

НАСОКИ В РАЗВИТИЕТО НА ХИБРИДНИ КАБЕЛНО-ОПТИЧНИ МРЕЖИ

Илка СТЕФАНОВА, Вера ГУГОВА

ilkas@mail.bg, vgugova@abv.bg

*Илка Стефанова ас., Вера Гугова доц.д-р, ВТУ "Тодор Каблешков", София, бул. Гео Милев 158
БЪЛГАРИЯ*

Резюме: Само оптичните транспортни технологии позволяват да се предостави значим широколентов достъп, достатъчен за абонатите и новите информационни услуги. Бъдещето принадлежи на оптичната технология FTTP (оптично влакно до абоната). Понастоящем съществуващите кабелни телевизионни мрежи са конфигуриране като HFC (хибридни оптично-коаксиални) мрежи за широколентов достъп (комерсиална телевизия и Интернет достъп). HFC инфраструктурата с коаксиални кабели ще продължи да съществува и осигурява услуги на абонатите си за продължителен период от време. Поради това, необходимо е да се изяснат техническите насоки в развитието на хибридните HFC кабелните мрежи, свързани главно с увеличаване количеството на използваните в тях оптични кабели, и да се формулира стратегия за икономически оправдан преход към оптически FTTP мрежи.

Ключови думи: хибридни кабелно-оптични мрежи

УВОД

Оптичните технологии първоначално намират приложение в мрежите на кабелната телевизия, в началото на 80-те години.

Последвалото бурно развитие на тези технологии е довело до широко внедряване на хибридните оптично-коаксиални (HFC) мрежи по цял свят [1]. В последните няколко години, когато болшинството оператори вече преминаха към по-усъвършенствани архитектури, темпът на внедряване на иновации в областта на кабелната телевизия рязко се снижи.

Но сега с поява на мрежовата архитектура "оптика в дома", с успешно внедряване на услуги по предаване на данни, а също така с все по-широкото разпространение на "видео по желание" се забелязва възобновяване на интереса към новите архитектури на мрежите на кабелната телевизия, осигуряващи увеличаване на транспортния ресурс и повишена надеждност[4].

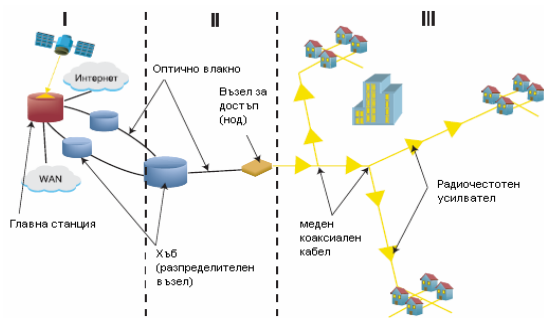
СТРУКТУРА НА ТИПИЧНА ХИБРИДНА (HFC) МРЕЖА

Типичната архитектура на хибридната (HFC) мрежа е показана на фиг.1[2].

Тази архитектура може условно да се раздели на три участъка: транспортен, разпределителен и участък осигуряващ достъп.

Транспортния участък или транспортната мрежа обединява главна станция, няколко хъба (разпределителни възли) с помощта на оптически кабел.

Разпределителния участък, представлява влакнеста разпределителна система между хъбове и оптически нодове (възли за достъп). Участъкът за достъп е изграден, като коаксиална разпределителна мрежа,



фиг.1

осъществяваща предаване на информация от възлите към абонатите. Един възел за достъп в такава мрежа, обслужва обикновено около 1200-2000 абоната, с помощта на коаксиална мрежа съдържаща от 3 до 6 каскадни радиочестотния усилвател.

Основните услуги, предоставяни с хибридната (HFC) мрежа могат да се разделят на две основни групи: за предаване на ТВ-сигнал и адресни услуги. Към първата група услуги се отнасят: аналогова телевизия; цифрова телевизия; телевизия с висока разделителна способност (HDTV). Към адресните услуги основно се отнасят: Интернет; видео по желание; видеоконференции; IP-телефония; обмен на файлове: MP3, видео, фото и т.н. На този етап предаването на аналога и цифрова телевизия и на Интернет се явяват основните услуги предлагани от хибридните (HFC) мрежи.

Класическата HFC мрежата е икономична, но е с относително ниска надеждност и ограничена пропускателна способност, поне що се отнася до интерактивните адресни услуги[3]. Ограничената пропускателна възможност е свързана с ограничената спектрална лента на коаксиалната разпределителна мрежа, използваща за предаване на информация радиовълни.

