

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VAZIRLIGI**

**MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**

**R.X. DJURAEV, SH.YU. DJABBAROV, D.M. MATQURBONOV,
SH.X. MAGDIYEV**

KOMMUTATSIYA VA MARSHRUTIZATSIYA

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi tomonidan oliy o‘quv yurtlarining 5350100 - “Telekommunikatsiya texnologiyalari” (Telekommunikatsiyalar) ta’lim yo‘nalishi talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan.

Toshkent-2023

UO'K:

KBK:

Mualliflar: R.X. Djuraev, Sh.Yu. Djabbarov, D.M. Matqurbonov,
Sh.X. Magdiyev. **KOMMUTATSIYA VA MARSHRUTIZATSIYA. Darslik**
2024 y., 240 b

ISBN :978-9910-755-

Darslik talabalarga ma'lumotlar uzatish tarmoqlarini tasniflanishi va ularga qo'yiladigan talablar, umumiy qurish tamoyillari, TCP/IP tarmoq modellari bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Shuningdek ma'lumotlar uzatish tarmoqlarida kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarini tavsiflovchi protokollar va algoritmlar xususiyatlari hamda ularning tamoyillari, IP/MPLS, IP – protokol asosida ma'lumot, audio va video xabarlarini uzatish texnologiyalari bo'yicha bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishadi.

Ushbu darslik ma'lumotlar uzatish tarmoqlari va tizimlarini tadqiq etishga oid masalalarni qo'yish, tahlil qilish, loyihalash ishlari bo'yicha bilim va ko'nikmalarga asos yaratadi.

Darslik 5350100 “Telekommunikatsiya texnologiyalari”
(Telekommunikatsiyalar) ta'lim yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan.

Taqrizchilar:

Yu.K. Kamalov	-	‘zbektelekom’ AK yetakchi mutaxassisi t.f.n., dotsent
Z.J. Allamuratova	-	ATU, “Axborot kompyuter texnologiyalari i dasturlash” kafedra mudiri

ISBN :978-9910-755-

© R.X. Djuraev,
Sh.Yu. Djabbarov,
D.M. Matqurbonov,
Sh.X. Magdiyev., 2024
© ООО “DIADEMA NUR SERVIS”, 2024

MUNDARIJA

KIRISH.....	5
1. MA'LUMOTLAR UZATISH TARMOQLARINING TASNIFLANISHI VA QURISH TAMOYILLARI	7
1.1. Ma'lumotlar uzatish tarmoqlarini tasniflanishi va ularga qo'yiladigan talablar.	7
1.2. Ma'lumotlar uzatish tarmoqlarining umumiy qurish tamoyillari. TCP/IP modeli.....	26
2. KANAL POG'ONASI FUNKSIYALARI, PROTOKOLLARI VA KOMMUTATORNING FUNKSIONAL MODELII	36
2.1. Kanal pog'onasi funksiyalari, standartlari, kadr formatining tuzilishi.....	36
2.2. Kanal pog'onasining protokollari (Frame Relay, ATM, Ethernet)....	39
2.3. Kommutatorning funksional modeli, turlari va MAC-jadvalning ishlash tamoyillari	50
3. TARMOQ POG'ONASI FUNKSIYALARI, PROTOKOLLARI VA MARSHRUTIZATORNING FUNKSIONAL MODELII.....	64
3.1. Tarmoq pog'onasi funksiyalari, IPv4 va IPv6 manzillash tizimlari.....	64
3.2. Marshrutlash protokollari va algoritmlarining tasniflanishi va ularga qo'yiladigan talablar. Marshrut metrikasi tushunchasi va ularni shakllanitirish tamoyillari	78
3.3. Marshrutizatorning funksional modeli, turlari va marshrutlash jadvalining ishlash tamoyillari.....	101
4. IP TARMOQLARINING SIFAT KO'RSATKICHLARINING STANDARTLARI, TA'MINLASH USULLARI VA TEXNOLOGIYALARI	117
4.1. IP - tarmoqlarda xizmat ko'rsatish sifatini baholash mezonlari va standartlari	118
4.2. Kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarida sifatli xizmat ko'rsatishni ta'minlash usullari	124
4.3. IP/MPLS texnologiyasi va unda qo'llaniluvchi protokollar tasnifi.....	134
5. IP TARMOQLARIDA AUDIO/VIDEO XABARLARNI UZATISH PROTOKOLLARI VA	

TEKNOLOGIYALARI.....	145
5.1. IP protokol asosida audio xabarlarini uzatish xususiyatlari, standartlari va texnologiyalari	145
5.2. IP protokol asosida video xabarlarini uzatish xususiyatlari, standartlari va texnologiyalari.....	155
6 MA'LUMOTLAR UZATISH TARMOQLARIDA ISHONCHLILIK KO'RSATKICHLARI VA MONITORING TAMOYILLARI	171
6.1. Ma'lumotlar uzatish tarmoqlarining ishonchlilik ko'rsatkichlariga talablar va ularni oshirish usullari	171
6.2 Ma'lumotlar uzatish tarmoqlarida monitoring usullari va protokollari.....	180
“Kommutatsiya va marshrutizatsiya” fani bo'yicha test sinovlari.....	194
Qisqartmalar.....	230
Foydalanilgan adabiyotlar ro'xati.....	237

KIRISH

Mamlakatning zamonaviy axborot infratuzilmasi telekommunikatsiya tarmoqlari va turli axborot tizimlaridan iborat. So‘nggi yillarda umume’tirof etilgan tendensiyalarga muvofiq telekommunikatsiya va axborot texnologiyalarini yagona axborot-kommunikatsiya kompleksiga integratsiyalashuvi amalga oshirilmoqda.

Bugungi kunda ma’lumot uzatish tarmoqlari (MUT) o‘z rivojlanishining sifat jihatidan yangi bosqichiga chiqdi. U o‘zaro ta’sir qiluvchi tugunlar sonining keskin ortishi, ma’lumotlar almashinuvining intensivligi, multimedia texnologiyalaridan faol foydalanish, axborotni yetkazib berish tezligiga talablarning ortishi bilan tavsiflanadi.

Bunday tarmoqlarning kuchli hududiy izolyatsiyasi, bir tomondan, tarmoq komponentlari va topologiyasi parametrlarining dinamik xususiyati, ikkinchi tomondan, ma’lumot uzatishni boshqarishning sifat jihatidan yangi yondashuvlarini yaratish va ulardan foydalanishni nazarda tutadi.

Xalqaro amaliyoti shuni ko‘rsatadiki, paketli kommutatsiya asosidagi MUT milliy axborot infratuzilmasining asosiy elementiga aylandi va global axborot infratuzilmasiga integratsiyalashuv imkoniyatini yaratdi.

Keyingi yillarda O‘zbekiston Respublikasida telekommunikatsiya va axborotlashtirish sohasi mamlakatimizning eng muhim infratuzilmalaridan biriga aylanib, jamiyat hayotining ko‘plab sohalarida alohida o‘rin tutmoqda. Bu jamiyatning barcha infratuzilmaviy va asosiy tarkibiy qismlariga kirib borgan infokommunikatsiyalar mamlakatni boshqarishning kuchli vositalaridan biriga va uning iqtisodiy o‘sishi katalizatoriga aylanib borayotgani bilan bog‘liq.

Bundan tashqari, foydalanuvchilarga zamonaviy infokommunikatsiya xizmatlaridan foydalanish imkoniyatini taqdim eta oladigan rivojlangan milliy infokommunikatsiya infratuzilmasisiz axborot jamiyatini barpo etish va jahon axborot makoniga muvaffaqiyatli integratsiya qilish mumkin emas. Bunday kirishni faqat global rivojlanish tendensiyalariga javob beradigan va zamonaviy infokommunikatsiya tizimlari va tarmoqlariga qo‘yiladigan talablarni hisobga oladigan zamonaviy yuqori tezlikdagi ma’lumotlarni uzatish texnologiyalari asosida ta’minlash mumkin.

Yuqori tezlikdagi paketli kommutatsiyali uzatish tarmoqlari tobora ko‘payib bormoqda, shuning uchun ularni ishlab chiqish, loyihalash va ishlatish uchun yuqori malakali mutaxassislar talab qilinadi.

Ushbu muammo va vazifalarning barchasini hal qilish tarmoq protokollari va ma'lumotlarni uzatish texnologiyalari, tarmoq echimlari, tarmoq integratorlari va tarmoq ma'murlari bo'yicha ko'plab yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlashni talab qiladi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qator farmon va qarorlari, Vazirlar Mahkamasining bir qator qarorlari [1-2], xususan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni ma'lumotlar uzatish tarmoqlarini yanada rivojlantirishga yo'naltirilgan.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-6079-son Farmoniga asoslangan holda ta'lim muassasalarida telekommunikatsiya sohasidagi kadrlarni tayyorlash sifatini yanada oshirish ko'zda tutilgan. Yuqoridagi mulohazalarni e'tiborga olgan holda "Kommutatsiya va marshrutizatsiya" darsligi talabalarni nazariy bilimlar, amaliy ko'nikmalar, telekommunikatsiya jarayonlariga amaliy yondashuv hamda ilmiy texnik shakllantirish imkonini yaratadi.

Ushbu darslik bakalavr talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, MUTning tuzilish tamoyillari va ularga qo'yiladigan talablar, tarmoq qurilmalarning funksional tuzilishi va imkoniyatlari, kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarini tavsiflovchi protokollar va algoritmlar xususiyatlari, IP/MPLS, IP – protokol asosida ma'lumot, audio va video xabarlarini uzatish texnologiyalari bo'yicha bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishadi.

Shuningdek, ma'lumotlar uzatish tarmoqlarini tadqiq etishga oid masalalarni qo'yish, tahlil qilish, loyihalash ishlari bo'yicha bilim va ko'nikmalarga asos yaratadi.

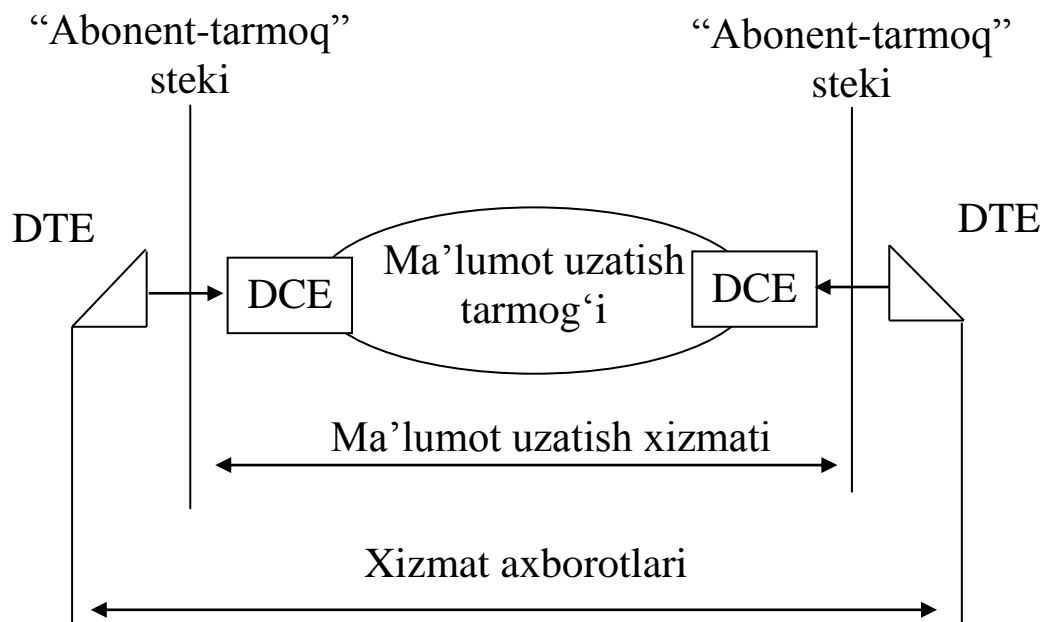
I-bob. MA'LUMOTLAR UZATISH TARMOQLARINING TASNIFLANISHI VA QURISH TAMOIYILLARI

1.1. Ma'lumotlar uzatish tarmoqlarini tasniflanishi va ularga qo'yiladigan talablar

So'nggi yillarda axborotlarni saqlash, qayta ishlash va taqdim etishning samarali usullarini ta'minlashga imkon beradigan ma'lumotlar uzatish tarmoqlari (MUT) inson hayotining har bir sohasiga faol joriy etilib kelinmoqda.

Ma'lumotlar uzatish tarmoqlari deb - ma'lumot uzatish xizmatlarini yetkazib berish imkoniyatlarini ta'minlovchi texnik vositalar to'plamiga aytiladi.

F.600 tavsiyasida Xalqaro elektraloqa ittifoqi (XEI) tavsiya etilgan ma'lumotlarni qayta ishlash apparaturasi (DTE - Data terminal equipment), ma'lumotlar kanalining oxirgi apparaturasi (DCE - Data communication equipment) va ma'lumot uzatish xizmatlari (MUX) o'rtasidagi munosabatlar 1.1-rasmda ko'rsatilgan. MUT ma'lumotlarni qayta ishlash apparaturasini o'z ichiga olmaydi [3].



1.1-rasm. MUT, DTE, DCE va MUXning o'zaro aloqasi

Standart talablarini hisobga olgan holda tarmoq operatorlari tomonidan tanlanadigan turli xil tarmoq arxitekturalari, tarmoq tugunlarining turlari va ierarxiyalaridan foydalanishi mumkin.

MUTda qo'llaniluvchi asosiy tushunchalar quyidagilardan iborat [4-6]:

Ma'lumot - bu uzatish va qabul qilish uchun mo'ljallangan axborotning bir ko'rinishidir. Shu bilan birga axborotning bunday ko'rinishi yordamida axborotni saqlash va qayta ishlash amallarini bajarish mumkin. Demak, axborot tushunchasi ma'lumot tushunchasiga qaraganda umumiyroq.

Axborot – bu uzatish, tarqatish, o'zgartirish, saqlash yoki bevosita ishlatish obyekti bo'lgan ma'lumotdir. Axborot deganda qabul qiluvchiga kelib tushadigan har xil ma'lumot tushuniladi. Bu o'lchash natijalari qandaydir obyektni kuzatish haqidagi ma'lumot bo'lishi mumkin.

Xabar - axborot taqdim qilish shakli hisoblanadi. Bitta xabar bir qancha shaklda taqdim qilinishi mumkin. Masalan, telefon orqali berilayotgan axborot uzluksiz ko'rinishda yoki telegramma ko'rinishida, ya'ni diskret ko'rinishda taqdim qilinishi mumkin. Telegraf orqali ma'lumot uzatilganda, axborot harflar yig'indisi, ya'ni so'z ko'rinishida va sonlarda taqdim qilinadi.

Kommutatsiya:

1. Signallarni uzatish uchun talab qilingan vaqt davomida funksional bloklar, uzatish kanallari yoki aloqa kanallarining o'zaro ulanish jarayoni.

2. Tarmoq abonentlari o'rtasida, ularning umumiy fizik aloqa liniyasiga kira olishini ta'minlagan holda, ulanish o'rnatilishiga imkon beradigan protsedura.

3. Xalqaro elektr aloqa tavsiyasida kommutatsiya terminiga quyidagicha ta'rif beriladi. "Kommutatsiya" - bu talab bo'yicha axborotni uzatish uchun zarur bo'lgan, vaqtinchalik kiruvchi va chiquvchi foydalanuvchilarni shaxsiy ulanishini amalga oshirishdir.

Marshrutizatsiya:

1. Axborot manbadan qabul qilgichga uzatiladigan uzatish traktlari va tarmoq tugunlarining ketma-ketligini tanlash.

2. Xabarlarni uzatish uchun optimal yo'lni tanlash jarayoni.

3. Bitta yoki bir nechta tarmoq orqali paketni uzatishning optimal yo'li (marshruti)ni tanlash jarayoni. Barcha tarmoq uchun markazlashgan tarzda yoki bir-biridan mustaqil ravishda tarmoqning turli tugunlarida hisoblanadigan taqsimlangan usulda shakllanishi mumkin bo'lgan doimiy (tizimning ish boshlashidan oldin hisoblanadigan) yoki dinamik marshrut jadvallari asosida amalga oshiriladi. Marshrutizatsiya usullari vektorlar uzunligi, qisqa yo'lni afzal ko'ruvchi algoritm ma'lumotlaridan, shuningdek, turli tarmoqlarda qo'llaniladigan boshqa usullar va

texnologiyalardan foydalanishga asoslangan. Bu usullar, algoritmlar va texnologiyalar marshrutizatsiya protokollaridan foydalanib amalga oshiriladi.

Ma'lumotlar uzatish:

1. Ikkilik signallar ko'rinishidagi ma'lumotlarni telekommunikatsiyalar vositalari yordamida bir punktdan boshqa punktga, qoidaga ko'ra, keyinchalik hisoblash texnikasi vositalari yordamida qayta ishlash maqsadida ko'chirish.

2. Tovushli yoki televizion uzatgichlar orqali axborot signallarini, odatda, raqamli signallarni telematn, subtitr, test va boshqaruv signallari kabi tizimlar uchun uzatish.

Ma'lumotlar uzatish tizimi - ma'lumotlar uzatishni ta'minlaydigan telekommunikatsiyalar tizimi.

Ma'lumotlar uzatish kanali - ma'lumotlar uzatish uchun yaroqli bo'lgan, ma'lumotlarni jo'natuvchi va qabul qiluvchi vositalaridan, hamda boshqaruvchi tugunlardan tashqari, barcha tarmoq elementlarini ichiga oladigan aloqa kanali yoki liniyasi.

Xizmat - yuqori pog'ona komponentlari ixtiyoriga beriladigan joriy pog'onaga tegishli funksional imkoniyatlar to'plamidir.

Interfeys - ikkita qurilma yoki tizimlar chegarasida ularning to'liq birga ishlashini ta'minlovchi qurilmalar va protseduralar to'plami.

Protokollar - bu qoida va texnik protseduralar bo'lib, bir nechta qurilma yoki dasturlarni ishlash jarayonida ularni bir-biri bilan muloqotda bo'lishini ta'minlaydi.

Axborot kommunikatsiya sohasida protokol atamasi ma'lumotlarni uzatish, qabul qilish kabi jarayonlarni belgilovchi qoidalar to'plamiga aytiladi.

Protokollarga taalluqli 3 ta asosiy jihat mavjud [7]:

1. Bir qancha protokollar mavjud bo'lib, bularning hammasi turli aloqalarni ta'minlashga xizmat qiladi. Har bir protokol maqsadga ko'ra har xil topshiriqlarni bajaradi.

2. Protokollar OSI modelining turli pog'onalarida ishlaydi. Protokolning vazifasi uning ishlash pog'onasidan kelib chiqib aniqlanadi.

3. Bir qancha protokollar birgalikda ishlashi mumkin. Ular protokollar steki yoki protokollar to'plami turkumida bo'ladi.

Protokollar shartli ravishda quyidagicha tasniflanishi mumkin:

- internet tarmog'ining asosiy protokollari: IP, ICMP, TCP, UDP;
- transport protokollari: RTP, RTCP;
- signal protokollari: SIP, H.323, SIGTRAN, MEGACO/H.248,

MGCP, RSVP, SCTP, ISUP, BICC, SCCP, INAP;

- marshrutizatsiya protokollari: RIP, IGRP, OSPF, IS-IS, EGP, BGP;
- axborot xizmatlari va boshqaruv protokollari: SLP, OSP, LDAP;
- xizmat protokollari: FTP, SMTP, HTTP, G.xxx (kodeklar uchun), H.xxx.

MUTning barcha asosiy xususiyatlarini jamlagan harakterli, funksional, informatsion va tuzilish belgilari bo'yicha 1.1-jadvalda tasniflanishi keltirilgan [7].

1.1-jadval

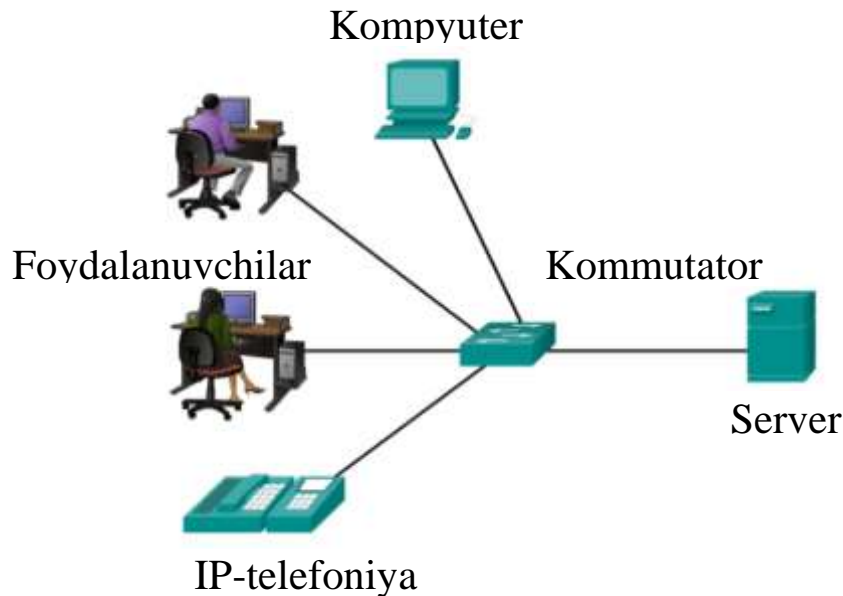
MUTning tasniflanishi

Masshtabiylik bo'yicha:	Lokal tarmoqlar	
	Mintaqaviy tarmoqlar	
	Global tarmoqlar	
Kommutatsiya usullari bo'yicha:	Kanallar kommutatsiyasi	Fazo kommutatsiyasi
		Vaqt kommutatsiyasi
	Paketlar kommutatsiyasi	Virtual kanal rejimi
		Deytagramma rejimi
	Xabarlar kommutatsiyasi	
Kanal turlari bo'yicha:	Simpleks	
	Yarim dupleks	
	Dupleks	
Tarmoq foydalanuvchilarining tegishlilik kategoriyasi bo'yicha:	Idoraviy MUT	
	Umumiy foydalanish MUT	
Tarmoq tuzilishi bo'yicha:	Ierarxik tarmoqlar	
	Ierarxik tuzilishga ega bo'lmagan tarmoqlar	
Tarmoqni boshqarish usuli bo'yicha:	Markazlashtirilgan	
	Markazlashtirilmagan	
	Aralash boshqaruvga ega	
Tashkillashtirish usullari bo'yicha:	Ixtisoslashgan	
	Ixtisoslashmagan	

Masshtabiylik bo'yicha global (WAN), maxalliy (LAN) va mintaqaviy (MAN) tarmoqlarga tasniflanadi:

Lokal tarmoq (Local Area Network, LAN) - yuklanishning asosiy qismi kichik xudud, muassasa, sanoat, korxona va hokazo ichida

chegaralanadi, ya'ni ma'lum katta bo'lmagan xudda joylashgan kompyuterlar tarmog'i. Umumiy holda bitta yoki bir nechta binolar va bitta tashkilotga taalluqli bo'lgan qurilmalar majmuasi 1.2-rasmda keltirilgan [3].



1.2-rasm. Lokal tarmoq topologiyasi

Korxonaning ehtiyojlariga va ishlatilayotgan texnologiyalarga qarab, lokal tarmoq, eng sodda holatda, umumiy kirishga ega bo'lgan ikkita kompyuter va bitta printerdan iborat bo'lishi, yoki ko'plab kompyuterlar va uzoqdagi qurilmalardan iborat bo'lishi mumkin.

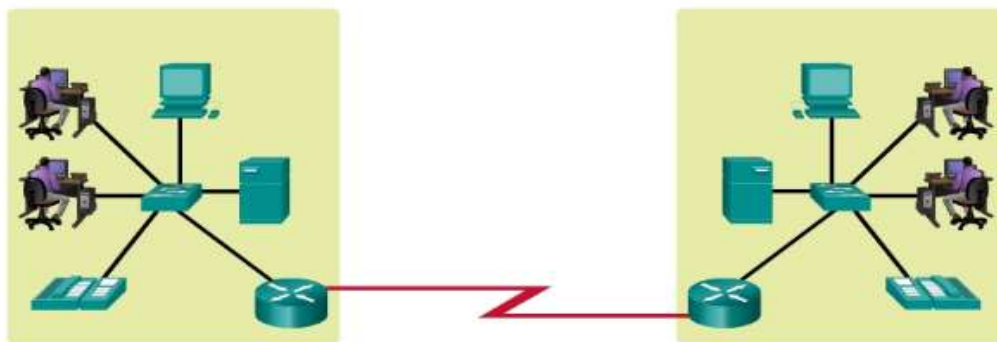
Asosiy LAN komponentlari:

- LANlar uy, maktab, ofis binosi yoki kampus kabi cheklangan hududdagi oxirgi qurilmalarni bog'laydi. LAN odatda bitta tashkilot yoki shaxs tomonidan boshqariladi.

- Administrator (ma'mur) tarmoq pog'onasida xavfsizlik siyosati va kirishni boshqaradi.

- LANlar oxirgi terminal va oraliq qurilmalarga yuqori tezlikda kirishni ta'minlaydi.

Mintaqaviy tarmoq (Metropolitan Area Network, MAN), yirik aholi punkti yoki kichik mintaqaga xizmat qilish uchun mo'ljallangan (1.3-rasm).



1.3-rasm. Mintaqaviy tarmoq topologiyasi

Misol uchun, shaharda bir nechta ofislarga ega bo'lgan bitta kompaniya MANni LANlar aloqasi uchun ishlatishi mumkin. MAN tarmog'idagi barcha qurilmalar va liniyalarga xususiy kompaniyaga to'raligicha tegishli bo'lishi mumkin. Boshqa holatda, LANni bog'lovchi liniyalar va bog'lamlar boshqa bir kompaniyaga tegishli bo'lishi mumkin.

Global tarmoq (Wide Area Network, WAN), katta xudud, davlat, kontinent hamda turli kontinentlarda joylashgan LAN, MAN turidagi tarmoqlarni birlashtirish uchun mo'ljallangan, masalan butun dunyo Internet global tarmog'i.

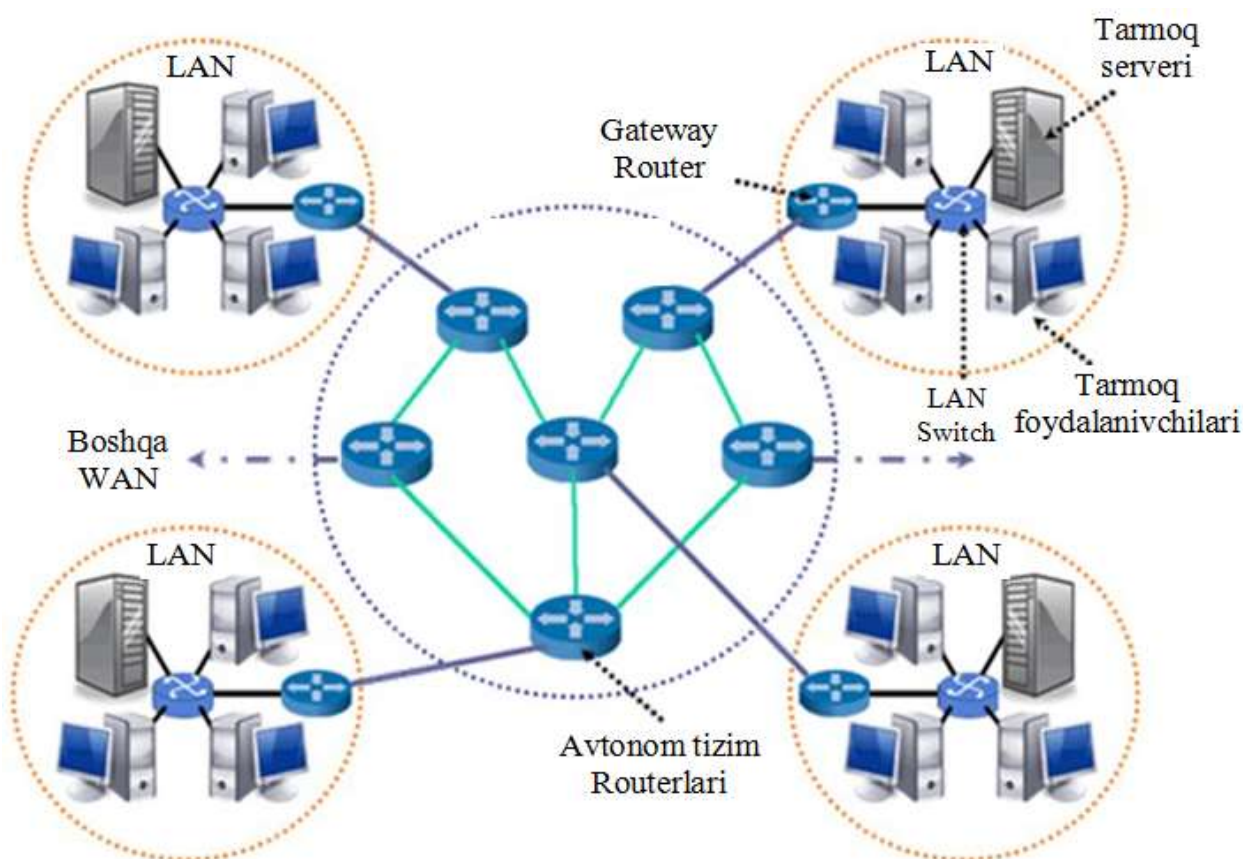
WANlar odatda aloqa operatorlari yoki Internet provayderlari (ISP) tomonidan boshqariladi. WANDa magistral tarmoq uzatish muhiti sifatida asosan optik toladan foydalaniladi (1.4-rasm).

WAN asosiy komponentlari:

- WANlar lokal tarmoqlarni shaharlar, mintaqalar, mamlakatlar yoki qit'alar kabi keng geografik hududlar bo'ylab bog'laydi.
- WANni boshqarish odatda turli aloqa operatorlari tomonidan amalga oshiriladi.

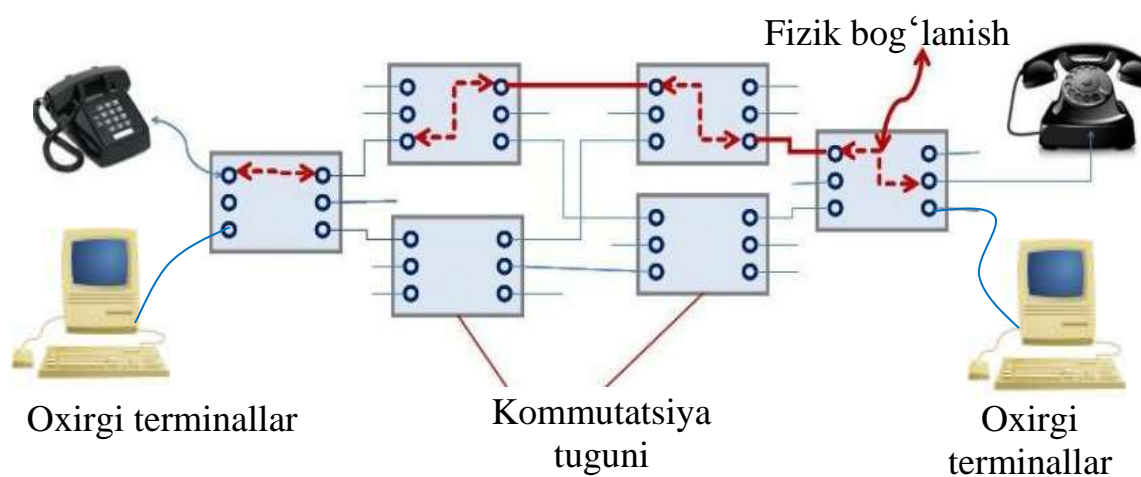
MUTda ikki foydalanuvchi bir - biri bilan bog'lanish jarayonida quyidagi asosiy kommutatsiya usullari orqali amalga oshiriladi [8]:

1. Kanallar kommutatsiyasi (*circuit switching*);
2. Paketlar kommutatsiyasi (*packet switching*);
3. Xabarlar kommutatsiyasi (*message switching*).



1.4-rasm. Global tarmoq topologiyasi

Kanallar kommutatsiyasiga asoslangan MUT. Kanallar kommutatsiyasi - signalni uzatish uchun jo'natuvchi va qabul qiluvchi o'rtasida aloqa kanalini o'rnatadi va butun aloqa seansi davomida fizik bog'lanishga ega tarmoq hisoblanadi (1.5-rasm).



1.5-rasm. Kanallar kommutatsiyasi asosidagi tarmoq topologiyasi

Kanallar kommutatsiyasi bir nechta alohida kanallar maydonining bog'lanishidan hosil qilinadi va aloqa seansi quyidagi fazalarga bo'linadi:

- fazalarni tayyorlash, kanallarni hosil qilish va qo‘llab quvvatlashda tarmoq resurslarini zahiralash;
- o‘rtacha faza, uzatuvchi signallarni ishlab chiqish;
- fazalarni yakunlash, ishlatilib bo‘lingan resurslarni bo‘shatish va uzatishni yakunlash.

Bog‘lanishni hosil qilish vaqtida fizik pog‘onada axborotlarni uzatish uchun marshrutlar tanlanadi va ma’lumot uzatiladi. Kanallar kommutatsiyasi talab qilinayotgan resurslar nuqtai nazaridan qaralganda effektiv hisoblanmaydi. Ikki tugun orasidagi kanal resurslari ishlatilishidan yoki ishlatilmasligidan qat’iy nazar kanal band qilinadi, ammo ushbu axborotni kafolatlangan tezlikda va sifatli uzatish mumkin. Kanallar kommutatsiyasining afzalliklari va kamchiliklari 1.2-jadvalda keltirilgan.

