

10 – MA'RUZA

MAVZU: UNIVERSAL TRAFIK ALMASHINUVI VA MOSLASHUVCHAN OPTIK TRANSPONDERLARDAN FOYDALANADIGAN YANGI AVLOD TRANSPORT TARMOQLARI.

REJA:

- 10.1 Transport tarmoqlarida OTN kommutatsiyasining roli;
- 10.2 Birinchi avlod OTN switch,
- 10.3 Universal OTN switch.

Kommutator so'zlar: OTN (optical transport network - optik transport tarmog'i), OEO (optik-elektrik-optik), xWDM, DWDM, ODU(optical channel data unit - optik kanal ma'lumotlar birligi).

10.1 Transport tarmoqlarida OTN kommutatsiyasining roli

Optik tolali tarmoqlarda transponderlar va muxponderlarning roli

Korxona ma'lumotlar markazlari va xizmat ko'rsatuvchi provayderlar o'z tarmoqlarida ma'lumotlar xavfsizligi, past kechikishlar, yuqori tezlik va uzoq masofalarga bo'lgan talablarning ortib borayotganiga duch kelishmoqda. Transponderlar va muxponderlar ushbu talablarni qondirish uchun tarmoq infratuzilmasini yangilash va yaxshilash uchun asosiy komponentlardir. Transponderlar va muxponderlar qanday ishlashini va optik tolali tarmoqni optimallashtirishga yordam berish uchun ulardan qachon foydalanishni ko'rib chiqamiz.

Transponder nima?

Transponder - bu tola orqali optik signal yuboradigan va qabul qiluvchi faol element . Turli transponderlar o'rtasidagi asosiy farqlar ularning ma'lumotlar tezligi va maksimal signal masofasidir. Transponderlar qisqa masofali SR/LR signalini optik tolali tarmoq kommutatoridan uzoq masofali xWDM signaliga aylantiradi. Bu konvertatsiya qilingan xWDM signalini optik tola

yordamida uzoq masofalarga va qabul qiluvchilar va multipleksorlar bilan bir nechta kanallarga uzatish imkonini beradi .

Natijada, transponder xizmat ko'rsatuvchi provayder tarmoqlari kabi talab qilinadigan muhitlar uchun optik tarmoqlarni yaratishda asosiy element bo'lib, xWDM tarmog'i bo'ylab signal uzatishda muhim rol o'ynaydi.

Muxponder nima?

Transponderga o'xshab , muxponder ham toladan optik signalni yuborish va qabul qilish elementidir. Shu bilan birga , muxponder bir nechta kanallarni yuqori tartibli signalga multiplekslash orqali bir nechta xizmatlarni bitta to'lqin uzunligiga birlashtirish imkoniyatiga ega. Bu transponderdan ko'ra toladan samaraliroq foydalanish imkonini beradi, lekin bu DWDM qabul qiluvchining imkoniyatlari mavjud bo'lmaganda ham muxponderlardan foydalanish mumkinligini anglatadi. Masalan, bir nechta 32G yoki 40G signallari bitta 100G yoki 200G chiqishiga birlashtirilishi mumkin.

Transponderlarning faqat qabul qiluvchi qurilmalardan foydalanish afzalliklari. Transceiverlar elektr tokini optik signalga aylantirishi mumkin, ammo bu bitta transponderning ishini bajarish uchun ikkita qabul qiluvchidan foydalanishingiz kerakligini anglatadi. Bundan tashqari, har bir uchida o'rnatilgan transmitterlardan shu tarzda foydalanilganda, chiqarilgan ma'lumotlar kirish ma'lumotlari bilan bir xil bo'lishiga kafolat yo'q . Bu yerda transponderlar va muxponderlarning optik-elektr-optik (OEO) konvertatsiyasi yordamida regenerator sifatida xizmat qilish qobiliyati foydali bo'ladi.

Bu shuni anglatadiki, transponder yoki muxponder optik signalni elektr signaliga aylantiradi va keyin yangi to'lqin uzunligida optik shaklda signalning nusxasini yaratadi. OEO ning afzalligi shundaki, transponderlar va muxponderlar signal orqali uzatiladigan ma'lumotlarga hech qanday o'zgarishsiz avtomatik ravishda yangi to'lqin uzunliklarida signallarni qabul qilishlari, kuchaytirishlari va qayta uzatishlari mumkin.

Transponderlar va muxponderlardan qachon foydalanish kerak

O'rnatilgan tarmoq katta hajmdagi ma'lumotlarni qisqa va o'rta masofaga tashish uchun oddiy va tejamkor yechim bo'lishi mumkin. Biroq, agar qabul qiluvchilar va switchlari to'liq mos kelmasa yoki qabul qiluvchilar sizning ehtiyojlaringizni qondirmasa, faol transponderlar yoki muxponderlarga asoslangan yechim afzalroqdir.

Masalan, siz allaqachon o'rnatilgan switch va qabul qiluvchi-uzatish moslamalari bilan mumkin bo'lganidan ko'ra ko'proq tezlik, masofa yoki xavfsizlikka muhtoj bo'lishingiz mumkin. Transponderga asoslangan yechimdan foydalanishda keng tarqalgan muammolarni hal qilishi mumkin bo'lgan bir nechta holatlar misol :

1. Tarmoqingiz shifrlangan bo'lishi kerak bo'lganda: Transponderlar va muxponderlar nozik ma'lumotlarni himoya qilishga va shifrlash bilan tartibga soluvchi talablarga javob berishga yordam beradi.

