват напълно изискванията на потребителите, свързани главно с обслужването на трафика и предоставянето на разнообразие от услуги на абонатите. Това налага да се извърши задълбочен анализ на услугите, да се съобрази топологията на мрежата, да се направи

телетрафичен анализ спрямо особеностите на отделните системи, да се избере подходящо оборудване за целите на проектирането. Услугите, които мрежата трябва да предоставя на своите абонати са:

- телефония – основна телеуслуга, която е свързана с технологията глас през IP - Internet Protocol (VoIP - Voice over Internet Protocol). Чрез тази услуга се извършва комуникация от абонат до абонат. Характерното за нея е, че не се допускат закъснения на получената информация и се допускат грешки до някакви граници (BER - Bit Error Rate).

- Интернет – скоростта на връзката се определя от доставчика и в зависимост от изискванията на клиента.

- Телевизия IPTV (Internet Protocol Television) – услуга, изискваща широка честотна лента в реално време, т.е. не търпи закъснение на видео потока.

За да може да се осигурят качествени услуги, е необходимо да се направи телетрафичен анализ. Чрез него ще се получи яснота по въпроса какви потоци от данни ще трябва да се пренасят по мрежата. Телетрафичният анализ е необходимо да е съобразен с прилаганите услуги [1]. Проектираната мрежа за абонатен достъп ще обслужва жилищни блокове и бизнес сгради.

ОПРЕЛЯНЕ НА ИНТЕНЗИВНОСТТА НА ПОСТЪПВАЩИЯ ТРАФИК

Изчисление на постъпващия от абонатите трафик: постъпващия трафик от абонатите (изходящо заемане на абоната при вътрешна и изходяща връзка) се определя по формулата:

$$(1) \quad A_{II} = \frac{\bar{c} * \bar{\tau}}{3600}, Erl$$

където \bar{c} - среден брой повиквания за ЧНТ - и се определя от:

$$(2) \quad \bar{c} = N_{\delta} * C_{\delta} = 3044 * 1,15 = 3500,6 \text{ пов/ч}$$

и τ – средната продължителност на повикванията в секунди и се определя от:

$$(3) \quad \bar{\tau} = \frac{N_{\delta} * \bar{\tau}}{N_{\delta}} = \bar{\tau}_{\delta}, s$$

Определяне на средната продължителност на повиквания от домашни абонати

$$(4) \quad \bar{\tau}_{\delta} = \sum P_i * T_i = P_1 * T_1 + P_2 * T_2 + P_3 * T_3$$

Определяне на продължителността на повикванията, завършващи с разговор:

$$(5) \quad T_3 = T_g + T_{on} + T_{pd} = 2 + 10 + 125 = 137s$$

Виканият абонат не отговаря:

$$(6) \quad T_2 = T_g + T_{nz} = 2 + 15 = 17s$$

Виканият абонат е зает:

$$(7) \quad T_1 = T_g + T_3 = 2 + 5,5 = 7,5s$$

$$\bar{\tau}_{\delta} = P_1 * T_1 + P_2 * T_2 + P_3 * T_3 = 0,12 * 7,5 + 0,29 * 17 + 0,49 * 137 = 72,96s$$

Определяне на средната продължителност на повикванията:

$$\bar{\tau} = \frac{N_{\delta} * \bar{\tau}_{\delta}}{N_{\delta}} = \frac{3044 * 72,96}{3044} = 72,96s$$

Постъпващият трафик е равен на:

$$A = \frac{\bar{c} * \bar{\tau}}{3600} = \frac{3500,6 * 72,96}{3600} = 70,945 Erl$$

При вътрешни връзки са заети двама абонати. Освен това абонатът се заема и при изходяща и при входяща връзка. Приема се, че входящият и изходящият трафик са равни. Следователно генерираният трафик се определя чрез удвояване на постъпващия трафик:

$$(8) \quad A_r = 2 * A = 2 * 70,945 = 141,89 \text{ Erl}$$

Определяне на средния трафик на един абонат:

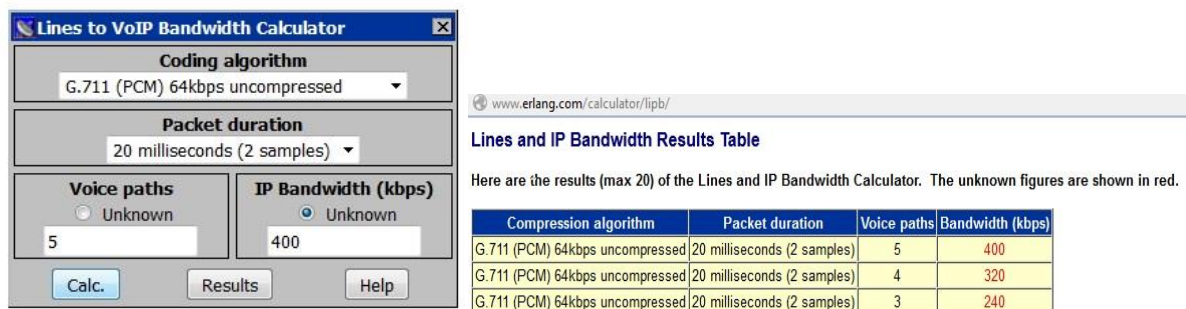
$$(9) \quad a_{ab} = \frac{A_r}{N_o} = \frac{141,89}{3044} = 0,0466 \text{ Erl}$$