1.2-jadval

Kanallar kommutatsiyasining afzalliklari va kamchiliklari

Kanallar kommutatsiyasining afzalliklari	Kanallar kommutatsiyasining kamchiliklari
Ma’lumot uzatish tezligi doimiy va aniq	Tarmoq orqali ulanishni o‘rnatish to‘g‘risida so‘rov yuborishni rad etilishi
Ma’lumotlarni to‘g‘ri ketma-ketlikda uzatilishi	Ratsional bo‘lmagan fizik kanallarning o‘tkazish qobiliyatidan asossiz foydalanishi
Tarmoq orqali ma’lumotlarni uzatishdagi kechikishlar past	Fazalar ulanishni o‘rnatish bosqichi tufayli ma’lumotlar uzatilishidan oldin majburiy kechikishi

Paketlar kommutatsiyasiga asoslangan MUT. 1960 yillarda paketli kommutatsiya texnologiyasini britaniyalik olimlar Donald Devis va amerikalik Pol Beranlar tomonidan yaratilgan.

60 yillarning birinchi yarmida Devis “paket” terminini kiritdi va yangi kommutatsiya tamoyili asosida kichik tarmoqni qurdi. Beran paketli kommutatsiya konsepsiyasini, arxitekturasini buzilishlarga va hujumlarga chidamlilik tomonlarini yaratdi. Keyingi yillarda o‘zining konsepsiyasini bir necha bor himoya qilishga to‘g‘ri keldi.



Devis Alan Tyuring Milliy fizika laboratoriyasining a'zosi edi (National Physical Laboratory). Bu laboratoriyada ACE Pilot kompyuteri yaratilgan. British Computer Society Award unvoni bilan taqdirlangan.

Donald Devis



Paul Baran

Pol Beran (Paul Baran) Internetni rivojlanishiga katta hissa qo'shgan va paketlar kommutatsiyasi usulini yaratgan. Pol Beran Aleksandr Grem Bell nomidagi oltin medal, texnologiya va innovatsiya sohasida milliy medal bilan taqdirlangan. 2008 yilda Beran texnologiyaning rivojlanishiga qo'shgan hissasi uchun AQSHning medali bilan taqdirlangan.



Leonard
Kleynrok

Leonard Kleynrok "Tarmoq paketi" tushunchasini kiritgan. Taxminan o'sha vaqtlarda Donald Devis va Pol Beranlar ham Leonard Kleynrokga bog'liq bo'lmagan holda "Tarmoq paketi" ustida ish olib borayotgan edilar. Ayrim manbalarda Leonard Kleynrok paketli kommutatsiyaning asoschisi deb ko'rsatilgan.

Paketli kommutatsiyada foydalanuvchilararo uzatilayotgan xabarlar kichik qismlarga — paketlarga bo'linadi va har bir paket tarmoq orqali mustaqil axborot bloklari sifatida uzatiladi. Paketli kommutatsiyada paket uchta qismdan, ya'ni sarlavha, ma'lumot va treyler qismlarini shakllantiradi [8-9].

Sarlavha qismi paketning uzatilish signali, manba manzili, makon manzili, uzatishni sinxronlash kabilarni o'z ichiga oladi.

Ma'lumot qismi xabar tarkibidagi uzatishga mo'ljallangan ma'lumotlardan iborat.

Treyler qismi ko'p hollarda xatoliklarni tekshirishga mo'ljallangan (misol uchun, siklik kod yordamida tekshiruv).

Paketli kommutatsiya asosidagi tarmoqda kommutatorlar ichki bufer xotirasiga ega bo'lib, unda paketlar vaqtincha saqlanadi. Kommutatorning chiqish porti band bo'lgan holatda, paket biror vaqt navbat kutadi va keyingi kommutatorga uzatiladi.

Paketli kommutatsiyaning afzalliklari va kamchiliklari 1.3-jadvalda

keltirilgan.

1.3-jadval

Paketli kommutatsiyaning afzalliklari va kamchiliklari

Paketli kommutatsiyaning afzalliklari	Paketli kommutatsiyaning kamchiliklari
Pulsatsiyali trafikni uzatishda tarmoqning o'tkazish qobiliyatini oshirish imkoniyati	Tarmoq abonentlari orasidagi ma'lumot uzatish tezligi noaniqligi
Foydalanuvchilar o'rtasida trafik holatini inobatga olgan holda, o'tkazish qobiliyatini taqsimlash imkoniyati	Buferlar navbatlar ortishi sababli ma'lumotlar (paketlar) yo'qotilish ehtimoli

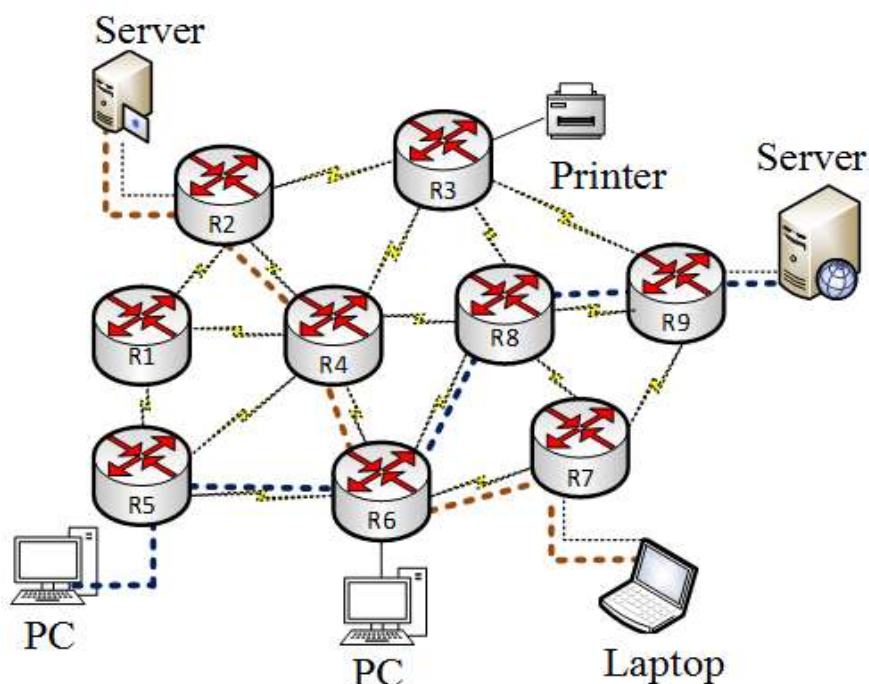
Bu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida Quality of Service (QoS) turli usullar qo'llaniladi. Bunday usullar qo'llanilishi sababli paketlar kommutatsiyasi hozirgi kunda yuqori tezlikli tarmoqlarni tashkil etishda eng samarali deb tan olingan. Zamonaviy MUT paketli kommutatsiyaga asoslangan bo'lib, u o'z navbatida ikki xil ishlash rejimiga ega: *virtual kanal* rejimi va *deytagramma* rejimlaridan iborat [7-10].

Virtual kanal rejimida ikki foydalanuvchi o'rtasida xabarlarni uzatishdan oldin butun virtual kanal yaratiladi va xizmatdagi paketga shu kanal identifikatori qo'shiladi, natijada shu mantiqiy kanal bo'yicha paketlarni uzatish doimiy ravishda amalga oshiriladi (1.6-rasm).

Qabul qiluvchi tomonidan yuboruvchiga axborot olinganligi to'g'risidagi tasdiqni yuborish orqali ma'lumotlarni to'g'ri uzatish nazorati nazarda tutiladi. Bu nazorat yo'nalishi barcha oraliq tugunlardagi kabi so'nggi tugunda ham bo'lishi mumkin. Virtual kanallar tartibi odatda ko'p miqdorda ma'lumot uzatilganda ishlatiladi.

Paketli kommutatsiya usulining virtual kanal rejimi asosida quyidagi texnologiyalar ishlab chiqilgan: X.25, Frame Relay (FR) va ATM.

Virtual kanal rejimi tarmoqning muhim xususiyati bu paketlarning xarakati to'g'risidagi yechimni qabul qilishda lokal manzillarini ishlatish hisoblanadi.



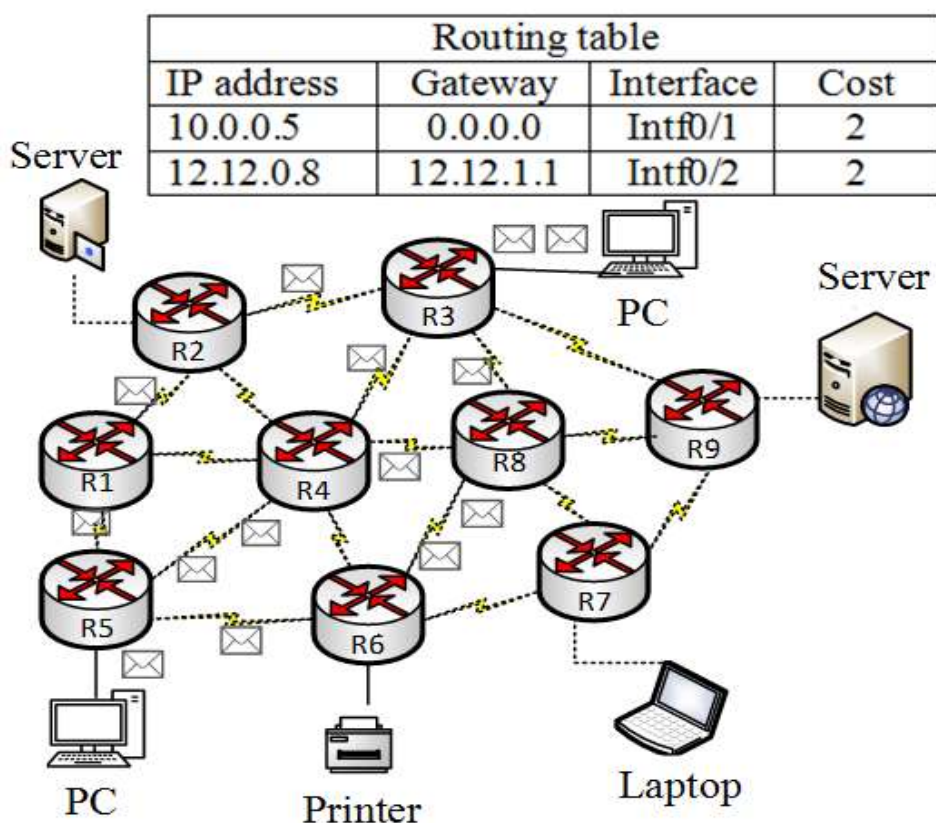
1.6-rasm. Paketli kommutatsiya usulining virtual kanal rejimi asosidagi tarmoq topologiyasi

Qabul qiluvchining uzun manzilini o'rniga (uning uzunligi tarmoqdagi kichik tarmoqlar va barcha tugunlar tushunishi uchun yagona identifikatsiyasi bo'lishi kerak) lokal manzil ishlatiladi, ya'ni tugundan tugunga belgilar o'zgarishi kerak. Bunda hamma paketlar qaysidir virtual kanallarga joylashtiriladi.

Bu belgi har xil texnologiyalarda turli xil nomlanadi, masalan: X.25 texnologiyasida mantiqiy kanal nomeri (Logical Channel number, LCN), FR texnologiyasida ma'lumotlar kanalining pog'onasini bog'lash identifikatori (Data Link Connection Identifier, DLCI), ATM texnologiyasida virtual kanal identifikatori (Virtual Channel Identifier, VCI).

Deytagramma rejimida har – bir tugun mustaqil ravishda paketning keyingi yo'nalishini tarmoq holatining tahlili va paket sarlavhasida berilgan ma'lumotlar asosida marshrutni amalga oshiradi (1.7-rasm).

Deytagramma rejimi tarmoq topologiyasidagi o'zgarishlarga tez moslasha olish va marshrutlash jarayonida yo'nalishlarni tanlash qobiliyati tarmoq ishonchliligini oshirishiga olib keladi.



1.7-rasm. Paketli kommutatsiya usulining deytagramma rejimi asosidagi tarmoq topologiyasi

Virtual kanal va deytagramma rejimlarini ijobiy va salbiy tomonlari 1.4-jadvalda keltirilgan.

1.4-jadval

Virtual kanal va deytagramma rejimlarining solishtirma tahlili

Muammolar	Virtual kanal rejimi	Deytagramma rejimi
Ulanish imkoniyati	Ulanishga yoʻnaltirilgan tarmoqlar	Ulanishga moʻljallanmagan
Marshrut	Uzatuvchi va qabul qiluvchi tugunlar oʻrtasida virtual kanal ajratiladi va xizmatdagi paketga shu kanal identifikatori qoʻshiladi, natijada shu mantiqiy kanal boʻyicha paketlarni uzatish doimiy ravishda amalga oshiriladi	Uzatuvchi va qabul qiluvchi oʻrtasida har – bir tugun mustaqil ravishda paketning keyingi yoʻnalishini, tarmoq holatining tahlili va paket sarlavhasida berilgan maʼlumotlar asosida marshrutni amalga oshiradi

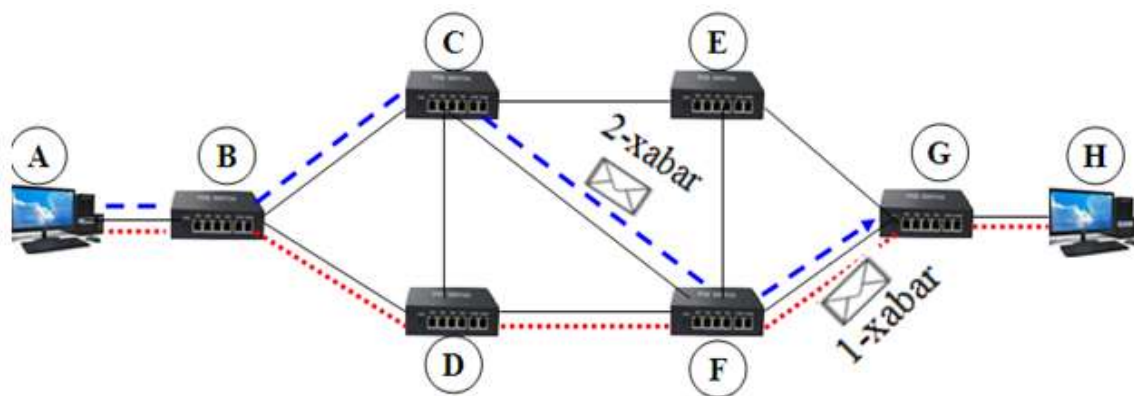
Resurslarni taqsimlash	Buferlar, protsessorlar va oʻtkazuvchanlik qobiliyati kabi barcha resurslar uzatishdan oldin zahiralanadi. Barcha maʼlumotlar paketlari bir xil resurslarni isteʼmol qiladi	Individual paketlar uzatishdan oldin ajratilmaydi. Paket marshrutizatorga kelganda, resurslar soʻrov boʻyicha xizmat koʻrsatish imtiyozi asosida taqsimlanadi
Maʼlumotlarni uzatish bosqichlari	Uzatishning uch bosqichi mavjud: sozlash, maʼlumotlarni uzatish va demontaj	Bunday aloqa bosqichlari yoʻq
Sarlavha	Barcha paketlar bir xil sarlavha maʼlumotlarini oʻz ichiga oladi, chunki ular bir xil virtual kanalga tegishli	Sarlavha maʼlumotlari bir xil xabarga tegishli boʻlsa ham, mustaqil deytagramma paketlari uchun farq qiladi
Manzillash	Manzil va marshrut konfiguratsiya bosqichida aniqlanadi. Shunday qilib, har bir paket faqat VC raqamini oʻz ichiga oladi	Har bir deytagramma paketi toʻliq uzatuvchi va qabul qiluvchi manzillarini oʻz ichiga oladi

Xabarlar kommutatsiyasiga asoslangan MUT. Xabarlar kommutatsiyasi - maʼlumotlarning toʻliq bloki tarmoqning oraliq tugunlarida vaqtincha saqlanib, tranzit tugunlararo uzatiladi.

Tranzit tugunlar oʻzaro bogʻlanishda nafaqat paketli, balki kanallar kommutatsiyasi asosidagi tarmoqdan foydalanishlari mumkin. Xabar oraliq tugunda biror vaqt saqlanishi mumkin va tarmoq boʻshashi bilan kerakli foydalanuvchiga yetkaziladi (1.8-rasm).

Bunday ishlash zaruriyati yuqori boʻlmagan xabarlar yetkazilishida qoʻllaniladi (misol uchun, elektron xat, matnli xujjat, fayl) va oraliq “saqlash bilan uzatish” usuli nomini olgan.

Hozirgi kunda xabarlar kommutatsiyasi, asosan, paketli kommutatsiya tarmoqlarida amaliy pogʻona xizmati sifatida faqat baʼzi tezkor boʻlmagan xizmatlar tashkil etishda qoʻllaniladi.



1.8-rasm. Xabarlar kommutatsiyasi asosidagi tarmoq topologiyasi

Xabarlar kommutatsiyasining afzalliklari va kamchiliklari 1.5-jadvalda keltirilgan.

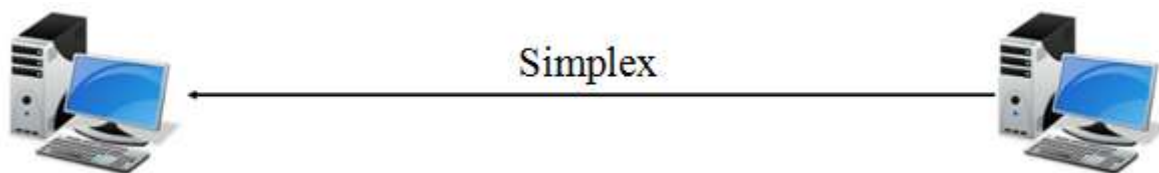
1.5-jadval

Xabarlar kommutatsiyasining afzalliklari va kamchiliklari

Xabarlar kommutatsiyasining afzalliklari	Xabarlar kommutatsiyasining kamchiliklari
Tarmoqda ortiqcha yuklanganlik vaqtida xabarlar vaqtincha oraliq tugunlarda saqlanishi va bitta xabar bir nechta qabul qiluvchilarga yuborilishi mumkin.	Ko'pgina real vaqt dasturlari uchun mos emas. Masalan, nutqli ma'lumotlarni uzatish uchun xabarlar kommutatsiyasidan foydalanib bo'lmaydi.
Tugunga kelib tushuvchi xabarlarga ustuvorlik (prioritet) berish hisobiga xizmat ko'rsatilishi	Katta hajmdagi ma'lumotlarni saqlash va uzatish uchun transit tugunlar qimmatligi

Kanal turlari bo'yicha ma'lumot uzatishning quyidagi rejimilari mavjud [9-11]:

Simpleks aloqa (lot. simplex - oddiy) - axborot faqat bitta yo'nalish bo'yicha uzatiladi. Bunda xabarlar har qaysi punktda navbatma - navbat uzatiladi va qabul qilinadi, ya'ni bir punktgacha xabar uzatilayotganda ikkinchi punkt xabarni faqat qabul qiladi, keyin ikkinchi punkt xabar uzatganda birinchi punkt xabarni qabul qiladi. Simpleks aloqa punktlarining har birida uzatish va qabul qilish zanjirlari bir-biridan ajratilgan bitta apparat bo'ladi. Simpleks aloqa matbuot agentliklarida, meteorologiya xizmatlarida, kemalar va boshqa punktlar orasida qo'llanadi (1.9-rasm).



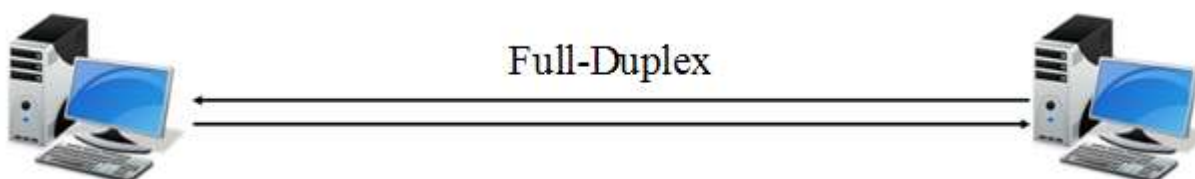
1.9-rasm. Simpleks uzatish rejimi

Yarim dupleks tarmoqlar – axborot o‘zgaruvchan qarama-qarshi yo‘nalish bo‘yicha uzatiladi. Bunda jo‘natuvchi va qabul qiluvchi o‘rtasidagi aloqa har ikki yo‘nalishda, lekin birma - bir sodir bo‘ladi. Yuboruvchi va qabul qiluvchining ikkalasi ham ma’lumotni uzatishi va qabul qilishi mumkin, lekin bir vaqtning o‘zida faqat bittasini uzatishga ruxsat beriladi (1.10-rasm).



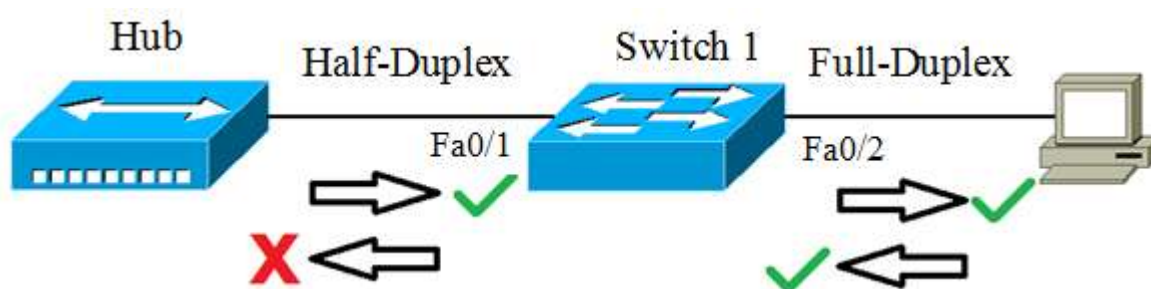
1.10-rasm. Yarim dupleks uzatish rejimi

Dupleks aloqa (lotincha: duplex - ikki tomonlama, qo‘sh) - axborot bir vaqtda qarama - qarshi yo‘nalishda uzatiladi. Bunda xabarlarini bir vaqtning o‘zida ham uzatish, ham qabul qilish mumkin. Dupleks aloqa punktlarining har birida uzatuvchi va qabul qiluvchi ikki apparat yoki uzatish va qabul qilish zanjirlari bir-biridan ajratilgan bitta apparat bo‘ladi (1.11-rasm).



1.11-rasm. Dupleks uzatish rejimi

1.12-rasmida Hub va Switch qurilmalarinig uzatish rejimlari tasvirlangan.



1.12-rasm. Hub va Switch qurilmalarinig uzatish rejimlari

1.6-jadvalda uzatish rejimlarining qiyosiy tahlili keltirilgan.

1.6-jadval

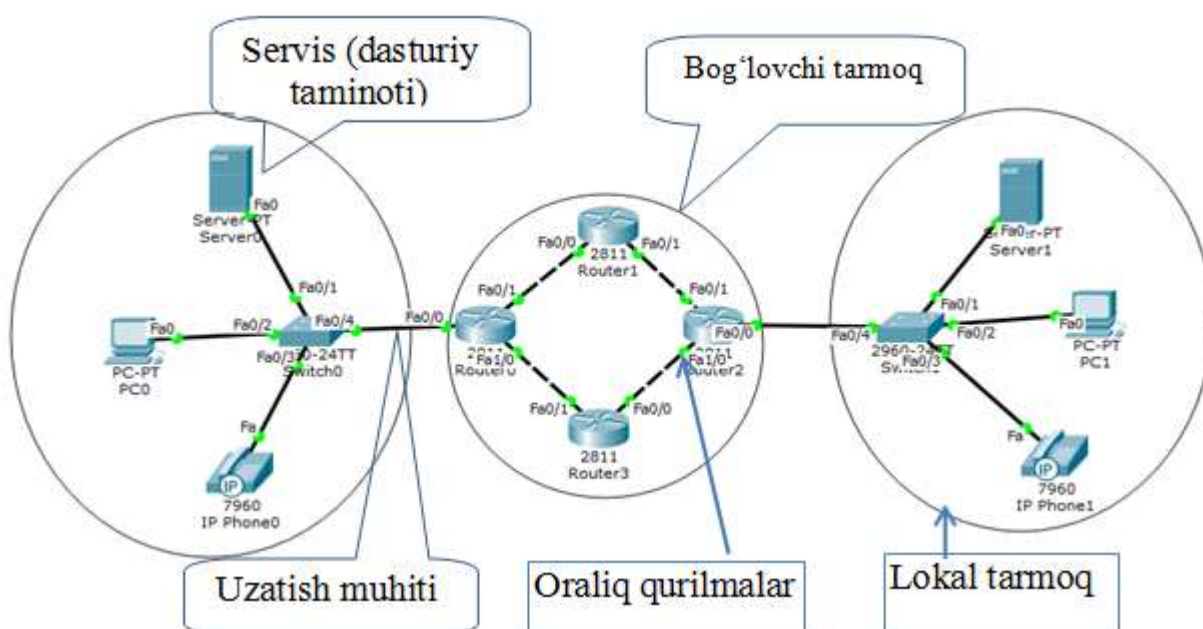
Uzatish rejimlarining qiyosiy tahlili

Qiyosiy tahlil	Simpleks aloqa	Yarim dupleks aloqa	Dupleks aloqa
Kommunikat-siya yoʻnalishi	Bir tomonlama aloqa	Aloqa ikki tomonlama, lekin oʻz navbatida	Aloqa ikki tomonlama va bir vaqtning oʻzida amalga oshiriladi
Uzatish / qabul qilish	Uzatuvchi maʼlumotlarni yuborishi mumkin, lekin qabul qila olmaydi	Uzatuvchi maʼlumotlarni uzatishi va qabul qilishi mumkin, lekin birma-bir	Uzatuvchi bir vaqtning oʻzida maʼlumotlarni uzatishi va qabul qilishi mumkin
Samaradorligi	Yarim dupleks va toʻliq dupleks simpleks aloqaga qaraganda samarali ishlashni taʼminlaydi	Toʻliq dupleks yarim dupleksga qaraganda samarali ishlashni taʼminlaydi	Toʻliq dupleks eng yaxshi ishlashga ega, chunki u oʻtkazuvchalik qobiliyatidan foydalanishni ikki baravar oshiradi
Masalan	Klaviatura va monitor	Radiostantsiya	Telefon

Tarmoqni boshqarish usuli bo'yicha MUT quyidagilarga bo'linadi [13]:

- *markaziy boshqaruvga ega tarmoqlar*. Bu tamoyilda hamma uchun yagona markaziy boshqaruv tizimi mavjud deb faraz qilinadi;
- *markaziy boshqaruvga ega bo'lmagan tarmoqlar*. Bunday tarmoqlarda boshqaruv tizimi tarqoq tuzilishga ega va MUTning barcha pog'onalari bo'yicha tarqalgan shunday markazlarni o'z ichiga oladi;
- *aralash boshqaruvga ega bo'lgan tarmoqlar*. Aralash boshqaruvda ma'lum chegarada markaziy va markaziy bo'lmagan boshqaruv tamoyillari qo'llaniladi.

MUT infratuzilmasining tarkibiy qismlari uchta komponentni o'z ichiga oladi: qurilma, uzatish muhiti va servis (1.13-rasm):



1.13-rasm. MUT komponentlari

Qurilma - tarmoqning mavjud elementlari yoki qurilma hisoblanadi. Tarmoq qurilmalarga - notebook, kompyuter, marshrutizator, kommutator, server, modem, printer va boshqa qurilmalar kiradi. Telekomunikatsiya qurilmalari qo'llanilish joyiga qarab 2 xil bo'lishi mumkin. Oxirgi qurilmalar va oraliq qurilmalar (1.14-rasm).

Uzatish muhiti - tarmoqdagi qurilmalar o'rtasida muloqotni amalga oshiruvchi vosita hisoblanadi. Bu vosita xabarni manbadan qabul qiluvchi uzatadigan kanalni taqdim etadi. Zamonaviy tarmoqlarda, asosan, uch xil muhitdan foydalaniladi, bunday turdagi muhitlar:



1.14-rasm. Tarmoqda qo'llaniluvchi oraliq va oxirgi qurilmalar

- Metal kabellar (simmetrik, koaksial kabellar);
- Optik kabellar (bir modali va ko'p modali);
- Simsiz aloqa (radio uzatish).

Servis - tarmoq komponentlarida xizmatlar va jarayonlarni ta'minlash uchun ishlatiladi. Servis tarmoq qurilmalarida ishlaydigan dasturiy ta'minot (DT) dasturlari hisoblanadi. Tarmoq xizmati so'rovga javoban ma'lumotni taqdim etadi.

MUTga qo'yiladigan talablar. MUT keng ko'lamli ilovalar va xizmatlarni, shuningdek, fizik infratuzilmani tashkil etuvchi ko'plab turdagi kabellar va tarmoq qurilmalarni qo'llab-quvvatlashi talab etiladi. Shuning uchun foydalanuvchilarning ehtiyojlarini qanoatlantiradigan tarmoq arxitekturasiga qo'yiladigan talablar mavjud (1.7-jadval).

Tarmoq arxitekturasiga qo'yiladigan talablar

Nosozliklarga chidamlilik	MUT uzluksiz ishlashiga tayanadigan millionlab foydalanuvchilar uchun doimo mavjud va barqaror bo'lishi talab etiladi. Xatolarga chidamli tarmoq nosozliklar ta'sirini cheklaydi
Masshtablilik	MUT yangi foydalanuvchilar va ilovalarni qo'llab-quvvatlash uchun kengaya olish qobiliyatiga ega bo'lishi talab etiladi. Bu talablar standartlarga muvofiqlik apparat - DT ishlab chiqaruvchilariga yangi mahsulotlarni yaratish va ishlash chiqish imkoniyatini yaratadi
Kafolatlangan xizmat ko'rsatish sifati (QoS)	Tarmoq resurslardan foydalanish nazoratini o'rnatish, tarmoq trafiklarining kafolatlangan va differensial xizmat ko'rsatishni ta'minlashdan iborat. QoS ma'lumotlarni uzatish va resurlarni taqsimlash mexanizmlari, kommutatsiya va marshrutizatsiya, navbatlarga xizmat ko'rsatish mexanizmlari kabi IP-tarmoq samaradorligini oshirish vositalari ustidan nazorat qilish qoidalarini tizimiga asoslangan kafolatni ta'minlaydi
Xavfsizlik	MUT xavfsizligi masalalari tarmoq infratuzilmasi va axborot xavfsizligi (AX) nuqtai nazaridan qaraladi. Tarmoq infratuzilmasini himoya qilish tarmoq ulanishlari uchun zarur bo'lgan barcha qurilmalarning fizik xavfsizligini ta'minlash va ularda ishlaydigan boshqaruv dasturiga ruxsatsiz kirishning oldini olishni o'z ichiga oladi. AX deganda tarmoq orqali uzatiladigan paketlardagi ma'lumotlarni, shuningdek, tarmoqqa ulangan qurilmalarda saqlanadigan ma'lumotlarni himoya qilish tushuniladi

MUT quyidagi xususiyatlarga ega bo'lishi kerak:

- *multiservislik* xizmat ko'rsatish texnologiyalarining transport texnologiyalariga bog'liq emasligi;
- *keng polosalilik* keng diapazonda axborotni uzatish tezligini qat'iy va dinamik o'zgartirish imkoniyati;
- *multimedialilik* ko'p komponentli axborot (nutq, ma'lumotlar, video, audio)ni uzatish imkoniyati;

– *intellektuallilik* xizmatlarni, xizmatlardan foydalanuvchi yoki xizmatlarni yetkazuvchi tomonidan chaqiruvni va ulanishni boshqarish imkoniyati;

– *foydalana olishning invariantligi* foydalaniladigan texnologiyalardan qat’iy nazar xizmatlardan foydalana olishni tashkil qilish imkoniyati;

– *ko‘p operativlik* bir nechta operatorlarning xizmatlarni ko‘rsatish jarayonida ishtirok etishi va ularning majburiyatlarini, ularning faoliyat sohalariga muvofiq bo‘lish imkoniyati.

Nazorat savollari

1. MUTga tushuncha bering?
2. MUT qaysi belgilarga asosan klassifikatsiyalanadi?
3. MUT protokollar va interfeys tushunchalarining vazifalari qanday?
4. Protokollarga taalluqli 3 ta asosiy jihat nimalardan iborat?
5. Kanallar kommutatsiyasining afzalliklari va kamchiliklari nimalardan iborat?
6. Paketlar kommutatsiyasiga tushuncha bering?
7. Paketlar kommutatsiyasi afzalliklari va kamchiliklari nimalardan iborat?
8. Deytagramm va virtual kanal rejimlariga tushuncha bering?
9. Xabarlar kommutatsiyasiga tushuncha bering?

1.2. MUTning umumiy qurish tamoyillari. TCP/IP modeli

Zamonaviy paketli kommutatsiyalangan MUTlar ularga qo‘yiladigan talablarning xilma-xilligi bilan tavsiflanadi: iqtisodiy talablar, topologiya (tarmoq rivojlanishini hisobga olgan holda tarkibiy parametrlar), yetkazib berish jarayonining vaqt - ehtimollik xususiyatlari, ishonchliligi, yashovchanligi, AX, tarmoqni boshqarish, texnik xizmat ko‘rsatish va ta‘mirlash.

Ma‘lumki, MUTning an‘anaviy rivojlanishi quyidagi bosqichlarda sodir bo‘ladi:[7-11]

- uzoq muddatli va qisqa muddatli prognozlash (bashoratlash);
- rivojlanish dasturi va rejasi;
- ilmiy - tadqiqot va tajriba - konstruktorlik ishlari (R&D) jarayonida MUT loyihasi;
- loyihalash, yangisini qurish yoki mavjud MUTni, shuningdek uning

alohida obyektlarini ishlab chiqish.

Shu bilan birga, MUTning asosiy xususiyatlariga quyidagilar kiradi:

- tarmoq hajmi (tugunlar soni, foydalanuvchilar soni);
- hududlar bo'yicha MUT tugunlarini taqsimlash topologiyasi;
- foydalanilgan tarmoq texnologiyasi va ma'lumotlarni uzatish protokollari;
- asosiy tarmoq qurilmalari;
- MUTda ishlaydigan xizmatlar va MUT foydalanuvchilariga taqdim etiladigan xizmatlar tarkibi;
- tarmoqni boshqarish va boshqaruv tizimi;
- AXni ta'minlash vositalari.