2. Tarmoq operatori oxirgi foydalanuvchilarga kulrang (ya'ni xWDM bo'lmagan) signalni o'tkazishi kerak bo'lganda: Transponderlar va muxponderlar buni faollashtiradi va shu bilan birga provayderlarga optik ulanishning tarmoqli kengligini nazorat qilish va cheklashni osonlashtiradi.

3. Ma'lumotni uzoq masofalarga tashish kerak bo'lganda, lekin qabul qiluvchi-uzatuvchi uzoq masofali xWDM-ni qo'llab-quvvatlamasa: QSFP28 kabi shakl omillaridagi standart qabul qiluvchilar ma'lumotlar markazlarida ma'lumotlarni uzatishda samarali bo'lsa-da, transponderga asoslangan yechim xWDM-ni qo'llab-quvvatlash va signalga FEC qo'shish orqali bo'shliqni ko'paytirishi va uzoq masofalarni ochishi mumkin.

4. Ma'lumotni DWDM tarmog'idagi qabul qiluvchilar tomonidan qo'llab-quvvatlanganidan yuqori tezlikda tashish kerak bo'lganda : Tezroq qabul qiluvchilar kattaroq bo'lishi mumkin va kommutator sotuvchilari faqat kichikroq qabul qiluvchilarni qo'llab-quvvatlashni afzal ko'rishlari mumkin, ammo transponderlar qabul qiluvchi format faktoridan qat'i nazar, tezroq tezlikni qo'llab-quvvatlashning yana bir usuli hisoblanadi .

Ehtiyojlaringiz uchun to'g'ri transponderga asoslangan yechimni topish

Sizga transponderlar kerakmi yoki qanday transponderlar kerakligi juda individualdir. Ehtiyojlarni tahlil qilish bilan boshlang: Siz qanday switch va uzatgichlardan foydalanasiz? Qanday tezlik va masofalarni bosib o'tishingiz kerak? Yana qanday talablaringiz bor?

Dynamic Connectivity Platform (DCP) asosidagi Smartoptics transponderlari va muxponderlari moslashuvchan tarmoq uchun o'rnatilgan DWDM qabul qiluvchilar bilan bir qatorda har qanday kombinatsiyada ishlatilishi mumkin. Ochiq chiziqli tarmoq elementi sifatida M-seriyali aqlli multipleksor bilan barcha trafik turlarini butun ma'lumotlar markazidan DWDM tarmog'iga birlashtirish mumkin.

Aloqa texnologiyasidagi so'nggi o'zgarishlar tarmoq trafigining eksponent tarzda o'sishiga yordam berdi. Bit uchun narx, albatta, teskari tendentsiyaga duch kelishi kerak, bu esa tarmoq operatorlari uchun bir qator qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Optik transport tarmoqlari bundan mustasno emas. Bir tomondan, ular ma'lumotlar tezligi, hajmi va kelishilgan xizmat sifati (QoS) darajasida o'sish bo'yicha kutilgan natijalarni qondirishlari kerak, boshqa tomondan, har bir bit uchun narxning keskin pasayish tendentsiyasi muhim ahamiyatga ega. tashvish. Shunday qilib, tarmoq arxitekturasini, texnologiyasini, chidamlilik sxemalarini va trafikni boshqarishni to'g'ri tanlash egalik qilishning umumiy qiymatiga hissa qo'shadi. Shu nuqtai nazardan, ushbu ishda tarmoq arxitekturalari, jumladan optik transport tarmog'i (OTN) switch (ham an'anaviy, ham universal), moslashuvchanlik sxemalari (himoya va tiklash), moslashuvchan tezlikli liniya interfeyslari va o'rtasida uzatishning umumiy strategiyasi ko'rib chiqiladi.

