

PRIKAZ STRUKTURE OPTIČKIH MREŽA

UZELAC VLADIMIR
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET U BEOGRADU

UVOD

Optičke mreže su telekomunikacione mreže velikog kapaciteta zasnovane na optičkim tehnologijama i komponentama koje omogućavaju rutiranje, pripremanja, i obnavljanje signala na nivou talasnih dužina kao i servisa zasnovanih na njima. Optičke mreže, bazirane na pojavljivanju optičkog sloja u transportnim mrežama, obezbeđuju veće kapacitete i smanjuju troškove novim aplikacijama kao što su Internet, video i multimedijalna interakcija, i moderni digitalni servisi. Mrežni pristup zahteva transparentnu optičku mrežu tako da bitski protok i format budu nezavisni. To će obezbediti fleksibilnost i dozvoliti direktnu povezanost mreže sa asinhronim transfer modom (ATM), transmisionim kontrolnim protokolom/Internet protokolom (TCP/IP), SONET-om. To će isto dozvoliti talasnim dužinama da budu dodavane i ispuštane kompletno optički bez uticaja na originalni format signala. Na žalost, ovaj transparentni model mrežnog pristupa izgleda totalno drugačije kada se primeni na metropoliten ili long-haul mreže. Kako se rastojanje povećava, provajderi moraju da maksimizuju kapacitet da smanje cenu, i dozvoljavanje bilo koje bitske brzine signala na mreži može značajno povećati cenu. U tome leži dilema: mrežama treba fleksibilnost da obezbede raznolikost servisa krajnjih korisnika bez neefikasnosti u long-haul mrežama. Rešenje su optički mrežni prolazi, koji će biti integrisani sa postojećim elementima optičkih mreža.

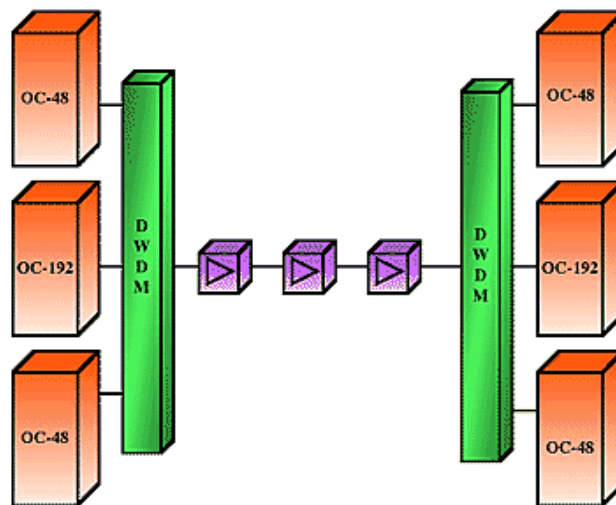
Pomenimo da postoje tri osnovna pristupa povećanja transmisionog kapaciteta linka:

- multipleksiranje sa prostornom raspodelom, SDM - zadržava se bitski protok ali se koristi više vlakana
- multipleksiranje po vremenu, TDM - povećava se bitski protok na vlaknu
- multipleksiranje po talasnim dužinama, WDM zadržava se bitski protok ali se dodaju talasne dužine nad istim vlaknom.

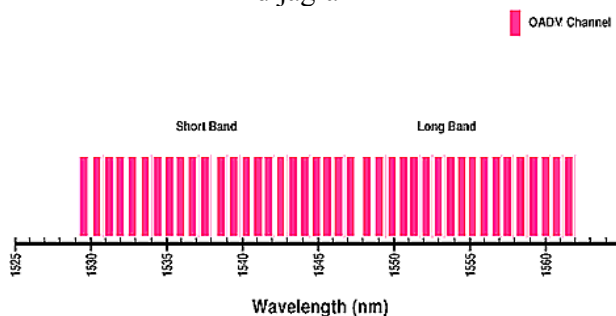
Sledeća diskusija objašnjava neke elemente optičkih mreža, i kako su one integrisane u mrežu.

GUSTI MULTIPLEKS NA BAZI RASPODELE TALASNIH DUŽINA (DWDM)

Kako optički filtri i tehnologija lasera napreduje, mogućnost kombinovanja dva signala različitih talasnih dužina postaje realnost. DWDM kombinuje više signala na istom vlaknu, formirajući do 40 ili 80 kanala. Implementiranjem DWDM sistema i optičkih pojačavača mreže mogu obezbediti raznovrsnost bitskog protoka (OC-48 ili OC-192) i mnoštvo kanala nad jednim vlaknom (dijagram 1). Talasne dužine koje su korišćene su u opsegu 1.530 nm do 1.565nm (dijagram 2).