MUTning obyektlarini qurilish bosqichlari.

1-bosqich. Loyihadan oldingi tadqiqotlar:

- tadqiqot ishlarini olib borish;
- tajriba - tadqiqot ishlarini o'tkazish;
- qabul qilingan dastlabki ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish, texnik echimlarni ishlab chiqish;

- so'rov ishlari natijalari bo'yicha hisobot ishlab chiqish;
- texnik shartlar, kelishuvlar, ruxsatnomalarni so'rash va olish.

2-bosqich. Aloqa obyekti uchun loyiha hujjatlarini ishlab chiqish:

- investitsiyalar uchun texnik - iqtisodiy asoslash va biznes -rejani ishlab chiqish;
- loyihalash uchun texnik topshiriq;
- aloqa obyektni qurish uchun ishchi loyihani (hujjatlarni) ishlab chiqish;
- aloqa obyekti loyihasini tashkil etish va ekspertizadan o'tkazish.

3-bosqich. Loyiha spetsifikatsiyasiga muvofiq qurilmalarni yetkazib berish:

- ishlab chiqaruvchi kompaniyalarga texnik shartlarga muvofiq qurilmalarga buyurtmalar yuborish;
- to'lovlarni amalga oshirish;
- ishlab chiqaruvchidan qurilmani jo'natish;
- qurilmalarni bojxona rasmiylashtiruvi;
- qurilmani qabul qilish va topshirish.

4-bosqich. Qurish, o'rnatish va ishga tushirish:

- kabellarni yotqizish, qurilmalarni o'rnatish bo'yicha qurilish-montaj ishlari;
- qurilmalarni o'rnatish va sozlash;

- tizimni sozlash va sinovdan o'tkazish;
- aloqa obyektini ishga tushirish va sinovdan o'tkazish;

5-bosqich. Aloqa inshootini ishga tushirish:

- qabul qilish testlari dasturi va metodologiyasini ishlab chiqish;
- qabul qilish sinovlarini tashkil etish va o'tkazish;
- aloqa obyektini ekspertizadan o'tkazish va tijorat foydalanishga qabul qilish.

MUTni qurishda tarmoq topologiyasini tanlash xal qilinadigan birinchi vazifadir va u texnologik hamda aloqaning ishonchliligiga bo'ladigan talablar bilan shartlanadi. Agar u tashkil topadigan standart topologiyalari majmuasi aniq bo'lsa, tarmoq topologiyasi nisbatan sodda tanlanadi.

Tarmoq topologiyasi - umumiy tasavvur darajasida xar qanday tarmoq punktlari va ularni birlashtiruvchi liniyalardan tashkil topgan. Ularni (punkt va liniyalarni) o'zaro joylashishi tarmoq bog'liqligi va punktlar o'rtasidagi axborot almashuvini ta'minlab berish qobiliyatini tavsiflaydi.

Tarmoq topologiyasining xususiyatlari. MUT topologiyasining asosiy xususiyatlari sifatida quyidagi ko'rsatkichlar keng tarqalgan:

- *diametr* - ikkita tarmoq protsessorlari orasidagi maksimal masofa sifatida belgilangan ko'rsatkich (masofa odatda protsessorlar orasidagi eng qisqa yo'l sifatida tushuniladi). Ushbu qiymat protsessorlar o'rtasida ma'lumotlarni uzatish uchun zarur bo'lgan maksimal vaqtni tavsiflashi mumkin, chunki uzatish vaqti odatda yo'l uzunligiga to'g'ridan-to'g'ri proporsionaldir;

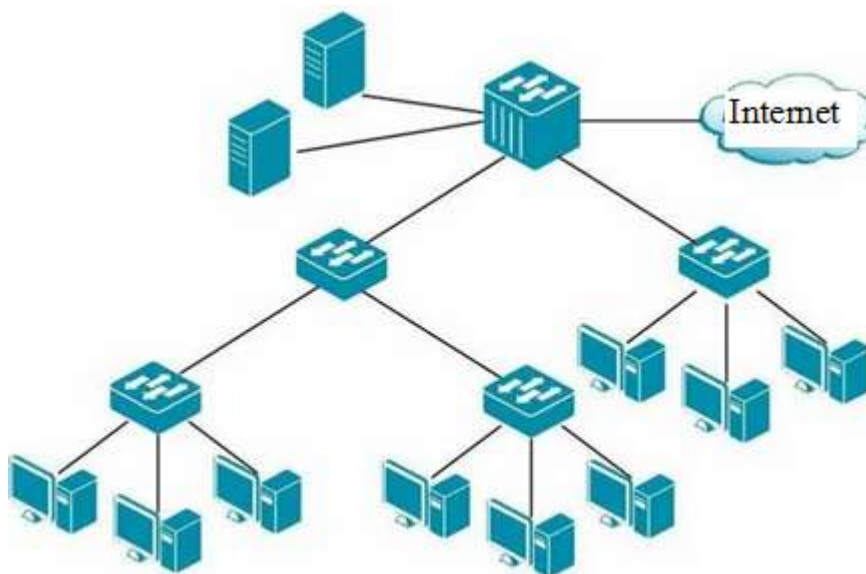
- *bog'langanlik* (connectivity) - tarmoq protsessorlari o'rtasida turli xil ma'lumotlarni uzatish yo'llarining mavjudligini tavsiflovchi ko'rsatkich.

- *ikkilik bo'linish kengligi* (bisection width) - MUTni bir xil o'lchamdagi ikkita ajratilgan maydonga bo'lish uchun olib tashlanishi kerak bo'lgan segmentlarning minimal soni sifatida belgilangan ko'rsatkich;

- *qiymat* - ko'p protsessorli kompyuter tizimidagi ma'lumotlarni uzatish liniyalarining umumiy soni sifatida aniqlanishi mumkin bo'lgan ko'rsatkichdir.

Tarmoq topologiyasining 2 turi mavjud: fizik va mantiqiy topologiyalar.

Fizik topologiya tarmoq punktlarini va ularni bog'lovchi liniyalarni joylashishini aks ettiradi (1.15-rasm).

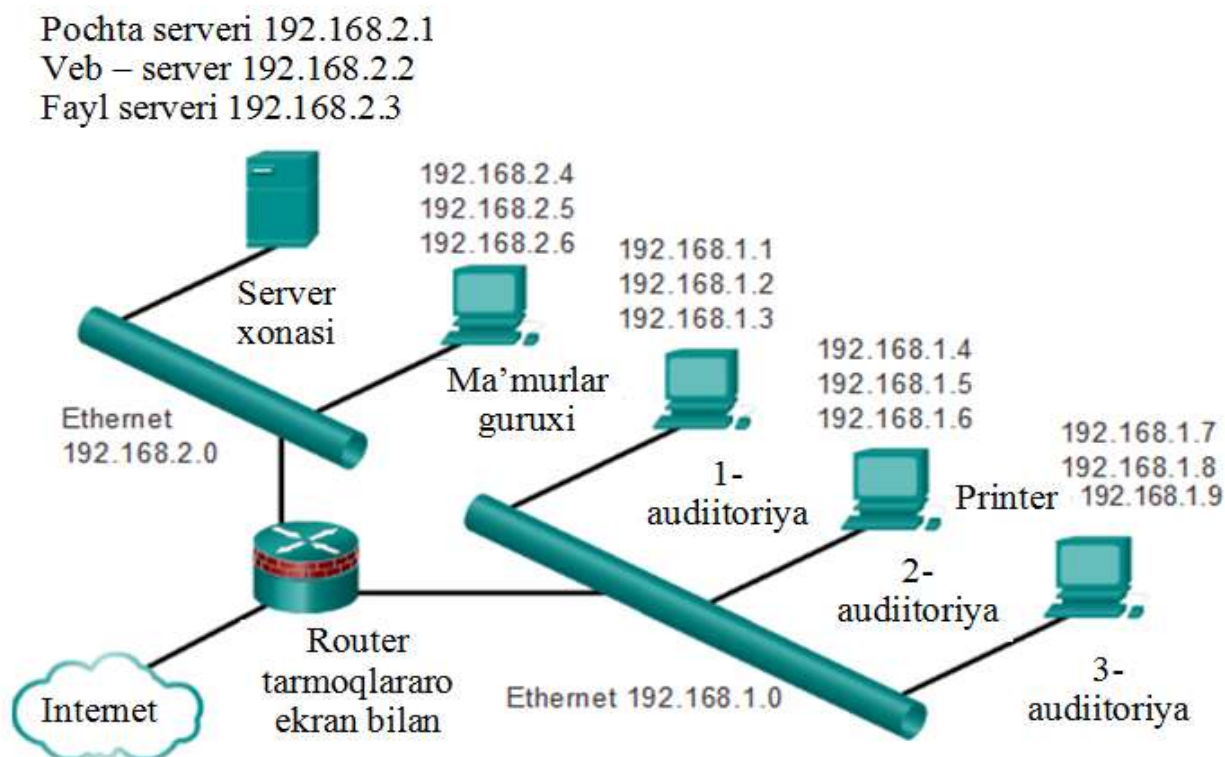


1.15-rasm. Fizik topologiya

Mantiqiy topologiya axborotning manba va iste'molchilarining o'rtasidagi o'zaro bog'lanish yo'llari tashkil qilinadigan imkoniyatlar haqida tasavvur beradi (1.16-rasm).

Tarmoqning topologik xususiyatlarini tadqiq qilish uchun uning punktlarini nuqta sifatida, ularni birlashtiruvchi liniyalarni esa yoy sifatida aks ettirish qulay. Bunday geometrik shakl graf deb ataladi, grafdagi nuqtalar cho'qqi, yo'ylar esa ularning yo'naltirilganligi hisobga olinmaganligida qirra deb nomlanadi. Graf axborot tarmog'ining topologik modelidir.

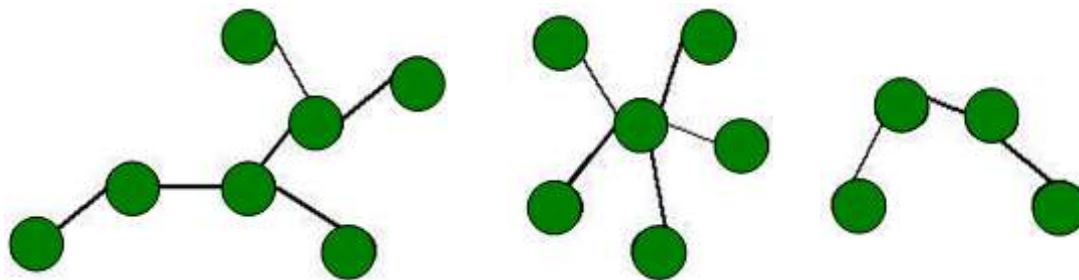
"Nuqta-nuqta" turdagi ikki punktli topologiya - eng sodda va ikki punktni bevosita fizikaviy va mantiqiy bog'lovchi tarmoq segmentini o'z ichiga kiritgan. Bunday segmentning ishonchliligini, 1+1 turdagi ximoya deb nomlanuvchi 100% zahirani ta'minlab beruvchi zahira aloqani kiritish yo'li bilan oshirish mumkin. Asosiy aloqa ishdan chiqishi bilan tarmoq zahira aloqaga avtomatik ravishda o'tadi. Soddaligiga qaramasdan, aynan shu bazaviy topologiya yuqori tezlikli magistral kanallardan axborotning katta oqimlarini uzatishda keng qo'llaniladi.



1.16-rasm. Mantiqiy topologiya

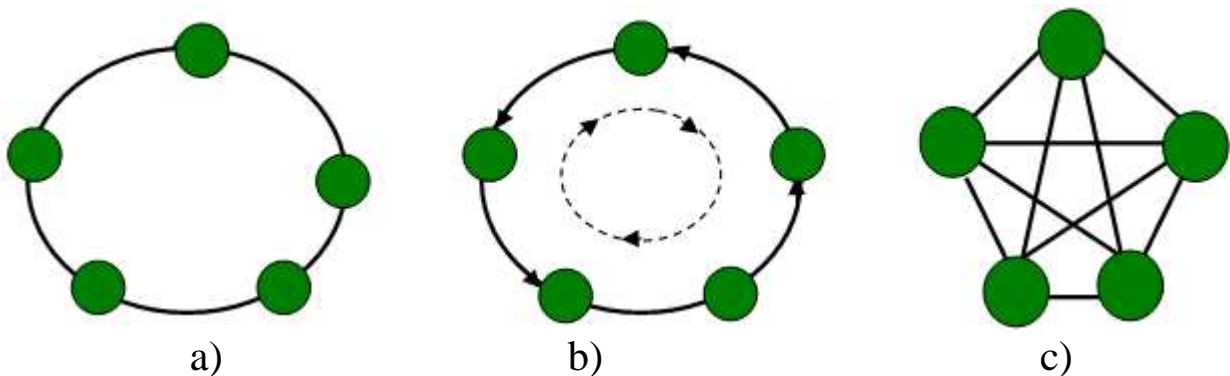
U radial - xalqa topologiyaning tarkibiy qismi (radius) sifatida xam qo'llaniladi. 1+1 turdagi zahiralashli ikki punktli topologiya xalqa topologiyasining turdosh varianti sifatida ko'rib chiqilishi mumkin.

Daraxtsimon topologiya turli variantlarga ega. Daraxtsimon topologiya tarmoq segmentining xususiyati n punktlar bog'liqligi fizikaviy darajada qirralar minimal soni $R+n-1$ da erishiladi, bu esa tarmoqni yuqori tejamkorligini ta'minlab beradi. Mantiqiy darajada bunday segmentlarda xar bir juft punktlar o'rtasida axborot uzatish yo'llari soni xar doim $h+1$ teng. Ishonchlilik nuqtai nazardan, bu juda past ko'rsatkich. Bunday tarmoqlarda ishonchlilikni oshirish zahira aloqalarni kiritish (masalan, 1+1 turdagi ximoya) yo'li bilan amalga oshiriladi. Daraxtsimon topologiya lokal kompyuter tarmoqlari, qishloq xududlari telefon tarmoqlari, abonent kirish tarmoqlarida qo'llaniladi (1.17-rasm).



1.17-rasm. Daraxtsinom topologiya: a-daraxt, b-yulduz, v-zanjir.

“Xalqa” topologiyasi xar bir punktga faqat ikkita liniyalar birlashtirilgan tarmoqni tavsiflaydi (1.18-a-rasm). Xalqa topologiyasi optik kabel yordamida lokal kompyuter tarmoqlar, transport tarmoqlar va abonent kirish tarmoqlarida keng qo‘llaniladi. Fizik topologiyani aks ettiruvchi graf qirralari soni: $R+n$ ga teng. Bu esa tarmoq chiqimlarini kamaytiradi. Mantiqiy darajada xar bir juft punktlar o‘rtasida $h+2$ mustaqil yo‘llar (to‘g‘ri va alternativ) tashkil qilinishi mumkin, bu aloqa ishonchliligini oshishini ta‘minlab beradi, ayniqsa, ikki qavat xalqa deb nomlanuvchi 1+1 turdagi zahiralashni qo‘llaydi (1.18-b-rasm).



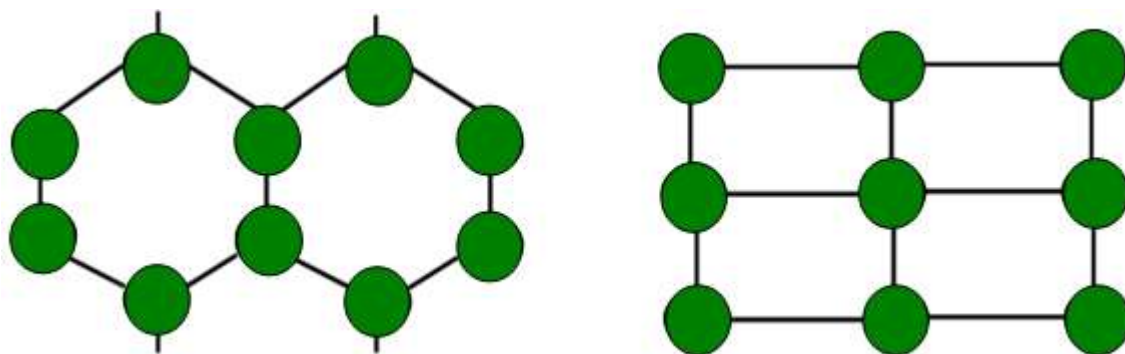
1.18-rasm. “Xalqa”, “Ikki qavat xalqa” va “To‘liq aloqali” topologiyalar

Ikki qavat xalqa oraliq punktlar o‘rtasida fizik ulanishni juftliklari bilan tashkil qilinadi, bunda axborot oqimi ikki yo‘nalishda yo‘naltiriladi, ulardan biri asosiy, boshqasi esa – zahira bo‘ladi.

To‘liq aloqali topologiyada “xar biri - xar biri bilan” tamoyiliga asoslanib, punktlar o‘rtasida fizikaviy va mantiqiy ulanish ta‘minlanadi (1.18-c-rasm). n cho‘qqilarga ega to‘liq aloqali graf $R+n(n-1)/2$ qirralardan tashkil topgan, bu esa tarmoqning narxini oshiradi. Xar bir juft punktlar o‘rtasidagi mustaqil yo‘llar soni $h+n-1$ ga teng, shuning uchun mantiqiy darajada aylanma yo‘llarning ko‘proq soni mavjud, bu esa aloqani, ayniqsa, aylanma yo‘nalishlarda signallar tarqalishini alternativ muhitlarini ishlatishda (masalan, optik tola, radiorele liniyalarda) aloqani maksimal ishonchliligini beradi. Bu topologiya xududli tarmoqlar segmentlari uchun xosdir.

Unda xar bir punkt eng yaqin punktlarni kichik soni bilan bevosita aloqaga ega. Cho‘qqilarning soni ko‘p bo‘lganda qirralar soni $R \approx r \cdot n/2$ ga teng, bu yerda r xar bir cho‘qqiga mos qirralar soni. Uyali segmentlar to‘liq aloqali segmentga nisbatan qirralarning soni kam bo‘lganda xam yuqori ishonchlilikka ega.

To'liq aloqali va uyali topologiyalarni faqat ahamiyatli yuklamali segmenlarda ishlatish maqsadga muvofiq, chunki ularni oshirishdagi chiqim yuqoridir (1.19-rasm).



1.19-rasm. Uyali topologiya tuzilishi

Tarmoq modellari: OSI va TCP/IP. Ochiq tizimlarning tavsiflari va vositalarini aniqlaydigan konseptual asosi sifatida OSI /ISO (GOST R ISO/MEK 7498-1-99) etalon model ishlab chiqilgan. OSI model tizim va tarmoqlarni ishlab chiqishni aniqlovchi va tartibga soluvchi halqaro standartlarni kiritishga imkoniyat yaratadi. OSI modelining arxitektorlar guruhi Buyuk Britaniya, Fransiya va AQShning kompyuter-telekom sanoati vakillaridan iborat.

Mazkur tarmoq modeli ochiq tizimlarning turli ishlab chiqaruvchilar tomonidan tavsiya etilgan tizimlarning bir tarmoqda ishlashini ta'minlovchi o'zaro bog'lanishini aniqlaydi va quyidagilarni muvofiqlashtiradi:

- tarmoqdagi jarayonlarning o'zaro bog'lanishini;
- ma'lumotlarni taqdim etish shakllarini;
- ma'lumotlar saqlanishi bir xilligini;
- tarmoq resurslarini boshqarishni;
- ma'lumotlar xavfsizligi va axborot himoyasini;
- dasturlar va texnik vositalarning diagnostikasini.

O'tgan asrning 90-yillar oxirlariga kelib, OSI loyihasi unutila boshlandi, sababi arzon va moslashuvchan bo'lgan alternativ TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) borligi bo'ldi. 1996-yilda OSI loyihasi darz ketganda Internetning asosiy g'oyachilaridan biri Eynar Stefferrud (Einar Stefferud) "OSI is a beautiful dream, and TCP/IP is living it", ya'ni "OSI modeli qanday chiroyli orzu, TCP/IP esa barchasidan yashovchandir" degan edi [10-12].

TCP/IP protokollarini qo'llanilishi:

- Internet global axborot tarmog'ida;
 - Intranet deb ataluvchi korporativ tarmoqni yaratish uchun;
 - Ekstranet deb nomlanuvchi kirishi chegaralangan va himoya darajasi kuchaytirilgan korporativ tarmoqlarni yaratish uchun;
 - OTlarni aksariyati va lokal tarmoqlarda;
 - global tarmoq texnologiyalarda (X.25, ISDN, FR, ATM).
- OSI va TCP/IP tarmoq modellari 1.8- jadvalda ta'svirlangan.

1.8-jadval

OSI va TCP/IP modellari va ularda ishlatiladigan protokollar

OSI modeli	TCP/IP modeli	TCP/IP protokollar steki							
Ilova pogʻonasi	Ilova pogʻonasi	H	S	T	F	D	D	N	S
Taqdimot pogʻonasi		T	M	E	T	N	H	T	N
Seans pogʻona		T	T	L	P	S	C	P	M
		P	P	N			P		P
		E		T					
Transport pogʻonasi	Transport pogʻonasi	TCP				UDP			
Tarmoq pogʻonasi	Tarmoq pogʻonasi (Internet)	IP, ARP, ICMP, RIP, OSPF, EIGRP, IGRP, BGP							
Kanal pogʻonasi	Kirish pogʻonasisi (Tarmoq interfeysi)	Ethernet	Toking Ring	ATM	Frame Relay				
Fizik pogʻona									

Fizik pog'ona (Physical Layer) uzatish muhiti hisoblangan: koaksial kabel, optik tolali kabel yoki radiomuhit orqali bitlar ketma -ketligi bilan ish olib boradi. Bu pog'ona fizik ulashlarni o'rnatish, faol holatda tutish va o'zini mexanik, elektron va protsedurali vositalarini boshqarish, bitlar bo'yicha sinxronizatsiyalash, bitlarni dupleks yoki yarim dupleksli uzatish, ikki yoki ko'p nuqtali uzatish, fizik pog'onada ishdan chiqish holatlari to'g'risida kanal pog'onasini ogohlantirishlarni ta'minlaydi.

Kanal pog'onasi (Data Link Layer) - bitlar ketma-ketligini kadrlar deb nomlanuvchi to'plamlarga birlashtirib, fizik muhitga kirish ruxsatini taqdim etish, kadr formatidagi xatoliklarni aniqlash va korreksiyalash mexanizmlarini yo'lga qo'yish kabi bir qancha vazifalarni bajaradi. Kanal

pog'onasi protokollariga Ethernet, Token Ring, FDDI misol bo'la oladi.

Tarmoq pog'onasi (Network Layer) bir necha tarmoqlarni birlashtiruvchi yagona transport tizimini tashkil etish uchun xizmat qilib, ushbu tarmoqlarning oxirgi tugunlari o'rtasida ma'lumot uzatishning turli xil tamoyillarini qo'llashi va ixtiyoriy aloqa strukturasiga ega bo'lishi mumkin. Tarmoq pog'onasida ma'lumotlar birligi odatda paket (packet) deb ataladi.

Transport pog'onasi (Transport Layer). Paketlarni xatosiz, dastlabki ketma - ketlikda, yo'qotishlarsiz va ikkilanishlarsiz kafolat bilan yetkazib berishdir. Ushbu pog'onada ma'lumotlar qayta taxlanadi: uzunlari bir necha paketlarga ajratiladi, qisqa paketlar esa birlashtiriladi. Shu orqali tarmoqdan paketlarni yuborish samaradorligi oshiriladi. Transport pog'onasida qabul qiluvchi tomonidan ma'lumotlar qabul qilinganlik haqida tasdiq signali yuboriladi. Transport protokollariga: TCP/IP stekining TCP va UDP protokollari misol bo'la oladi.

Seans pog'onasi (Session Layer) xar xil qurilmalar o'rtasida seans deb ataluvchi bog'lanishni o'rnatish, foydalanish va yakunlash imkonini beradi. Ushbu pog'onada tarmoqdagi ikki ilova dasturlar aloqasi uchun zarur bo'lgan nomlarni tanib olish va himoya vazifalari bajariladi, o'zaro bog'lanish jarayonlar o'rtasida dialogni boshqarishni ta'minlaydi, ya'ni tomonlardan qaysi biri qachon va qancha vaqt uzatish bajarishini boshqaradi. Seans pog'onasi ma'lumotlar oqimida nazorat nuqtalarini (checkpoints) joylashtirish orqali foydalanuvchilar vazifalari o'rtasidagi sinxronizatsiyani ta'minlaydi.

Taqdimot pog'onasi (Presentation Layer) oxirgi terminallar o'rtasida ma'lumotlar almashuvi shaklini belgilaydi. Taqdimot pog'onasi quyidagilarni ta'minlaydi:

- yuboruvchi va qabul qiluvchi sintaksislarni tarmoqqa uzatish sintaksisi bilan muvofiqlashtirish;
- so'rov orqali seans o'rnatish va yakunlash;
- axborot yuborishlarni ta'minlaydi.

Ilova pog'onasidan kelib tushgan ma'lumotlar uzatuvchi terminalda umumlashtirilib oraliq shaklga o'tkaziladi. Ushbu pog'ona protokollarni qayta o'zgartirish, ma'lumotlar translyatsiyasi, qo'llanilayotgan simvollar to'plami (kodlar jadvali)ni almashtirish kabilarga javob beradi, bundan tashqari, uzatiladigan bitlarni kamaytirish uchun ma'lumotlarni zichlashni boshqaradi.

Ilova pog'onasi (Application Layer) – jarayonlarining tarmoq xizmatlariga kirish uchun imkon yaratadi va quyidagilarni taminlaydi:

- ochiq tizimlarni o'zaro bog'lanish muhiti bilan foydalanuvchilarning amaliy dasturlarni birga ishlashini;

- axborot almashish bo'yicha sheriklarni (partnerlarni) identifikatsiyalash;

- ma'lumotlar hajmini aniqlash;

- konfedsionallikni ta'minlash mexanizmini muvofiqlashtirish;

- xizmat ko'rsatish sifatini muvofiqlashtirish;

- xizmat ko'rsatish tartibini tanlashlarni ta'minlaydi.

Ilova pog'onasida ma'lumotlar birligi odatda ma'lumot (message) deb ataladi. Ilova pog'onasi xizmatlari turlicha Telnet, SSH, DHCP, FTP, WWW xizmatlarini ko'rish mumkin.

Nazorat savollari

1. MUTga qo'yiladigan talablar nimalardan iborat?

2. Tarmoq topologiyasining xarakteristikalariga tushuncha bering?

3. Fizik va mantiqiy topologiyalarga tasnif bering?

4. Ochiq tizimlar etalon modelining asosiy vazifalari nimalardan iborat?

5. OSIda ishlatiladigan protokollar turlari va tavsiflari?

6. OSI modelining 3-ta pog'onasiga tavsif bering?

7. OSI modelidagi protokol va interfeys tushunchalariga tasnif bering?

8. Seans pog'onasining asosiy vazifalari nimalardan iborat?

9. TCP/IPga tushuncha bering?

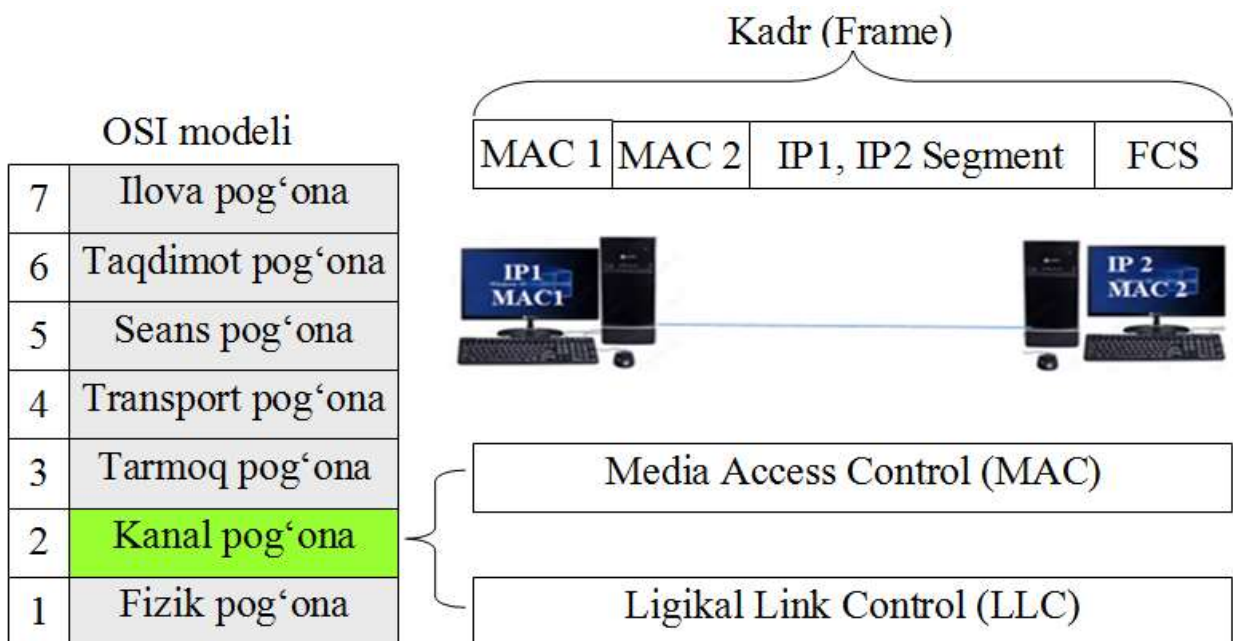
10. TCP/IPga amaliy pog'ona qanday xizmatlarni qo'llab quvvatlaydi?

II-bob. KANAL POG‘ONASI FUNKSIYALARI, PROTOKOLLARI VA KOMMUTATORNING FUNKSIONAL MODELI

2.1. Kanal pog‘onasi funksiyalari, standartlari, kadr formatining tuzilishi

Kanal pog‘ona OSI modelining 2-pog‘onasi va TCP/IP modelning 1-pog‘onasiga bo‘lib, fizik muhit bo‘ylab kadrlarning almashinishiga, yuqori pog‘onalarga fizik muhitga kirish ruxsatini taqdim etish va shu muhit bo‘ylab ma’lumot almashinishini boshqarish va nazorat qilish, xatoliklarni aniqlash kabi bir qancha funksiyalarni bajaradi [10-13]. Kanal pog‘onasi ikkita qismga ajratiladi (2.1-rasm):

- Mantiqiy kanalni boshqarish pog‘onasi (Logical link control, LLC).
- Vositalarga kirish pog‘onasi (media access layer, MAC),



2.1 – rasm. Kanal pog‘onasining qismlarga bo‘linishi

LLC (Logical Link Control) - yuqori va pastki pog‘onalar o‘rtasida aloqani ta’minlash uchun tarmoq DT va apparat o‘rtasida vositachi bo‘lib xizmat qiladi. LLC qismi asosan paketlar bilan ishlovchi protokollarga boshqaruv ma’lumotlarni kiritib, qabul qiluvchiga uzatilishiga, paketlarni olib pastki pog‘onaga yetkazishni ta’minlaydi.

LLC qismi quyidagi xizmatlarni qo‘llaydi:

- ulanishni o‘rnatmasdan va tasdiqlamasdan xizmat ko‘rsatish;

- ulanishga mo'ljallangan xizmat ko'rsatish;
- ulanishni o'rnatmasdan tasdiqlaydigan xizmat ko'rsatish.

MAC (Media Access Control) - muxitga ulanish algoritmini, tarmoqni ishchi stansiyalar manzilini aniqlash, shuningdek fizik muxitni birgalikda qo'llanilish funksiyasini qo'llaydi. Asosiy vazifalari:

- Inkapsulyatsiya;
- ma'lumot uzatish muhitiga kirish ruxsatini boshqarish.

Inkapsulyatsiya 3 ta asosiy funksiyani bajaradi:

1. Kadrlarni bo'laklash;
2. Manzillash (adreslash - MAC);
3. Xatolarni aniqlash (CRC)

Kanal pog'onasida funksional xizmatlar va protokollar quyidagi tashkilotlar tomonidan tavsiflanadi:

- umumiy va ochiq standartlar/protokollarni o'rnatuvchi muxandislik tashkilotlari;
- texnologik innovatsiyalarni yoki bozor imkoniyatlari ustunliklarini qo'llash uchun shaxsiy protokollarni o'rnatuvchi kommunikatsion kompaniyalar.

Umumiy va ochiq standartlar/protokollarni o'rnatuvchi muxandislik tashkilotlariga quyidagilar kiradi (2.1-jadval):

2.1-jadval

Kanal pog'onasi standartlari

Standartlashtirish bo'yicha tashkilotlar	Tarmoq standartlari
IEEE	<ul style="list-style-type: none"> • 802.2: Mantiqiy kanalni boshqarish protokoli (LLC) • 802.3: Ethernet • 802.4: Markerli shina • 802.5: Markerli uzatish • 802.11: Simsiz lokal tarmoqlar (WLAN) va Mesh (Wi-Fi sertifikat) • 802.15: Bluetooth • 802.16: WiMax texnologiyasi

ITU-T	<ul style="list-style-type: none"> • G.992. ADSL • G.8100 - G.8199. Transport tarmog'i orqali MPLSning aspektlari • Q.921. ISDN • Q.922. Frame Relay texnologiyasi
ISO	<ul style="list-style-type: none"> • HDLC (ma'lumotlar uzatish kanalini boshqarishning yuqori darajali protokoli) • ISO 9314. Optik tolali kanallar orqali ma'lumotlarni uzatish uchun taqsimlangan interfeysga kirishni nazorat qilish (FDDI)
ANSI	<ul style="list-style-type: none"> • X3T9.5 va X3T12. Optik tolali kanallar orqali ma'lumotlarni uzatish uchun taqsimlangan interfeys (FDDI)

– elektronika va elektrotexnika bo'yicha muxandislar instituti (IEEE);

– Xalqaro elektr aloqa ittifoqi (ITU);

– Xalqaro standartlashtirish tashkiloti (ISO);

– Amerika milliy standartlashtirish instituti (ANSI).