Приема се, че при първоначалното проектиране на мрежата ще искат да се включат към нея 10% от всички възможни абонати в района. За пресмятане на съответния трафик, генериран от всички абонати, се използва „Erlang B Calculator” от уеб сайта www.erlang.com. Калкулаторът ги пресмята в таблица (Фиг. 1) [2, 3].



Фиг. 1 - Erlang B Calculator и резултати

С помощта на „VoIP Bandwidth Calculator“ на същият уеб сайт се пресмята необходимата IP честотна лента, като се използва G.711 (PCM - Pulse-code modulation) 64 kbps uncompressed кодер, с който скоростта на един канал е 80 kbps (Фиг. 2). Предвижда се, че 10% от този трафик се генерира от сигнализация [4].



Фиг. 2 - VoIP Bandwidth Calculator и резултати

Излъчваният сигнал е с MPEG-4 кодиране на видеото и HE AAC кодиране на аудиото, което осигурява отлично качество на картината и звука. Поддържана резолюция 1920x1080 HD и 720x576 SD и 4:3 и 16:9 формат на картината. За преноса на данни ще се осигурява 20 Mbit/s за един абонат, а за видео сигнала – 15 Mbit/s, което е достатъчно за три телевизионни, защото в типичното европейско домакинство според специалисти има два или повече телевизора. В България наличието на повече от един също вече не е

рядкост. С все по-широкото навлизане на дисплеи с висока резолюция може да се каже, че е само въпрос на време всички стандартни телевизори да бъдат заменени с модерни HDTV екрани. Тъй като на всеки отделен телевизор се гледат различни програми, то мрежата трябва да е така построена, че безпрепятствено да доставя на абоната необходимия трансфер. Накрая ще се осигури и 30% резерв, с цел да се защити от евентуални претоварвания и за да може мрежата да работи със 70% от ресурсите си. Всичко това дава правото да се гарантира на абонатите тройна услуга – гласови услуги с много добро качество, достъп до интернет със скорост 20 Mbit/s и предаване на до три телевизионни канала с високо качество [3, 4].

ИЗБОР НА PON ТЕХНОЛОГИЯ ЗА МРЕЖАТА ЗА АБОНАТЕН ДОСТЪП

Проектираната мрежа трябва да се изгражда с най-нови и перспективни технологии. Изграждането на такава мрежа е сложен процес, в който се изискват големи първоначални капиталовложения, но пък това ще позволи подобряване и въвеждане на нови услуги на абонатите. Технологията PON (Passive Optical Network) е най-добрият вариант за реализирането на разглежданата мрежа за абонатен достъп: стандартизирани са пасивни оптични мрежи, разработени по три различни технологии. Широкополковият PON (BPON) и Gigabit PON (GPON) са развити от телефонните оператори, а Ethernet PON (EPON) – от Ethernet обществото. Протоколите за контрол на достъпа до преносната среда, използвани от тези системи, са базирани на ATM, GFP и Ethernet. GPON осигурява най-високи скорости на данните и най-добра сервисна поддръжка, EPON не поддържа услугите от по-стари поколения, а BPON е първата развита технология за пасивна оптична мрежа. От сравнителният анализ на тези три технологии, по които се разработва PON, се стига до извода, че най-подходящо за проектираната мрежа за абонатен достъп е да се приложи GPON технологията, тъй като тя предлага най-високи скорости, които са изключително необходими при преноса на данни и най-вече на видео сигнали. Първата и определяща характерна особеност на пасивните оптични мрежи PON е използването само на пасивни оптични елементи по цялото трасе от станцията до абонатите: оптични влакна, различни видове разглобяеми и неразглобяеми съединители (конектори), разпределителни устройства, разклонителни устройства на оптични сигнали (сплитери). Към тези елементи трябва да се прибави и интерфейсното крайно оптично оборудване (OLT – Optical Line Terminal), разположено в главния възел на мрежата. То свързва оптичната мрежа за достъп към регионалната MAN мрежа. В близост до абонатите, а вече и при самите абонати, задължително се поставя т.нар. приемо-предавателни оптични мрежови устройства (ONT – Optical Network Terminal), чрез които се осигурява интерфейса между потребителите на данни, видео и телефония и пасивната оптична мрежа. Чрез тези устройства оптичният трафик се преобразува в електрически с желания формат: Ethernet, IPTV, VoIP [4].