Основните изисквания към хибридните HFC мрежи от ново поколение и технологиите, осигуряващи тяхната реализация са показани в таблица 1.

За удовлетворяване на изискванията на утрешния ден еволюцията на HFC мрежите трябва да включва в себе си преход от аналогов към цифров стандарт на телевизията, повишение на спектралната ефективност (става дума за повишена ефективност на използване на радиочестотната лента), сегментиране, разполагане на влакната в

близост до абонатите и съкращаване на активните елементи. В услугите свързани с предаване на ТВ-сигнал, делът на аналоговите канали постепенно ще намалява за сметка на цифровите и HDTV.

Табл.1

Основни изисквания към хибридните HFC мрежи от ново поколение	Технологиите, осигуряващи тяхната реализация
Осигуряване на ефективно използване на спектралната лента	Високо ниво на QAM в правия канал-256 QAM (50 MBit/s/MHz) Внедряване на DOCSIS 2.0, осигуряващо скорости в обратния канал от 30 MBit/s в спектралната лента 6,4 MHz Нови ефективни стандарти за видеоизображения (MPEG4/H. 264, VC-1)
Да осигуряват широка честотна лента на всеки абонат с цел увеличаване доходността от абоната	Сегментиране на мрежата - намаляване броя абонати в групите на обслужване до 250-100 Внедряване на влакна дълбоко в мрежата с цел разместване на оптичните възли поблизо до абонатите
Да осигурят ефективно използване на инфраструктурата на мрежата	Предоставяне на допълнителни услуги, посредством използване на технологиите DWDM/CWDM
Осигуряване на висока надеждност на мрежите и качеството на услугите (снижаване разходите за експлоатация и техническо обслужване)	Оптимизиране на проектирането на мрежите с резервни влакна и оборудване Използване на високонадеждни мрежови компоненти Снижаване броя на активните елементи в мрежата

С цел осигуряване на плавен преход, операторите подготвят мрежи за временно паралелно предаване на програми в цифров и аналогов вариант. Но наличния спектър в много случаи е вече зает, поради което се реализира следния план:

- Съществуващите цифрови канали се прекодира с по-високо ниво на

компресия и по този начин се освобождават до 5 ТВ-канални;

- Всички аналогови канали се кодират с нива на компресия 1:16, което позволява да се преместят в петте канала 256QAM.

По този начин целия аналогов спектър се дублира в цифров вариант, осигурявайки плавен преход до момента, в който всички абонати не преминат към цифрови кабелни устройства.

Еволюцията неизбежно е свързана със сегментация и внедряване на влакна в дълбочина на мрежата, като крайната цел е довеждането им до всеки дом, с цел увеличаване лентата на абоната.

По-долу ще се разгледат възможните методи и архитектури използвани в разпределителния участък при модернизация на съществуващи и и изграждане на нови хибридни системи.

СЕГМЕНТАЦИЯ НА ОПТИЧНИ ВЪЗЛИ

Началния етап-сегментация на оптичен възел с едновременна сегментация на коаксиален участък от мрежа е с цел намаляване размера на зоната на обслужване с 1200-1000 до 500 абонати. Следващия етап и най-ефективен метод за сегментация на мрежа-внедряване на влакна дълбоко в мрежата близо до абоната. Най-голямият оптичен възел се разполага вътре в участъка от 250-100 абонати, което осигурява много висока пропускателна способност на мрежата за адресни услуги. Честотната лента на един абонат в този случай е достатъчна за много нови адресни услуги, осигуряваща висока скорост за предаване на данни, такива като широколентов достъп до Интернет, обмяна на файлове и др. При това възниква намаление на количеството на активните елементи в мрежата, което осигурява висока надеждност, необходима за IP-телефонията.

CWDM-ТЕХНОЛОГИЯ

Новата технология CWDM позволява да се използва съществуващата инфраструктура на хибридните мрежи за осигуряване на високо скоростен достъп към Интернет по протокола Ethernet за делови клиенти разположени в зоната обслужвана от мрежата HFC. Технологията Ethernet-по-CWDM може да се използва за осигуряване на достъпа на бизнес клиенти в Интернет със скорости 10Mbit/s, 100Mbit/s, 1Gbit/s.