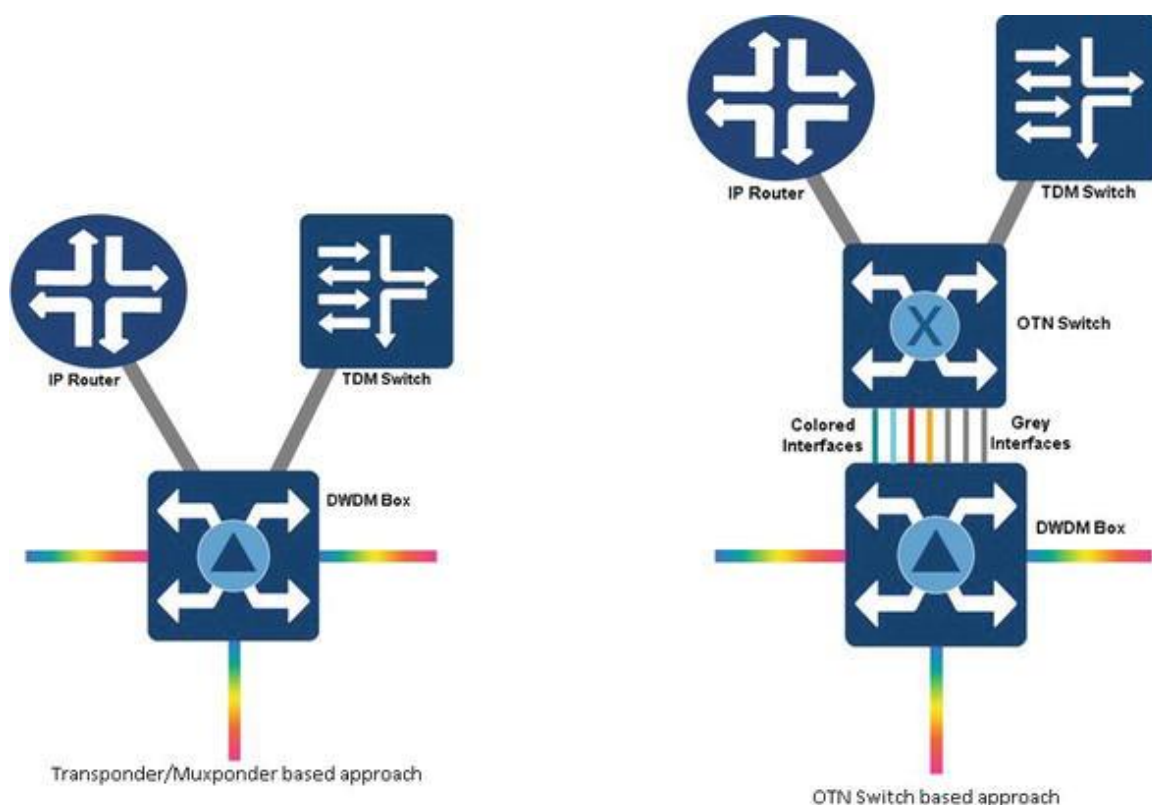
Iste'molchi talablari va mashinadan mashinaga tarmoq trafigining eksponentsial o'sishi va tashilgan har bir bit uchun daromadning pasayish tendentsiyasi tarmoq operatorlarini ikki tomonlama muammoni hal qiladigan strategiyani qabul qilishga majbur qilmoqda. Muammoning ikki tomonlama tabiati, bir tomondan, vaqtni bo'lish multipleksatsiyasi (TDM) yoki paketli bo'lishidan qat'iy nazar, bir nechta manbalardan kelib chiqadigan trafikni samarali tashishga qodir bo'lgan tarmoq arxitekturasini/texnologiyasini tanlashda, boshqa tomondan esa

tobora ko'proq foydalanishda. moslashuvchan va heterojen optik qatlam, bu erda o'rnatiladigan optik yorug'lik yo'llarining xususiyatlari (masalan, modulyatsiya formati, spektral kenglik) o'ziga xos yo'l xususiyatlariga moslashtiriladi. Texnologik taraqqiyot turli xil tugun arxitekturalari taklif qilinayotganini ko'rdi, ularning har biri o'zining ijobiy va salbiy tomonlariga ega. Transponderlar va muxponderlar hali ham bir yoki bir nechta mijoz interfeysini bitta yuqori tezlikdagi liniya interfeysiga multiplekslash orqali 100G uzatish interfeysini yoqish va o'chirish uchun eng oddiy yondashuvni ta'minlaydi.

10.2 Birinchi avlod OTN switch

Hozirgi kundagi trafik paketli trafik va keng qamrovli o'rnatilgan TDM trafigining aralashmasini ifodalaydi.

Zamonaviy trafik - bu paketli trafik va keng tarqalgan TDM trafigining aralashmasi. Ushbu xilma-xil trafik tuzilishi va tarkibi bilan kurashish uchun joriy tarmoq arxitekturalari xizmatdan mustaqil kommutatsiyani ta'minlash uchun OTN kommutatorini talab qiladi, bunda bir nechta turdagi mijoz xizmatlarini ODU(optical channel data unit - optik kanal ma'lumotlar birligi) ramkalariga (lavel) solishtirish va ularni ODU darajasida almashtirish mumkin. Bu nafaqat pastki to'lqin uzunligi xizmatlarini manba va maqsad tugunlarida birlashtirishga imkon beradi, balki ularni oraliq tugunlarda qayta ishlashga imkon beradi va natijada ishlatiladigan WDM liniyasi interfeyslari sonini kamaytirishga yordam beradi. 10 – rasmda transponder/muxponder va OTN kommutatori arxitekturasini ko'rsatadi. Eng yangi arxitektura raqamli OTN kommutatorini taqdim etadi, u WDM qutisidan yaqin-dala optikasi bilan ajratilgan yoki oyoq izini va quvvat sarfini kamaytirish uchun WDM qutisi bilan birlashtirilgan. Infonetics ma'lumotlariga ko'ra, xizmat ko'rsatuvchi provayderlarning aksariyati (86%) OTN kommutatsiyasini 100G optik aloqalarni to'ldirish uchun eng mos texnologiya sifatida tanlaydi, chunki u bir nechta xizmatlar va protokollarni bitta optik aloqa orqali samarali birlashtirish imkonini beradi. Shunisi e'tiborga loyiqki, u Osiyo, Yevropa va Shimoliy Amerikadagi tarmoq provayderlari tomonidan qo'llaniladi va amalga oshiriladi.

