

EFFECTIVE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING IN SDH RING NETWORKS

Vatakov Vasil, „Todor Kableshkov” University of Transport, vatakov@abv.bg

Gugova Vera, „Todor Kableshkov” University of Transport, vgugova@gmail.com

Abstract: *By using the wave multiplexing WDM networks with ring topology, capacity can increase without the need for adding new infrastructure, new optical fiber. In networks employing WDM, the number of SDH add /drop multiplexers can reach the number of wavelengths in each node. This report deals with some methods to optimize the number of electronic equipment in SDH networks with ring topology.*

Key words: *WDM, SDH, ROADM, DXC*

ЕФЕКТИВНО ВЪЛНОВО МУЛТИПЛЕКСИРАНЕ В SDH МРЕЖИ С КРЪГОВА ТОПОЛОГИЯ

Васил Вџтаков, Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”, vatakov@abv.bg

Вера Гугова, Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”, vgugova@gmail.com

Резюме: *С използването на вълновото мултиплексиране (WDM) в мрежи с кръгова топология, се постига многократно увеличаване на капацитета без необходимост от добавяне на нова инфраструктура, нови оптични влакна. При мрежи използващи вълново мултиплексиране, броят на SDH add/drop мултиплексорите може да достигне броя на дължините на вълните във всеки един от възлите. В този доклад са разгледани някои методи за оптимизиране на броя на електронното оборудване в SDH мрежи с кръгова топология.*

Ключови думи: *WDM, SDH, ROADM, DXC*

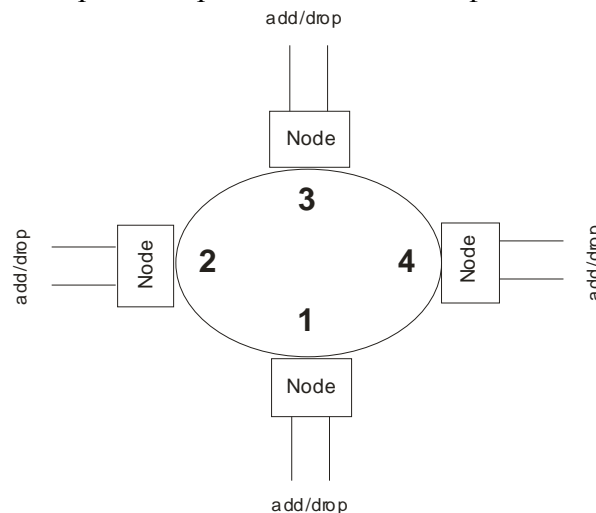
УВОД

Непрекъснатото нарастване на обема от данни в световен мащаб, постоянно тласка развитието на информационните технологии. WDM е технология предоставяща необходимият капацитет за съвременните оптични мрежи. Чрез разделянето на каналите по дължина на вълната, става възможно предаването на няколко десетки до няколко стотици канала с отделна дължина на вълната по едно оптично влакно, без необходимост от скъпо струващо прокарване на нови оптични влакна. С използването на WDM технологията във вече изградените мрежи с кръгова топология SDH, капацитета на мрежата се увеличава многократно, което прави канала с ниска скорост се обединяват и се предават по един канал с отделна дължина на вълната. За отделянето на всяка дължина на вълната е необходим по един SDH add/drop мултиплексор във възлите на мрежата. Поради големия брой дължини на вълната предоставени от WDM технологията, за отделянето им в отделните възли на мрежата, ще са необходими и

също толкова голям брой SDH add/drop мултиплексори. В настоящият доклад са разгледани няколко подхода и насоки за ограничаването на техния брой.

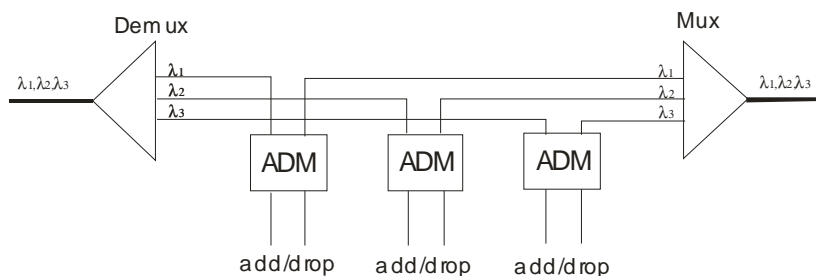
МУЛТИПЛЕКСИРАНЕ В МРЕЖИ С КРЪГОВА ТОПОЛОГИЯ (SDH)