ОПИСАНИЕ НА ИЗПОЛЗВАНОТО ОБОРУДВАНЕ

При проектирането на мрежа за абонатен достъп с PON технология основното оборудване, което трябва да се избере е OLT (Optical Line Terminal), ONT (Optical Network Terminal), оптичен сплитер OLS (Optical Line Splitter), оптично влакно и кабел, пасивни оптични елементи. От гледна точка на съвместимостта на работа и тъй като ще са необходими сравнително големи количества, което предлага известна отстъпка в цената, е добре до колкото е възможно избраната апаратура да бъде от един и същи производител [5].

Разнообразието на потребители на PON оборудване е голямо, като освен фирмите, тясно специализирани в тази технология, някои от които са Vitesse, Cortina Systems,

Broadlight, FlexLight Networks, Easy Path, доста от големите имена на пазара, които предлагат почти всякакви продукти и решения, както Alcatel-Lucent и Huawei, също не са пренебрегнали PON технологията. Изграждането на мрежата за абонатен достъп ще бъде с продукти на компанията Alcatel-Lucent, тъй като в последните години тя е лидер в IP и оптичните технологии, а освен това предлага високо качество и надеждност на продуктите си. Компанията Alcatel Lucent предлага интелигентно решение на концепцията FTTH на GPON технологията чрез своята платформа ISAM 7342 FTTU, като за свързване на централния офис с крайните устройства в помещенията на клиентите, разположени в жилищни и бизнес сгради, се използват следните основни единици:

- 7342 P-OLT устройство, което се намира в централния офис и основната му функция е да приготви входящия трафик (глас, данни, видео) от градските ринг технологии към транспортното ниво на GPON.

- 7342 I- series ONT, O- series ONT, 7342 I- series ONT, 7342 B- series ONT и 7342 LP – MDU – ONT – крайни устройства, които се намират в помещенията на клиентите или отвън разположени близо тях, има за задача да приема трафика от услугите, които използва клиента (POST - Power-on self-test, E1/T1, Ethernet, IPTV) и да ги транспортира през PON мрежата до OLT устройството [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В този доклад е представено едно интелигентно решение за проектиране на мрежа за абонатен достъп, която чрез използването на PON технология и оптични кабели, има възможността да предлага различни видове телекомуникационни услуги. Методиката, използвана за проектирането и изграждането на мрежата за абонатен достъп, представлява еталонен модел, който може да се използва от доставчиците на телекомуникационни услуги за изграждането на техните мрежи. При проектирането на мрежата е заделен резерв, така че да може да подsigури тройната услуга, както за съществуващите вече абонати, така и за тези, които могат да се появят в следствие при промяна инфраструктурата на района. Гъвкавостта на мрежата позволява при нереализиране на първоначалните прогнози да се пренасочат неизползвани канали от даден разпределителен шкаф към друг чрез бързо прекомутиране.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Gerd Keiser. FTTX - Concepts and applications. New Jersey: John Wiley & Sons Ltd.; 2006.

[2] Chinlon Lin, editor. Broadband – Optical Access Networks and Fiber-to-the-home. England: John Wiley & Sons Ltd.; 2006.

[3] Инструкции за строителство на оптична линия, 2017

[4] Инструкция за изграждане на оптична линия, 2015

[5] Проектиране и изграждане на оптична кабелна линия жк. Младост 1, Виваком; 2014

DESIGN OF OPTICAL NETWORK FOR SUBSCRIBER ACCESS WITH PON TECHNOLOGY

Emiliya Dimitrova, Bozhidar Rozev

Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str.
THE REPUBLIC OF BULGARIA

Keywords: *optical network for subscriber access, design, PON technology*

Abstract: *The subject of this paper is to design an optical network for subscriber access “fiber to home”. The main task is to use the capabilities of PON technology in order to meet the requirements and needs of all private and business users of the network. The current structure is characterized by a well-developed communication system and full telephony of all buildings. This also implies an increase in the generated traffic in accordance with the world trends and creates a need for modernization and updating the existing network. The paper discusses one of the possible ways to build an optical network for subscriber access. PON is used as a basis for the construction of the network, and fiber optic cables will be used for the transmission medium. The PON standard offers a sufficiently wide bandwidth to provide true and secure triple service. The use of fiber-optic cables for the transmission medium of the network is the most perfect and promising physical environment for the transmission of information and communication signals. The transmission of information by means of optical fibers and fiber-optic cable communication lines and networks provides enormous advantages over conventional communication transmission systems using conventional symmetrical cables and coaxial communication cables with copper conductors. These advantages are: very wide bandwidth, low attenuation, low noise, high noise protection, galvanic isolation.*