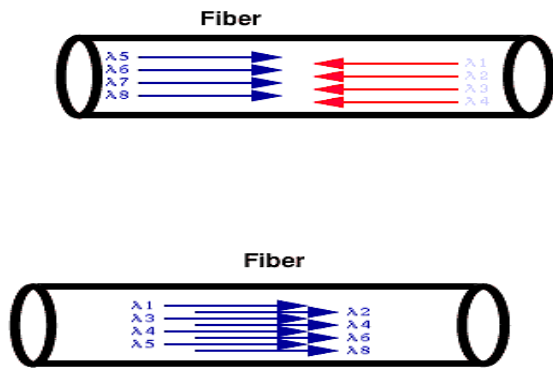


dijagram 1



dijagram 2

Dva osnovna tipa DWDM koji su zastupljeni danas su jednodirekcionni i bidirekcionni DWDM (dijagram 3).

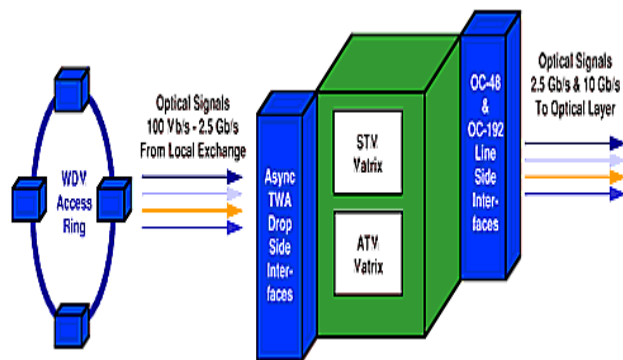


dijagram 3

U jednodirekcionom sistemu, sve talasne dužine putuju istim smerom kroz vlakno, dok kod bidirekcionog sistema signali su razdvojeni u dva odvojena opsega, sa tim da oba opsega putuju u različitim smerovima. Danas, 16-kanalni DWDM terminali su u širokoj upotrebi da bi povećali kapacitet propusnog opsega long-haul mreža.

OPTIČKI MREŽNI PROLAZI - OPTICAL GATEWAYS

U cilju korišćenja efikasnih optičkih mreža i povećanja propusnog opsega i transparentije transport-protokola, optički mrežni prolazi postaju kritičan element mreže (dijagram 4). Kao raznovrsnost bitskog protoka i signalnih formata, polazeći od asinhronih mreža do 10-Gbps SONET sistema, opšta transportna struktura mora pripremiti i snabdeti ulazni saobraćaj optičkog sloja. Osnovni format za transparentni transport pri velikim brzinama je ATM, i optički mrežni prolazi dozvoljavaju mešavinu standardnog SONET-a i ATM servisa.



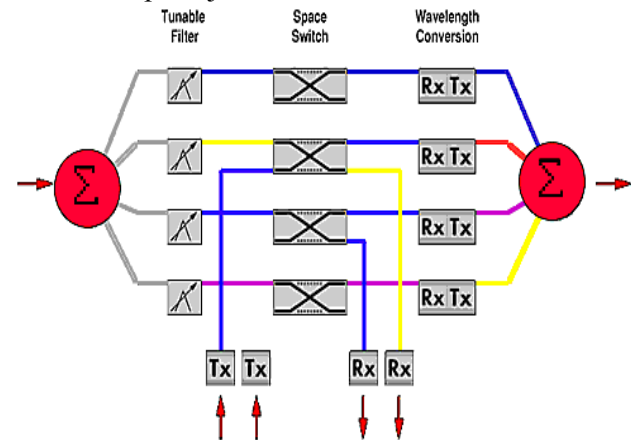
dijagram 4

Uspostavljajući vezu između raznovrsnih električnih protokola i dozvoljavajući fleksibilnu

primenu bilo koje od njih, optički mrežni prolazi obezbeđuju velike dobitke za optičke mreže. Optički mrežni prolazi biće ključni element u dozvoljavanju lagane tranzicije ka optičkim mrežama.

OPTIČKI ADD/DROP MULTIPLESERI (OADM)

Važan element SDH/SONET mreže su ADD/DROP multiplekseri, koji su potpuno sinhronizovani i koji se koriste za dodavanje ili oduzimanje subkanala unutar OC-N (dijagram 5). Oni mogu imati razne funkcije, statičku, propuštajući uvek signale u istom smeru, dinamičku kada su u mogućnosti da komutiraju signale u različitim smerovima, i takođe mogu razdvajati optičke kanale u vlaknu. OADM povećavaju WDM terminale dodavajući im nekoliko specifičnih karakteristika. OADM sistemi imaju kapacitet do 40 optičkih talasnih dužina. Oni efikasno ispuštaju i dodaju različite talasne dužine u središnjem delu mreže - rešavajući specifične izazove za postojeći WDM.

