

Избор на конфигурация на оптичните възли за равномерно разпределение на трафика в хибридни кабелни телевизионни мрежи

Ивелина Балабанова, Красен Ангелов, Станимир Садинов, Теодор Илиев

Choice of optical node configurations for uniform traffic distribution in hybrid cable television networks: The choice of a suitable architecture and appropriate transmission technologies for a Hybrid Fiber-Coax (HFC) network is based not only upon the geographic and demographic characteristics of the Service Area, but also upon the type and volume of traffic that the network is designed to carry. This is particularly important in regard to the location and functionality of the interface between the optical and RF transmission segments (the optical node). This paper provides examples of node deployment in different networks and optical node configurations, to show how the right selection is made to ensure uniform distribution of traffic from subscribers.

Key words: Hybrid Cable Television Network, optical node, optical coupler, Wavelength Division Multiplexing.

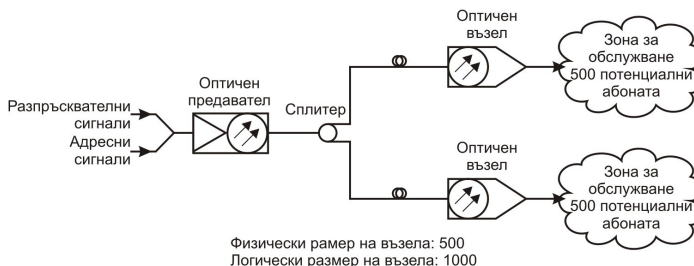
1. ВЪВЕДЕНИЕ

Изборът на подходяща технология за оптичните възли и определянето на оптималния размер на зоните на обслужване, свързани с тези възли, зависи от различни фактори. В тази статия ще бъде представен кратък анализ на различни възможности за конфигурация на оптичните възли от гледна точка на определяне на оптималния начин за обслужване на абонатите на мрежата.

2. ОПРЕДЕЛЯНЕ ГОЛЕМИНАТА НА ЗОНАТА ОБСЛУЖВАНА ОТ ОПТИЧЕН ВЪЗЕЛ

За разлика от телевизионното разпръскване, едновременния достъп до всички абонати, както и обема и качеството на услугите с адресиране, зависят от броя абонати, намиращи се в обща група/зона на обслужване [1,3].

Съществува разлика между физически и логически размер на възела. Физическият размер се дефинира като броя потенциални абонати, които получават сигнали от и предават сигнали към оптичния възел. Логическият възел се дефинира от броя потенциални абонати, които получават уникални сигнали или група от сигнали, т.е. т.нар. адресни услуги. На фиг. 1 изходът на един оптичен възел в главната станция (ГС) се разделя и маршрутизира към два оптични възела, като всеки от тях се асоциира с 500 потенциални абонати. Следователно физическият възел ще обслужва зона с 500 абоната, а логическият възел ще обслужва зона с 1000 абоната. При нарастване на трафика, логическият възел може да се редуцира до размера на физическия възел. Физическият възел може да се редуцира допълнително по размер при необходимост, т.е. да се реконфигурира (сегментира) чрез добавяне на допълнителни приемници и предаватели [3].

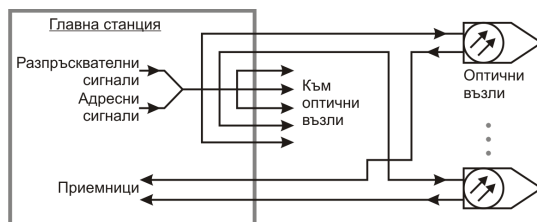


Фиг. 1. Формиране на размера на физически и логически възел

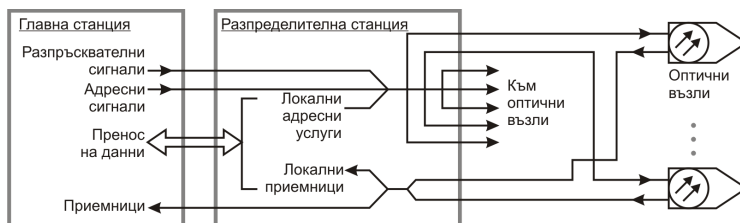
При първоначалното проектиране на системата след всички тези редукции физическият възел трябва да бъде достатъчно малък, за да позволи честотна лента за всеки от абонатите, осигуряваща пълноценно всички услуги. Определянето на размера на възела трябва да се базира на изчисления със запас за бъдещо нарастване на трафика. Това изисква прецизен анализ на потенциалния пазар за всяка услуга. Съществуват и различни методи за компютърно моделиране на трафика и анализ на поведението на мрежата [5], които позволяват предварителен анализ в процеса на първоначално проектиране на кабелната телевизионна мрежа.