CWDM използва стандарта ITU, разместваш до 18 дължини на вълните в диапазона от 1270 нм до 1610нм с интервал от 20 нм между тях. Във връзка с това, че дължините на вълните са относително далече една от друга, активните и пасивни елементи на технологията CWDM не са особено скъпи. В разработките на някои компании, се използват практически само 10 CWDM-канални с дължини на вълните над 1310 нм. Това позволява осигуряване на съвместяване в едно влакно на CWDM-каналите с канали, имащи дължини на вълната 1310нм, използвани за предаване на широколентова телевизия. Пасивните оптически филтри и мултиплексори осигуряват разделяне и обединяване на вълните със съответна дължина за всеки бизнес абонат и едновременно безпрепятствено преминаване на основните сигнали по хибридната система.

Основната модулна платформа на системата се разполага в хъба, а модулите на абонатните интерфейси - в самото предприятие. По този начин се осигурява двустранна връзка по Ethernet, предоставяща допълнителни цифрови услуги на абоната и нов източник на доходи за оператора.

DWDM-ТЕХНОЛОГИЯ

Задачата за сегментация на хибридни мрежи може да бъде решена също на базата на DWDM технологията, осигуряваща пренасяне на адресни услуги, за които не достига радиочестотния спектър. За сметка на спектралното разпределение на адресните услуги, пълния разрешен спектър предназначен за адресни услуги, се използва многократно в участъците на разпределение за всяка не голяма група абонати.

Телевизионния сигнал се предава по отделно влакно от главната станция в хъба. Дължината на вълната на този на този предавател се намира зад границата на спектъра DWDM.

Групата DWDM-предавател предава QAM сигнали за кабелните модеми по отделно влакно от главната станция в хъба. Тези сигнали могат да заемат един същи участък от радиочестотния спектър. Всяка дължина на вълната носи адресни услуги за определена група абонати, включени към възела. Оптичните мултиплексори се използват за обединение и разделяне на дължината на вълната.

В хъба всяка дължина на вълната оптически се комбинира с общия телевизионен сигнал и се насочва по общото влакно към съответния възел.

DWDM-технологията, подобно на описаната вече по-горе CWDM, позволява оптически да се комбинират 1550nm или 1310 nm телевизионни сигнали със сигнали за адресни услуги, предавани на DWDM оптическа дължина на вълната. Правият канал обслужва всички абонатни системи, включени към възела. Пълният обратен канал представлява не голяма група от 250 абоната.

В случая, когато първоначално към възела е било предложено достатъчно количество резервни влакна, е възможна пълна сегментация на възела на основата на едноканална технология (1310nm).

АРХИТЕКТУРА С ДЪЛБОКО ВНЕДРЕНИ ВЛАКНА (FIBER DEEP)

Архитектура с дълбоко внедрени влакна (Fiber Deep) се нарича архитектура, при която има разместване на нода в дълбочина на мрежата, с цел преместване на влакното поблизо до абоната.

Ново изгражданите разпределителни мрежи за достъп с дълбоко внедрени влакна съдържат предавател на 1310 nm, захранващ група от оптически възли, всеки, от които обслужва неголяма група от 100-200 абоната. Броя възли, захранвани от един предавател обикновено е не повече от 4. Обратния канал се предава по изолирани влакна и се приемат от оптически приемници в хъба. По нататъшна сегментация в подобна мрежа обикновено не е нужна. Поради това оптимално се явява използването на сравнително евтини минихъбове.

Всички абонати ползват обща спектрална лента за права връзка. Всяка група абонати използва всяка лента за обратна връзка. Подобна схема осигурява много висока лента на предаване на абонатите във всяко направление.

Като основни предимства на този тип архитектура могат да се посочат: увеличена пропускателна способност на лентата за адресни услуги, което е в следствие от намален брой абонати на възел и осигуряване на резервен капацитет за нови абонати и нови пазари; по-голяма надеждност на мрежата и по-високо качество на услугата, дължащи се на намаляване на натрупването на шума в обратния канал и намаляване или пълно

отсъствие на активни елементи в каскадата след възела; повишена експлоатационна ефективност, дължаща се на намаляване на експлоатационните загуби и потенциално по-високи възможности за получаване на доход от предоставяне на услуги до всеки абонат. Като основен недостатък на този тип архитектура може да се посочи относително висока стойност на оборудването и монтажа на същото.

Освен гореописаната типична Fiber Deep - архитектура, съществуват и различни варианти на архитектурата с дълбоко внедрени влакна, а именно: „пасивна последователна верига” и “активна последователна верига”.

Предимствата на архитектурата ” пасивна последователна верига” са: пълна лента на обратния канал за обратна връзка; използване само на пасивни оптически елементи за мултиплексироване; включването на Ethernet-абонати е възможно на всеки участък от мрежата - 100Mbit/s всеки.