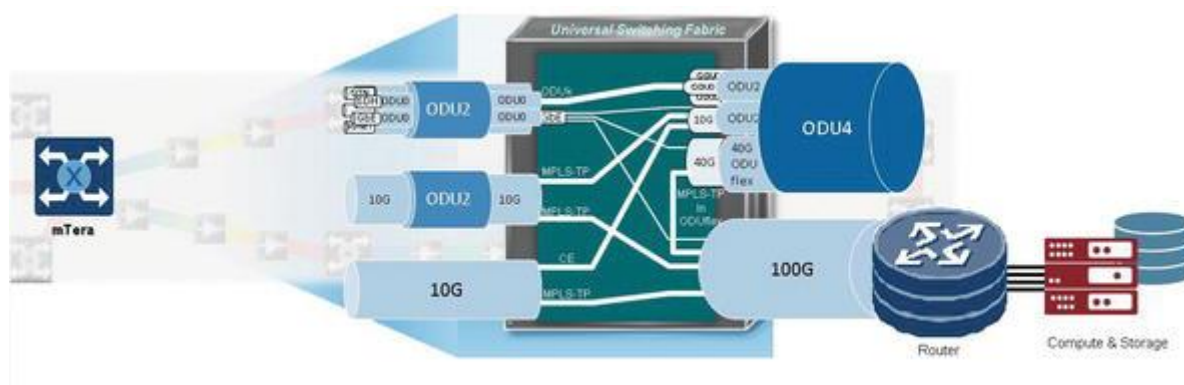


10.1 – rasm Transponder/muxponderga asoslangan yondashuv va OTNga asoslangan yondashuv.

10.3 Universal OTN switch.

An'anaviy yoki birinchi avlod OTN kommutatordan farqli o'laroq,

10.2 – rasmda ko'rsatilganidek, yangi avlod universal OTN kommutator mijoz tomonida turli protokollarni jamlashi va paketlar va TDM trafiginini shaffof multiplekslash imkonini beradi, bu bitta qurilmadan bir nechta ilovalarda samarali foydalanish imkonini beradi.

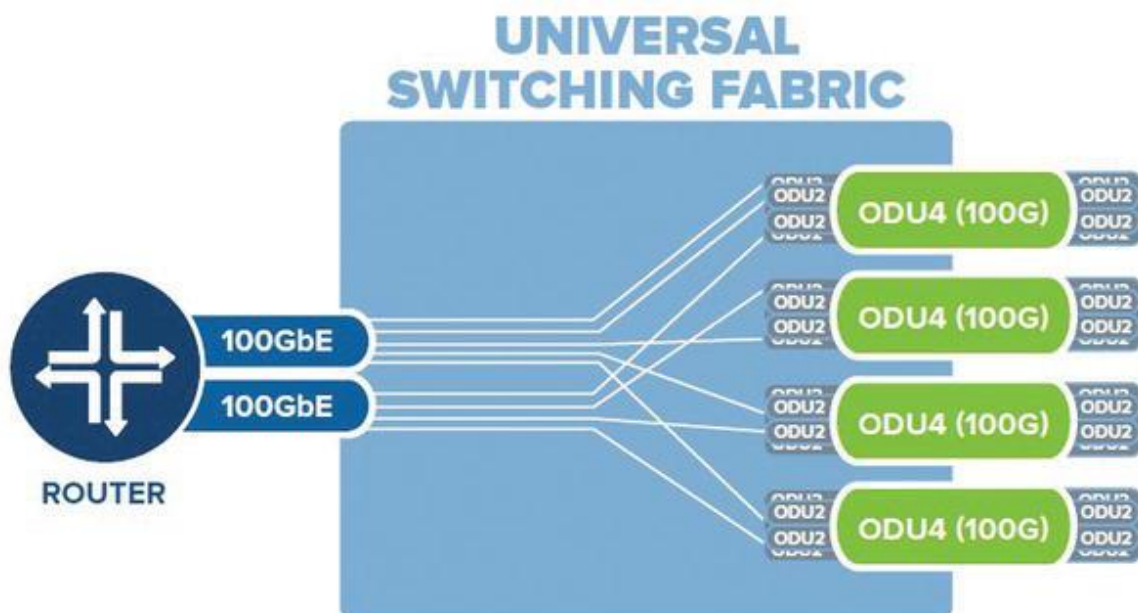


10.2 – rasm Universal OTN kommutator.

Universal OTN Switch har qanday L1-L2.5 protokoli asosida va har bir portga, shu jumladan bir vaqtning o'zida bir portdagi bir nechta protokollarga asoslangan trafik oqimlarini almashtirishga qodir Universal Transport Platformasi tomonidan quvvatlanadi. Shu tarzda, u tarmoq operatorlariga har bir portdagi har bir oqimni zanjir yoki portlash sifatida dinamik ravishda boshqarish va deyarli barcha ilovalar uchun eng samarali, kelajakka oid yechimni taqdim etish orqali ikki virtual va amaliy eng yaxshisini taklif qilishi mumkin.

Ushbu yangi avlod OTN kalitlari TDM, OTN, Ethernet tashuvchisi (CE) va ko'p protokolli yorliqli kommutatsiya-transport protokoli (MPLS-TP) trafigin boshqarish uchun universal kartalardan foydalanadi va paketli kommutatorning parvarishlash samaradorligi, granularligi va xizmat tasnifini ta'minlaydi. 10.3-rasmda ko'rsatilganidek, OTN kommutatorning kengayishi, operatsion samaradorligi va ishlashi.