3. ОБЩА АРХИТЕКТУРА

Оптичният възел може да бъде в директна връзка с ГС (фиг. 2) или да предава и приема от разпределителна станция (РС) (фиг. 3) [2]. Изборът на архитектура се решава на базата на общия размер на мрежата, разположението на абонатите и наличието на подходящи места за РС. Всеки възел ще приема трафик, който е смесица от разпръсквателни и адресни услуги и ще трябва да предава сигнали обратно към ГС/РС.



Фиг. 2. Оптичен възел с директна връзка към главна станция



Фиг. 3. Оптичен възел свързан към разпределителна станция

Възможно е част от адресните услуги да бъдат въвеждани в РС – телевизионни предавания от локални станции, платено цифрово видео съдържание или пренос на данни свързани със CMTS-системата. Тези сигнали може оптично да се обединят с телевизионния разпръсквателен сигнал от ГС чрез използване на оптични предаватели на 1310nm или 1550nm. Алтернативно, ако сигналите от ГС се приемат и след това се препредават, те може да се обединят на радиочестотно ниво.

Във възходяща посока (обратния канал) сигналите от няколко възела могат да се приемат в РС (най-често на дължина на вълната 1310nm), да се обединяват на радиочестотно ниво, след което да се предадат към ГС чрез използване на оптични предаватели на 1310nm или на 1550nm. Степента, на която сигналите по правия канал може да се разделят, а сигналите в обратния канал може да се обединяват, дефинира размера на логическия възел.

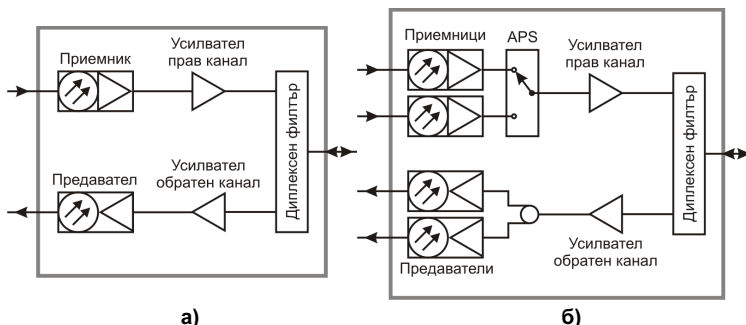
4. КОНФИГУРАЦИЯ НА ОПТИЧНИТЕ ВЪЗЛИ

4.1. КОНФИГУРАЦИЯ НА ОБИКНОВЕН ОПТИЧЕН ВЪЗЕЛ

Обикновените възли могат да се използват в случаи, когато още от самото

начало физическият възел е структуриран така, че да е приспособен към всички очаквани нараствания на изискваната ширината на честотната лента. Алтернативно възелът може да се конфигурира така, че да обслужва голям брой от абонати, които нямат големи изисквания към ширината на честотната лента.

Такива възли може да се снабдят с един оптичен приемник и един оптичен Fabry-Perot предавател [5]. Но при определени обстоятелства е възможно да се избере възел, който може да включва допълнителен оптичен приемник и оптичен предавател, с цел да се осигури надеждност чрез автоматична защитна комутация (APS), т.е. резервиране. На фиг. 4а и 4б са показани опростени блокови диаграми на подобни конфигурации (фиг. 4а – нерезервирано устройство, фиг. 4б – напълно резервиран вариант на конфигурация на възел).



Фиг. 4. Оптичен възел: а) с един оптичен предавател и приемник; б) с резервиране

Дублирането на оптичните приемници и предаватели е необходимо, ако се планира реализацията на платени услуги (напр. видео по заявка или широколентова телефония). Обикновеният възел (фиг. 4а) е подходящ за прилагане в системите с дълбоко проникване на оптичното влакно (fibre-deep), където размерът на физическия възел може да бъде под 100 абоната. Тези възли са екипирани най-често с евтини оптични Fabry-Perot предаватели за обратния канал.