Най-широко използваната топология при оптичните мрежи днес е кръговата топология SDH. Чрез използването на технологията мултиплексиране по дължина на вълната WDM в мрежите SDH, капацитета им се увеличава многократно. Всяка дължина на вълната представлява отделен оптичен кръг в мрежите SDH с пренос по едно оптично влакно. В зависимост от използваната технология - мултиплексиране с неголям брой вълни CWDM или мултиплексиране с висока плътност на вълните DWDM, броят на отделните „оптични кръгове” може да варира от няколко десетки до няколко стотици, като всеки един „кръг” може да пренася разнороден трафик с различна скорост. Опростена структура на SDH кръгова мрежа е показана на фиг.1.



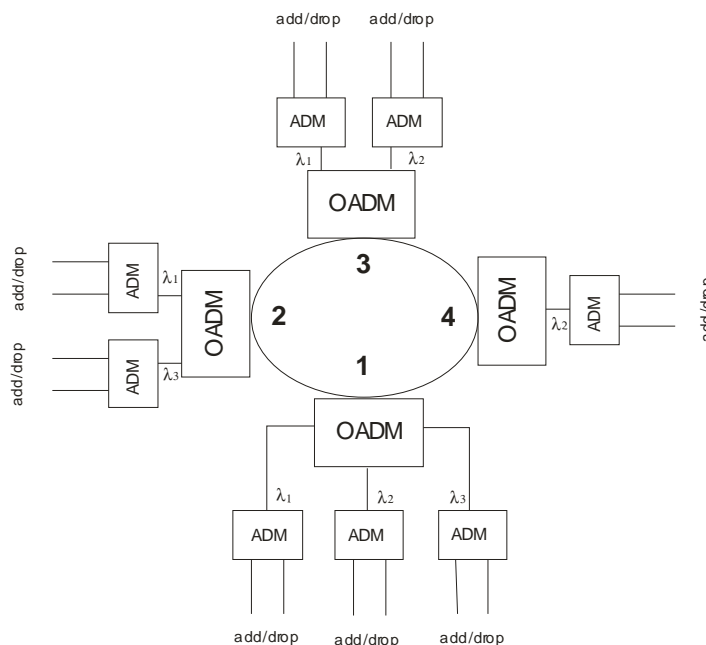
Фиг.1 Мрежа SDH

Мрежовите възли (nodes) са съставени от add/drop мултиплексори, които добавят или отделят даден оптичен канал, към или от общият групов сигнал. SDH мултиплексорите обединяват канали с по-ниска скорост и ги мултиплексират в групов поток с по-висока скорост съгласно SDH стандарта. Един пример за това е 4x2.5 Gb/s се обединяват в един канал със скорост 10Gb/s. Чрез използването на WDM технологията, няколко десетки или стотици SDH оптични кръга могат да се поддържат от едно оптично влакно, но за всеки отделен оптичен кръг ще са необходими add/drop мултиплексори (ADM) (фиг.2). При положение, че за всяка дължина на вълната е необходим по един ADM във всеки мрежов възел, то общият брой на мултиплексорите при реализиране на няколко десетки или стотици оптични канали, предоставяни от съвременните WDM системи, ще доведе до значително оскъпяване на мрежата. В настоящият доклад се разглеждат методи за намаляване на количеството на електронното оборудване във възлите на оптична мрежа с кръгова топология и WDM технология за пренос по едно оптично влакно.



фиг.2 Структура на мрежов възел с ADM

На практика, по-голямата част от трафика през даден възел се транзитира и само част от него е необходимо да бъде отделян или добавян в този възел. Чрез използването на оптични пасивни вълнови мултиплексори (OADM), могат да се отделят само вълни с определени дължини, предвидени за даден възел, а останалите се пропуснат, без необходимост от оптоелектронно преобразуване. На.фиг.3 е показана структурна схема на кръгова оптична мрежа използваща технология WDM с оптични мултиплексори (OADM).