Bundan tashqari, universal OTN kommutator, shuningdek, 10.3-rasmda ko'rsatilganidek, virtual mahalliy tarmoq (VLAN) bilan yig'ilgan marshrutizator uzatish xizmatlaridan ODU xaritasiga qadar xizmatlarni tarqatish orqali protocol portlarini kamaytirishga yordam beradi.



10.3 – rasm Universal kommutatsiya

Tabiiyki, birinchi avlod OTN kommutatorlari uchun umumiy bo'lgan boshqa afzalliklar ham mavjud, ular orasida tezkor xizmat ko'rsatish, tez tiklanish, yuqori miqyoslilik, pastki to'lqin uzunligini almashtirish va yangi/ko'p trafik turlarini oson qo'llab-quvvatlash kiradi.

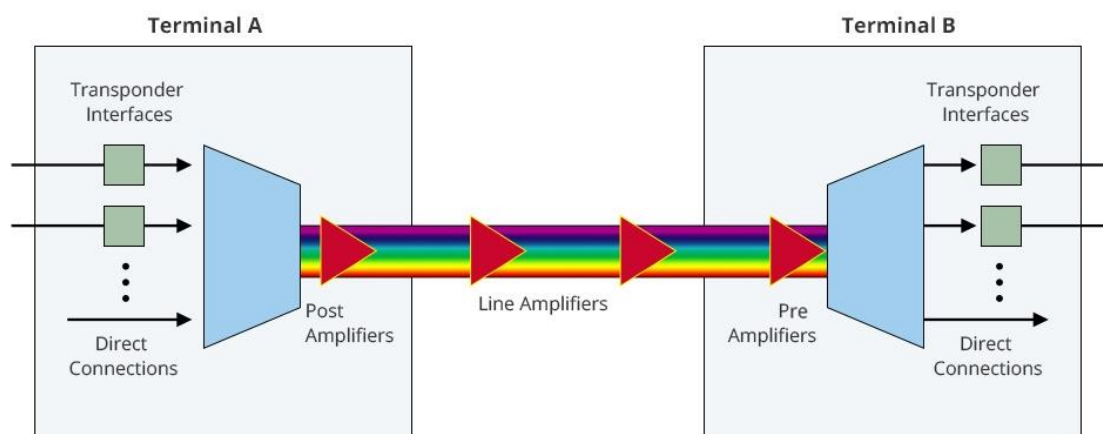
Xuddi shunday, agar xizmatning ma'lumotlar tezligi WDM to'lqin uzunligi kanallarining ma'lumotlar tezligi bilan bir xil bo'lsa yoki faqat paketli trafik mavjud bo'lsa, u holda universal kommutatori an'anaviy OTN kalitiga yoki hatto OTN inkapsulyatsiyasiga ega an'anaviy transponder/muxponderga nisbatan CAPEX foydasiga ega bo'lmasligi mumkin.

WDM tizimidagi ko'p tomonlama optik transponder (OEO).

OEO (optik-elektr-optik) deb ham ataladigan optik transponder integratsiyalashgan qism bo'lib, butun WDM tarmoq tizimida signal uzatish uchun juda muhimdir. Optik transponder oxirgi yoki mijoz xizmatidan kiruvchi signalni WDM to'lqin uzunligiga aylantirish orqali ishlaydi. Ushbu jarayon WDM tizimida muhim ahamiyatga ega va bu post optik transponder orqali nima uchun va qanday erishilganligini tushuntiradi.

Optik transponder (OEO) nima?

Optik transponder uzatuvchi va javob beruvchidan iborat bo'lib, u uzatuvchi va qabul qiluvchini o'z ichiga olgan qabul qiluvchiga o'xshaydi. Optik transponder to'lqin uzunliklarini aylantirish va signalni kuchaytirish orqali uzatish masofasini kengaytiradi. U avtomatik ravishda ma'lumot/signal tarkibini o'zgartirmasdan boshqa to'lqin uzunligidagi signalni qabul qiladi, kuchaytiradi va keyin qayta uzatadi. Ya'ni, transponder tomonidan qabul qilingan optik signal elektr ma'lumotlar oqimiga aylantiriladi, keyinchalik u qayta ishlaydi va qayta tiklanadi. Keyin transponder standart optik to'lqin uzunliklarining signalini optik CWDM (qo'pol WDM) yoki DWDM (zich WDM) signaliga aylantiradi. Bu jarayon odatda OEO (optikdan elektrdan optikga) konvertatsiya deb ataladi.



10.4-rasm Optik tolali transponderning sxematik diagrammasi.