4.2. КОНФИГУРАЦИЯ НА ОПТИЧЕН ВЪЗЕЛ С ВЪЗМОЖНОСТ ЗА СЕГМЕНТАЦИЯ

Ако нарастването на изискваната честотна лента се очаква да бъде голямо, тогава е възможно да се инсталират модулни възли с възможност за сегментация. При нарастване на изискваната честотна лента, възелът може да се реконфигурира така, че ефективно да се увеличи лентата, достъпна до всеки от абонатите [1,3].

В алтернативен сценарий, напълно сегментиран възел може да замени съществуващия възел, който текущо обслужва голяма област. И в двата случая се изисква обслужваната зона да се раздели на по-малки подобласти, което означава, да има най-малко две коаксиални кабелни линии, излизащи от възела. Идеалният сценарий е пълно използване на четирипосочен сегментиран възел (фиг. 5), при което съществуващата зона за обслужване се разделя на 4 напълно еднакви подобласти. Допуска се, че всеки сегмент се обслужва от две влакна (едно за правия канал и едно за обратния канал).

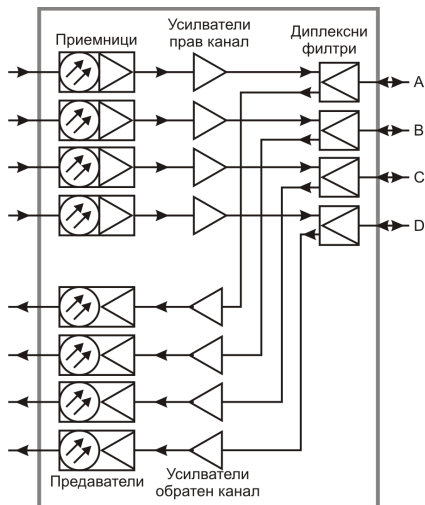
Ако за дадената зона на покритие е достатъчна, например, само двупосочна сегментация, тогава възелът може да се конфигурира по надеждност чрез резервиране (ASP) както за правия така и за обратния канал (фиг. 6).

Друг възможен сценарий е броят оптични влакна да е ограничен и да не е възможно към нито едно от тях да се присъедини приемник или предавател. Тогава като алтернатива може да се предложат следните стратегии:

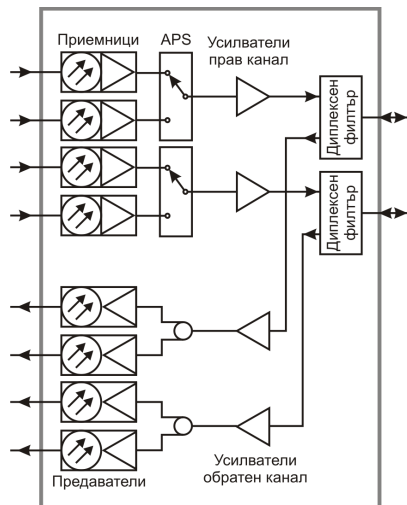
А) използване на предаватели за обратния канал на различна дължина на вълната и обединяване и предаване на сигналите им по едно оптично влакно;

Б) честотно отместване (преобразуване) на четирите честотни ленти така, че да могат да се обединят в един предавател (диапазонно конвертиране);

В) цифровизиране на всяка лента в обратния канал, мултиплексване на потоците и използване на един оптичен предавател (например на 1310nm).

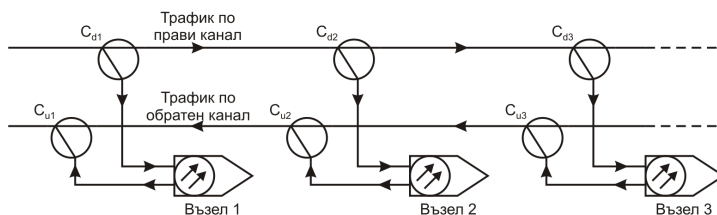


Фиг. 5. Четирипосочен сегментиран възел



Фиг. 6. Двупосочен сегментиран възел с резервиране

Независимо от нивото на сегментация е необходимо да се приложи електронно или оптично мултиплексване на сигналите. В частност може да не е възможно да се осигури едно влакно за всеки възел във възходяща посока или PC да липсва като елемент в архитектурата на мрежата. Но ако оптичните възлите са организирани в оптичен пръстен, ще бъде възможно да се използват CWDM предаватели и предаване на информацията във възходяща посока по едно оптично влакно (фиг. 7).