Фиг. 3 Мрежа с OADM

Оптичните мултиплексори OADM извършват маршрутизация на отделни дължини на вълната, без това да налага преобразуването им от оптичен в електронен вид или обратно в оптичен сигнал. Маршрутизацията в мрежата става по-гъвкава при промяна на скоростта или протокола на предаване. OADM изместват SDH електронните мултиплексори в периферията на мрежата и значително облекчават работата и стойността на мрежовите възли. OADM са съществена предпоставка за преминаване към напълно оптични мрежи и оптичен интернет. Задачата за маршрутизацията се осъществява от оптичните add/drop мултиплексори работещи с предварително програмирани дължини на вълните и динамични реконфигурируемите оптични add/drop мултиплексори (ROADM).

OADM на базата на оптичен филтър

Това са OADM базирани на напълно пасивен оптичен филтър. Основно предимство е простата им конструкция. Всеки пасивен филтър може да отдели една дължина на вълната, а когато е необходимо повече канали да се отделят просто се добавят нови филтри. Основен недостатък е по-голямото затихване на сигнала и необходимостта от предварително планиране на пътя на отделената дължина на вълната до желаната дестинация.

OADM на базата на мултиплексор/демултиплексор

При този OADM се отделят/добавят предварително определен брой желани канали, докато останалите преминават през оптичния мултиплексор. Този подход е по-ефективен от мултиплексорите базирани на оптични филтри когато е необходимо много канали да се отделят в даден възел. Характерно за тези мултиплексори е по-малко затихване, по-гъвкави са и е необходимо по-малко предварително планиране спрямо OADM с оптични филтри.

ROADM

В по-малките мрежи и тези със статичен трафик, разгледаните по-горе оптичните мултиплексори в повечето случаи са най-доброто решение. В по-големите мрежи с по-чести промени на пътищата на каналите, оптичните мултиплексори с възможност за отдалечено реконфигуриране на отделните оптични канали са много по-ценни и необходими. Чрез използването им отпада необходимостта от предварително планиране при смяна на мрежовата конфигурация. Реконфигурацията се прави динамично в зависимост от конкретната необходимост.

Чрез внимателно мултиплексиране на няколко канала с ниска скорост, предназначени за един и същ възел в един оптичен канал, може допълнително да се намали броя на дължините на вълните, които ще се отделят в този възел. При по-малък брой дължини на вълната ще са необходими и по-малко на брой електронни SDH add/drop мултиплексори. При обединяването на каналите с ниска скорост трябва да се отговори на няколко въпроса: Кои канали с ниска скорост ще се обединят заедно? Каква дължина на вълната ще се използва за тях? Какви дължини на вълните ще се отделят в даден възел и колко броя електронни SDH add/drop мултиплексори ще са необходими в този възел?

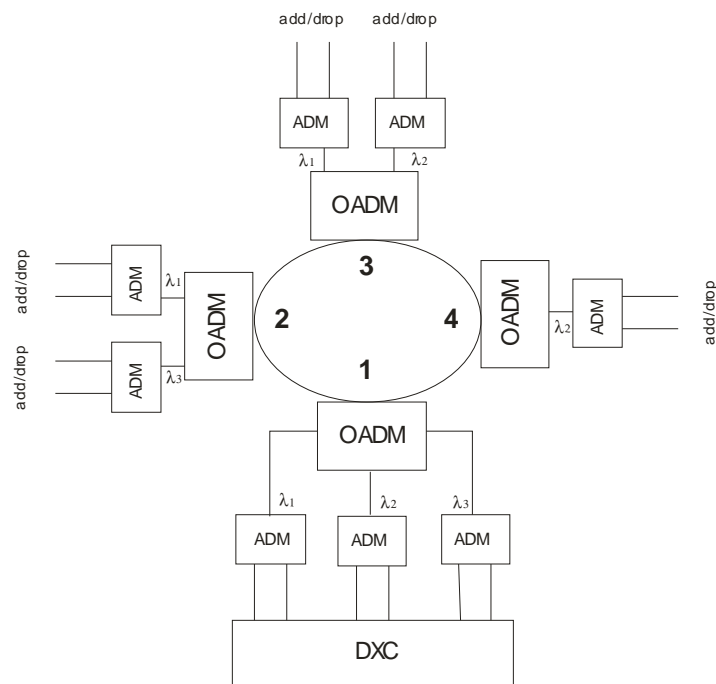
Ако приемем, че WDM каналите са N на брой, като на един оптичен канал са качени няколко канала с по-ниска скорост, M на брой посредством технологията TDM, то съотношението между N и M (където M е по-малко от N) е съществено. Ако 64 трафични потока 155 Mb/s могат да се мултиплексират на една дължина на вълната с капацитет 10 Gb/s то коефициента на мултиплексиране е 64.