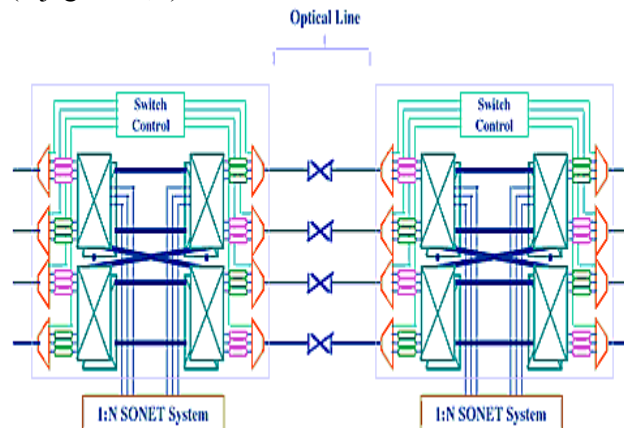


dijagram 5

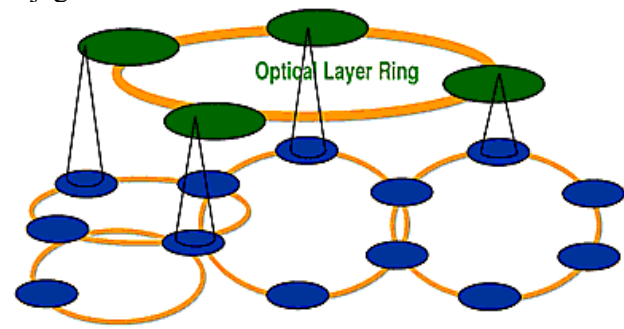
Ono što je najvažnije, OADM tehnologija uvodi asinhronu transpondere da bi dozvolila elementu optičke mreže da interaguje direktno sa servisima velikih obima. Sada je moguće za ATM, prenos okvira (FR), lokalnu računarsku mrežu (LAN), Internet protokol (IP), i druge da se direktno povežu za mrežu preko talasnih dužina u optičkom sloju. Transponder tehnologija takođe produžuje trajanje svetlosnih sistema prihvatajući njihov propusni opseg direktno u optički sloj, konvertujući njihovu frekvenciju u dozvoljeni standard i obezbeđujući zaštitu i obnavljanje signala. Na OADM se takođe zasnivaju optički bidirekciono komutirani prstenovi (OBLRSs).

OPTIČKI BIDIREKCIONI KOMUTACIONI PRSTENOVI (OBLSR)

Arhitektura optičkih prstenova koristi konfiguraciju OADM, arhitektura prstenova je poznat pojam u telekomunikacionoj industriji i danas se primenjuje i u optičkom domenu (dijagram 6,7).



dijagram 6



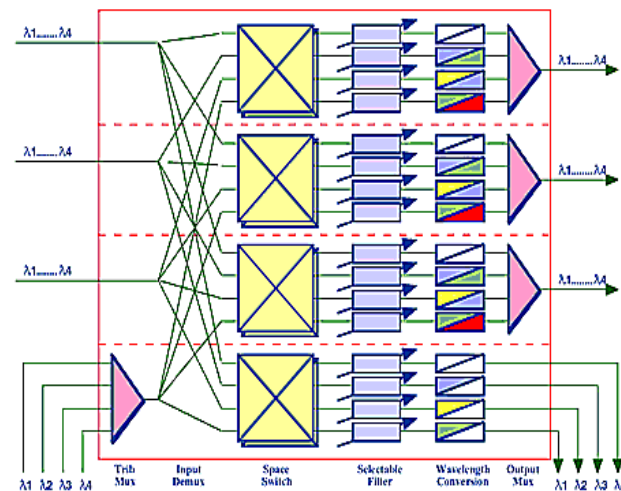
dijagram 7

Mrežni elementi imaju inteligentni softver koji može naslutiti otkaz sistema ili prekid konekcije vlakna i automatski preusmeriti saobraćaj u suprotnom smeru oko optičkog prstena. Ova arhitektura dopušta provajderima servisa da garantuju da konekcija potrošača neće biti van servisa. U slučaju prekida vlakna, optička mreža može automatski da preusmeri do 40 optičkih signala u trajanju od 50 milisekundi. Pošto su optički prstenovi veoma efikasni, vreme komutacije je kritično. Jedna tehnologija koja je planirana da bude implementirana se naziva mrežna zaštitna oprema (NPE), koja značajno smanjuje zahtevano vreme komutacije u velikim optičkim mrežama. Umesto rutiranja saobraćaja u zavisnosti od susednog mrežnog elementa u vlaknu, OBLRS koristeći NPE preusmerava

saobraćaj od čvora u kom uđe u prsten. Ova redirekcija na samom ulazu u prsten štiti saobraćaj od dugog zadržavanja u mreži, što značajno poboljšava vreme komutacije.