Фиг. 7. Оптичен пръстен с CWDM предаватели за обратния канал

Сигналите в низходяща посока се приемат във всеки възел чрез обикновени оптични съединители, чиито коефициент на свързване намалява с увеличаването на разстоянието от източника (ГС/PC). В обратния канал, сигналите се обединяват по едно оптично влакно чрез използване на оптични съединители, или чрез ADM мултиплексори. Изборът на свързващо устройство се базира на разстоянието от ГС/PC. Например, ако се допусне, че Възел 1 от фиг. 7 е близо до ГС/PC, тогава затихването по влакното ще бъде ниско и ще може да се използва съединител с висок коефициент на свързване за C_{u1} . Това устройство ще е с ниски внесени загуби.

Във Възел 2 трябва да се изчислят общите загуби в обратния канал и да се подбере подходящ оптичен съединител: C_{u2} трябва да има по-нисък коефициент на загуби и следователно по-високи внесени загуби от C_{u1} . Когато се разглежда Възел 3, може да се установи случай, при който общите загуби по обратен канал ще бъдат по-големи от допустимото. При такава ситуация се налага повторен анализ на Възел 2 и замяна на C_{u2} с ADM мултиплексор, който има много по-малки внесени загуби в сравнение с обикновените оптични съединители.

Същественото за този сценарий е, че може да е невъзможно прилагането на оптично усилване на CWDM-сигналите в обратния канал: най-използваните CWDM канали (от 1-ви до 8-ми) заемат дължини на вълната в диапазона от 1610 до 1470 nm, докато типичната ширина на лентата на EDFA-усилвател е от 1556 до 1530 nm.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конфигурацията на оптичните възли е важна задача за операторите, които разбират изискванията, които се очаква да вложат в мрежата. Важните въпроси като броя абонати, които трябва да се обслужват от всеки възел, физическото състояние на компонентите в съществуващата архитектура и местоположението на тези компоненти трябва да се вземат предварително под внимание.

Правилният избор на технология, оптимална конфигурация и подходяща стратегия за развитие на мрежата позволяват да се постигне съществена икономия на ресурси при осигуряване на изискваните скорости, надеждност и условия за увеличаване размера на обслужваната зона и броя потребители на адресни услуги.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ангелов К., К.Койчев, С.Садинов, Н.Върбанова. Технически аспекти при проектиране на обратния канал в широколентови кабелни телевизионни мрежи. MM&T2008, Vol. 2, Part 2, стр.110-131, Слънчев Бряг, България, 2008.
- [2] Колпаков И., О.Васькин, С.Смирнов, Универсальная мультисервисная транспортная среда на базе сетей кабельного телевидения (Часть 2), Теле-Спутник №2, 2003, С.-Петербург, стр. 66-68.
- [3] Песков С., А.Шишов, Практические рекомендации по построению интерактивных мультимедийных кабельных сетей коллективного телевизионного приема (КСКТП). "Телеспутник", № 10, 11, 12, 2003.
- [4] Илиев, М., Г. Христов, В. Николов. Анализ и моделиране на телекомуникационни мрежи и протоколи, Русе, Русенски университет „Ангел Кънчев“, 2006, 164 стр.
- [5] Hybrid Fiber-Coax (HFC) and Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) Networks, IEC Web ProForum Tutorials, 2000.

За контакти:

Д-р Ивелина Балабанова, Катедра “Комуникационна техника и технологии”, Технически университет – Габрово, тел.: 066-827 388, e-mail: ivstoeva@yahoo.com
 инж. Красен Ангелов, Катедра “Комуникационна техника и технологии”, Технически университет – Габрово, тел.: 066-827 388, e-mail: kkangelov@mail.bg
 доц. д-р инж. Станимир Садинов, Катедра “Комуникационна техника и технологии”, Технически университет – Габрово, тел.: 066-827 388, e-mail: murry@tugab.bg

Доц. д-р Теодор Илиев, Катедра “Комуникационна техника и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 663, e-mail: tiliev@ecs.ru.acad.bg

Докладът е рецензиран.