Потоците с ниска скорост могат да останат на една и съща дължина на вълната през целият си път през мрежата до крайният add/drop мултиплексор. В литературата този подхода е широко разгледан за различни мрежи с трафик в едната или двете посоки (unidirectional, bidirectional) и са съставени алгоритми за намаляване на броя на add/drop мултиплексорите.

SDH МРЕЖА С КРОС КОНЕКТОР

Чрез добавянето на крос конектор (DXC) в един или в няколко възела от мрежата, мултиплексираните канали с ниска скорост могат да се местят от един времеви интервал/ дължина на вълната в друг/а времеви интервал/ дължина на вълната във всеки възел от мрежата оборудван с DXC. По този начин може да се постигне допълнително намаляване на броя на add/drop мултиплексорите в мрежа оборудвана само с един възел с DCX, дори да е оборудван с add/drop мултиплексори за всяка дължина на

вълната. В [1] е установено, че в мрежа оборудвана дори с един възел с крос конектор, броя на електронните SDH add/drop мултиплексорите може да спадне с до 37.5 процента спрямо такава без нито един. При процеса на превключване на информационният трафик от една дължина на вълната/времеви прозорец на друг/а, е необходимо първо да се преобразува сигнала от оптичен в електрически за да се извърши необходимото превключване на подканалите в друг/а дължина на вълната/времеви прозорец. Сравнение между двата подхода, без промяна на дължината на вълната и такъв в мрежа с един възел оборудван с DXC показват [2], че при по-малък коефициент на мултиплексиране, подхода без промяна на носещата дължина на вълната използва по-малко електронни SDH add/drop мултиплексори. Докато при по-голямо съотношение на мултиплексиране, подхода с крос конектор използва по-малко add/drop мултиплексори. Подобна мрежа е показана на фиг.4.



Фиг.4 Мрежа с OADM и DXC

Възел с крос конектор позволява по-голяма гъвкавост на мрежата и същевременно намалява броя на add/drop мултиплексорите. При мрежа със само един възел с крос конектор и повече различни скорости на предаване, могат да намалят разходите допълнително. [3]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящият доклад са разгледани методи с които може да се намали броят на електронното оборудване във възлите на една кръгова оптична мрежа а следователно и цената на цялата мрежа. С добавянето на оптични add/drop мултиплексори във всеки възел, могат да се пропуснат дължините на вълните, които не са предназначени за съответният възел и да се намали броя на електронните add/drop мултиплексорите. Чрез оборудване на дори и един възел с цифров крос конектор, предоставящ електронно превключване на каналите с ниска скорост, мултиплексирани върху WDM каналите чрез оптични add/drop мултиплексорите, може да се постигне още по-голямо намаляване на броя на add/drop мултиплексорите. Всичко това трябва да се има в предвид при проектиране на икономически и енергийно ефективни мрежи. Създадени

са алгоритми и софтуерни продукти спомагащи за оптимизирането на всяко едно от описаните по-горе решения, като по този начин може да се избере оптималното решение за конкретните изисквания на всяка мрежа.

References

- [1] O. Gerstel, P. Lin and G. Sasaki, “Combined WDM and SONET network design,” Infacom '99, New York, NY, March, 1999.
- [2] D. R. Jeske, A. Sampath , “Restoration strategies in mesh optical networks: Cost vs. service availability,” Dependable Computing, 2006. PRDC '06. 12th Pacific Rim International Symposium.
- [3] H. Liu, F. A. Tobagi, “Traffic Grooming in WDM SONET Rings With Multiple Line Speeds,” IEEE journal on selected areas in communications, vol. 25, no. 4, April 2007.
- [4] J.-Q. Hu, E. Modiano, “Traffic grooming in WDM networks,” Emerging optical network technologies, pp 245-264, 2005.
- [5] Keyao Zhu and Biswanath Mukherjee, “Traffic Grooming in an Optical WDM Mesh Network,” IEEE journal on selected areas in communications, vol. 20, no. 1, January 2002.
- [6] R. Berry and E. Modiano, “Switching and traffic grooming in WDM networks,” In Proceedings of JCIS. 2002, 1340-1343.
- [7] K. Zhu B. Mukherjee, A review of traffic grooming in WDM optical networks: architectures and challenges, Optical Networks Magazine March/April 2003