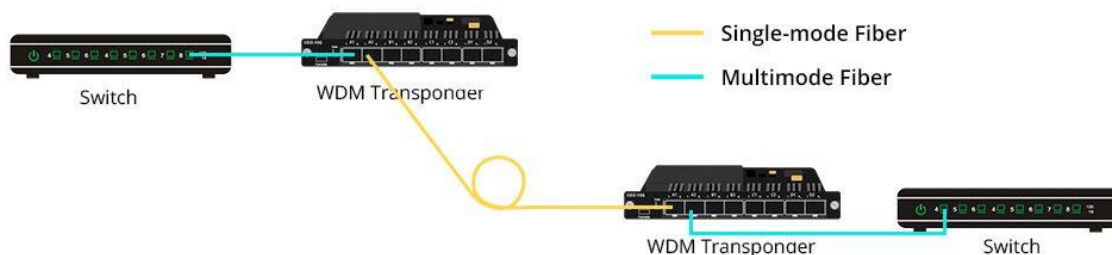
Jarayon davomida asl signalni oddiygina qayta tiklash o'rniga, zamonaviy WDM transponderlari signalni aniq va yaqindan tozalash, kuzatish va kuchaytirishga qodir bo'lgan 3R tizimi (qayta shakllantirish, qayta tiklash, qayta kuchaytirish) bilan ta'minlangan.

Nima uchun WDM tizimida optik transponder (OEO) kerak?

Optik transponder WDM tizimida bir necha sabablarga ko'ra kerak bo'ladi. Birinchidan, turli xil to'lqin uzunlikdagi uskunalar bir-biri bilan aloqa qilishlari kerak bo'lgan hollarda, optik transponder ular orasidagi mos kelmaydigan muammoni hal qilishi mumkin. Ikkinchidan, turli provayderlar va turli standartlarga ega bir nechta optik tolali tarmoqlar mavjud. Bir optik tolali tarmoqdan ikkinchisiga o'tish uchun bizga WDM transponder kerak. Ushbu talablar amaliy dasturlarda uchta konvertatsiya turiga bo'linadi.

Multimodeni bitta rejimli tolaga aylantirish

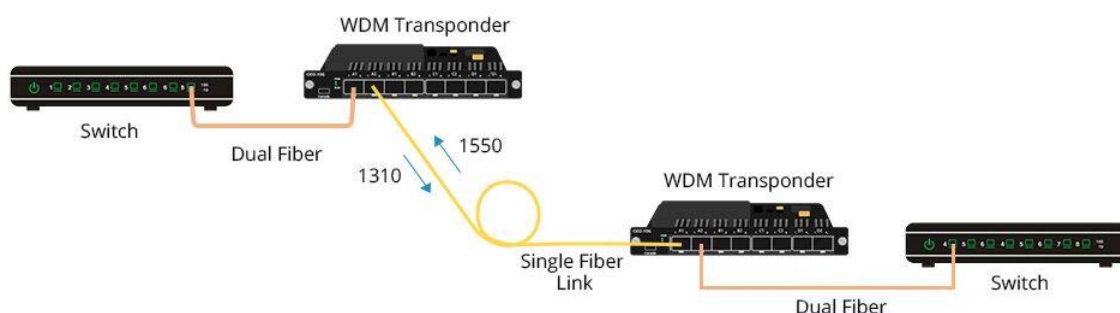
Bizga ma'lumki, ko'p rejimli tola (MMF) ko'pincha qisqa masofaga uzatishda va bir rejimli tola (SMF) uzoq masofalarga uzatish uchun ishlatiladi. Uzatish masofasi MMF chegarasidan oshib ketganda yoki multimodli qurilma va bitta rejimli qurilma o'rtasida ulanish zarur bo'lganda rejimni o'zgartirish kerak bo'ladi. Masalan, bir-biridan uzoqda joylashgan quyidagi ikkita kommutator MMF ni SMF ga aylantiradigan ikkita optik transponder orqali ulanadi. Ushbu funktsiyaning odatiy qo'llanilishi 10G Optik Transport Tarmog'i (OTN) va Sinxron Optik Tarmoq (SONET) halqasining masofalarini kengaytirish uchundir.



10.5 – rasm Multimodeni bitta rejimli tolaga aylantirish.

Ikki tolani bitta tolaga aylantiring

Ikki tolali va bitta tolali o'rtasidagi konvertatsiya tarmoqlarda ham talab qilinadi. Ikki tolali tolaning ikki xil tolasasi uchun bir xil to'lqin uzunligidan foydalaniladi, bitta tolali esa ikki tomonlama (BiDi) uzatish deb nomlanuvchi bir tolali tola ustida ikki xil to'lqin uzunligidan foydalanadi. Bunday holda, uzoq masofalarning ikkita ikkita tolali kommutatorlari ikkita optik transponder orqali ulanadi. BiDi bitta tolasasi tolaning bir ipida ikki xil to'lqin uzunligiga ega bo'lganligi sababli, tolaning bir uchidagi uzatuvchi (Tx) boshqa uchidan qabul qiluvchiga (Rx) to'g'ri keladi va aksincha.

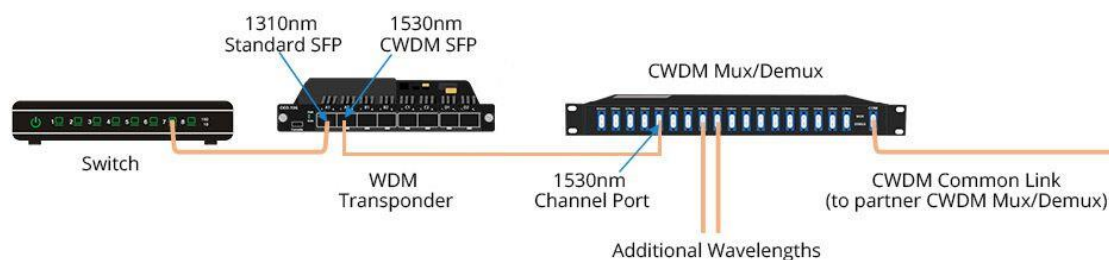


10.6 – rasm Ikki tolani bitta tolaga aylantiring.