Ethernet kadrlarining to'rtta asosiy turi mavjud:

– Ethernet Type II

– Ethernet 802.3

– Ethernet 802.2

– Ethernet SNAP (SubNetwork Access Protocol).

Ethernet kadr formatining tuzilishi 2.2 – rasmda keltirilgan.

Preamble	SFD	DA Qabul qiluvchi manzili	SA yuboruvchi manzili	Tupe/Length Turi/Uzunligi	Data Ma'lumot	FCS Nazorat yig'indisi
7 bayt	1 bayt	6 bayt	6 bayt	2 bayt	46-1500 bayt	4 bayt

2.2 – rasm. Ethernet kadr formatining tuzilishi

bu yerda:

- *Preamble (Preamble)*. 8 baytdan iborat. Birinchi 7 bayt bir xil

ketma - ketlikga ega bo‘ladi (10101010), bu qabul qiluvchi qurilmada sinxronizatsiya uchun qulay bo‘ladi. So‘ngi (Start-of-frame-delimiter, SFD) bir bayt (10101011) kadrning axborot qismi boshlanishini ko‘rsatishga xizmat qiladi.

- *MAC*- qabul qilib oluvchi manzili (Destination Address, DA).
- *MAC*- jo‘natuvchi manzili (Source Address, SA).
- *Uzunlik maydoni* yoki ma‘lumotlar turi (Length/Type, L/T). Ikki bayt ushbu kadrda ma‘lumotlar maydonini yoki ma‘lumotlar turini ko‘rsatadi. (Yuqori pog‘onada qo‘llanilgan protokol turini aniqlaydi) .
- *Ma‘lumotlar (Data)*. Kadrning foydali yuklamasi, OSI modelining yuqori pog‘ona ma‘lumoti. Ma‘lumot uzunligi 0 dan 1500 baytgacha bo‘lishi mumkin. Kolliziyani aniqlash uchun kadr 64 baytdan kichik bo‘lmasligi kerak. Agar maydon 46 baytdan kichik bo‘lsa, unda kadr qo‘shimcha maydon bilan to‘ldiriladi.
- *Nazorat yig‘indisi* (Frame Check Sequence, FCS). 4 bayt bo‘lib u kadrning barcha axborot maydoni nazorat yig‘indilarini o‘z ichiga oladi. Hisoblash CRC-32 algoritmi bo‘yicha hisoblaniladi va kadrqa qo‘shiladi.

Nazorat savollari

1. Kanal pog‘onasi funksiyalari nimalardan iborat?
2. Kanal pog‘onasi nechta qismdan iborat va ularning vazifalari?
3. Kanal pog‘onasida qo‘llaniluchi standartlarni keltiring?
4. Ethernet kadr formatining tuzilishini keltiring?
5. Kanal pog‘onasida xatolarni aniqlash va to‘g‘irlash qanday amalga oshiriladi?

2.2. Kanal pog‘onasining protokollari (FR, ATM, Ethernet)

Frame Relay (FR) texnologiyasi. FR texnologiyasi kanal pog‘ona protokoli bo‘lib, X.25 texnologiyasiga nisbatan ishlab chiqarish bo‘yicha samaraliroq hisoblanadi. Chunki X.25 texnologiyasini global tarmoqqa kirish usuli bo‘yicha kamroq ishonchlilikga ega bo‘lgan analog texnologiyaga asoslanadi.

X.25 texnologiyasi uzatuvchi va qabul qiluvchi orasidagi qurilmadan paket butunligi va xatoni to‘g‘rilash to‘g‘risidagi xabarni tasdiqlanishini so‘raydi, ya‘ni paketdagi FCSni tekshirib, undan so‘ng uni keyingisiga yuboradi. Bu esa o‘z navbatida oraliq tugunlardagi uzatishni sekinlashtiradi. Natijada past sifatli tarmoq kanalida ma‘lumotni uzatish

kechikish yuzaga keladi. Shuning uchun X.25 tarmog'idan sifatli bo'lgan sezgir trafikni uzatib bo'lmaydi [14].

Keyinchalik yuqori sifatli raqamli kanallar paydo bo'lgandan so'ng, bunday tekshirish ortiqcha bo'lib qoldi. Shuning uchun FR kommutatorlari kovakli kommutatsiya texnologiyasidan foydalanadi, ya'ni manzil axborotini o'qib bo'lgandan keyin darhol navbatdagi tranzit tugunga uzatadi va bu esa hech qancha vaqtni olmaydi. Agar xato yuzaga kelsa, FR kommutatorlari kadrni xatoli qismini olib tashlaydi. Xatoni to'g'rilash funksiyasi yuqori darajali protokolga yuklatiladi (masalan, TCP). Bu holat kadr hisob-kitobi va qayta ishlanishiga ketadigan xarajatni kamaytirib, uning o'tkazuvchanlik qobiliyatini oshiradi.

FR texnologiyalarining tadqiqotlari va standartlarini ishlab chiqish bo'yicha 3 ta tashkilot shug'ullanadi:

- Frame Relay Forum (FRF);
- ANSI–Amerika milliy standartlar instituti, u T1.602, T1.606, T1.607-1990, T1S1/91-695, T1.617, T1.618 standartlarini ishlab chiqqan;
- ITU-T- Halqaro elektraloqa ittifoqi, u I.122, I.233, I.370, I.555, Q.902, Q.922, Q.931, Q.933, Q.2931 tavsiyalarini ishlab chiqqan.

FR tarmog'i odatda uzatish tezligini 2 Mbit/s gacha ta'minlaydi, ammo hozirda 34,4 Mbit/s tezligi uchun E3 interfeysni qo'llash bo'yicha ITU tavsiyalari (masalan, G.703) mavjud va FR uskunalari ishlab chiqaruvchilarining bir qanchasi bu tezlikni amalga oshirishdi.

FR texnologiyasi oqimni boshqarishda o'zining maxsus boshqarish mexanizmiga ega bo'lib, turli xildagi trafikni moslashuvchan multipleksorlanishini ta'minlaydi.

Texnologiya afzalliklari:

- minimum boshqaruv axborotga ega kadrning sodda formatiga ega;
- OSI modelining yuqori pog'onalari protokollaridan mustaqilligi;
- kadr uzatishda to'xtashning kam muddati, bu ma'lumotlar uzatishdan tashqari audio va video axborotni uzatishni tashkil qilish, ya'ni xizmatlar integratsiyasi bilan tarmoqni amalga oshirishga imkoniyat beradi.

Bu texnologiya nafaqat lokal tarmoqlarda va xududiy tarmoqni trafik bilan boshqarishga, balki sezgir trafikni, ya'ni ovozni uzatishga moslashadi.

FR protokolida tugunlar o'rtasida ma'lumot almashinuvi boshlanishidan oldin virtual ulanishni o'rnatishi lozim.

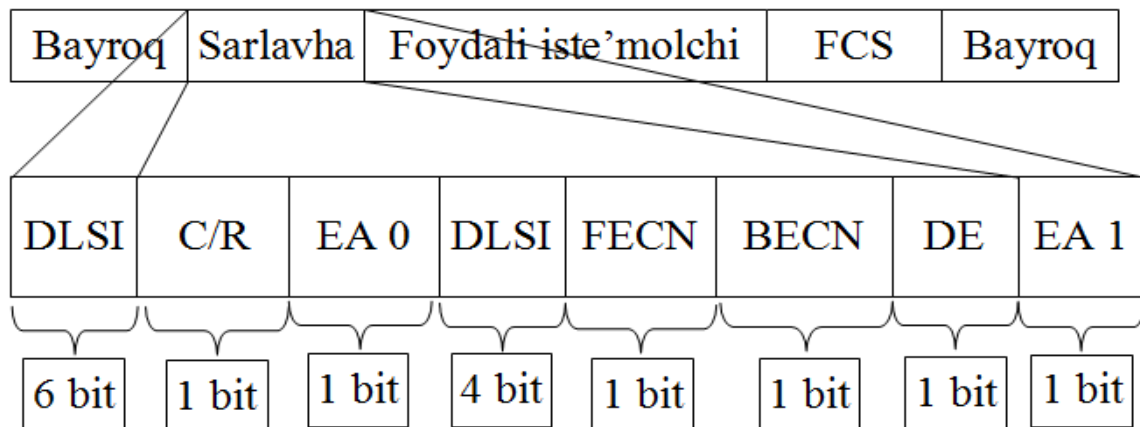
Har bir virtual ulanish (Permanent Virtual Channel, PVC) yoki

kommutatsiyalangan virtual ulanish (Switched Virtual Channel, SVC) ma'lumotlar uzatish kanalini identifikatori DLCI yordamida identifikatsiyalanadi.

DLCI (Data Link Connection Identifier)–ma'lumot uzatish kanali identifikatori. DLCI ning ikkita maydon yig'indisining uzunligi 10 bit (6 bit birinchi bayt va 4 bit ikkinchi bayt) bo'lib, FR tarmog'ida abonent manzilini aniqlaydi. DLCI tayinlangan manzillari chegaralangan lokal xarakterga ega, ya'ni foydalanuvchi va tarmoq o'rtasida mantiqiy kanallarning identifikatsiyasi uchun ishlatiladi, buning natijasida turli uskunalar bitta DLCI ni qayta ishlatishi mumkin.

Tarmoq interfeysi nuqtai nazaridan FR ham X.25 protokoli qatoridan hisoblanadi. Biroq FR texnologiyasi X.25 ga nisbatan funksional imkoniyatlari va formati (hajmi) bo'yicha farq qiladi. FR asosan liniyadagi katta ma'lumotlar oqimi uchun mo'ljallangan bo'lib, yuqori ko'rsatkichni va foydani ta'minlaydi (2.3-rasm).

FR tarmog'i orqali uzatish uchun ma'lumotlar kadrge segmentatsiya qilinadi. Bir va bir nechta bir baytli bayroqlar kadrning bo'linishiga xizmat qiladi. Kadr har xil uzunlikda bo'lishi mumkin. Kadrning maksimal uzunligi 1600 oktet.



2.3 – rasm. FR kadr formatining tuzilishi

FR kadr formati qo'llaniluvchi asosiy tushunchalar va tasniflari 2.2-jadvalda keltirilgan.

2.2-jadval

FR kadr formati qo'llaniluvchi asosiy tushunchalar va tasniflari

Asosiy tushuncha	Tasnifi
Bayroqlar (flags)	ma'lumotlar bloki boshi va ohirini cheklab

	turadi
sarlavha	Boshidagi bayroqdan ikkita bayt axborot manziliga (adres) keladi
FCS	ikki baytli kadrni nazorat yig'indisi (Frame control sum)
DLCI	ulanish identifikatori
C/R	maydonning amaliy qismi, FR protokolidan foydalanmay, tarmoq orqali ochiq uzatiladi;
EA	manzilning 2, 3 yoki 4 bitli maydonini bildiradi;
FECN	qurilmada tirbandliklar to'g'risida axborot beradi;
BECN	manba qurilmasida tirbandliklar to'g'risida axborot beradi;
DE	kadrni identifikatsiya qiladi, ya'ni tirbandlikda qolgan vaqtda tashlab yuborilgan bo'lsa.

Xususiy tarmoqni oddiy usulda amalga oshirish axborot qurilmasi uchun FR interfeysiga an'anaviy T1 multipleksorlarini qo'shish hisoblanadi. Undan tashqari boshqa ovoz uzatish va video - telekonferensiyalarni o'tkazish kabi birlashtirilgan vazifalarni bajaruvchi interfeyslarga (FR maxsuslashtirilgan interfeyslarni emas) ham o'rnatiladi.

Umumiy ulanishdagi FR tarmog'iga xizmat qilinayotganda telekommunikatsiya liniyasining markaziy ofisida (MO) joylashgan FR kommutatsiya qurilmasi orqali yo'naltiriladi. Tarmoq qurilmasiga ulanuvchi foydalanuvchi qurilmasi axborot uzatish tezligi keng diapozondan tanlangan tezlikda ishlashi mumkin. 36 kbit/s dan 2 mbit/s diapozonidagi tezlik hisoblanadi.

FR texnologiyasining asosiy kamchiligi yuqori pog'ona protokollarni "ajrata olmaydi". Shu sababli ko'p muammolar kelib chiqadi. Bu trafikni bir - biridan ajratishning yagona yo'li har biriga o'zining virtual bog'lanishini ta'minlash kerak, yoki ikkinchi virtual ulanish uchun qo'shimcha xarakat talab qilinadi.

FR tarmoqlarini qurish usullari

FR texnologiyasi bazasida korporativ tarmoq qurishda uch xil asosiy variant ko'rib chiqiladi:

- kompaniya ajratilgan xususiy tarmoq. Aloqa liniyasini ijaraga oladi

va kerakli uskunalarni sotib oladi (kompyuter, marshrutizatorlar, multipleksorlar). Ularning bazasiga qurilgan tarmoq firmaning mulki hisoblanib nazorat ham ularning qo'liga bo'ladi;

– virtual xususiy tarmoq. Firma telekommunikatsiya kompaniyalaridan FR tarmog'i xizmatini sotib oladi. Bu holda firma FR abonent uskunolari bilan birga xizmatni sotib oladi yoki bu uskunani telekommunikatsiya operatoridan ijaraga oladi. Shu bilan firma xususiy umumiy foydalanishga mo'ljallangan FR tarmog'idan foydalanib, korporativ tarmoqni tashkil qiladi va tarmoq ustidan administrativ xizmatni va to'liq nazoratni o'rnatadi.

– Ma'lum korporativ tarmoq telekommunikatsiya kompaniyasiga bog'lanadi, ya'ni u o'zida firma mijoz bilan bog'liq bo'lgan administrator boshqarmasi orqali aloqa, uskuna xizmatlarini taklif qiladi va tarmoqni qo'llab-quvvatlab turadi. Bunday kelishishga bozordagi moyillik aniq ta'sir qiladi. Ma'lumotlarga qaraganda dunyoda 30% korporativ tarmoqlar ishlaydi. Bu moyillik shartli bo'lib, ko'p kompaniyalarni qimmat turuvchi va murakkab korporativ tarmoqni bimalol boshqara olishni xohlamasliklari o'zlarining taklif qiladigan xizmat va tovarlarini sotishlarini doimiy hajmini oshiraolmasliklariga sabab bo'ladi.

ATM texnologiyasi. Zamonaviy texnologik tarmoqlarni rivojlanishi, optik tolali aloqa liniyalarini yaratishdagi yutuqlar, katta xotirali va yuqori pog'onada tez ishlaydigan integral sxemalarni paydo bo'lishi ATM deb ataladigan yangi transportlash usulini yaratishga olib keldi.

ATM texnologiyasida keng polosali texnologiya B-ISDNni transport mexanizmi asos qilib olindi. Bu ma'lumotlarni uzatishni raqamli standarti bo'lishi bilan birga, telefon tarmoq abonentlari uchun global tarmoq orqali ma'lumotlar oqimini uzatish imkonini beruvchi kommunikatsiya protokollarini topishga sabab bo'ldi. ATM texnologiyasi ham lokal, ham global tarmoqlarda ishlatish imkoniyati paydo bo'ldi. U yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyatini namoyon qiladi va uzatish uchun axborot yo'q bo'lsa, tarmoq resurslarini ishlatmaydi. Agar axborot paydo bo'lsa, u yacheykalarga joylashtiriladi. So'ngra bu ma'lum iste'molchi kanali orqali uzatiladi. Agar ATM tarmog'idagi qurilma hech narsa yubormasa, unda tarmoq bo'sh resurslarning boshqa qurilmalarni ishlatadi [15]. 2.3-jadvalda ATM texnologiyasi quyidagilarni ta'minlaydi:

ATM texnologiyasi quyidagilarni ta'minlaydi:

– belgilangan uzunlikdagi paket (yacheyka) ko'rinishida ma'lumotlarni barcha turlarini transportlash (so'zlashuv, musiqa, xarakatsiz va xarakatli tasvirlar, ma'lumotlar);

- foydalanuvchi uchun unga kerak bo‘lgan tarmoq o‘tkazuvchanlik qobiliyati resurslariga kerakli paytda vaqt ajratish;
- interaktiv xizmat va axborotlarni taqsimlash xizmatlarini, shu bilan birga aloqa o‘rnatiladigan va aloqa o‘rnatilmaydigan xizmatlarni ham ta‘minlaydi.

2.3-jadvalda ATM texnologiyasi imkoniyatlari keltirilgan

2.3-jadval

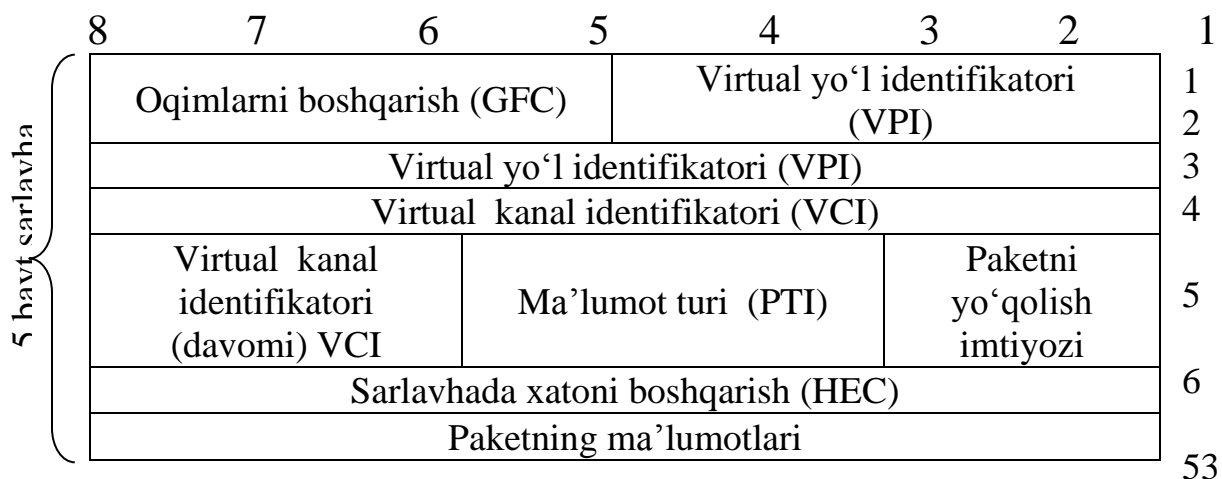
ATM texnologiyasi imkoniyatlari

ATM texnologiyasi imkoniyatlari	tarmoqning yuqori moslashuvchanligini ta‘minlaydi, bunda foydalanuvchilarni sifatli xizmatga bo‘ladigan talablarini o‘zgarishi tushuniladi;
	tarmoqning qurilish loyihasiga va ekspluatatsiyasiga ketgan sarf -xarajatlarni kamaytiradi va shu bilan birga tarmoq qurilmasini ishlab chiqish, ya‘ni ko‘plab ikkilamchi tarmoq o‘rniga bitta tarmoq yaratilishi va ekspluatatsiya qilinishi tushuniladi.

ATM texnologiyasida ixtiyoriy kanal orqali, ya‘ni kompyuter, telefon, videokanallardan kelayotgan ma‘lumotlar oqimini 53 baytga teng uzunlikdagi va 5 baytga teng sarlavhaga ega bo‘lgan, belgilangan uzunlikdagi paketlar orqali uzatish ko‘zda tutiladi. ATM paketlari yacheyka (cell) deb ataladi. Paketlarning kichik uzunlikda bo‘lganligi, ularni uzatishdagi vaqtni qisqarishiga olib keladi va bu paketlarni uzatishda kam to‘xtalishlarga olib keladi. Bu uzatishni doimiy pog‘onada bo‘lishini talab qiladigan multimediyali axborotlarga xosdir.

Multimediyali trafikka tarmoq kommutatorlari birinchi marta xizmat ko‘rsatganda, uning paketlari 155 Mbit/s tezlikdagi va 53 baytga teng uzunlikdagi paketlarni uzatish vaqtida ham, kamida 3 mks kutish vaqtini talab qiladi.

ATM pog‘onasini bazali elementi bo‘lib yacheyka hisoblanadi. ITU-Tni ATM uchun taklif qilingan ATM paketining umumiy ko‘rinishi quyidagicha: yacheyka sarlavhasi 5 oktetni tashkil etsa, axborot maydoni 48 oktetga tengdir. ITU.361 tavsiyasiga binoan yacheykani uzatish quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi (2.4 – rasm):



2.4 - rasm. ATM yacheykasining tuzilishi

- oktetlar birinchisidan boshlab o'sish navbatida uzatiladi, oktet ichidagi bitlar 8-chisidan boshlab kamayish tartibida uzatiladi;

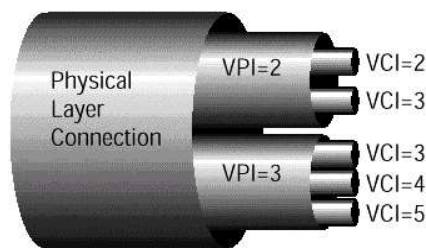
- yacheykani hamma maydonlari uchun birinchi bit asosiy hisoblanadi (MSB-Most Significant Bit).

"Foydalanuvchi-tarmoq" interfeysidagi yacheykani sarlavhasi quyidagi ko'rinishga ega:

- oqimni umumiy boshqarish (GFC-Generic Flow Control) 4 bit;
- virtual yo'l identifikatori (VPI-Virtual Path Identifier) - 8 bit;
- virtual kanal identifikatori (VCI-Virtual Channel Identifier) -16 bit;

- foydali yuklama turi (PT - Payload Type) - 4 bit;
- yacheykani yo'qotish imtiyozi (CLP - Cell Loss Priority) 1 bit;
- sarlavhadagi xatoliklarni nazorati (HEC-Header Error Control)-8 bitga teng.

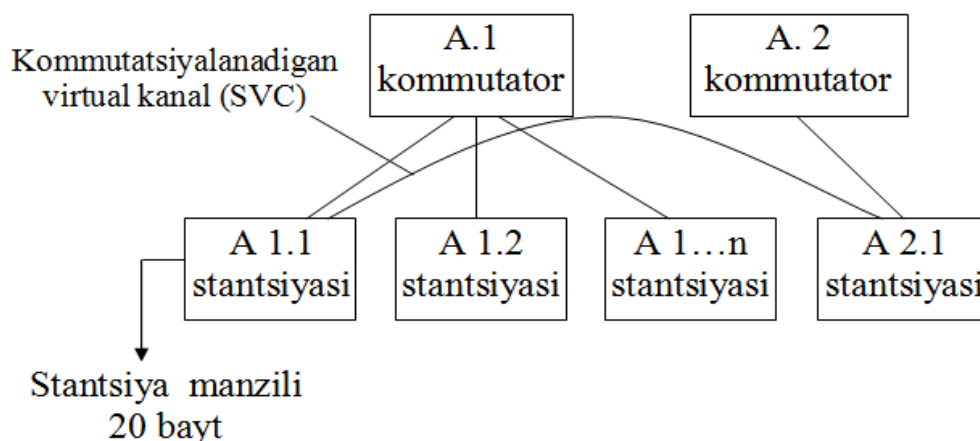
Virtual kanallar va virtual yo'llar. Yacheyka sarlavhasida ATMni har bir yacheykasi ikki qismli manzilga ega, ya'ni VPI (virtual path identifier, VPI) va VCI (virtual channel identifier, VCI)dan iborat. Bu manzil fizik interfeys pog'onasida ATMni virtual ulanishini noyob identifikatsiyasini ta'minlaydi. Uzatishni fizik marshruti (masalan, DS1 yoki DS3) bir yoki undan ko'proq marshrutlarga ega va bundan tashqari har bir virtual marshrut bir yoki undan ko'proq virtual kanallarga ega bo'lishi mumkin. Quyidagi 2.5 - rasmda fizik pog'onadagi ulanish ko'rsatilgan.



2.5-rasm. Fizik pogʻonadagi ulanish

Uzatishni maʼlum marshrutida VPI va VCI alohida kanalga birlashtirilgan va faqat berilgan kommutator uchun maʼlum qiymatlarga ega hisoblanadi. VPI va VCI manzillari tarmoq ulanish marshrutida ATMni har bir kommutatorlarida oʻzgarib turadi, yaʼni har bir kommutator kiruvchi VPI va VCIning, chiquvchi VPI va VCIga oʻzgartirib turadi. Ziddiyatli holatlar sodir boʻlmagan vaqtda, manzil tarmoq boshqa joylarida ishlatilishi mumkin. ATM uzatish marshrutiga, virtual marshrut yoki virtual kanalga kommutatsiyani taʼminlab beradi.

ATM tarmoqlarida ohirgi qurilma va tarmoq orasida ulanish aloqani individual liniyasi orqali amalga oshiriladi. Kommutatorlar esa, oʻzaro bir - birlari bilan zichlashtirilgan kanal orqali ulanadi va ular kerakli kommutatorga ulangan barcha qurilmalarning paketlarini uzatadi (2.6-rasm).



2.6 -rasm ATM tarmogʻining tuzilishi

ATM kommutatorlari, trafikni marshrutlash uchun ohirgi qurilmalar manzilini ishlatadi. Paketli kommutatsiya virtual kanal identifikatori (VCI) asosida sodir boʻladi. U oʻrnatilganda aloqa oʻrnatishga tayinlanadi va aloqa uzilganda u yoʻq qilib tashlanadi. U telefon tarmogʻidagi raqamga oʻxshashdir va shahar, davlat kodlariga moslarini ishlatadi. Virtual ulanishlar doimiy (Permanent Virtual Circuit, PVC) va kommutatsiyalanadigan (Switched Virtual Circuit, SVC) boʻlishi mumkin.

Doimiy virtual ulanishlar ikkita belgilangan abonentlarni ulaydi va tarmoq ma'muri tomonidan o'rnatiladi. Kommutatsiyalanadigan virtual ulanishlar ixtiyoriy ohirgi abonentlar orasida aloqani o'rnatish boshlanganda o'rnatiladi.

ATMni ohirgi stansiyasini quyi pog'ona kommutatorlari bilan ulash UNI (User Network Interface) standarti orqali amalga oshiriladi. UNI paket tuzilishini, stansiya manzilini, boshqariladigan axborotni almashishni, ATM protokoli pog'onasini va trafikni boshqarish usullarini aniqlaydi. Kommunikatsiya texnologiyalarining qiyosiy tavsiflari 2.3-jadvalda keltirilgan.

2.3-jadval

Kommunikatsiya texnologiyalarining qiyosiy tavsiflari

Xarakteristikalar	Texnologiyalar			
	X.25	FR	ATM	IP
Uzatish tezligi	64 Kbit/s	34,4 Mbit/s	25; 155; 622 Mbit/s, 2,4 Gbit/s	Transport Texnologiya-siga bog'liq
Axborot birligi va uzunligi, oktetlarda	Paket, uzunligi 4096 gacha	Kadr, uzunligi 4096 gacha	Yacheyka, Belgilangan uzunlik, 53	Paket, uzunligi 4096 gacha
Manzillash rejasi	X.121	E.164, DLCI	E.164, AESA	IP
Kanal pog'onasi bo'yicha xatolarni qayta ishlashi	Ha	Yo'q	Yo'q	Yo'q
Yetkazib berishning kafolatlanganligi	Ha	Yo'q	Ha / Yo'q	Yo'q
Marshrutizatsiya	Yo'q	Yo'q	PNNI	OSPF, RIP va b.
Qayta uzatish	Ha	Yo'q	SSCOP protokoli yordamida	Yo'q
Nazorat trafigi	Yo'q	CIR, EIR	PCR, SCR	Yo'q

2.2-jadval davomi

Yuklama nazorati	Ha	Yo'q	Yo'q	Yo'q
Abonentlar o'rtasida aloqa				

Nuqta-nuqta aloqa	Ha	Ha	Ha	Ha
Guruh bo'yicha yetkazib berish	Yo'q	Ha	Yo'q	Ha
Nuqta-guruh aloqa	Yo'q	Yo'q	Ha	Yo'q
Axborot trafik turlari	Ma'lumot	Ma'lumot, ovoz, video	Ma'lumot, ovoz, video	Ma'lumot, ovoz, video

Ethernet texnologiyasi. Lokal tarmoq texnologiyasining eng keng tarqalgan turi hisoblanib, bu texnologiya Xerox PARC laboratoriyasida ilk loyihalardan biri sifatida dunyoga kelgan. Rasman Ethernetning “tug‘ilgan kuni” 1973 yilning 22 may kuni Robert Metkalf PARC boshlig‘iga yangi texnologiyaning istiqbollari haqida xat yo‘llagan kun hisoblanadi [17].

1976 yili Metkalf va uning yordamchisi Devid Boggs “Ethernet: Distributed Packet-Switching For Local Computer Networks” broshyurasini chiqarib, uni dunyoga tanitishdi. Metkalf 1979 yili Xerox kompaniyasidan iste’foga chiqdi va kompyuterlar hamda lokal hisoblash tizimlariga ixtisoslashgan 3Com kompaniyasiga asos soldi. Aynan u DEC, Intel va Xerox kompaniyalarini o‘zaro hamkorlikda Ethernet (DIX) standartini ishlab chiqarishga ko‘ndirgandi.

Shunday qilib, 1980 yilning sentyabr oyida Ethernet standarti taqdimoti o‘tkazildi va keyinchalik amaldagi Arsnat hamda Token Ring texnologiyalari bilan raqobatga kirishib ketdi. Eski texnologiyalar bunga uzoq dosh bermadi - o‘tgan asrning 90 yillari o‘rtalarida ular bozordan butunlay siqib chiqarildi.

Ethernet texnologiyasi. (Ethernet ing “ether-efir, network - tarmoq, zanjir”) “tarmoq efiri”, “tarmoq muxiti” ma’nosini anglatadi. OSI modelining fizik va kanal pog‘onalari bajaradigan funksiyalarni bajaradi. Ethernet texnologiyasida ma’lumotlar koaksiyal yoki optik kabel orqali, shuningdek, o‘ralgan juftlik orqali uzatilishi mumkin. Ko‘pincha, ushbu texnologiya asosida mahalliy tarmoqlarni qurishda optik kabel tarmoq magistralini shakllantirish uchun ishlatiladi, o‘ralgan juftlik esa stantsiyalar va serverlarni ulash uchun ishlatiladi. Ethernet kabellarningning asosiy texnik xususiyatlari 2.3-jadvalda texnologiyalar va ularning uzatish tezligi va 2.4-jadvalda kanal pog‘onasi texnologiyalarini taqqoslash keltirilgan.

2.3-jadval

Texnologiyalar va ularning uzatish tezligi

Turi	Uzatish tezligi	Uzunlik
------	-----------------	---------

10BASE-5	10 Mbit/s, qalin koaksial kabel	500 m
10BASE-2	10 Mbit/s, qalin koaksial kabel	185 m
10BASE-T	10 Mbit/s, ekranlashtirilmagan oʻralgan juftlik kabel	100 m
10BASE-FL	10 Mbit/s, optik kabel	2 km
100BASE-FX	100 Mbit/s, optik kabel	412m/2 km
1000BASE-SX	1000 Mbit/s, (1 Gbit/s), koʻp modali optik kabel (62.5/125 mkm) (50/125 mkm)	500 m
1000BASE-LX	1000 Mbit/s, (1 Gbit/s), koʻp modali optik kabel (62.5/125 mkm)	400 m
1000BASE-LX	1000 Mbit/s, (1 Gbit/s), koʻp modali optik kabel (50/125 mkm)	550 m
1000BASE-LX	1000 Mbit/s, (1 Gbit/s), bir modali optik kabel (9/126 mkm)	5000 m
1000BASE-CX	1000 Mbit/s, ekranlangan muvozanatli mis kabel	25 m

2.4-jadval

Kanal pogʻonasi texnologiyalarini taqqoslash

Texnologiya	Gigabit Ethernet	Fast Ethernet	ATM
IP protokoli	Ha	Ha	RFC 1557, LANE, MPOA va/yoki IPNNIn joriy qilishni talab qiladi
Ethernet kadri	Ha	Ha	LANE texnologiyasini talab qiladi

2.4-jadval davomi

Video ilovalar	Ha	Ha	Ha, lekin ilovalarni oʻzgartirish kerak boʻlishi mumkin
----------------	----	----	---

Xizmat ko'rsatish sifati	Ha, RSVP yoki 802.1Q/p bilan	Ha, RSVP yoki 802.1Q/p bilan	Ha
IEEE 802.1Q/p virtual tarmoqlari	Ha	Ha	LANE dan 802.1Qgacha bo'lgan xaritalashni talab qiladi

Nazorat savollari

1. Kanal pog'onasida qanday turdagi texnologiyalardan foydalaniladi?
2. FR texnologiyasiga tavsif bering?
3. FR texnologiyasi X.25 texnologiyasidan qanday farqlanadi?
4. FR texnologiyasiga qo'yiladigan talablar qanday?
5. FR kadrini tuzilishini tushuntirib bering?
6. ATM tarmog'ini qurish tamoyillari nimalardan iborat?
7. ATM yacheykasini tuzilishini tushuntirib bering?
8. Ethernet texnologiyasiga tasnif bering?
9. ATM texnologiyasida virtual kanallar va virtual yo'llarga tushuncha bering?
10. ATM texnologiyasi tarmoq operatorlari uchun qanday imkoniyatlarni yaratadi?