В случай на отказ на някой от активните възли, няма отказ на мрежата като цяло.

Въпреки общите си черти с “пасивната верига” и това, че е малко по-евтина от нея, архитектурата “активна последователна верига” се отличава с някои съществени недостатъци. Тези недостатъци са: лентата на обратния канал се използва едновременно от всички части и бизнес абонаменти в общата ѝ група и е ограничена от 100 Mв/с; Във връзка с това характеристиките на обратния канал в хибридна верига зависят от трафика на бизнес абонатите в Ethernet; включването в Ethernet на бизнес абонати е възможно само от непосредствено към възел; в случай на отказ на един от възлите произлиза пълен отказ на цялата каскадна верига.

ИЗВОДИ

От направените проучвания може да се заключи, че използваните нови архитектури в областта на комуникационните системи за предоставяне на интерактивни услуги, осигуряват увеличение на транспортния ресурс и повишават тяхната надеждност, посредством използването на дълбоко вградени оптически съоръжения. Най-простата такава архитектура е обикновено HFC-мрежа с малък брой абонати, обслужвани от един оптически възел. Този подход съществено увеличава количеството необходими оптически влакна, а също така

води до повишаване на началните инвестиции и експлоатационните разходи. Използването на WDM-технологиите, позволява намаляване броя на използваните оптически влакна, но увеличава цената на използваното оптично оборудване. Въпреки това, мрежите изградени на база тези технологии, намират все по-голямо приложение, особено що се отнася до тези с архитектурата, “пасивна последователна верига”. Причината затова е, че въпреки най-високата си първоначална цена тези мрежи осигуряват най-бърза възвращаемост на направените инвестиции, като наред с това притежават редица предимства (посочени по-горе) в сравнение с другите типове мрежи.

Като основна тенденция в развитието на този тип технология, специалистите в областта посочват постепенното еволюиране на хибридните оптико-коаксиални мрежи във FTTC, а в последствие във FTTP мрежи. В този случай, правилния избор на стратегия за развитие на мрежата ще позволи съществена икономия на ресурси, при осигуряване на исканите скорости и надеждност на предаване на информацията, в условия на нарастване на размерите на зоните на обслужване и количеството потребители на информационни услуги. Във връзка с това се препоръчва следната стратегия при строителство на съвременна хибридна мрежа:

–Намиране на оптимален баланс между цената на мрежата и търсения обем предоставяни адресни услуги;

–Да се започне с икономически ефективна архитектура с дълбоко вградени влакна. Абонатите в жилищните зони да се осигурят с основните Интернет и ТВ -услуги. Да се натрупат средства.

–На база съществуващата инфраструктура, да се изградят допълнителни влакна към предприятията в зоната на обслужване и да се предложат широколентови услуги за достъп по технологията CWDM на абонатите готови да заплатят за такъв тип услуги.

–Поетапно и постепенно преминаване от хибридна архитектура към FTTH за предоставяне на широколентово предаване на данни.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Бурный рост широкополосного доступа и переход к сетям FTTH, <http://www.telect.ru/E-PON/FTTH%20material%20-RUS.pdf>

[2] Смирнов, С. Колгатин, Мультисервисные сети доступа на базе HFC. Выбор технологии с точки зрения экономической эффективности, <http://www.conturm.com/download/HFC.pdf>

[3]Dietrich Boettle, Stefan Wahl, Bozo Cesar, BROADBAND ACCESS VIA HYBRID FIBRE COAX SYSTEMS, www-ks.rus.uni-stuttgart.de/Publications/icon_paper.pdf

[4]FIBER OPTIC CATV TRANSPORT: A STEP-BY-STEP GUIDE TO SYSTEM DESIGN, www.forceinc.com

TRENDS OF DEVELOPMENT IN HIBRID FIBER COAXIAL SETS

Ilka Stefanova, Vera Gugova

*HST “T. Kableshkov” 1574 Sofia, 158 Geo Milev str.
BULGARIA*

Abstract: *Only the optical transport technologies are able to provide a significant broadband access, sufficient for the subscribers and the new information services. The future belongs to FTTP technology (fiber to the premises). Currently, existing cable television networks are configured as HFC (hybrid fiber/coax) networks for broadband access (commercial TV and Internet access). HFC infrastructure with coaxial cables will continue to exist and provide services to their subscribers for a long period of time. That’s why, it’s necessary to assign technical directions for development of HFC cable networks and propose a strategy for economical profitable transition to optical FTTP.*

Key words: *hybrid fiber/coax networks*