To'lqin uzunliklarini aylantirish

To'lqin uzunligini konvertatsiya qilish WDM tizimida optik transponderning eng keng tarqalgan qo'llanilishidir. Qadimgi to'lqin uzunliklarida (850 nm, 1310 nm, 1550 nm) ishlaydigan qattiq tolali interfeyslarga ega bo'lgan tolali tarmoq uskunalari optik transponderlar orqali CWDM yoki DWDM to'lqin uzunliklariga aylantirilishi kerak, ular to'lqin uzunligini kichik shakldagi o'tkazgich (SFP) bilan o'zgartirishga qodir. turli to'lqin uzunliklarini uzatuvchi. Quyidagi rasmda to'lqin uzunligi 1530 nm bo'lgan CWDM Mux/Demux kanal portiga ulanish uchun 1310 nm signal chiqishi bilan 10G kommutatori kerak bo'ladi. SMF SFP+ va 1530nm CWDM SFP+

bilan ishlaydigan transponder to'lqin uzunligi konvertatsiyasiga erishish uchun kommutator va CWDM Mux/Demux o'rtasida ishlatiladi.



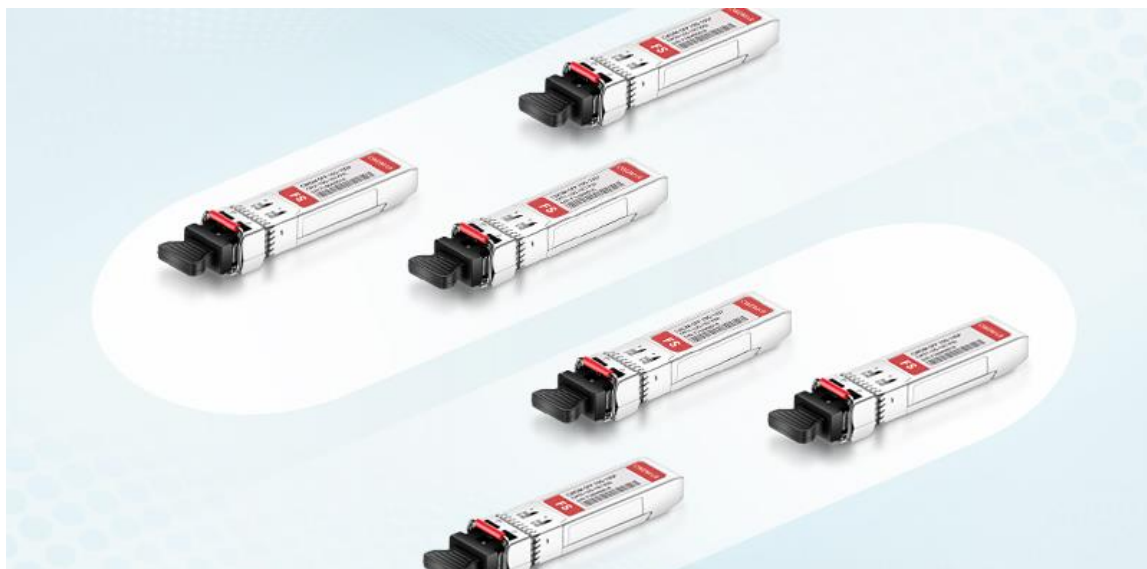
10.7 – rasm To'lqin uzunliklarini konvertatsiya qilish.

Masalan, 8 ta SFP/SFP+ portiga ega 4 ta kanalli ko'p tezlikli WDM transponderi ko'p rejimli 1Gbps yoki 10Gbps signalni CWDM/DWDM to'lqin uzunligidagi bir rejimli signalga o'zgartira oladi, shuning uchun 1G/10G aloqasi uzoqroq uzunlikka uzaytirilishi mumkin. Signal kuchaytirilgan bo'lsa-da, konversiyadan oldin va keyin ma'lumotlar tezligi o'zgarmaydi.