2.3. Kommutatorning funksional modeli, turlari va MAC-jadvalning ishlash tamoyillari

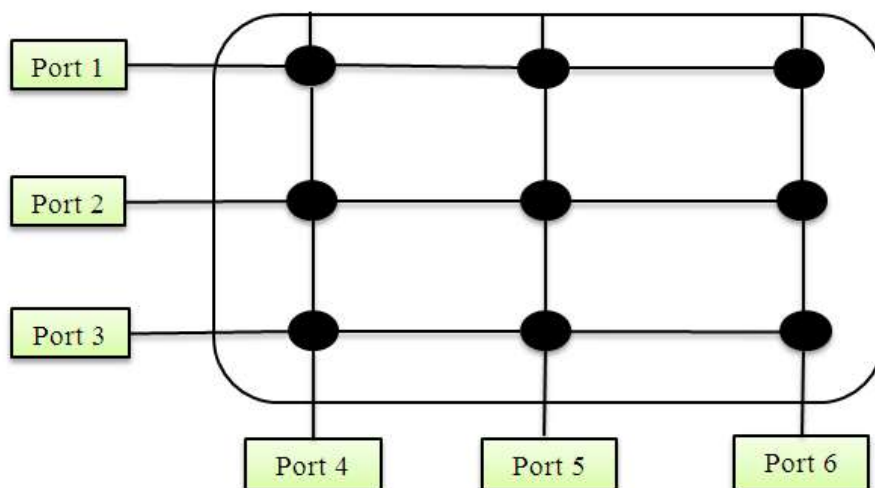
Kommutator (switch) - OSI modelining kanal pog'onasi qurilmasi bo'lib, bir yoki bir nechta LAN segmentlardagi qurilmalarni MAC manzillari bo'yicha bog'lash uchun xizmat qiluvchi qurilma hisoblanadi.

Signal uzatish tezligi 10/100/1000 Mbit/s bo'lib, shu bilan birga kommutatorlarni bir – biri bilan bog'lash uchun alohida 2/10 Gbit/s tezlikdagi portlar ham mavjud bo'ladi va to'liq dupleks rejimda ishlaydi. Kommutator ma'lumotni nusxasini barcha portlarga yubormaydi, aksincha kadrni qabul qiluvchining manzili bo'yicha signalni jo'natadi. Kommutator tarmoqdagi kompyuterlarning MAC manzilini o'zining xotirasidagi jadvalda bir qancha muddatga saqlab qoladi. Bu esa kadrlarni uzatilish tezligi, ishonchliligi va xavfsizligini oshiradi [15].

Kommutator kadrlarni yoʻnaltirishning uchta arxitekturalari mavjud:

- kommutatsiya matritsasi asosidagi;
- umumiy shina asosidagi;
- umumiy koʻp kirishli xotira asosidagi.

Kommutatsiya matritsasi asosidagi kommutator arxitekturalari portlar oʻrtasida tez aloqa qilish uchun parallel ishlovdan foydalanadi. 2.7-rasmda kommutatsiya matritsasi bogʻlanishlarining topologiyasi koʻrsatilgan.

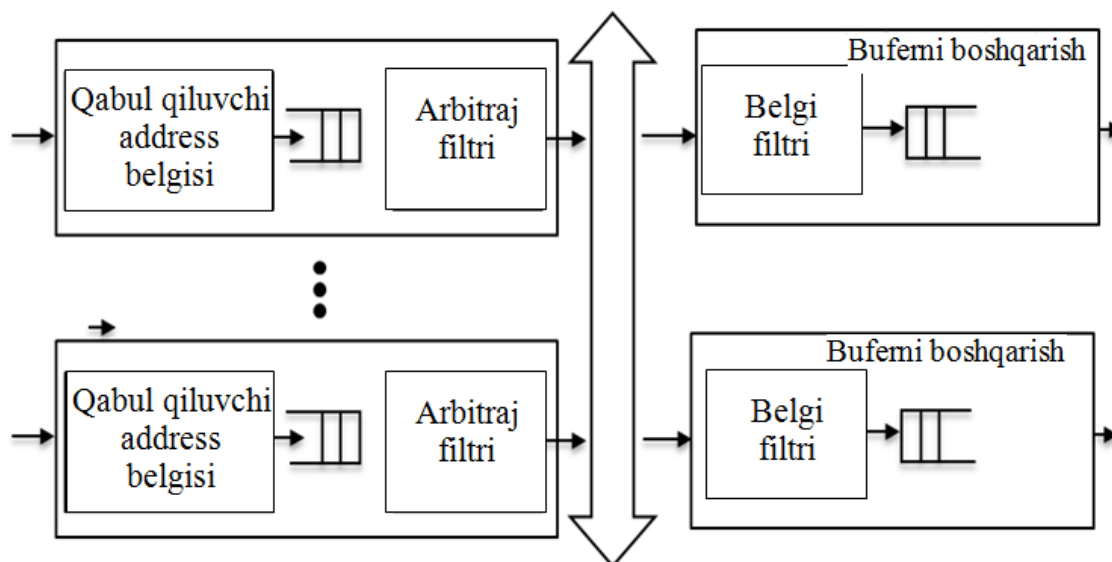


2.7-rasm. Kommutatsiya matritsasi asosidagi kommutator arxitekturalari

Biroq, portlar soni cheklangan, chunki almashtirishni amalga oshirish murakkabligi portlar sonining kvadratiga mutanosib ravishda oshadi.

Matritsani har xil kombinatsion sxemalarda amalga oshirish mumkin, lekin u fizik kanallarni almashtirish texnologiyasiga asoslangan. Asosiy kamchilik - bu matritsaning oʻzida maʼlumotlarni buferlashning mumkin emasligi.

Umumiy shina asosidagi kommutator arxitekturalari port protsessorlarini ulash uchun yuqori tezlikdagi shinalardan foydalanadi (2.8-rasm).



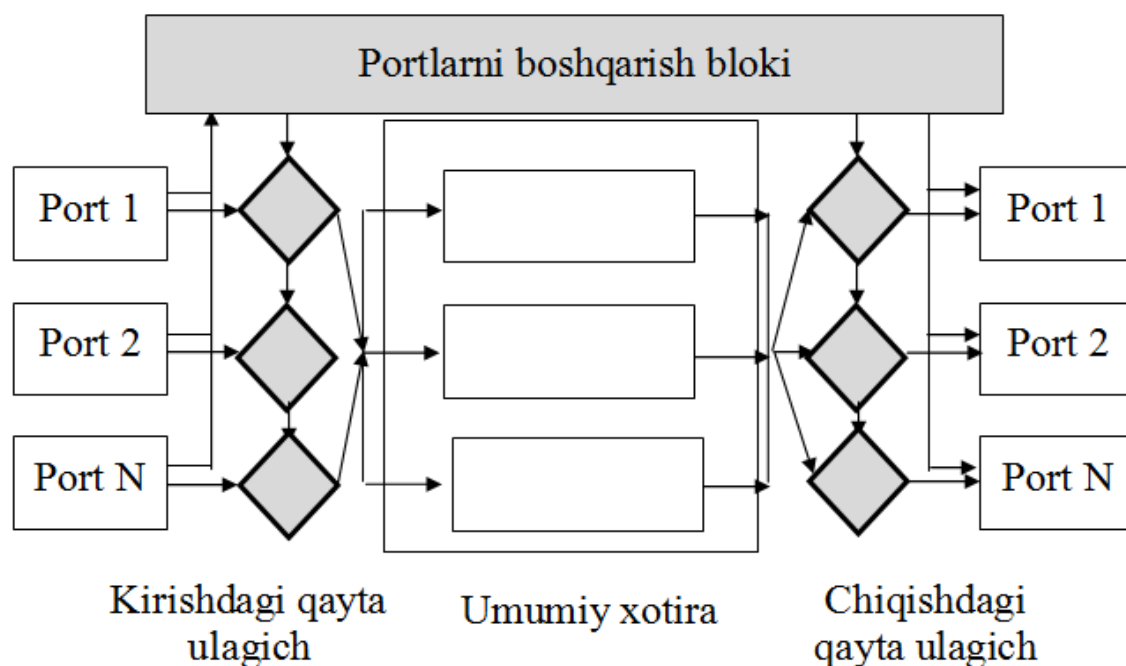
2.8-rasm. Umumiy shina asosidagi kommutator arxitekturası

Portlarning shina orqali aloqasi vaqtni taqsimlash rejimida amalga oshiriladi. Bunday holda, yuqori tezlikli shina passiv rol o'ynaydi. Ixtisoslashgan protsessorlar portlari faol hisoblanadi. Shina kalitni to'sib qo'ymasligiga ishonch hosil qilish uchun, uning ishlashi kirish portlariga ma'lumotlarni kiritish tezligidan bir necha baravar yuqori bo'lishi kerak. Uzatish kechikishlarini kamaytirish uchun, kadr shina orqali kichik qismlarga o'tkazilishi kerak. Ushbu qismlarning o'lchami kommutator ishlab chiqaruvchisi tomonidan belgilanadi. Shina, shuningdek kommutatsiya matritsasi, oraliq buferlashni amalga oshira olmaydi.

Uchinchi turdagi kommutator - ko'p kirishli xotirasi bo'lgan kommutator arxitekturası umumiy sxemasi ko'rsatilgan (2.9-rasm).

Port protsessorlarining kirish bloklari umumiy xotira bilan kirish kommutatorlari orqali, bir xil protsessorlarning chiqish bloklari esa chiqish kommutatorlari orqali xotiraga ulanadi. Umumiy xotiraning kirish va chiqishi o'rtasida almashish portni boshqarish bloki tomonidan boshqariladi.

Bu yo'lak umumiy xotirada bir nechta ma'lumotlar navbatini tashkil qiladi - har bir chiqish porti uchun bittadan. Protsessorlarning chiqish bloklari kadrning manziliga mos keladigan port navbatiga ma'lumotlarni yozish uchun boshqaruv blokiga so'rov yuboradi. Portni boshqarish bloki, o'z navbatida, xotira kirishini protsessorlarning kirish bloklaridan biriga ulaydi va ma'lumotlarning bir qismini ma'lum bir chiqish portining navbatiga qayta yozadi.



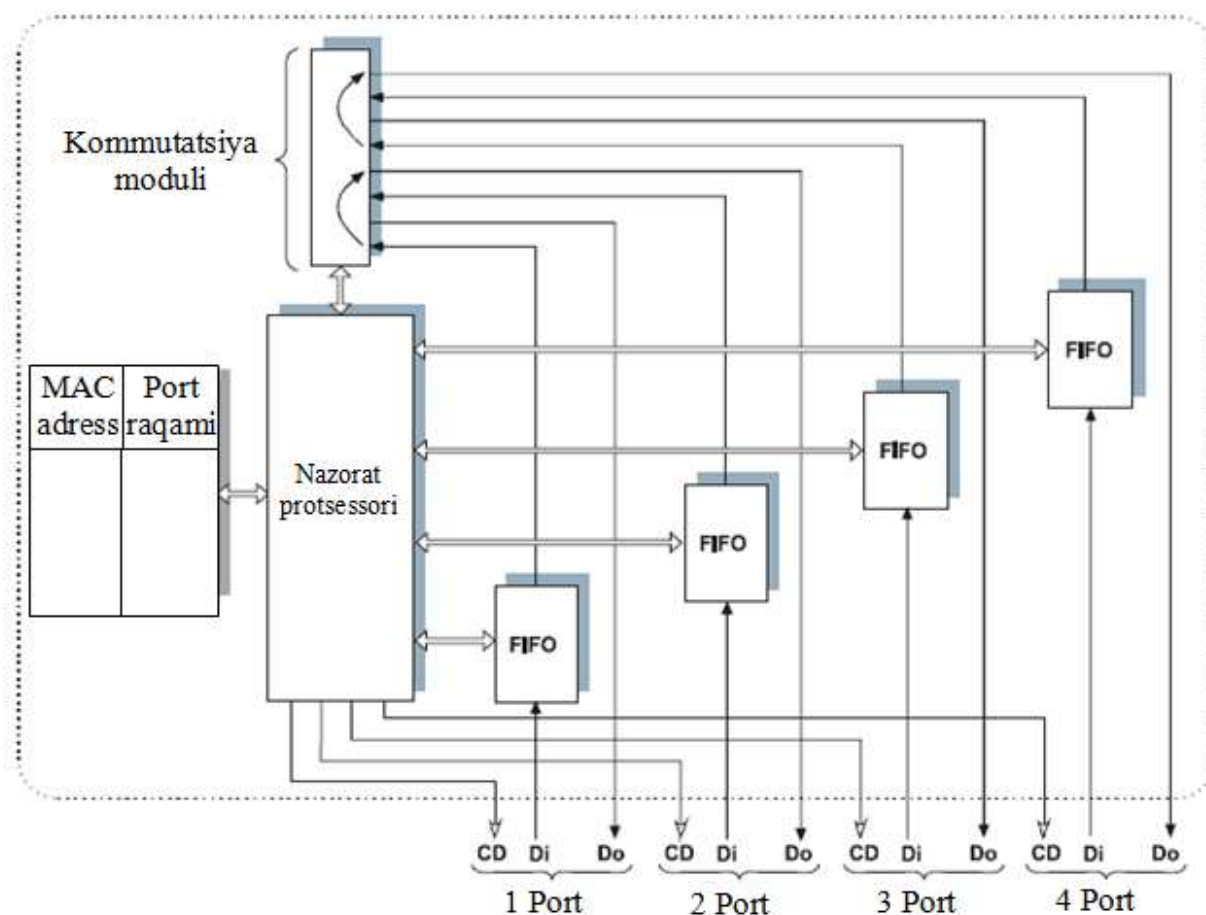
2.9-rasm. Umumiy ko‘p kirishli xotira asosidagi arxitekturası

Navbatlar to‘ldirilgach, boshqaruv bloki almashilgan ko‘p yadroli xotirani chiqish portlariga ulab beradi va navbatdagi ma‘lumotlar protsessorning chiqish buferiga qayta yoziladi.

Ta‘riflangan arxitekturalarning har biri o‘zining afzalliklari va kamchiliklarga ega. Shuning uchun, funksional jihatdan murakkab kommutatorlar ko‘pincha turli arxitekturalarni birlashtiradi. 2.10-rasmda kommutatorning funksional modeli keltirilgan.

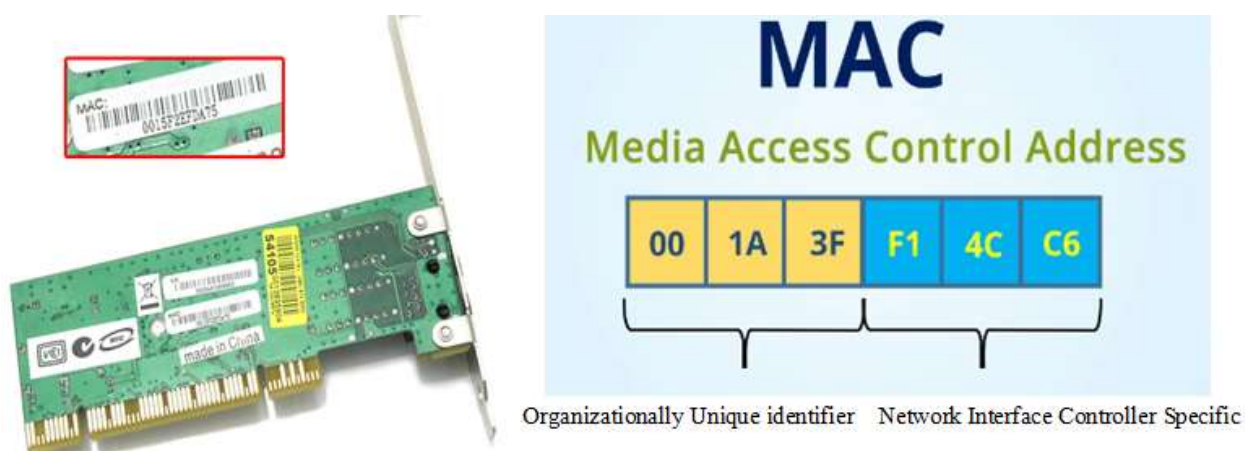
Funksional modelda tasvirlangan MAC - manzil jadvali kommutatorning xotirasida saqlaydi (assotsiativ xotirada) va kiruvchi kadrlarning uzatuvchi MAC manzilining kommutator portiga mosligini ko‘rsatadi.

MAC – fizik manzil bo‘lib, MUT qurilmasi har bir tarmoq interfeysiga beriladigan noyob identifikatordan iborat. MAC - manzil IEEE standarti bo‘yicha 2 qismdan iborat bo‘lib, umumiy uzunligi 48 bitdan tashkil topgan (2.11-rasm). Dastlabki 24 ta bit qurilmani ishlab chiqaruvchisining identifikatori hisoblanadi. Qolgan 24 ta bit tarmoq qurilmasining har bir interfeysi uchun mustaqil ravishda ishlab chiqaruvchi tomonidan tanlanadi. Odatda, MAC - manzil «-», «:» yoki «.» simvoli bilan guruhlarga ajratilgan o‘n oltilik sanoq tizimidagi raqamlar ko‘rinishida yoziladi. Masalan: 10-F1-0E-23-A2-D0, 10:F1:0E:23:A2:D0, 10f1.0e23.a2d0



CD - Kolliziyani aniqlash
 Di - Kirishidagi ma'lumotlar oqimi
 Do - Chiqishdagi ma'lumotlar oqimi
 FIFO -Navbatni tashkil qilish uchun bufer

2.10-rasm. Kommutatorning funksional modeli



2.11-rasm. Tarmoq adapterining MAC manzili

MAC manzillar jadvali ba'zan Assotsiativ xotira (SAM) jadvali deb nomlanadi. Assotsiativ xotira jadvali tushunchasi nisbatan tez-tez ishlatiladi. MAC manzillar jadvali - har bir kommutatorida tarmoq qurilmasining MAC manzili va ushbu qurilmaga kirishda foydalanish mumkin bo'lgan port raqami o'rtasidagi yozishmalar mavjud bo'lgan jadval hisoblanadi.

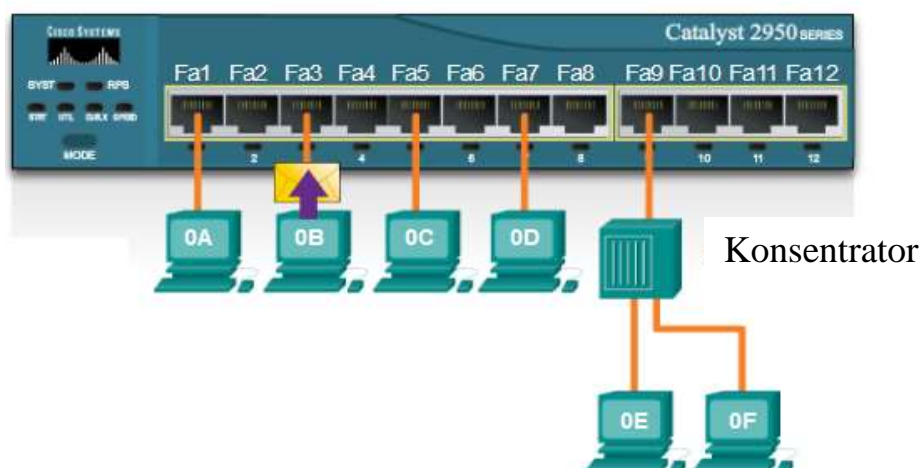
MAC manzillar jadvali uchun ikkita operatsiya aniqlanadi:

1. MAC manzilini qabul qilish;
2. MAC manzillar jadvaliga muvofiq ma'lumotlar paketini yuborish yoki filtrlash.

Kommutator yoqilganda, bu jadval bo'sh va u o'qish rejimida ishlaydi. Ushbu rejimda portga kelgan ma'lumotlar kommutatorning boshqa barcha portlariga uzatiladi. Bunday holda, kommutator kadrlarni (freym) tahlil qiladi va yuboruvchi xost MAC manzilini aniqlab, uni jadvalga kiritadi.

Keyinchalik, agar o'tish portlaridan biri MAC - manzili jadvalda bo'lgan xost uchun mo'ljallangan kadrni olsa, bu kadr faqat jadvalda ko'rsatilgan port orqali uzatiladi. Agar qabul qilingan MAC - manzil hech qanday o'tish porti bilan bog'liq bo'lmasa, kadr barcha portlarga yuboriladi. Vaqt o'tishi bilan, kommutator barcha portlari uchun to'liq jadval tuzadi va natijada trafik lokalizatsiya qilinadi. Shuni ta'kidlash kerakki, interfeysning har bir portida past kechikish va yuqori uzatish tezligi yuqori [20-21].

Kommutatorlarda MAC manzillarni MAC - manzil jadvalga yozish statik va dinamik turlariga bo'linadi. Statik MAC manzillar tarmoq ma'muri tomonidan sozlanadi hamda ustuvor ahamiyatga ega va doimiydir (ularni dinamik MAC manzillari bilan almashtirib bo'lmaydi). Ma'lumot paketlarini uzatishda dinamik manzillar kommutator tomonidan yozib olinadi va ular cheklangan vaqt davomida amal qiladi. MAC - manzil jadvalidagi MAC - manzilning uzatuvchisi MAC - manzil ma'lumotiga asoslanib, kommutator kadrni qanday o'tkazishni aniqlaydi. Qabul qilingan kadrni kommutator boshqa portlarga uzatish jarayonini quyidagi misolda ko'rib chiqamiz (2.12-rasm).



2.12-rasm. Kommutator MAC-manzil jadvali asosida boshqa qurilmaga uzatish jarayoni

Kadr

Preambula	Qabul qiluvchi MAC-manzili	Uzatuvchi MAC-manzili	Uzunlik turi	Inkapsulyatsiyalangan ma'lumotlar	Kadr tugashi
	OF	OB			

MAC-manzillari jadvali

Fa1	Fa2	Fa3	Fa4	Fa5	Fa6	Fa7	Fa8	Fa9	Fa10	Fa11	Fa12
				OC							

1-savol. Kommutator kadrni qayerga uzatib yuboradi?



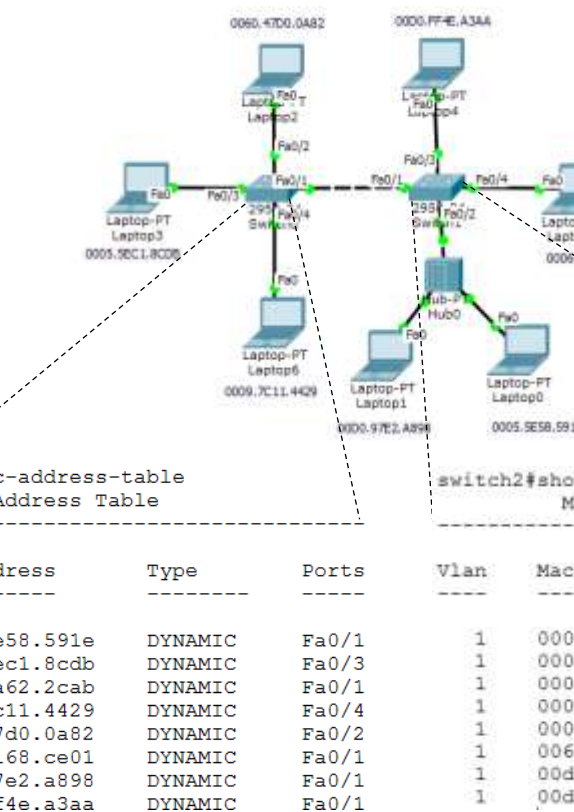
2-savol. Kommutator tomonidan kadrni uzatishda qaysi tasdiqlar to'g'ri hisoblanadi?

- * Kommutator uzatuvchi MAC-manzilini MAC-manzillar jadvaliga qo'shadi.
- Kadr broadcast hisoblanadi, shuning uchun barcha portlarga uzatiladi.
- Kadr unicast hisoblanadi, shuning uchun faqat ma'lum bir portga uzatadi.

* Kadr unicast hisoblanadi, shuning uchun barcha portlar bo‘ylab tarqatadi.

Kadr unicast hisoblanadi, shuning uchun kommutator tomonidan tashlab yuboriladi.

Kommutator qurilmasining MAC - manzil jadvali 2.13-rasmda tasvirlangan.



Switch#show mac-address-table
Mac Address Table

Vlan	Mac Address	Type	Ports
1	0005.5e58.591e	DYNAMIC	Fa0/1
1	0005.5ec1.8cdb	DYNAMIC	Fa0/3
1	0006.2a62.2cab	DYNAMIC	Fa0/1
1	0009.7c11.4429	DYNAMIC	Fa0/4
1	0060.47d0.0a82	DYNAMIC	Fa0/2
1	0090.2168.ce01	DYNAMIC	Fa0/1
1	00d0.97e2.a898	DYNAMIC	Fa0/1
1	00d0.ff4e.a3aa	DYNAMIC	Fa0/1

switch2#show mac-address-table
Mac Address Table

Vlan	Mac Address	Type	Ports
1	0001.425b.de01	DYNAMIC	Fa0/1
1	0005.5e58.591e	DYNAMIC	Fa0/2
1	0005.5ec1.8cdb	DYNAMIC	Fa0/1
1	0006.2a62.2cab	DYNAMIC	Fa0/4
1	0009.7c11.4429	DYNAMIC	Fa0/1
1	0060.47d0.0a82	DYNAMIC	Fa0/1
1	00d0.97e2.a898	DYNAMIC	Fa0/2
1	00d0.ff4e.a3aa	DYNAMIC	Fa0/3

2.13-rasm. Kommutator qurilmasining MAC - manzil jadvali

Kompyuter qurilmasining MAC-manzili 2.14-rasmda tasvirlangan

```
C:\>ipconfig/all

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : example.com
    Description . . . . . : Intel(R) Gigabit Network Connection
    Physical Address. . . . . : 00-18-DE-C7-F3-F8
    DHCP Enabled. . . . . : Yes
    Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.1.67(Preferred)
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Lease Obtained. . . . . : Monday, November 26, 2012 12:14:48 PM
    Lease Expires . . . . . : Saturday, December 01, 2012 12:15:02 AM
    Default Gateway . . . . . : 192.168.1.254
    DHCP Server . . . . . : 192.168.1.254
    DNS Servers . . . . . : 192.168.1.254
```

2.14-rasm. Kompyuter qurilmasining MAC - manzil oynasi

Kommutatorlarda xotira buferi. Kadrlarni vaqtincha saqlash va

keyin ularni kerakli manzilga yuborish uchun kommutator buferdan foydalanishi mumkin. Belgilangan port band bo'lganida ham buferdan foydalanish mumkin. Bufer - bu xotira maydoni, unda kommutatorda uzatiladigan ma'lumotlar saqlanadi.

Xotira buferi kadrlarni saqlash va yuborishning ikkita usulidan foydalanishi mumkin: port buferi va umumiy xotira buferi.

Portni buferlashda kadrlar individual kirish portlari bilan bog'liq bo'lgan navbatlarda saqlanadi. Kadr navbatdagi barcha kadrlar muvaffaqiyatli uzatilgandan keyingina chiqish portiga yuboriladi. Bunday holda, bitta kadr o'z manziling band bo'lganligi tufayli butun navbatni kechiktirishi mumkin. Qolgan kadrlar o'z manzillarining ochiq portlariga yuborilishi mumkin bo'lsa ham, bu kechikish sodir bo'lishi mumkin.

Umumiy xotirada buferlanganda, barcha kadrlar kommutatorning barcha portlari tomonidan ishlatiladigan umumiy xotira buferida saqlanadi. Portga ajratilgan xotira hajmi uning talab qilinadigan miqdori bilan belgilanadi. Bu usul dinamik bufer taqsimoti deb ataladi. Shundan so'ng, buferdagi kadrlar chiqish portlariga dinamik ravishda taqsimlanadi. Bu bitta portdagi kadrni qabul qilish va navbatga qo'ymasdan boshqa portga yuborish imkonini beradi. Kommutator kadrlarni yubormoqchi bo'lgan portlar xaritasini qo'llab - quvvatlaydi va bu karta faqat kadr muvaffaqiyatli yuborilgandan so'ng o'chiriladi.

Bufer xotirasi umumiy bo'lganligi sababli, kadr hajmi portning o'ziga xos qismi bilan emas, balki butun bufer hajmi bilan chegaralanadi. Bu shuni anglatadiki, katta kadrlar kamroq yo'qotish bilan uzatilishi mumkin, bu ayniqsa asimmetrik kommutatsiya uchun juda muhim, ya'ni o'tkazish maydoni kengligi 100 Mb/s bo'lgan port 10 Mb/s portga kadrlarni yuborishi kerak.

Kommutatorlarda kommutatsiya rejimlari. Uchta kommutatsiya usuli mavjud. Ularning har biri kechikish va uzatish ishonchliligi kabi parametrlarning kombinatsiyasidir.

1. Oraliq saqlash bilan (Store and Forward). Kommutator kadrda barcha ma'lumotlarni o'qiydi, xatolarni tekshiradi, kommutatsiya portini tanlaydi va keyin unga kadrni uzatadi.

2. To'g'ridan-to'g'ri (cut-through). Kommutator faqat kadrda manzilni o'qiydi va keyin almashadi. Bu rejim uzatish kechikishlarini kamaytiradi, lekin xatolarni aniqlash usuli mavjud emas.

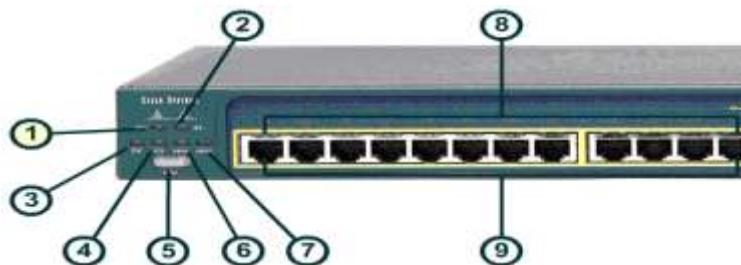
3. Gibril. Bu (cut-through) rejimining modifikatsiyasi. Uzatish kadrlar kolliziyalarini filtrlashdan keyin amalga oshirish (64 baytli kadrlar saqlash - uzatish texnologiyasi yordamida, qolganlari kesish texnologiyasi

yordamida qayta ishlanadi). “Kommutator qabul qilgan yechimi” kechikishi kadrning kommutator portiga kirishi va undan chiqish vaqtiga qo‘shiladi va u bilan birga kommutatorning umumiy kechikishini aniqlaydi.

Turli xil ishlab chiqaruvchilar tomonidan ishlab chiqilgan kommutatorlarning texnik xarakteristikalarini.

Catalyst 2950 kommutatori. Catalyst seriyali Ethernet kommutatorlari bo‘lib, ish stantsiyalari va serverlar, marshrutizatorlar va boshqa kommutatorlar kabi boshqa tarmoq qurilmalariga ulanishi mumkin. Kommutatorlar boshqa tarmoq qurilmalaridan 10 BASE-T, 100 BASE-TX va Gigabit Ethernet trafigini jamlagan holda magistral kommutator sifatida ishlatilishi mumkin.

Kommutatorning old paneli 2.15-rasmda tasvirlangan.



2.15-rasm. Kommutatorning old panelining tashqi ko‘rinishi

1. *Tizim svetodiodi.* Tizim quvvat olayotganligini va to‘g‘ri ishlayotganligini ko‘rsatadi. (Yashil rang normal ishlashni bildiradi. Qizil rang qurilma quvvat olayotganini, lekin to‘g‘ri ishlamayotganini bildiradi).

2. *“RPS” - svetodiodi.* RPS (Redundant Power System) qurilma holatini ko‘rsatadi. Yashil rang RPS ulangan va soz ekanligini anglatadi. Yashil miltillovchi RPS kaskaddagi boshqa kommutatorni qo‘llab-quvvatlayotganini anglatadi. To‘liq qizil rang RPS ulanganligini, lekin to‘g‘ri ishlamayotganligini bildiradi (u kutish rejimida bo‘lishi mumkin). RPSdagi Kutish/Faol tugmasini bosish uni faol rejimga o‘tkazadi va svetodiodi yashil rangga aylanadi. Agar yashil chiroq yoqilmasa, u holda RPS quvvat manbai o‘chirilgan bo‘lishi mumkin yoki RPS noto‘g‘ri bo‘lishi mumkin.

3. *“STAT” - svetodiodi.* Port holatini ko‘rsatadi. Ushbu rejim sukut bo‘yicha ishlatiladi.

4. *“UTIL” – svetodiodi.* Kommutator tomonidan ishlatiladigan joriy tarmoqning o‘tkazish polosasini ko‘rsatadi.

5. *Rejim tugmasi.* Foydalanuvchiga port rejimini tanlash yoki

o'zgartirish imkonini beradi. Kerakli rejimni tanlash uchun Mode tugmasi bosiladi.

6. *“DUPLX” – svetodiodi.* Port yarim dupleks yoki to'liq dupleksda ishlayotganligini ko'rsatadi.

7. *“SPEED”- svetodiodi.* Hozirgi port tezligini ko'rsatadi: 10/100 portlar uchun 10 yoki 100 Mbit/s va 10/100/1000 portlar uchun 10, 100 yoki 1000 Mbit/s.

8. *Holat porti svetodiodlari.* Holat portlari ishlatilayotganda yonadi.

9. *Ethernet porti.* Ushbu kommutatorlarda 24 ta tayinlangan avtomatik identifikatsiyalash 10/100 portlari borligi haqidagi ma'lumotni ko'rsatish uchun.

Kommutatorning orqa paneli 2.16-rasmda tasvirlangan.



2.16-rasm. Kommutatorning orqa panelining tashqi ko'rinishi

1. *O'zgaruvchan kuchlanish quvvat ulagichi.* Yopiq elektr stantsiyasi 100 va 240 V gacha bo'lgan kirish kuchlanishlarini qo'llab - quvvatlaydigan avtomatik ravishda o'zgartiriladigan birlikdir. Ulagichni o'zgaruvchan kuchlanish rozetkasiga ulash uchun quvvat manbai simidan foydalanish kerak.

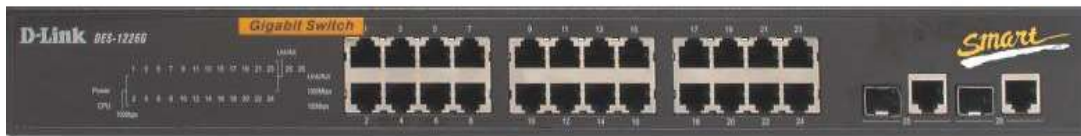
2. *RPS konnektor.* RPS 6 ta tashqi tarmoq qurilmalarini qo'llab-quvvatlaydigan va har safar bitta quvvatsizlangan qurilmani quvvat bilan ta'minlaydigan ortiqcha quvvat tizimi uchun mo'ljallangan. Ulangan qurilmaning ichki quvvat manbai ishlamay qolganda u avtomatik ravishda faollashadi va tarmoq trafigini yo'qotishning oldini olib, ushbu qurilmani quvvat bilan ta'minlaydi. Ichki elektr stantsiyasi ko'chirilganda, RPS qurilmaga quvvatni avtomatik ravishda uzib qo'yadi.