OPTIČKE KROS-KONEKCIJE (OXC)

Efikasno korišćenje kapaciteta vlakana na optičkom nivou očigledno postaje kritično kada provajderi servisa počnu da šalju talasne dužine oko zemlje. Rutiranje i pripremanje su ključne oblasti koje moraju biti razmatrane. To je osnovna funkcija OXC-a. (dijagram 8). Digitalni kros-konekcioni sistemi su u većini slučajeva implementirani i obezbeđuju kritičnu funkciju pripremanja saobraćaja (DS-0,DS-1,DS-3). Danas izlazni portovi mogu biti na nivou DS-3, OC-3 ili OC-12 nivou. Iz tog razloga, kritično je osigurati da su ti vodovi puni po pitanju saobraćaja kada napuste kros-konekcioni sistem.

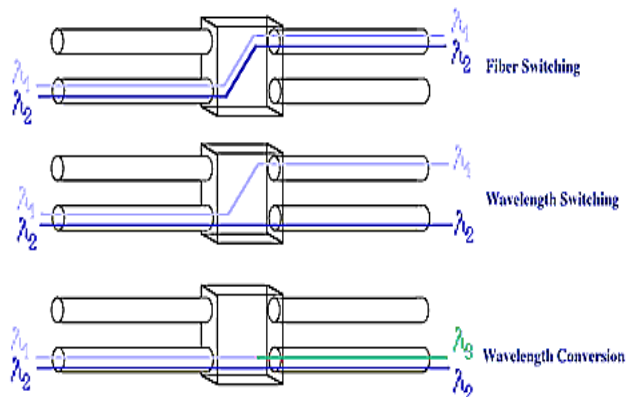


dijagram 8

U optičkom domenu, gde 40 kanala može biti transportovano kroz isto vlakno, mrežnim elementima je potrebno da mogu da prihvate razne talasne dužine na ulaznim portovima i usmere ih do odgovarajućih izlaznih portova u mreži. Da bi ispunio to OXC su potrebna tri gradivna bloka (dijagram 9):

- Komutacija vlakana - sposobnost rutiranja svih talasnih dužina dolaznog vlakna ka različitim odlaznim vlaknima
- Komutacija talasnih dužina - sposobnost komutiranja određenih talasnih dužina od dolaznog vlakna ka višestrukim odlaznim vlaknima

- Konverzija talasnih dužina - mogućnost prihvatanja talasnih dužina i njihovo konvertovanje u druge optičke frekvencije na izlaznom portu; ovo je neophodno radi postizanje neblokirajuće arhitekture kada se koristi komutacija talasnih dužina.



dijagram 9

TRANSMISIONE TOPOLOGIJE

Osnovni gradivni blokovi telekomunikacionih mreža su sistemi koji povezuju dve ili više tačaka. Osnovne kategorije sistema kod optičkih vlakana

- point-to-point sistemi, kod kojih se prenos signala odvija između dve tačke,
- point-to-multipoint ili difuzni sistem gde se signali distribuiraju od centralne jedinice ka višestrukim terminalima koji mogu ili ne da šalju signale nazad,
- mrežni sistemi, koji transmituju signale duž mnogih terminalnih tačaka koje su na neki način povezane jedna za drugu. Razlikujemo prsten (ring), zvezda (star) i Mesh mreže
- komutacioni sistemi, koji stvaraju privremene veze između para terminala.

ABSTRACT

Continued advancements in optical technology promise continued change as the optical network evolves to the ultimate goal of end-to-end wavelength services. The impact of the new optical layer in the telecommunications network is astounding. It can be measured in two ways-economic impact and carriers capacity, allowing network providers to transport more than 40 times the traffic on the same fiber infrastructure. That will ultimately lead to lower prices, and competition in the local exchange will ensure that bandwidth becomes more affordable.

Consumers will have access to new high-bandwidth services made possible by the increased capacity afforded by the optical layer. Services that today are considered prohibitively expensive, such as videoconferencing to the desktop (or home), electronic commerce, and high speed video imaging, will become commonplace because they will be technologically and economically feasible.

LITERATURA

- [1] M Bass ed., OSA Handbook of Optics V.4 Fiber Optics and Nonlinear Optics (McGraw Hill, New York, 2001)
- [2] Jeff Hecht. fourth - 4th ed, Understanding Fiber Optics (Prentice Hall, UK, 2002)
- [3] R. A. Barry, editor. IEEE Network: Special Issue on Optical Networks, volume 10, Nov. 1996