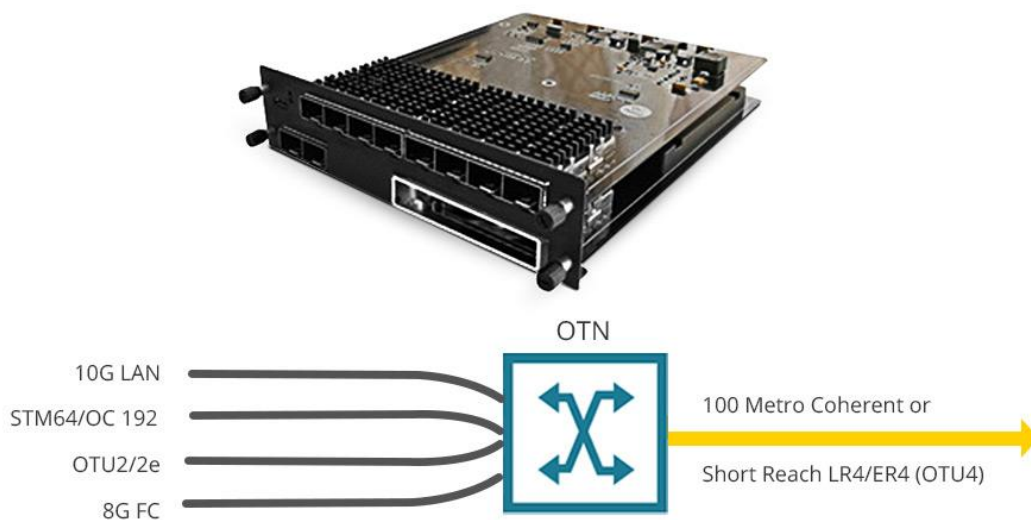
10.8 – rasm 8 ta SFP/SFP+ portiga ega 4 ta kanalli ko'p tezlikli WDM transponderi (liniya kartasi turi).

WDM tolali optik qabul qiluvchilarga kelsak, CWDM/DWDM qabul qiluvchi modullari ma'lum bir to'lqin uzunligidagi optik signalni uzatish va qabul qilish uchun mo'ljallangan. U optik signalni kuchaytirmaydi yoki uning rejimini, to'lqin uzunligini yoki tezligini o'zgartirmaydi.



10.9 – rasm CWDM qabul qiluvchilar.

Optik tolali muxponderlar nuqtai nazaridan , ular bir nechta turli xizmatlarni bitta tolaga birlashtirgan ko'p protokolli ko'p tezlikli qurilmalardir. Misol uchun, 10x10G SFP+ va 1x100G CFP interfeyslariga ega 100Gbps muxponder bitta 100G signaliga turli standartlardagi o'ntagacha 10G signalni jamlashi mumkin.



10.10 – rasm 100G multiprotocol multirate muxponder turli sub-stavka xizmatlarini birlashtiradi.

Mustaqil yoki chiziqli karta WDM transponder, qaysi birini tanlash kerak?

Bozorda WDM transponderini (OEO) qidirayotganda, transponderlarning ham mustaqil, ham chiziqli karta turlari mavjud. Ularning har biri foydalanishda o'zining afzalliklari va kamchiliklariga ega.

Mustaqil WDM transponderlari uchun rafga o'rnatish turi va ish stoli turi mavjud. Raf o'rnatish turlarining quloqlari standart tokchalarga oson o'rnatish imkonini beradi, ish stoli turlari odatda standart 1U o'lchamda emas va ularni faqat javonlar yoki stollarga qo'yish mumkin. Rak o'rnatish turi ham, ish stoli turi ham alohida metall qutiga qadoqlangan bo'lib, u ichidagi modullarni himoya qiladi va transponderni yolg'iz ishlatishga imkon beradi. Biroq, mustaqillik, shuningdek, individual monitoringni talab qiladi va ko'proq joy egallaydi. Mustaqil WDM transponderlari odatda bir xil o'lchamdagi chiziqli karta turlari bilan solishtirganda kichikroq sig'imga va kamroq uyaga ega. Va mustaqil transponderlarning narxi uning dizayni tufayli yuqoriroq.



10.11 – rasm Mustaqil OEO uchun rasm.

OEO liniya kartalari plugin turlari bo'lib, ular bo'sh rack o'rnatilgan shassi bilan ishlatiladi. Ular kichikroq o'lchamli, bir nechta bo'sh joy egallagan ko'proq interfeys va bir xil o'lchamdagi yuqori sig'imning afzalliklariga ega. OEO kartalari boshqa funktsional chiziqli kartalar bilan birgalikda boshqariladi, ya'ni ular moslashuvchan tarzda olib tashlanishi, o'rnatilishi va guruh sifatida kuzatilishi mumkin. Chiziqli kartalari turlari ko'pincha arzonroq. Yagona kamchilik shundaki,

chiziqli kartalarni yolg'iz ishlatish mumkin emas va ularni ushlab turadigan shassilarda foydalanish kerak.



10.12 – rasm OEO liniyasi kartasi raf o'rnatish shassisida ishlatiladi.

Xulosa qilib shuni aytishimiz mumkinki optik transponder har xil turdagi signallarni, jumladan multimodni bitta rejimga, ikki tolali tolani bitta tolaga va bir to'lqin uzunligini boshqa to'lqin uzunligiga aylantirish uchun ko'p qirrali. Jarayon davomida signal yana kuchaytiriladi, nazorat qilinadi va tozalanadi, lekin asl bit tezligidan farq qilmaslik uchun o'zgartirilmaydi. Shunday qilib, uzatish masofasi uzaytiriladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Transponder nima?
2. **Muxponder nima?**
3. Birinchi avlod OTN switch qanday ishlaydi?
4. Universal OTN switch qanday ishlaydi?
5. Optik transponder (OEO) nima?
6. Optik tolali transponderning sxematik diagrammasini bilasizmi?
7. Nima uchun WDM tizimida optik transponder (OEO) kerak?
8. Multimodeni bitta rejimli tolaga aylantirishlarni keltiring?
9. Ikki tolani bitta aylantirishlarni keltiring?
10. To'lqin uzunliklarini konvertatsiya qilishni keltiring?