3. *Ventilyator.* Ichki qismlarni sovutadi.

4. *RJ-45 konsol porti.* Konsol porti Cisco qurilmasini sozlash uchun tashqaridan kirishni ta'minlaydigan boshqaruv portidir. Konsol portidan foydalanishning afzalligi shundan iboratki, qurilmaga tarmoq xizmatlarini konfiguratsiya qilmasdan ham kirish mumkin.

D-Link DES-1226G kommutatori. D-Link DES-1226G qurilmasi –

bu ofisda uzluksiz ishlashni tashkil qilish uchun mukammal yechim hisoblanadi (2.17-rasm).



2.17-
rasm.
Link

D-

DES-1226G qurilmasining tashqi ko‘rinishi

D-Link DES-1226G (DES-1226G) sozlanadigan kommutator ishlab chiqarish unumdorligi va tarmoq xavfsiziligi sozlanishi oddiy bo‘lgan kichik va o‘rta biznes uchun kommutatsiyalanadigan Ethernet tarmoqlarini yaratish uchun iqtisodiy jihatdan tejamkor yechimdir.

Kommutator mis yoki optika bo‘yicha moslashuvchan ulanish uchun 24 ta 10/100BASE-TX Fast Ethernet portlar va 2 ta 1000BASE-T/SFP (Mini GBIC) com portlarga ega. Portlarni agregatlash tarmoqning serverlari yoki magistralariga yuqori tezlikdagi ulanishni ta‘minlaydi, o‘tkazish qobiliyati talabchan ilovalar uchun zarur funksiyalar, xususan imtiyoz navbati va VLAN QoS xizmat ko‘rsatish va himoya sifatini amalga oshirishga imkon beradi.

Qo‘shimcha mini GBIC SFP transiverlar:

- 1000BASE-LX uchun DEM-310GT SFP transiveri, bir modali kabel, maksimal masofa 10 km;
- 1000BASE-SX uchun 3.3V DEM-311GT SFP transiveri, ko‘p modali kabel, maksimal masofa 550 m;
- 1000BASE-LH uchun 3.3V DEM-314GT SFP transiveri, bir modali kabel, maksimal masofa 50 km;
- 1000BASE-ZX uchun 3.3V DEM-315GT SFP transiveri, bir modali kabel, maksimal masofa 80 km.

3.3V. kommutatorining texnik xarakteristikalarini 2.5-jadvalda keltirilgan.

2.5-jadval

D-Link DES-1226G kommutatorining texnik xarakteristikalarini

Umumiy tavsifi

Qurilma turi	Kommutator (switch)
Model	DES-1226G
Tayanchga oʻrnatish imkoniyati	Mavjud
Operativ xotira hajmi	204.80 KB
<i>LAN</i>	
Kommutator portlarning soni	24 x Ethernet 10/100 Mbit/sek
Ichki oʻtkazish qobiliyati	8.8 Gbit/sek
MAC - manzillar jadvali	8192
<i>Boshqaruv</i>	
Web-interfeys	Mavjud
Boshqarish funksiyalari	Sozlash Web-interfeysi, Windows OT uchun utilita, konfiguratsiyani dasturiy va apparat jihatdan sozlamalarni oʻchirish (reset tugmasi), MIB-II (RFC 1213) ega SNMP v.1, private MIB qoʻllab-quvvatlash
SNMP qoʻllab-quvvatlash	Mavjud
<i>Qoʻshimcha</i>	
Standartlari qoʻllab-quvvatlash	Auto MDI/MDIX, IEEE 802.1p (Priority tags), IEEE 802.1q (VLAN)
Oʻlchamlari	440 x 44 x 140 mm
Bufer hajmi (MB)	Qurilmaga RAM 256 Kb bufer
Vazni	2.125 kg

Kommutatorlarning qoʻshimcha funksiyalari:

- kanal pogʻona protokollarini translyatsiya qilish (Ethernet, FDDI, Fast Ethernet, Token Ring va boshqalar);
- Spanning Tree protokolini qoʻllab - quvvatlash;
- kadrlarni filtrlash;
- har - xil xizmat turlaridan foydalanish;
- virtual tarmoqlarni qoʻllab - quvvatlash.

Tarmoq kommutatorlari hajmi jihatidan farq qiladi. Ruxsat etilgan konfiguratsiya kommutatorlari odatda 5, 8, 10, 16, 24, 28, 48 va 52 portlar bilan jihozlangan. Bu optik tolali kabellarni ulash uchun SFP/SFP+ ulagichlarining kombinatsiyasi boʻlishi mumkin, lekin old tomondan RJ-45 konnektorli mis portlar 100 metrgacha boʻlgan masofani oʻrnatish uchun ishlatiladi. Optik tolali SFP modullari 40 kilometrgacha ulanish imkonini beradi. Ethernet orqali quvvatlantirish (PoE)

texnologiyasi qurilmani (masalan, IP - telefonlar, IP - xavfsizlik kameralari yoki simsiz ulanish nuqtalari) ma'lumotlar bilan bir xil kabel orqali quvvatlaydi.

PoE texnologiyasining afzalliklaridan biri bu egiluvchanlikdir: oxirgi qurilmalarni xonaning istalgan joyiga, hatto rozetkadan quvvat olish qiyin bo'lgan joyga qo'yish mumkin. Masalan, simsiz ulanish nuqtasini to'g'ridan - to'g'ri devor yoki shipga qo'yish mumkin. Kommutatorlar quvvatni bir nechta standartlarga yetkazib beradi: IEEE 802.3af, kommutator portiga 15,4 Vt gacha quvvat beradi va IEEE 802.3at (RoE +deb ham ataladi) kommutator portiga 30 Vt gacha quvvat beradi. Ko'pgina oxirgi qurilmalar uchun 802.3af standart to'g'ri keladi, lekin ba'zi qurilmalar (masalan, video telefonlar va bir nechta radioli kirish nuqtalari) ko'proq quvvat talab qiladi. Tanlangan Cisco kommutator modellari, shuningdek, 60 Vt Ethernet orqali umumiy quvvatni (UPoE) yoki PoEni qo'llab - quvvatlaydi, bu kommutator portiga 60 Vt gacha quvvat beradi. Yangi PoE 802.3 bt standarti keyingi avlod ilovalari uchun yuqori quvvat beradi.

To'g'ri keladigan kommutatorni tanlash uchun qancha quvvat kerakligini aniqlash kerak. PoE talab qilmaydigan stol kompyuteriga yoki boshqa turdagi qurilmalarga ulanganda, PoE bo'lmagan kommutatorlar eng tejamli yechim hisoblanadi.

Nazorat savollari

1. Ethernet kadr formatining tuzilishini tasniflang?
2. Kommutator qurilmasining ishlashi tamoyili nimaga asoslangan?
3. MAC - manzil tuzilishini keltiring va tushuntirib bering?
4. IP – manzil va MAC - manzil OSI modelining qaysi pog'onalarida qo'llaniladi va bir - biridan farqlarini keltiring?
5. MAC – manzil jadvalining ishlash prinsipini tushuntirib bering?
6. Qanday turdagi kommutatorlarni bilasiz?
7. Hozirgi kunda kommutator qurilmasini ishlab chiquvchi qaysi kompaniyalarni bilasiz?

III-bob. TARMOQ POG‘ONASI FUNKSIYALARI, PROTOKOLLARI VA MARSHRUTIZATORNING FUNKSIONAL MODELI

3.1. Tarmoq pog‘onasi funksiyalari, IPv4 va IPv6 manzillash tizimlari

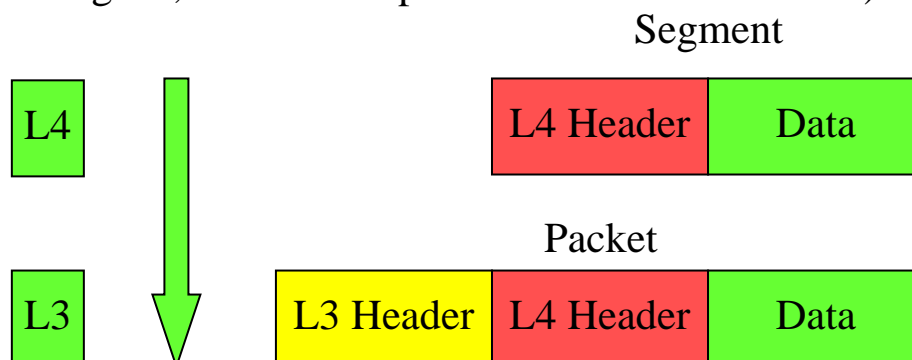
Tarmoq pog‘onasi – tarmoq tugunlari o‘rtasidagi biron bir mezon asosida paketlarni uzatish uchun eng muqobil marshrutni aniqlash va kanal pog‘onasi protokollarini moslashtirish vazifasi bajariladi. Tarmoq pog‘onasi quyidagi funksiyalarni ta‘minlaydi:

- foydalanayotgan tarmoq va fizik muhitlarni kommutatsiyalash;
- transport tarmoq pog‘onasi uchun axborotlarni uzatishni ta‘minlovchi tarmoq ulanishlarini o‘rnatish;
- ma‘lumot oqimlarini boshqarilishini ta‘minlash;
- xatolarni topish va tuzatilishini ta‘minlash.

Tarmoq pog‘onasi oxirgi qurilmalarning tarmoq orqali ma‘lumotlar almashish imkon beruvchi xizmatlarni taqdim etadi. Ushbu xizmatlarni amalga oshirishda to‘rtta asosiy jarayon bajariladi [13-15]:

Oxirgi terminallar manzili: Telefonga raqam berilganidek, tarmoqda identifikatsiya qilish imkoniyati uchun oxirgi terminallarga ham IP - adres tayinlanishi kerak. Sozlangan IP - adresga ega oxirgi terminal tugun deb ataladi.

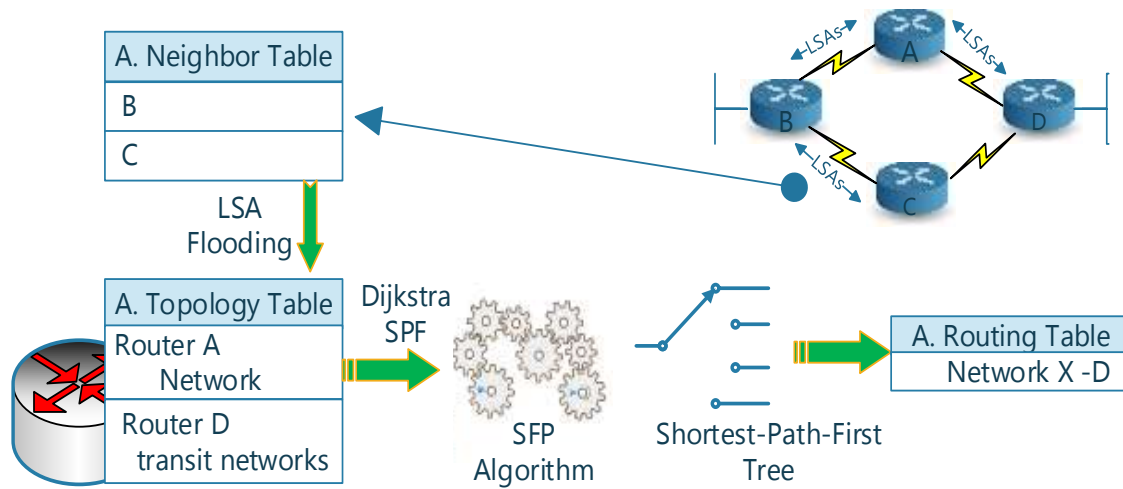
Inkapsulyatsiya: Tarmoq pog‘onasi transport pog‘onasidan protokol ma‘lumotlar blokini (PDU) qabul qiladi. Inkapsulyatsiya deb ataladigan jarayon davomida tarmoq pog‘onasi IP - sarlavhasi uzatuvchi va qabul qiluvchi IP - manzil ma‘lumotlarini qo‘shadi, Sarlavha ma‘lumotlari PDUga qo‘shilgach, PDU bloki paket deb ataladi (3.1-rasm).



3.1-rasm. Transport pog‘onasidan tarmoq pog‘onasiga o‘tishda inkapsulyatsiya jarayoni

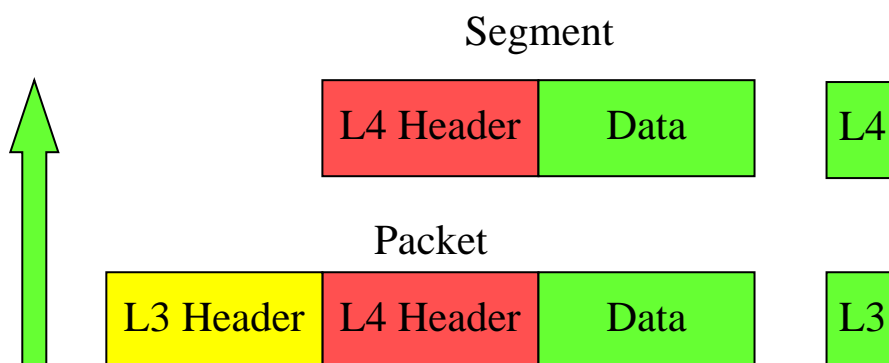
Marshrutizatsiya: tarmoqning turli segmentlarida joylashgan oxirgi tizimlar o‘rtasida ma‘lumotlarini uzatishga imkon beruvchi mexanizm

hisoblanadi. Marshrutizatsiya jarayoni taqsimlangan xarakterga ega, hamda marshrutizatsiya jadvali asosida quriladi. Marshrutizatsiya jadvalini shakllantirish va yangilash mos marshrutizatsiya protokollari va algoritmlari yordamida amalga oshiriladi (3.2-rasm).



3.2-rasm. Marshrutizatsiya jarayoni

Deinkapsulyatsiya: Paket qabul qiluvchi xostning tarmoq pogʻonasiga kelganida, bu xost paketning IP - sarlavhasini tekshiradi. Agar sarlavhadagi qabul qiluvchi IP - adresli oʻzining IP - adresiga mos kelsa, IP - sarlavhasi paketdan oʻchiriladi. Pastki sathlardan sarlavhalarni olib tashlash jarayoni deinkapsulyatsiya jarayoni deb ataladi. Paket tarmoq tuguni tomonidan inkapsulatsiya qilinganidan soʻng, qabul qilingan PDU formatni transport pogʻonasidagi tegishli xizmatga yoʻnaltiriladi (3.3-rasm).



3.3-rasm. Tarmoq pogʻonasidan transport pogʻonasiga oʻtishda deinkapsulyatsiya jarayoni

Internetda koʻplab turli xil paketlardan foydalaniladi, lekin asosiylaridan biri bu – IP - paketdir (RFC-791). IP - protokol ishonchli boʻlmagan transport muhitini taklif etadi. Mazkur protokolning

ma'lumotlarni uzatish algoritmi juda ham oddiy: xato hollarda deytagramma tashlab yuboriladi, jo'natuvchiga esa tegishli ICMP - xabar yuboriladi (yoki hech narsa yuborilmaydi). TCP/IP modelining tarmoq pog'onasida asosan 2 xil IP protokoli mavjud: IPv4, IPv6.

IPv4 (angl. Internet Protocol version 4) 1981 - yilda yaratilgan to'rtinchi versiyasi bo'lib, hozirgi kunda Internet tarmog'ining asosini tashkil qiladi. IPv4 paket formati 3.4-rasmda ko'rsatilgan.

Versiya	4 Sarlavha uzunligi	8 Servis turi	16 Paketning toʻliq uzunligi	
16 Umumiy identifikator			3 Bayroq	13 Fragmentli siljitish
8 Yashash vaqti		8 Protokol turi	16 Sarlavhaning nazorat yigʻindisi	
32 Joʻnatuvchining IP - adresi				
32 Qabul qiluvchining IP - adresi				
IPning yordamchi koʻrsatkichlari (IP opsiyalari)			Toʻldiruvchi (Padding) (qoʻshimcha 32 bitgacha)	
Maʼlumotlar (Data) ...				

3.4-rasm. Pv4 paket formati tuzilishi

Sarlavha maydonlarining funksional vazifasi quyidagilardan tashkil topgan:

Versiya maydoni (Version) mazkur protokol versiyasini ko'rsatadi. Hozirgi vaqtda protokolning 4-versiyasi bilan birgalikda (ya'ni 0100 maydonida) protokolning 6-versiyasidan foydalanish boshlanadi (ya'ni 0110 maydonida).

Sarlavha uzunligi maydoni (Header Length) tarmoqlararo diagramma sarlavhasining 32 razryadli so'zlardagi uzunligini ko'rsatadi. Eng kam (minimal) uzunlik – beshta so'z, eng katta (maksimal) uzunlik – 32-razryadli so'zlardan o'n beshtasi.

Servis turi maydoni (Type of Service) xizmat ko'rsatishning talab etiladigan sifat ko'rsatkichlarini ko'rsatadi. Imtiyoz esa, har bir

deytagrammaga imtiyoz kodini berish orqali paketlarni uzatilishida unga ustunliklar beradi.

Bitlar: 12 - D (delay) - kechikish, 13 - T (throughput) - samaradorlik (o'tkazish qobiliyati), 14 - R (reliability) - ishonchlilik, S (cost) - narhi.

Paketning to'liq uzunligi maydoni (Total Length) deytagrammaning sarlavha va foydali ish yuklamasi bilan birga, oktet (bayt)lardagi umumiy uzunligini belgilaydi. Paketning to'liq uzunligi 65535 bayt ($2^{16}-1=65\ 535$)gacha yetishi mumkin.

Umumiy identifikator maydoni (Identification) - tarmoqlararo deytagrammalarning fragmentlarini yig'ish uchun mo'ljallangan.

Bayroq (Flag) maydoni deytagrammalarni fragmentatsiyalash imkoniyatini ta'minlaydi hamda fragmentatsiyadan foydalanishda deytagrammaning so'nggi fragmentini identifikatsiyalash imkonini beradi. "Flaglar" maydonining 0 biti zahirada bo'lib, 1 esa paketlarni fragmentatsiyasini boshqarish uchun xizmat qiladi (0 – fragmentatsiyalash ruxsat etiladi; 1 - ta'qiqlanadi), 2 biti mazkur fragment so'nggisi yoki so'nggisi emasligini aniqlaydi (0 - so'nggi fragment; 1 – davomini kutmoq lozim).

Fragmentli siljitish maydoni mazkur fragmentning deytagrammadagi o'rnini ko'rsatadi. Birinchi fragment nolga teng siljishga ega.

Qandaydir sabablar natijasida ushlab (kechiktirib) qolingan paketlarni tarmoqdan bartaraf etish uchun sarlavhadagi yashash vaqti maydonida paket tarmoqda mavjud bo'lishi lozim bo'lgan vaqt ko'rsatiladi. Ushbu vaqt qiymati paketning tarmoq bo'ylab qurilmalardan o'tishi sayin kamayib boradi. U tamom bo'lganida, jo'natuvchi tegishli ICMP - xabar bilan xabardor qilingan holda, paket yo'q qilinadi. Bunday chora tarmoqni siklik marshrutlardan va haddan tashqari ish bilan yuklashdan himoya qiladi.

Paketning yashash vaqti tarmoqdagi paketning mavjud bo'lish vaqtining yuqori chegarasini ko'rsatadi. Ushbu ko'rsatkich jo'natuvchi tomonidan beriladi va paketning marshrut nuqtalari bo'ylab xarakatlanishiga ko'ra kamayib boradi. Paketning vaqti qabul qilib oluvchiga yetib borguniga qadar nol bo'lsa, u holda ushbu paket yo'q qilinadi.

Protokol turi maydoni foydalaniladigan yuqori sath (ICMP - 1, IGMP - 2, TCP - 6, UDP - 17) protokolini aniqlaydi.

Sarlavhaning nazorat yig'indisi maydoni (Header Check sum). Paketning adres qismi buzib ko'rsatilish ehtimolini kamaytirish va uning natijasi – uning aynan adresga yuborilmasligi (va yo'qolishi)ni oldini olish

uchun, sarlavha paketi 2 bayt o‘rin egallaydigan va butun sarlavha bo‘ylab hisoblanadigan tekshirish ketma-ketligi – nazorat yig‘indisi bilan yuboriladi.

Sarlavhaning nazorat yig‘indisi undagi ma’lumotlarning himoyasini ta’minlaydi. Agarda modul sarlavhada xatolikni aniqlasa, ushbu paket uni aniqlagan modul tomonidan yo‘q qilinadi.

Sarlavhada bo‘lgan IP-adreslar (jo‘natuvchining IP - adresi (Source Address) qabul qilib oluvchining IP - adresi (Destination Address)) tarmoq obyektlari – so‘nggi ko‘rsatma va marshrutlashtiruvchilarning 32-bitlik identifikatorlari bo‘lib xizmat qiladi.

IPning yordamchi ko‘rsatkichlari maydoni (IP opsiyalari) (Options) – qo‘shimcha xizmatlar bor yoki yo‘qligini aniqlaydi. O‘zgaruvchan uzunlikka ega deytagrammada bo‘lishi yoki bo‘lmasligi mumkin.

To‘ldiruvchi maydon (Padding) sarlavhani 32-razryadli chegaraga moslashtirish (to‘g‘rilash) uchun qo‘llaniladi.

IP - protokolida tarmoqlararo xizmatlarni ta’minlash uchun to‘rtta asosiy mexanizm qo‘llaniladi: xizmat ko‘rsatish turi, paket yashash vaqti, sarlavhaning nazorat yig‘indisi, qo‘shimcha imkoniyatlar.

Xizmat ko‘rsatish turi tarmoqlararo deytagrammaning uzatilishida talab etiladigan sifatni ko‘rsatishi uchun foydalaniladi.

Qo‘shimcha imkoniyatlar ayrim qo‘shimcha xizmatlar bajarilishini ta’minlaydi. Masalan, ma’lumotlarni himoyalash va maxsus marshrutlashtirish usullari.

IP - adreslash asoslari. IP - adres o‘nlik sonlarda ifoda etilgan, W.X.Y.Z shaklida nuqtalar bilan ajratilgan. Unda nuqtalar oktetlarni ajratish uchun foydalaniladigan (masalan, 10.0.0.1) noyob 4 oktetlik (32-bitlik) kattalikni o‘zida ifoda etadi. Adresning 32 biti ikki qismdan iborat: tarmoq yoki aloqa adresi (o‘zida adresning tarmoq qismini ifoda etuvchi) va xost adresi (tarmoq segmentida xostni identifikatsiyalovchi). Tarmoqlarni ulardagi xostlar soni bo‘yicha ajratish IP - adreslarni sinflarga ajratish asosida amalga oshiriladi.

IPv4 – adreslash tizimida beshta: A, B, C, D va E sinflari mavjud. Asosan, A, B va C sinflari Internetdagi aksariyat qurilmalar tomonidan qo‘llaniladi. D va E sinflari maxsus foydalanish uchun mo‘ljallangan. Har bir sinfga tegishli bo‘lgan tarmoq raqamlari va ularga mos keluvchi tarmoq tugunlarining maksimal sonini ko‘rsatuvchi oraliqlar 3.1 - jadvalda ifodalangan.

Turli sinfdagi adreslar tasnifi

Sinfi	Tarmoq raqamining oraliq diapozoni	Tarmoq maskasi	Tarmoqdagi maksimal tugunlar soni
A	1.0.0.0-126.0.0.0	255.0.0.0	$2^{24} - 2$
B	128.0.0.0-191.255.0.0	255.255.00	$2^{16} - 2$
C	192.0.0.0-223.255.255.0	255.255.255.0	$2^8 - 2$
D	224.0.0.0-239.255.255.255	Multicast guruh	
E	240.0.0.0-254.255.255.255	Tajriba maqsadlari uchun zahiralashtirilgan	

“A” sinf adreslari. Ushbu IP manzil klassi ko'p sonli xostlar mavjud bo'lganda ishlatiladi. A sinfidagi tarmoqda dastlabki 8 bit (birinchi oktet deb ham ataladi) tarmoqni aniqlaydi, qolganlari esa ushbu tarmoqqa xost uchun 24 bitga ega. Misol uchun, tarmoqdagi 124.0.0.1 ipv4 adresini misol sifatida olaylik. Bunda 124. - tarmoq adresini ifoda etadi, adres oxiridagi 0.0.1 esa, ushbu tarmoqdagi birinchi xostni anglatadi. “A” sinf adreslari yordamida, har bir tarmoqda faqatgina 16 777 214 ($2^{24}-2$) ta xostlarni ifoda etish mumkin.

127.0.0.0 dan 127.255.255.255 gacha bo'lgan A sinf manzillaridan foydalanib bo'lmaydi va ular qurilmalarda ichki local tarmoqni diagnostika funktsiyalari uchun ajratilgan.

“B” sinf adreslari. B sinfidagi manzillar o'rta va katta o'lchamdagi tarmoqlar uchun. B klassi tarmoq identifikatori uchun dastlabki ikki oktetdan foydalangan holda 16 384 tarmoqqa ruxsat beradi. Birinchi oktetdagi dastlabki ikki bit har doim 1 0 ga teng. Qolgan olti bit ikkinchi oktet bilan birgalikda tarmoq identifikatorini to'ldiradi. Uchinchi va to'rtinchi oktetdagi 16 bit xost identifikatorini ifodalaydi va har bir tarmoqqa taxminan 65 000 xostga ruxsat beradi. B sinfidagi tarmoq raqamlari qiymatlari 128 dan boshlanadi va 191 da tugaydi.

“C” sinf adreslari. C sinfidagi manzillar kichik local tarmoqlarda (LAN) ishlatiladi. C sinfi tarmoq identifikatori uchun dastlabki uchta oktetdan foydalangan holda taxminan 2 million tarmoqqa ruxsat beradi. C sinf IP manzilida birinchi oktetning dastlabki uch biti har doim 1 1 0 ga

teng. Birinchi uchta oktetning qolgan 21 biti esa tarmoq identifikatorini to'ldiradi. Oxirgi oktet (8 bit) xost identifikatorini ifodalaydi va har bir tarmoqqa 254 xostga ruxsat beradi. C sinfidagi tarmoq raqamlari qiymatlari 192 dan boshlanadi va 223 da tugaydi..

“D” sinf adreslari. D sinfidagi IP manzillar xostlarga ajratilmagan va multicasting uchun ishlatiladi. Multicasting bitta xostga bir vaqtning o'zida Internet bo'ylab minglab xostlarga bitta ma'lumot oqimini yuborish imkonini beradi. Ko'pincha IP-ga asoslangan kabel televideniesi tarmoqlari kabi audio va video oqimlari uchun ishlatiladi.

“E” sinf adreslari. “E” sinf tarmoqlari IP - adresning katta to'rtta bitlarida 1111 qiymatlari bilan belgilanadi. E sinfidagi IP manzillar xostlarga ajratilmagan va umumiy foydalanish uchun mavjud emas. Bular tadqiqot maqsadlari uchun ajratilgan.

IPv6 protokoli. 1990 –IETF internetni loyihalash bilan shug'ullanuvchi guruh IP protokolining yangi versiyasi ustida ishlay boshladi. 1998 – IPv6 RFC 2460 sifatida qabul qilindi.

IPv4 ga nisbatan IPv6 dagi o'zgarishlarni quyidagi guruhlarga ajratish mumkin:

- *adreslashning kengayishi.* IPv6 da adres uzunligi 128 bitgacha kengaytirilgan (IPv4 da 32 bit). Bu esa adreslash ierarxiyasining ko'proq pog'onalarini ta'minlash, adreslashtiriladigan qurilmalar sonini oshirish, avto-konfiguratsiyani soddalashtirish imkonini beradi. Multikasting-marshrutlashtirish imkoniyatlarini kengaytirish uchun adres maydoniga “scope” (adreslar guruhi) kiritilgan. Adresning yangi “anycast address” turi aniqlangan. U mijoz so'rovlarini serverning istalgan guruhiga yuborish uchun foydalaniladi. Anycast adreslash o'zaro xarakat qiluvchi serverlar to'plamidan foydalanish uchun mo'ljallangan bo'lib, ularning adreslari mijozga oldindan ma'lum bo'lmaydi;

- *qo'shimcha opsiyalar.* IP - sarlavhalarning opsiyalari kodlashtirilishining o'zgartirilishi paketlarni qayta adreslashtirilishini yengillashtirish imkonini beradi. Opsiylar uzunligiga bo'lgan cheklovlarni kamaytiradi va kelajakda qo'shimcha opsiylar kiritilishini yanada ochiqroq qiladi;

- *ma'lumot oqimlariga belgilar qo'yish imkoniyati.* Muayyan transport oqimlariga tegishli bo'lgan, ular uchun jo'natuvchi qayta ishlashning muayyan tartibini so'ragan paketlarga belgi qo'yish imkoniyati. Masalan TOS (xizmatlar turi)ning nostandart turi yoki ma'lumotlarga vaqtning real tizimida qayta ishlash joriy qilindi;

- xususiy almashishlarni identifikatsiyalash va himoyalash. IPv6 da

ma'lumotlarning yaxlitligini va istalganda xususiy ma'lumotni himoyalash uchun tarmoq obyektlarida yoki sub'ektlarida identifikatsiyalash tasnifi joriy qilingan. Quyidagi 3.5-rasmda IPv6 paketining formati aks ettirilgan.

4 Versiya	4 Imtiyoz	24 Oqim belgisi	
16 Ma'lumotlar o'lchami		8 Keyingi sarlavha	8 Qadamlarning cheklangan soni
128 Jo'natuvchining adresi			
128 Qabul qiluvchining adresi			
Ma'lumotlar (Data)			

3.5-rasm. IPv6 paketining formati tuzilishi

“Versiya” maydoni Internet protokoli versiyasining 4 bitlik kod raqami. Imtiyozning 4 bitlik “Imtiyoz” maydoni IPv6 sarlavhasida jo'natuvchiga paketlarni yetkazishning nisbiy ustuvorligini identifikatsiyalash imkonini beradi. Imtiyozlarning qiymatlari ikki diapazonga bo'linadi. 0 dan 7 gacha kodlar trafik ustuvorligini berish uchun foydalaniladi. U uchun jo'natuvchi ortiqcha yuklanish ustidan nazoratii amalga oshiradi (misol uchun, ortiqcha yuklanish signaliga javoban TCP oqimini pasaytiradi). 8 dan 15 gacha bo'lgan qiymatlar trafik ustuvorligini aniqlash uchun foydalaniladi. U uchun ortiqcha yuklanish signaliga javoban oqimni pasaytirish amalga oshirilmaydi. Misol uchun, doimiy (turg'un) chastota bilan yuboriladigan “real vaqt” paketlari ko'rinishida.

“Oqim belgisi” – oqim belgisining 24 bitlik kod maydoni IPv6 sarlavhasida jo'natuvchi tomonidan paketlarni ajratish uchun foydalanilishi mumkin. Ular uchun marshrutlashtiruvchida maxsus qayta ishlash talab etilmaydi. Misol uchun, nostandart QoS yoki “real-time” xizmati kabi.

Ma'lumotlar o'lchami - belgisiz 16 bitlik son. O'zida ma'lumotlar maydonining oktetlardagi uzunlik kodini tashiydi va u paket sarlavhasidan so'ng keladi. Agar kod 0 ga teng bo'lsa, u holda ma'lumotlar maydoni uzunligi jumboq ma'lumotlar maydonida yozilgan bo'ladi va u o'z

navbatida opsiyalar zonasida saqlanadi.

Keyingi sarlavha – 2 bitlik ajratuvchi. IPv6 sarlavhadan keyin bevosita keluvchi sarlavha turini identifikatsiyalaydi. IPv4 protokoli ishlatadigan qiymatlardan foydalanadi.

Qadamlarning chegaralangan soni (paketning maksimal yashash vaqti) – 8 bitlik belgisiz butun son. Paket o'tuvchi har bir qurilmada bittaga kamayadi. Qadamlar nolga teng bo'lganda paket yo'q qilinadi.

IPv4 dan farqli o'laroq, IPv6 qurilmalari paketlarning maksimal yashash vaqtini belgilanishini talab etmaydi. Shu sababli IPv4 "time to live" (TTL) maydoni IPv6 uchun "hop limit" – qadamlarning chegaralangan soni deb nomlangan. Amaliyotda unchalik ko'p bo'lmagan IPv4 ilovalar TTL bo'yicha cheklovlardan foydalanadilar.

"Jo'natuvchi adresi" va "Qabul qiluvchining adresi" maydonlariga adres uzunligi IPv4 ga nisbatan uzun bo'lganligi uchun 128 bit ajratilgan.

IPv6 versiyasida adreslash va adreslar yozuvlarini taqdim etish arxitekturasini. Adreslarning uchta turi mavjud:

Unicast: birlik interfeys identifikatori. Unicast adresdan yuborilgan paket adresda ko'rsatilgan interfeysga yetkaziladi.

Multicast: turli qurilmalarga tegishli bo'lgan interfeyslar to'plamini identifikatsiyalovchi. Multicast adres bo'yicha yuborilgan paket ushbu adres tomonidan berilgan barcha interfeyslarga yetkaziladi.

Anycast: turli qurilmalarga tegishli bo'lgan interfeyslar to'plamini identifikatsiyalovchi. Anycast adresdan yuborilgan paket adresda ko'rsatilgan interfeyslardan biriga yetkaziladi (marshrutlashtirish protokolida belgilanganlardan eng yaqini).

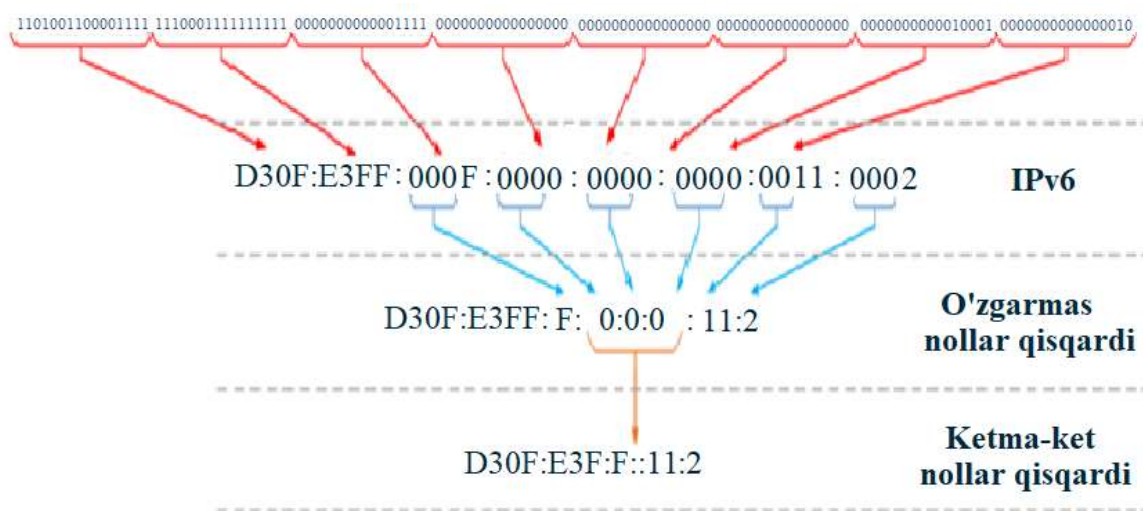
IPv6 adreslarini matn satrlari ko'rinishida ifoda etishning uchta standart shakllari mavjud:

1. Asosiy shakli x: x: x: x: x: x: x: x ko'rinishiga ega. Bunda "x" – 16 bitlik – o'n oltilik sonlar.

Misollar: FEDC:BA98:7654:3210:FEDC:BA98:7654:3210
1080:0:0:0:8:800:200S:417A

2. IPv6 adreslari ayrim turlarida ko'pincha o'zlarida nolli bitlarning uzun ketma-ketligini mujassamlashtiradi. Nol bitlik adreslar yozuvini qulayroq qilish uchun, ortiqcha nollarni olib tashlash uchun maxsus sintaksis nazarda tutilgan. « :: » yozuvidan foydalanish 16 ta nollik bitlardan iborat guruhlar borligiga ishora qiladi. «::» kombinatsiyasi faqatgina adres yozilishida paydo bo'lishi mumkin. «::» ketma-ketligi shuningdek yozuvdan adresdagi boshlang'ich va yakunlovchi nollarni olib tashlash uchun foydalanilishi mumkin. Masalan 3.6-rasmda IPv6

adresida nollarni qisqartirish jarayoni keltirilgan.



3.6-rasm. IPv6 adresida nollarni qisqartirish jarayoni

3.2-jadvalda IPv6 adresida nollarni qisqartirishga oid misollar keltirilgan.

3.2-jadval

IPv6 adresida nollarni qisqartirishga oid misollar

a.	To'liq ko'rinishi	2001:0DB8:0000:1111:0000:0000:0000:0200
	Qisqartirilgan ko'rinishi	2001:DB8:0:1111:0:0:0:200
b.	To'liq ko'rinishi	2001:0DB8:0000:A300:ABCD:0000:0000:1234
	Qisqartirilgan ko'rinishi	2001:DB8:0:A300:ABCD:0:0:1234

3.2-jadval davomi

c.	To'liq ko'rinishi	2001:0DB8:000A:1000:0000:0000:0000:0100
	Qisqartirilgan ko'rinishi	2001:DB8:A:1000:0:0:0:100
d.	To'liq ko'rinishi	FE80:0000:0000:0000:0123:4567:89AB:CDEF
	Qisqartirilgan ko'rinishi	FE80:0:0:0:123:4567:89AB:CDEF
e.	To'liq ko'rinishi	FF02:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001
	Qisqartirilgan ko'rinishi	FF02:0:0:0:0:0:0:1

f.	To'liq ko'rinishi	FF02:0000:0000:0000:0000:0001:FF00:0200
	Qisqartirilgan ko'rinishi	FF02:0:0:0:0:1:FF00:200
g.	To'liq ko'rinishi	0000:0000:0000: 0000: 0000: 0000: 0000:0001
	Qisqartirilgan ko'rinishi	0:0:0:0:0:0:01
h.	To'liq ko'rinishi	0000: 0000: 0000: 0000: 0000: 0000: 0000: 0000
	Qisqartirilgan ko'rinishi	0:0:0:0:0:0:0:0

Bu ikki protokol bir-biri bilan solishtirilganda ustunlik va kamchiliklari bor.

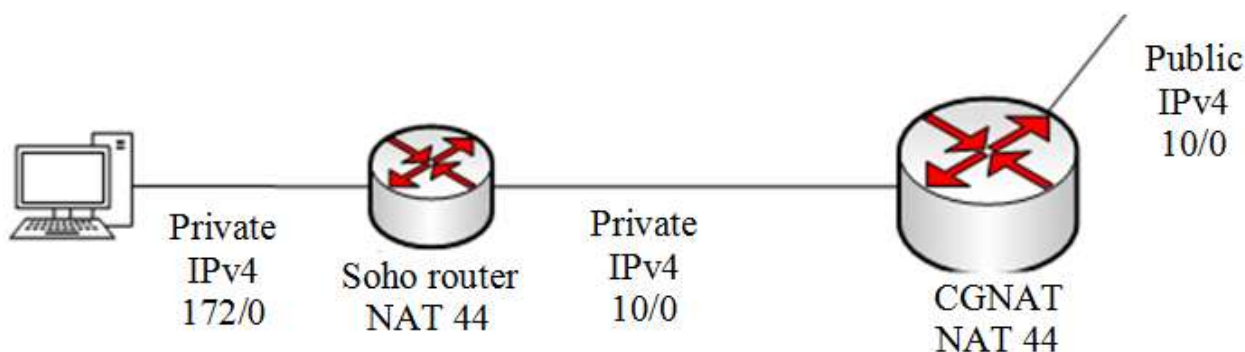
IPv6 protokolida xavfsizlik choralari ko'rilgani, ya'ni IPSec protokolini ishini osonlashtirish uchun qo'shimcha maydon qo'shilganligi, ma'lumotlarni yetib borishi sifati va ishonchliligi, IPv6 asosidagi qurilgan tarmoqning sodda arxitekturaga ega bo'lishi, ya'ni NAT – tarmoq adreslarini ishlatmagan holda end-to-end asosida ishlashni tashkil etgani uchun ham bu protokolga o'tish eng to'g'ri yechimdek ko'rinishi mumkin. Ammo, hozirdagi ko'plab tarmoq qurilmalarining IPv6 protokolini qo'llab quvvatlamasligi, ko'plab kontent ma'lumotlardan IPv6 orqali foydalanish iloji bo'lgani, qurilmalarni yangilash uchun esa katta xarajat va vaqt talab etilishi bu protokolni qo'llashda ko'plab qiyinchiliklarni keltirib chiqarmoqda.

Hozirda IPv4 adreslari qolmagani va keyingi ulanayotgan yangi foydalanuvchilarni faqat IPv6 orqali adreslash mumkin bo'lganligi, IPv6 protokoliga o'tish muqarrarligini anglatadi.

IPv4 adreslash tizimidan IPv6 adresiga o'tish mexanizmlari bo'yicha qator texnologiyalar yaratildi. Ular quyidagilar:

- Double NAT
- NAT-PT
- NAT 64
- DS-Lite
- DS-Lite A+P
- 6to4
- IPV6 Rapid Deployment
- 6PE/6VPE

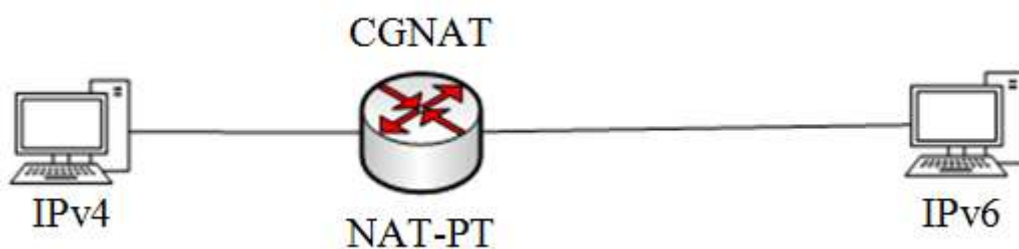
Double NAT texnologiyasi IPv4 adreslar makonini tugatilishini “kechiktirish” imkonini beradi. Mazmuni translyatsiya qilish texnologiyasining ikki marta qo'llanilishi (3.7-rasm).



3.7-rasm. Double NAT texnologik yechimi

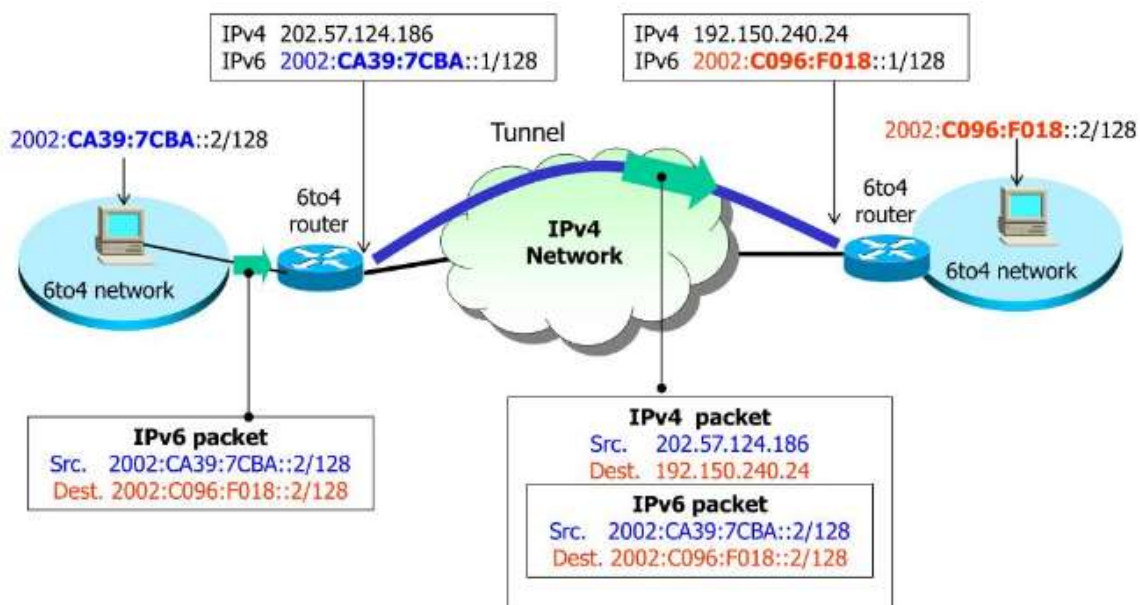
Birinchi marta foydalanuvchining xususiy adresini boshqa xususiy adresga translyatsiya qilinadi. Undan so‘ng ikkinchi marta Internet adresiga translyatsiya qilinadi. Bu usul IPv4 adres diapazonini kamayishini kechiktiradi, lekin IPv6 adreslariga o‘tkazmaydi.

NAT 64 texnologiyasi, Double NAT texnologiyasi kabi funktsiyani bajarib, asosiy farqi DNS 64 funktsiyasi borligini talab qiladi. Hamda IPv4 texnologiyasidagi NAT-PT ni o‘rnini bosadi (3.8-rasm).



3.8-rasm. NAT 64 texnologiyasi

6to4 texnologiyasida IPv4 da IPv6 o‘tishning eng yengil usuli bo‘lib, xizmatlar provayderi tomonidan xech qanday o‘zgartirish kiritishni xojati yo‘q. Yagona sharti, IPv4 adreslari xususiy bo‘lishi kerak. Ushbu texnologiyadan foydalanish uchun 6to4 relay deb nomlanuvchi qurilmadan foydalaniladi. Bu qurilmalar mijozlarning IPv4 dan IPv6-paketlarini deinkapsulyatsiya qiladi (3.9-rasm).



3.9-rasm. 6to4 texnologiyasi

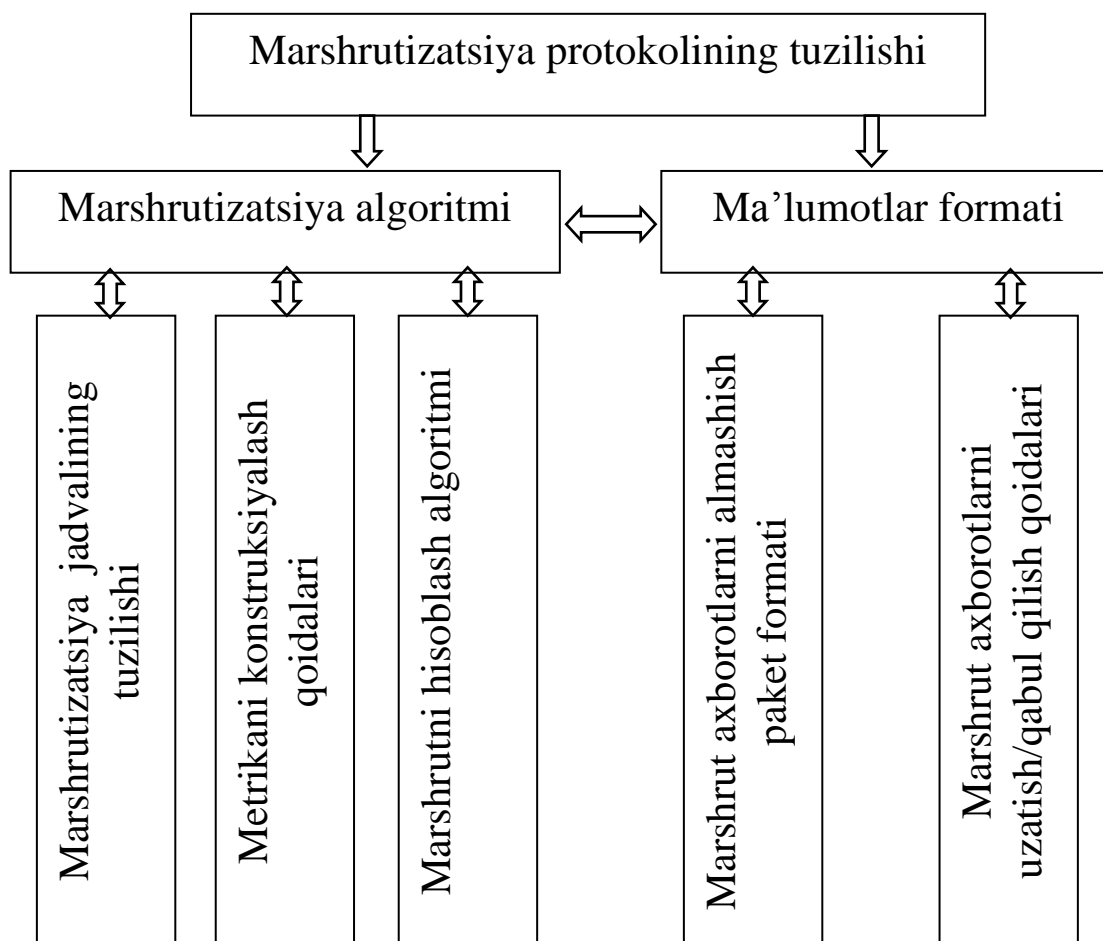
Nazorat savollari

1. Tarmoq pogʻonasining funksiyasi va undagi jarayonlarni tasniflang?
2. MUTda adreslash tamoyillarini keltiring?
3. MUTda inkapsulyatsiya va deinkapsulyatsiya jarayonlarini tushuntiring?
4. Ipv4 protokoli necha qismdan tashkil topgan?
5. Ipv4 paketining formatini tasniflang?
6. IPv6 paketining formatini tasniflang?
7. IPv6 adresni yozishni qisqartirish qanday amalga oshiriladi?
8. IPv4 dan IPv6 adreslash tizimiga oʻtish mexnizmlarini keltiring?
9. RFC 1918 tomonidan qanday xususiy adres bloklari kiritilgan?
10. Nima uchun NAT tarmoq xavfsizligini yaxshilaydi?
11. NAT64 adres qachon ishlatiladi?

3.2. Marshrutlash protokollari, algoritmlarining tasniflanishi va ularga qo'yiladigan talablar. Marshrut metrikasi tushunchasi va ularni shakillanitirish tamoyillari

IP texnologiyada marshrutizatsiya jarayoni umuman tarmoqning unumdorligi va samaradorligiga ta'sir qiladigan asosiy omillardan biri hisoblanadi. Marshrutizatorlarsiz va marshrutizatsiya protokollarsiz global tarmoqda ma'lumotlarni almashish mumkin emas, yani oxirgi tugunlar orasidagi aloqa faqat bitta tarmoqqa tegishli tizimlar orasida ma'lumotlarni almashish bilan cheklanib qoladi [7-8].

Marshrutizatsiya protokolini tavsiflovchi spetsifikatsiya ikki qismdan iborat: birinchisi marshrutizatsiya algoritmini tavsiflaydi, ikkinchisi marshrutizatorlar o'rtasida almashinadigan ma'lumotlar formatini tavsiflaydi (3.10-rasm).



3.10-rasm. Marshrutizatsiya protokolining tuzilishi

Marshrutizatsiya algoritmlari. Marshrutizatsiya algoritmlari paketlar uchun uzatuvchidan qabul qiluvchi tugungacha bo'lgan eng maqbul

marshrutni aniqlash uchun ishlatiladi va har qanday marshrutizatsiya protokolining asosi hisoblanadi.

Marshrutizatsiya algoritmini (berilgan strategiyaga muvofiq) rasmiy ravishda quyidagicha aniqlash mumkin: tarmoqning t vaqtidagi joriy topologiyani, kommutatsiya tugunlarida (KT) ishlov berish va aloqa kanali bo'ylab uzatish uchun navbatlarning o'lchamlarini, tarmoq resurslaridan foydalanish darajasini, kirish oqimlarining kattaligini va boshqalarni aks ettiruvchi ko'p o'lchovli tasodifiy jarayon $X(t)$ bilan tavsiflanadi [9].

Marshrutizatsiya algoritmining maqsadi $X(t)$ tarmog'ining holatiga qarab joriy boshqaruvni aniqlashdan iborat bo'lib, bu paketlarni keyingi uzatish yo'nalishlari to'plami sifatida tushuniladi.

3.3-jadvalda oqimni boshqarish protokoli bo'yicha marshrutizatsiya algoritmining funktsiyalari keltirilgan.

3.3-jadval

Marshrutizatsiya algoritmi funktsiyalari

Algoritm tomonidan ishlatiladigan tarmoq parametrlarini o'lchash va baholash	Tarmoq parametrlariga quyidagilar kiradi: tugunning ishlash qobiliyatining xarakteristikalarlari, protsessorlarning yuklanishi, buferlar va aloqa kanallari, xizmat axborotlari va boshqalar
Xizmat axborotlarini taqsimlash to'g'risida qaror qabul qilish	Berilgan tugun uchun uzatilayotgan axborotlarning tarkibini, uning adreslarini, tarqatish momentlarini aniqlash tartibini, shuningdek, xizmat axborotlarni etkazib berish sifatiga qo'yiladigan talablarni aniqlash kerak
Marshrutizatsiya jadvalini hisoblash	Marshrut jadvallari hisoblash algoritmi o'rnatiladi va marshrutning o'zi belgilangan joyga eng qisqa yo'l mezoniga muvofiq tanlanadi
Qabul qilingan marshrut qarorlarini amalga oshirish	Amaldagi qabul qilingan marshrut sonini mavjud marshrutlar to'plamiga tegishli bo'lgan yo'nalishlar orasidan tanlash tartibini aniqlash kerak

Marshrutizatsiya algoritmlariga qo'yilgan talablar 3.4-jadvalda keltirilgan [12-13].

Marshrutizatsiya algoritmlariga qo'yiladigan talablar

Algoritmning optimalligi	Marshrutizatsiya algoritmi “eng yaxshi” marshrutni tanlash qobiliyatini tavsiflaydi. Qaysi ko'rsatkich va uning “vazni” ga bog'liq hisob-kitob ishlari amalga oshiriladi
Kam xarajatliligi	Marshrutizatsiya algoritmlari minimal DT xarajatlari bilan funksionallikni samarali ta'minlashi kerak
Ish barqarorligi	Marshrutizatsiya algoritmlari tarmoqda kutilmagan vaziyatlarda: apparatda nosozliklar, yuqori yuklama sharoitlarda barqarorlikni ta'minlashi kerak
Algoritmning tez konvergentsiyasi	Eng yaxshi marshrutlar bo'yicha barcha marshrutizatorlar o'rtasidagi kelishuvlar saqlanishi kerak. Sekin konvergentsiya tarmoq uzilishlariga olib kelishi mumkin
Algoritmning moslashuvchanligi	Marshrutizatsiya algoritmlari turli xil tarmoq sharoitlariga moslashishi kerak: tarmoq segmentining ishdan chiqishi, tarmoq o'tkazish qobiliyatining o'zgarishi, marshrutizator navbatining o'lchami, tarmoq paketining kechikishi va boshqalar

Marshrutizatsiya algoritmlarining turlari. Marshrutizatsiya algoritmlarini tahlil qilish 3.5-jadvalda keltirilgan mezonlarga ko'ra tasniflanishi mumkin.

Domen ichidagi marshrutizatsiya algoritmlari faqat domenlar ichida, domenlararo - ham domenlar ichida, ham ular o'rtasida ishlaydi.

Statik marshrutizatsiya algoritmlarida uzatuvchidan qabul qiluvchi adresgacha bo'lgan marshrutlar admin tomonidan oldindan belgilangan, dinamik algoritmlarda esa tarmoq holatiga qarab marshrut dinamik o'zgarishi mumkin [14].

Marshrutizatsiya algoritmlarining turlari

Mezon	Algoritm turlari
Amaldagi protokolga muvofiq	Domen ichidagi va domenlararo
Marshrutizatsiya jadvallarini to'ldirish usuli bo'yicha	Statik va dinamik
Marshrutni aniqlash algoritmi bo'yicha	Masofa-vektor va aloqa kanal holati algoritmlari
Tarmoq arxitekturasini bo'yicha	Bir darajali yoki ierarxik
Paketlarni uzatish jarayoni bo'yicha	Bir yo'nalishli va ko'p yo'nalishli
Hisoblash usuli bo'yicha	Har bir tugun uchun yoki to'liq marshrutni hisoblash bo'yicha algoritmlar

Masofa-vektor turidagi algoritmlarda marshrutizator vaqti-vaqti bilan keng ogoxlantirish trafigini tarmoq orqali o'zidan to unga ma'lum bo'lgan tarmoqlarga masofa vektorini yuboradi. Agar qaysidir tarmoq bilan aloqa uzilsa, marshrutizator bu holatni belgilab, vektor elementiga ushbu tarmoqqacha bo'lgan masofaga, "Aloqa yo'q" ya'ni, maksimal belgi qo'yadi.

Masofa deganda odatda paket muvofiq tarmoqqa tushishdan oldin nechta oraliq marshrutizatorlar orqali o'tishi tushiniladi. Qo'shni marshrutizatorlardan vektorni qabul qilib har bir marshrutizator o'zi bevosita (agar tarmoqlar uning portiga ulangan bo'lsa) yoki qo'shni marshrutizatorlarning o'xshash elementlaridan bilgan holda, boshqa tarmoqlar to'g'risida axborotni vektorga qo'shadi va tarmoq bo'yicha vektorning yangi mazmunini jo'natadi, oxir oqibat har bir marshrutizator qo'shni marshrutizatorlar orqali ularga bo'lgan masofa to'g'risida axborotni bilib oladi.

Masofa-vektor algoritmlari uncha katta bo'lmagan tarmoqlardagina samarali bo'lib, katta tarmoqlarda ular intensiv keng ogoxlantirish trafigi bilan aloqa liniyalarini sifatsiz qiladilar. Masofa – vektori algoritmi asosidagi eng ko'p tarqalgan protokol bo'lib, RIP protokoli hisoblanadi.

Aloqa kanal holat algoritmi, har bir marshrutizatorni tarmoq

aloqalarining aniq grafini qurish uchun yetarli axborot bilan ta'minlaydi. Hamma marshrutizatorlar bir xil graflar asosida ishlaydi, bu marshrutlash jarayonini konfiguratsiyasi o'zgarishiga bog'liq. Keng ogoxlantirishli xizmat axborotlar faqat aloqalar holatining o'zgarishidagina ishlatiladi. Aloqaning holatiga va qurilmalarni o'zgarishiga moslashish uchun marshrutlash jadvalining har bir yozuviga taymer ulanadi. Agar taym-out davrida ushbu yo'nalishni tasdiqlovchi xabar kelmasa, unda u yo'nalish jadvalidan olib tashlanadi.

Bir darajali algoritmlar barcha marshrutizatorlar bir-biriga nisbatan teng ekanligini taxmin qiladi. Ierarxik tashkil etish algoritmlarini qo'llashda marshrutizatorlar darajalarga bo'linadi.

Ba'zi marshrutizatsiya protokollari bir xil adresga bir nechta marshrutlarni taqdim etadi. Bunday ko'p yo'nalishli algoritmlar trafikni bir nechta kanallar orqali multiplekslash imkonini beradi, bir yo'nalishli algoritmlari esa buni amalga oshira olmaydi. Ko'p yo'nalishli algoritmlarning afzalliklari aniq, ular sezilarli darajada kattaroq o'tkazuvchanlik va ishonchlilikni ta'minlaydi.

Har bir tugun uchun marshrutni hisoblash algoritmlari har bir tugundagi keyingi marshrut tugunini hisoblashni nazarda tutadi. To'liq marshrutni hisoblash algoritmlari butun marshrutni to'liq aniqlaydi.

Marshrutizatsiya algoritmlarini tahlil qilish shuni ko'rsatdiki, barcha algoritmlar to'plami ichida faqat Dijkstra, Bellman-Ford, Ford-Fulkerson algoritmlari optimal marshrutlarni quradilar [13-15].

Marshrutizatsiya samaradorligini oshirishning istiqbolli usullaridan biri marshrutizatsiya jarayonini ifodalovchi marshrutizatsiya jadvali va uning marshrut metrikasini tahlil qilish, hamda rejalashtirilgan tarmoqqa mos marshrutizatsiya protokolini tanlash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Marshrutizatsiya jarayoni - bu tarmoqning turli segmentlarida joylashgan oxirgi tizimlar o'rtasida ma'lumotlarini uzatishga imkon beruvchi mexanizm hisoblanadi. Marshrutizatsiya jarayoniga qo'yiladigan talablar 3.6- jadvalda keltirilgan.

Marshrutizatsiya jarayoni taqsimlangan xarakterga ega, hamda marshrutizatsiya jadvali asosida quriladi. Har bir tarmoq tuguni o'z jadvaliga ega bo'lib, unda qabul qiluvchi tarmoq tuguniga boruvchi barcha mavjud yo'nalishlar ko'rsatiladi.

Marshrutizatsiya jarayoniga qo'yiladigan talablar

Stek protokollarga ega bo'lishi	(IP, IPX, DECnet)
Qabul qiluvchining tarmog'i haqida ma'lumotga ega bo'lishi	Marshrutizatsiya jadvalidagi tegishli yozuvlar, agar marshrut to'g'risida yozuv bo'lmasa, paket uzatishni rad etish va ICMP xabarini yaratish
Qabul qiluvchi tarmog'igacha samarali yo'l haqida ma'lumot	Metrikadan foydalanish, samarali marshrut eng kichik metrikani o'z ichiga oladi

Marshrutizatsiya jadvali - marshrutizatorning operativ xotirasida saqlanadigan elektron jadval (fayl) yoki ma'lumotlar bazasi bo'lib, u qabul qiluvchi adreslar va interfeyslar o'rtasidagi yozishmalarni tavsiflaydi, hamda ular orqali ma'lumotlar paketi keyingi marshrutizatorga uzatilishini ta'minlaydi.

Har bir tarmoq tuguni o'z marshrutizatsiya jadvaliga ega bo'lib, unda qabul qiluvchi tarmoq tuguniga boruvchi barcha mavjud yo'nalishlar ko'rsatiladi. Marshrutizatsiya jadvalini shakllantirish va yangilash marshrutizatsiya protokollari va algoritmlari yordamida amalga oshiriladi, ya'ni marshrutizatsiya algoritmlari tarmoq topologiyasini aks ettiradigan marshrut to'g'risidagi xizmat axborotlar bilan marshrutizatsiya jadvalini to'ldiradi [14-16].

Marshrutizatsiya jadvallarini qurishda marshrutizatorning samaradorligiga ta'sir qiluvchi asosiy parametrlaridan biri bu konvergensiya vaqti hisoblanadi.

Konvergensiya vaqti tarmoq marshrutizatorlari tarmoq topologiyasi o'zgarishi haqidagi xizmat axborotlarni to'liq qayta ishlaydi va yangi topologiyaga mos keluvchi yangi marshrutizatsiya jadvallarini yaratadi.

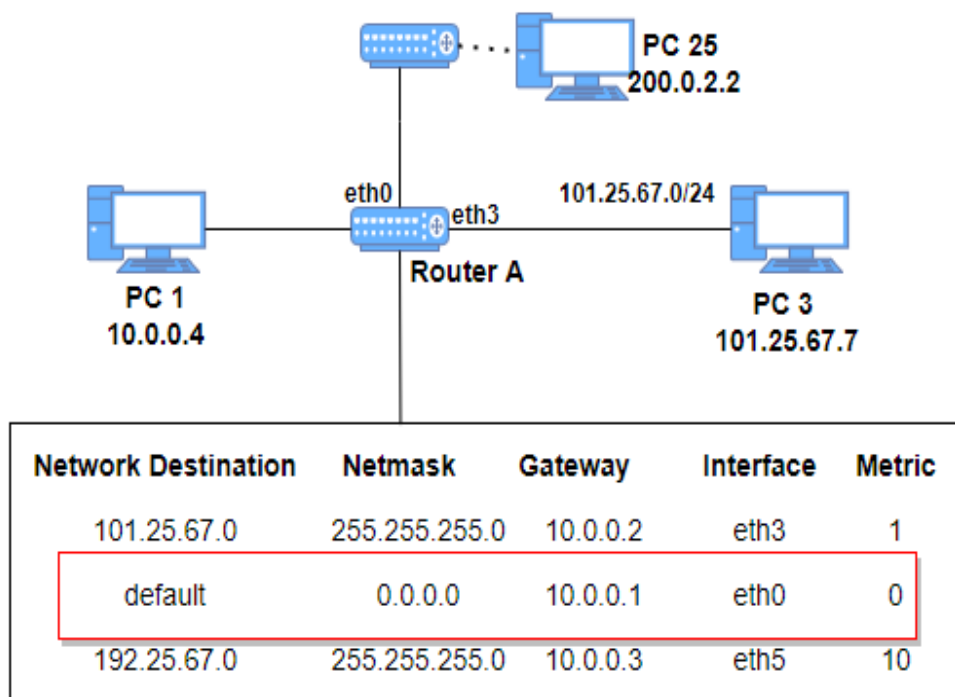
Xizmat axborotlari - marshrutizatsiya protokollari marshrutizatsiya jadvalini yaratish va boshqarish uchun xizmat qiladigan trafiklar tushuniladi. Masalan: tarmoq topologiyasi va qurilmalarining holatlari to'g'risidagi axborotlar. Xizmat axborot hajmini baholashda SNMP protokoliga asoslangan tizim yoki trafik analizatorlari kabi vositalardan foydalaniladi.

Marshrutizatsiya jadvalining asosiy birligi sifatida marshrut

ma'lumotlari hisoblanadi va quyidagi asosiy qismlardan tashkil topgan:

- qabul qiluvchi tarmoq adresi (Network destination);
- tarmoq yo'nalishida navbatdagi tugunning adresi (Gateway)
- interfeys (interface);
- metrika, marshrut afzalligini beradigan sonli ko'rsatkich. Son qanchalik kichik bo'lsa, marshrut shunchalik afzal bo'ladi (intuitiv masofa tushuniladi).

3.11-rasmda tarmoq topologiyasiga muvoffiq marshrutizatsiya jadvali keltirilgan.



3.11- rasm. Tarmoq topologiyasni ifodalovchi marshrutizatsiya jadvali

Marshrutizatsiya algoritmlari marshrutni tanlashda ko'plab ko'rsatkichlarga asoslanishi mumkin, buning natijasida bitta alohida ko'rsatkich (mezon) – marshrut metrika olinadi.

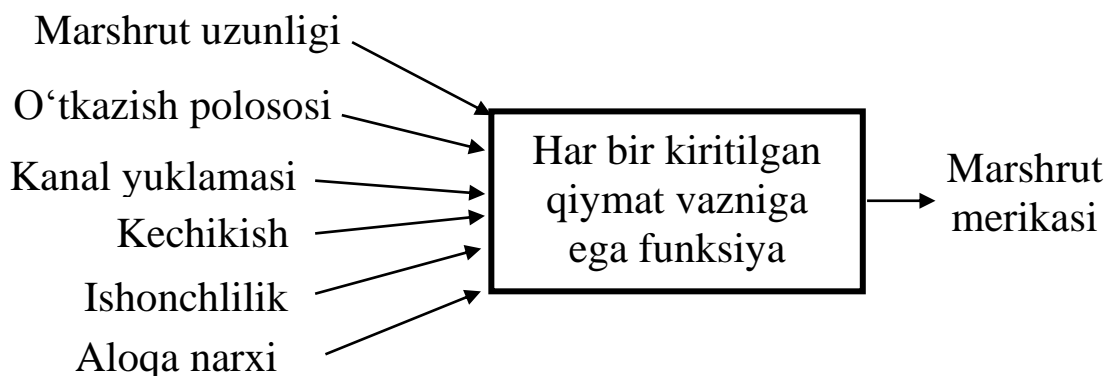
Marshrut metrika o'zida komponentlar sifatida ma'lumot uzatish kanalining sifat ko'rsatkichlariga ega bo'lgan axborotlarning o'ziga xos tuzilmasi hisoblanadi. Binobarin, metrika komponentlari (ko'rsatkichlari) ham o'z qiymatlarining oralig'i bo'yicha, ham o'lchamliligi (ma'no qiymati) bo'yicha juda turli jinsli bo'lganligi sababli marshrut metrikasi o'lchamsiz kattalik hisoblanadi [16].

Marshrut metrikasi - tarmoq tugunlari orasidagi kanallarni tavsiflaydigan asosiy ishchi xarakteristikalarining aniq bir to'plamiga asosan u yoki bu mezon bo'yicha trafikni samarali marshrutini

ta'minlaydi.

Ushbu marshrut metrikasi odatda marshrutizator jadvalidagi maydonlarda ko'rinadi va kanal o'tkazish qobiliyatining kengligi, kechikishi, ishonchlilik, tarmoq yuklamasi, oqim intensivligi, yo'l narxi yoki boshqa ma'lumotlar to'plami kabi mezonlarni o'z ichiga oladi.

3.12 rasmda marshrut metrika parametrlarini uning qiymatiga sifat jihatdan ta'siri tasvirlangan.

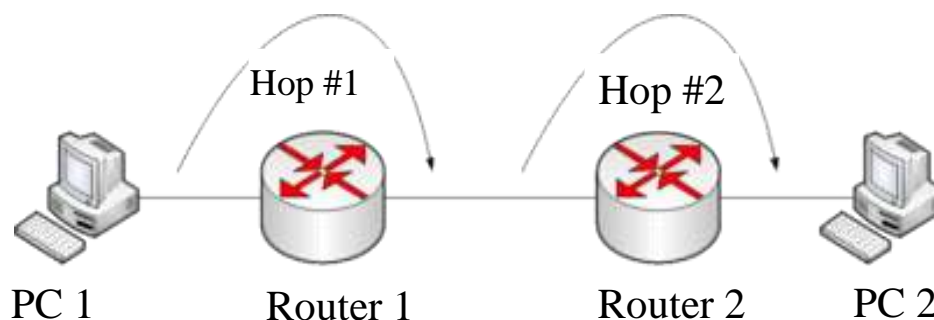


3.12- rasm. Marshrut metrikasiga ta'sir qiluvchi omillar

Metrikalarni hisoblashda ishlatiladigan parametrlar marshrutizatsiya protokoliga bog'liq bo'lib, undagi eng past metrikaga ega bo'lgan marshrut eng yaxshi yo'l sifatida tanlanadi va marshrutizatsiya jadvaliga o'rnatiladi. Agar bitta adresga bir xil metrikalarga ega bo'lgan bir nechta marshrutlar mavjud bo'lsa, tarmoq yuklamasi ushbu marshrutlar bo'ylab taqsimlanadi.

Marshrut metrikasini to'g'ri tanlash ma'lumotlar uzatish tarmog'ining samarali ishlashi uchun muhim omillardan biridir. Metrikani tanlash ma'lum bir tarmoqning xususiyatlariga, shu jumladan tarmoqning mantiqiy topologiyasiga bevosita ta'sir ko'rsatadigan uzatish muhiti shartlariga asoslangan ko'plab omillarga bog'liq bo'lishi mumkin. Metrika qanchalik yaxshi tanlansa, tarmoq qurilmasi paketni u xarakterlaydigan marshrut bo'yicha qaror qilish ehtimolligi shunchalik yuqori bo'ladi.

Metrika sifatida marshrut uzunligi (Hop count) - "qayta uzatishlar soni", ya'ni paket manbadan qabul qilish punktiga qadar marshrutizatsiya qurilmalari orqali amalga oshirishi kerak bo'ladigan o'tishlar sonini xarakterlaydigan ko'rsatkichni aniqlaydi (3.13-rasm).



3.13- rasm. Hoplar soni bo'yicha marshrut metrikasi

MUTda paket bir tarmoq segmentidan ikkinchisiga o'tkazilganda hop sodir bo'ladi. Hoplar soni uzatuvchi manbadan qabul qilish adresigacha tarmoq qurilmalari sonini bildiradi, ya'ni hop soni ikki xost o'rtasidagi masofaning taxminiy o'lchovidir.

Metrika sifatida tarmoq ishonchliligi (Reliability) – MUTning barcha belgilangan xususiyatlarini belgilangan chegaralarda saqlab qolgan holda uzoq muddatli ishlashini ta'minlashdan iborat. Ishonchlilikni ta'minlash muammolarini kompleks hal qilish ikkita yo'nalishni o'z ichiga oladi - elementar (apparat) va strukturaviy ishonchlilik [17].

Birinchi holda, apparat (element) ishonchliligi - tarmoq qurilmalari, ma'lumotlarni uzatish kanallari, DTning ishonchliligini ta'minlash muammosi hal qilinadi.

Ishonchlilikning strukturaviy jihatida tugunlar va aloqa liniyalarining holatiga qarab butun tarmoqning ishlashini aks ettiradi. Tarmoqning strukturaviy ishonchliligini baholash uchun turli ko'rsatkichlar qo'llaniladi, ular ma'lum darajada tarmoqning barqarorligini uning elementlari - tugunlar yoki aloqa liniyalari ishlamay qolishi bilan tavsiflaydi.

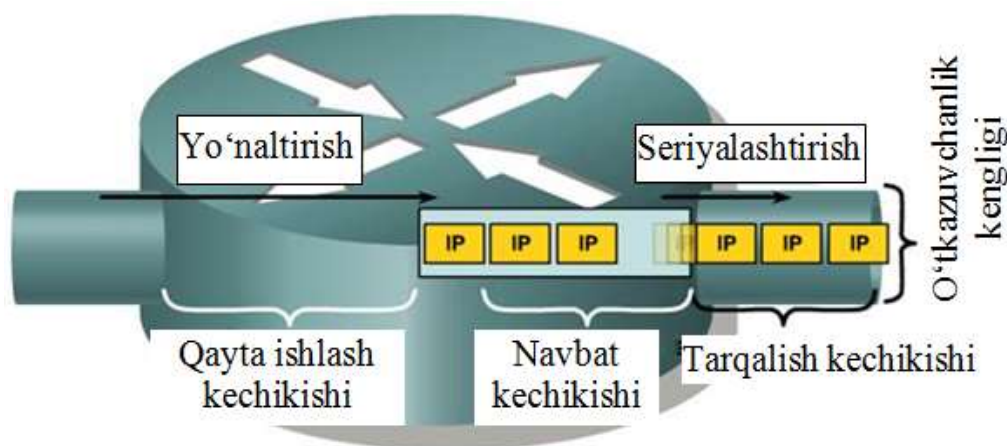
Strukturaviy ishonchlilik ko'rsatkichini tanlash, birinchi navbatda, ishlatiladigan MUTning matematik modeli bilan belgilanadi. Aloqa kanallarining ishonchlilik ko'rsatkichlari sifatida quyidagi ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin: rad etish intensivligi, tayyorgarlik koeffitsienti, ishdan chiqqunga qadar xizmat ko'rsatishning o'rtacha vaqti, qayta tiklashning o'rtacha vaqti, rad etmasdan (buzilmasdan) ishlash extimolligi.

Metrika sifatida paketlarning kechikishi (Delay)- Marshrutizatsiya jarayonida paketning manbadan qabul qilish punktiga qadar birlashtirilgan tarmoq orqali harakatlanishi uchun zarur bo'ladigan vaqt oralig'i tushuniladi.

Kechikish ko‘plab omillarga, shu jumladan: kanalning o‘tkazish qobiliyati, paketning harakatlanish yo‘nalishidagi har bir marshrutizatorda deytagrammani qayta ishlash vakti, navbatga qo‘yish va uzatish uchun ketadigan vaqtlarga, tarmoqning barcha oraliq kanallaridagi tarmoqning yuklanganligi va paketni uzatishga zarur bo‘lgan masofaga bog‘liq [18].

Ushbu metrikadan foydalanadigan protokollar eng yaxshi marshrut sifatida eng kam kechikishga ega bo‘lgan marshrutni hisobga olishi zarur.

Zamonaviy MUTda qo‘llaniluvchi marshrutizatorlarda kechikish turlari 3.14-rasmda tasvirlangan.



3.14-rasm. Marshrutizatorlarda kechikish turlari

3.7 - jadvalda marshrutizatorlarda kechikish turlari va ularga ta'sir etuvchi omillar keltirilgan.

3.7- jadval

Marshrutizatorlarda kechikish turlari

Qayta ishlashdagi kechikish (<i>processing delay</i>)	Marshrutizatorning kirish interfeysiga paketni qabul qilish va uni chiqish interfeys navbatiga yuborish uchun ketadigan vaqt tushuniladi va u quyidagilarga bog‘liq: markaziy protsessor (CPU) tezligi, CPUda kechikishi, marshrutizator arxitekturasi, kirish va chiqish interfeyslarning konfiguratsiya xususiyatlari
--	---

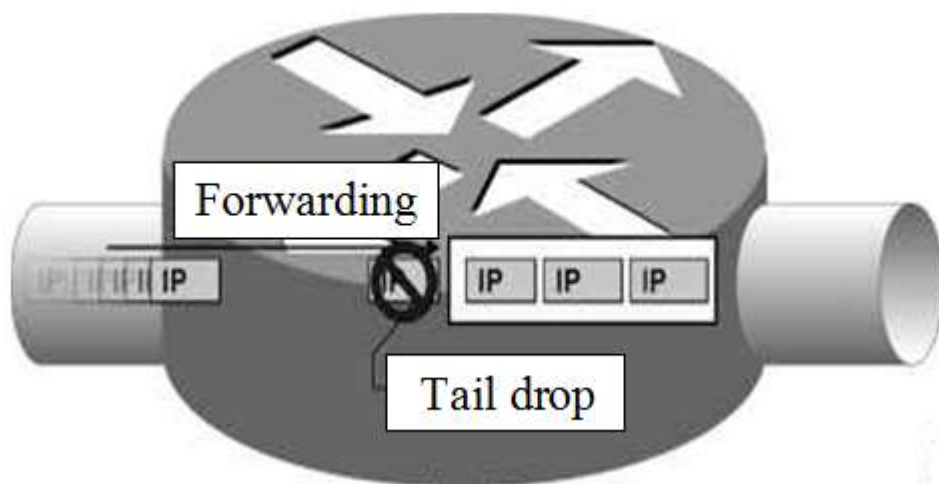
3.7-jadval davomi

Navbatning kechikish	Marshrutizatorning kirish interfeysiga kelib tushgan, ammo unga xizmat ko‘rsatilmagan
----------------------	---

<i>(queuing delay):</i>	paketning navbatda turgan vaqti tushuniladi. Kechikishning bunday turi navbatda turgan paketlar soni va hajmiga, interfeysning o'tkazish qobiliyatining kengiligi va navbat mexanizmi (imtiyozi) kabi omillarga bog'liq
Serializatsiya kechikishi <i>(serialization delay):</i>	Kadrni fizik uzatish muhitiga o'tkazish uchun zarur bo'lgan vaqt. Masalan, 1 Mbit/s uzatish kanalida 100 oktetli kadrni uzatish uchun 800 ms kerak bo'ladi
Uzatishdagi kechikishi <i>(propagation delay):</i>	Paketning aloqa kanali bo'ylab uzatuvchidan qabul qilish adresiga o'tishi uchun ketadigan vaqt. Kechikishning bunday turi tarmoqlarning holatiga qarab o'zgaradi

Metrika sifatida paket yo'qotilishi (packet loss). Marshrutizator xotirasi cheklanganligi sababli, marshrutizatorga paketlarning kelib tushish intensivligi paketlarga xizmat ko'rsatish intensivligidan yuqori bo'lgan vaqtda xotirada bo'sh joy qolmasligidan yuzaga keladi.

Resurslarni taqsimlash mexanizmlarining bir qismi sifatida marshrutizatorlar kerak bo'lganda paketlarning buferda saqlanishi yoki o'chirilishini boshqaradigan ba'zi navbat intizomi amalga oshiriladi (3.15-rasm).



3.15-rasm. Marshrutizatorlarda paket yo'qotilishi

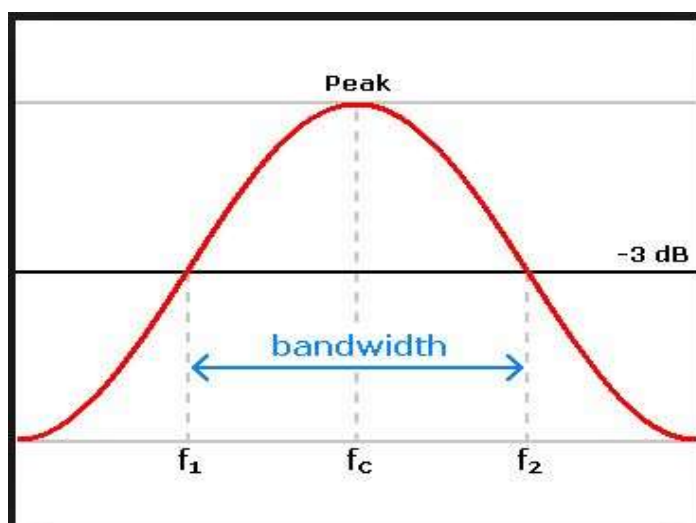
Umuman olganda, marshrutizatorlarda paket yo'qotilish sabablari 3.8- jadvalda keltirilgan.

Marshrutizatorda paket yo'qotilish sabablari

Kirish navbatidagi paketlar yo'qolishi	Marshrutizator protsessorining (CPU) quvvati yetarli bo'lmasa, kiruvchi interfeysda paketlar yo'qolishi mumkin
Paketlarni e'tiborsiz qoldirish	Marshrutizatorning buferi to'lgan vaktda kiruvchi paketlar e'tiborga olinmaydi
Kadrdagi xatolik	Kadrdagi xato aniqlangan vaktda tashlab yuborilishi. Masalan: Cyclic Redundancy Check (CRC)

Metrika sifatida tarmoq yuklamasi (Load) - maksimal sig'imga nisbatan interfeys orqali o'tadigan trafik hajmi, ya'ni ma'lum vakt oralig'ida kanalni egallagan trafik miqdorini kanalning umumiy sig'imiga nisbatan foiz sifatida o'lchaydi. U 255 shkalada ifodalanadi, bunda 1 interfeysning bo'shligini va 255 interfeysdan to'liq foydalanilganligini bildiradi. Bu tez-tez o'zgarib turadigan dinamik qiymatdir. U paket tezligi va interfeysning o'tkazish qobiliyatiga asoslanadi, hamda ushbu qiymat ma'mur tomonidan statik yoki dinamik ravishda qiymat sifatida sozlanishi mumkin [19-20].

Metrika sifatida kanalning o'tkazish qobiliyati (Bandwidth) - fizik pog'ona darajasida o'tkazish qobiliyati atamasi elektromagnit signallarning spektral kengligi yoki aloqa tizimlarining tarqalish xususiyatlari bilan bog'liq (3.16-rasm).



3.16-rasm. "O'tkazish qobiliyati" ning chastota orqali ifodalanishi

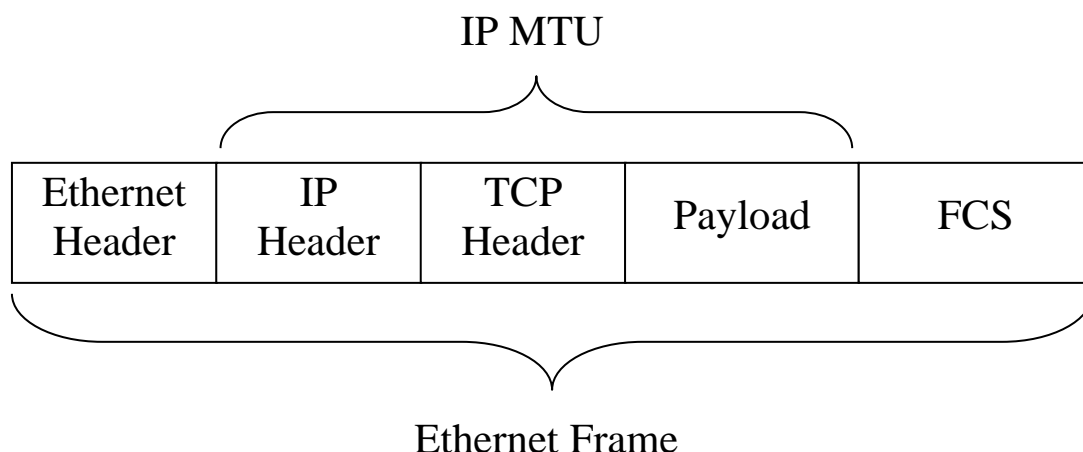
O'tkazish qobiliyatining o'ziga xos xususiyati shundaki, bu parametrlar fizik muhitning xususiyatlariga bog'liq va axborot uzatish usuli bilan ham

belgilanadi. O'tkazish qobiliyati va u bilan bog'liq marshrut metrikalari (ya'ni, o'tkazish qobiliyati va sig'imi) ma'lum vaqt oralig'ida kanal orqali ma'lumotlarni yuborish imkoniyatini aniqlaydi. O'tkazish qobiliyati ko'rsatkichlari odatda xizmat ko'rsatish sifatini talab qiladigan ilovalar uchun ishlatiladi.

O'tkazish qobiliyatining kichikligi tarmoq xavfsizligi muammolari va AX tahdidlariga olib kelishi mumkin.

Metrika sifatida aloqa narxi (cost) - odatda tarmoqning o'tkazish qobiliyati qiymati yoki ma'mur tomonidan tayinlangan boshqa o'lchov birligi asosida hisoblangan qiymat.

Metrika sifatida MTU (Maximum Transmission Unit - Maksimal uzatish birligi) - MUT orqali uzatilishi mumkin bo'lgan bayt yoki oktetlarda (sakkiz bitli bayt) eng katta hajmdagi kadr yoki paketdir. U Internet Protokol (IP)dan foydalangan holda Ethernet tarmog'idagi paketlar hajmiga nisbatan ko'proq qo'llaniladi (3.17-rasm).



3.17-rasm. Ethernet kadr formati tuzilishi

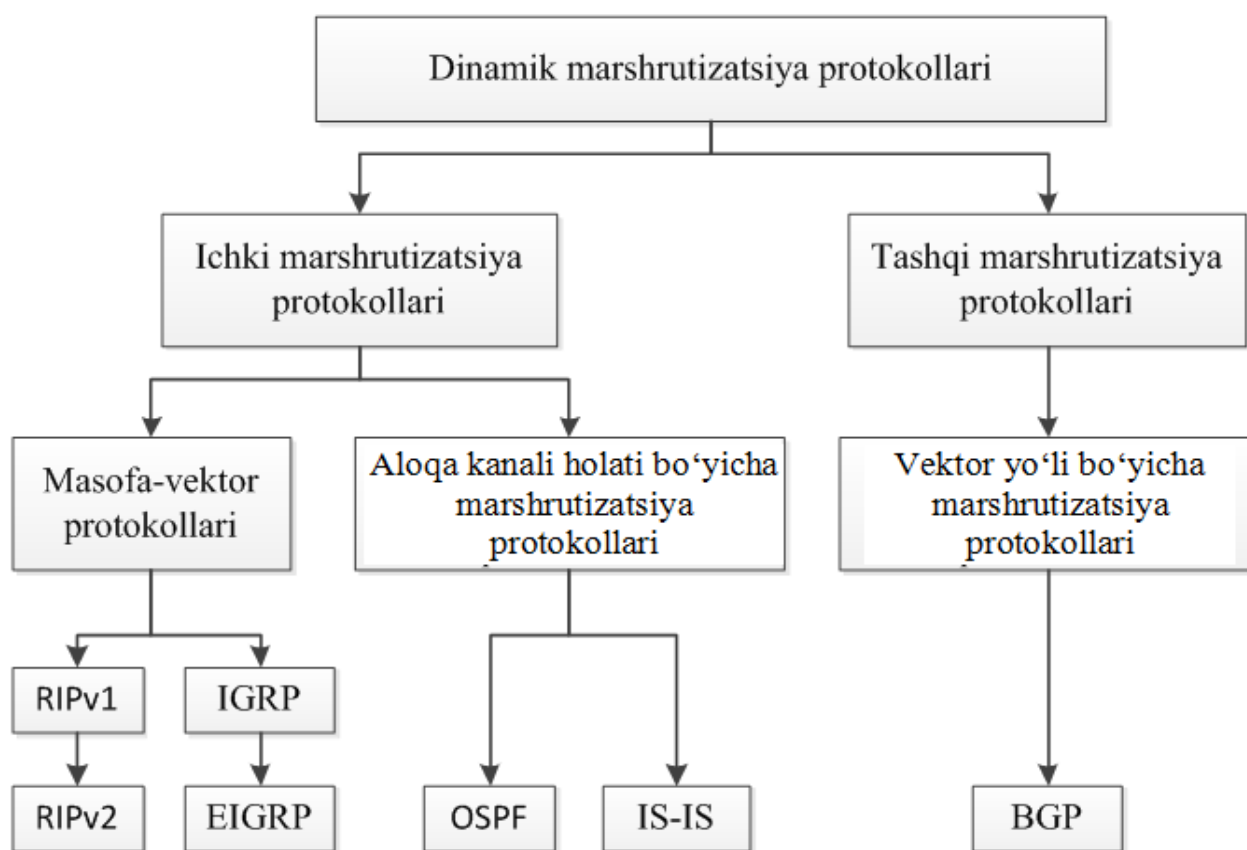
MTUning qiymati qanchalik katta bo'lsa, qo'shimcha xarajatlar shunchalik past bo'ladi. Kichikroq MTUlar tarmoqning kechikishini kamaytirishi mumkin. Ko'p hollarda MTU asosiy tarmoq imkoniyatlariga bog'liq va bu imkoniyatlardan oshmasligi uchun qo'lda yoki avtomatik ravishda sozlanishi mumkin.

Marshrutizatsiya protokollari va ularda qo'llaniluvchi metrikalar. Bugungi kunga kelib, ko'p sonli marshrutizatsiya protokollari mavjud. Marshrutlash algoritmlari tarmoqning topologiyasini aks ettiradigan marshrutlash protokoli doirasidagi xabarlar bilan marshrutlash jadvalini to'ldiradi. Marshrutizatsiya protokollari statik va dinamik turlarga bo'linadi. Statik marshrutlash deganda vaqt davomida o'zgarmaydigan

marshrutlar va jadval bo'yicha o'zgaradigan marshrutlar nazarda tutiladi.

Dinamik marshrutizatsiya protokollari IP - tarmoq marshrutizatorlariga optimal marshrut jadvalini tanlangan mezonlar asosida avtomatik ishlab chiqish va tarmoq topologiyasida sodir bo'ladigan o'zgarishlarga mos holda uni dinamik ravishda o'zgartirib borish imkonini beradi.

Bugungi kunga kelib, aloqa tarmoqlarida trafikni dinamik marshrutlash protokollarining katta soni yaratilgan. Misol sifatida deyarli barcha tarmoq marshrutizatorlarida o'rnatilgan RIP, IGRP, EIGRP, IS-IS, OSPF ichki shlyuz dinamik marshrutlash protokollari va tashqi shlyuz BGP protokollarini keltirish mumkin. Dinamik marshrutlash protokollari quyidagicha klassifikatsiyalanadi (3.18-rasm).



3.18-rasm. Dinamik marshrutizatsiya protokollari klassifikatsiyasi

RIP (Routing Information Protocol) protokoli masofa-vektor algoritmiga asoslangan bo'lib, eng yaxshi marshrutni bitta mezon bo'yicha, ya'ni tranzit marshrutlar soni bilan aniqlaydi. Protokolning asosiy afzalligi sozlashning osonligi, xizmat ko'rsatuvchi texnik xodimlardan yuqori malaka talab qilmasligidir. Protokol ochiq hisoblanadi va deyarli barcha tarmoq qurilmalarini ishlab chiqaruvchilarning tarmoq

qurilmalarini qo'llab quvvatlaydi. RIP protokoli uzatuvchidan qabul qiluvchi tugungacha eng optimal marshrutni Bellman-Fordning algoritmi asosida aniqlaydi.

Protokollaning yangi versiyasi RIP ng IPv6 protokolini qo'llab quvvatlaydi. RIP protokolining ikkinchi versiyasi MD5 kaliti asosida autentifikatsiyalangan marshrut axborotlarini almashish vositalari, ochiq matnlar (shifrlanmagan)ni qo'llab quvvatlaydi. RIP protokolining ma'muriy masofasi (administrative distance - AD) 120 teng. Ma'muriy masofa - marshrut manbasining ishonchlilik qiymatini ko'rsatadi.

IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) protokoli masofa-vektor algoritmiga asoslangan bo'lib, eng yaxshi yo'nalishni aniqlashda tarmoq xarakteristikalaridan: paketning kechikishi, kanalning o'tkazish qobiliyati, ishonchlilik va marshrutning yuklanganlikni e'tiborga olgan holda gibril metrikadan foydalanadi. IGRP protokoli marshrut metrikasini quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi [13-14]:

$$M = (\frac{K_1}{B} + K_2 * D) * R \quad (3.1)$$

bu yerda :

K_1, K_2 – koeffitsientlar;

B – tanlangan interfeysga ko'ra aloqa kanalining o'tkazish polosasi [Kbit/s];

D – kutishlar vaqti (s);

R – ishonchlilik (keyingi tugunga muvaffaqiyatli yetkazilgan paketlar sonining, yuborilgan umumiy paketlar soniga nisbati);

IGRP protokol bir nechta marshrutlar o'rtasida yuklama taqsimotini qo'llab quvvatlaydi. Protokol kamchiligi sifatida berilgan uzunlikda tarmoq maskasini qo'llab quvvatlash va marshrutlarni birlashtirish imkoniyatining mavjud emasligi, marshrut axborotlarini almashishda autentifikatsiya vositalari mavjud emasligi bilan xarakterlanadi. RIP protokol bilan birga ishlay oladi.

– *EIGRP (Enhanced IGRP)* protokoli IGRP protokolining dastlabki versiyasining takomillashtirilgan ko'rinishi hisoblaniladi. Protokol gibril hisoblanadi va Diffusing-Update Algorithm (DUAL) algoritmiga asoslangan. EIGRP protokolining marshrut metrikasini hisoblashning umumiy formulasi quyidagicha [14]:

$$M_p = \left[(K_1 * B_{\min}^p + \frac{K_2 * B_{\min}^p}{256 - L_{\max}^p} + K_3 * D_{\sum}^p) * \frac{K_5}{K_4 + R_{\min}^p} \right] * 256 \quad (3.2)$$

bu yerda:

B_{\min}^p - r marshrutning eng kichik o'tkazish qobiliyati qiymati;

L_{\max}^p - p marshrutning aloqa qanallaridan birining eng katta yuklanish qiymati;

D_{\sum}^p - marshrutda paketlarnig umumiy ushlanib qolish yig'indisi [mks];

R_{\min}^p - p marshrutning aloqa kanallaridan birining ishonchliligi;

$p \in P_{i,j}, P_{i,j}$ - berilgan tarmoqdagi mavjud bo'lgan barcha marshrutlar $i \neq j$;

K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 - koeffitsientlar yuqoridagi parametrlar bo'yicha aniqlanadi.

U o'zida masofa-vektor va aloqa kanali holati bo'yicha protokollarning eng yaxshi jihatlarini o'zida namoyon qiladi. Protokolning barcha jo'natmalari multikast va individual hisoblaniladi. Bunday holatda axborot tarmoqda o'zgarish bo'lganda va ushbu axborot qaysi marshrutizatorga tegishli bo'lsa shunga jo'natiladi. Protokolni masshtablashishni oshirish maqsadida unga o'zgaruvchan uzunlikdagi tarmoq osti maskasi hamda va marshrutlarni birlashirish imkoniyati qo'shilgan. Marshrutlar olingan statik jadval yozuvlari yoki boshqa marshrutizatsiya protokollariga ko'ra ichki va tashqiga ajratiladi.

EIGRP protokolning oxirgi versiyasi marshrutizatsiya jadvali elementlarini buzg'unchilar yozib olishga imkon bermaydigan va MD5 kaliti asosida autentifikatsiyalaydigan himoyalash vositasiga ega. Bundan tashqari, bugungi kunda EIGRP uchun IPv6 qo'llab quvvatlaydigan vositalar ishlab chiqilmoqda. Bu protokolning takomillashtirishda davom etilishini bildiradi. EIGRPning asosiy kamchiligi yopiq hisoblanishi va faqat Cisco Systems qurilmalarida ishlashidir. Protokol IGRP va RIP bilan birgalikda ishlay oladi.

IS-IS. IS-IS protokoli aloqa kanali algoritmgiga asoslangan va OSPF o'tmishdoshi hisoblanadi. Bu protokol bugungi kunda korporativ tarmoqlarda kam ishlatilyotganligiga sabab takomillashtirilgan ko'rinishi OSPFning afzalligidir. Protokolning kamchiligiga o'zgaruvchan uzunlikda tarmoq osti maskasini qo'llab quvvatlay olmasligi, marshrutlarni birlashtirish, hamda qo'shni marshrutizatorlarga jo'natmalarni keng tarqatishli xarakterga ega emasligini kiritish mumkin. Bularning bari

marshrutizator yuklamasi, aloqa liniyasidagi kechikish, natijaga erishish tezligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

OSPF (Open Shortest Path First) protokoli aloqa kanal holati algoritmiga asoslangan bo'lib, eng yaxshi yo'nalishni tanlashdagi marshrut metrikasi quyidagi formula bilan aniqlanadi [14]:

$$Metric = \frac{10^3}{BW} \quad (3.3)$$

bu yerda: *BW* - aloqa kanalining o'tkazish qobiliyatining qiymati.

OSPF protokoli xususiyatlari 3.9-jadvalda keltirilgan.

3.9-jadval

OSPF protokoli xususiyatlari

OSPF protokoli xususiyatlari	Tasnifi
sinfisizlik	Protokol sinfsiz ishlab chiqilgan va VLSMni ishlatish va CIDR marshrutizatsiyasida ishlaydi;
samaradorlik	Marshrutda o'zgarish bo'lsa marshrutizatsiyani yangilash (doimiy bo'lmagan yangilanish)ni ishga tushiradi. Protokol optimal yo'lni to'plash uchun SPF qisqa yo'lni izlash algaritmini ishlatadi;
Topologiya o'zgarishlariga moslasha olishi	tarmoq o'zgarganligini tez translyatsiya qilish;
<i>masshtablilik</i>	kichik va katta tarmoqqa ishlatishga mo'ljallangan. Ierarxik tuzilishni qo'llab quvvatlash uchun marshrutizatorni bitta maydon (area)ga guruhlash mumkin.
<i>xavfsizlik</i>	MD5 Message Digest autentifikatsiyasini qo'llab quvvatlaydi. Agar bu funksiya yoqilgan bo'lsa, OSPF marshrutizatorlar oldindan berilgan bir xil parolli teng huquqli qurilmadan marshrutizatsiyaning faqat shifrlangan xabarlarini qabul qiladi. OSPF protokolining AD 110 ga teng.

OSPF marshrutizatsiya protokolining 3 ta (3.10 - jadval) asosiy komponenti mavjud.

1) *Ma'lumotlarning tuzilishi.* OSPF protokoli 3 ta ma'lumotlar bazasini yaratadi va xizmat ko'rsatadi:

- qo'shni qurilmalar to'g'risida ma'lumotlar bazasi qo'shni qurilmalarning jadvalini yaratadi;
- kanal holati to'g'risida ma'lumotlar bazasi (LSDB) - topologiya to'g'risida jadval yaratadi;
- jo'natmalarning ma'lumotlar bazasi - marshrutizatsiya jadvalini yaratadi.

3.10 – jadval.

OSPF ma'lumotlarini tuzilishi

Ma'lumotlar bazasi	Jadval	Tavsifi
Qo'shni marshrutizatorlar bo'yicha ma'lumotlar bazasi	Qo'shni qurilmalar jadvali	<ul style="list-style-type: none"> - 2 tomonlama ma'lumot almashish o'rnatilgan barcha qo'shni marshrutizatorlar ro'yxati; - har bir marshrutizator uchun alohida jadval mavjud; - jadvalni <i>show IP ospf neighbor</i> buyrug'i yordamida ko'rish mumkin.
Kanal holati bo'yicha ma'lumotlar bazasi	Topologiya jadvali	<ul style="list-style-type: none"> - tarmoqdagi barcha marshrutizatorlar to'g'risida ma'lumotlarni yig'adi; - bu ma'lumotlar bazasi tarmoqning topologiyasini ko'rsatadi; - bir maydonda bo'lgan barcha marshrutizatorlar bir xil kanalni holati bo'yicha ma'lumotlar bazasini ishlatadi; - jadvalni <i>show IP ospf database</i> buyrug'i yordamida ko'rish mumkin.
Jo'natmalarning ma'lumotlar bazasi	Marshrutizat-siya jadvali	<ul style="list-style-type: none"> - kanalni holati bo'yicha ma'lumotlar bazasidagi algoritmi ishga tushishi orqali yaratilgan marshrutlar to'g'risida ma'lumotlarni yig'adi; - bu ma'lumotlarni <i>show IP router</i> buyrug'i yordamida ko'rish mumkin.

Bu jadvallar marshrutizatorlar o'rtasida ma'lumotlar almashishini

bajaruvchi qo'shni murshrutizatorlar ro'yxatidan iborat.

2) *Marshrutizatsiya protokoli* xabari. OSPF protokoli murshrutizatsiya ma'lumotlarini uzatish uchun xabarlarni almashishda 5 ta turdagi paketni ishlatadi:

- salomlashish paketi (hello);
- ma'lumotlar bazasini tavsiflovchi paket;
- kanal holati paketi;
- kanal holatini yangilash paketi;
- kanal holatini tasdiqlash paketi.

Bu paketlar qo'shni murshrutizatorlarni aniqlash uchun va tarmoq to'g'risida aniq ma'lumotga ega bo'lish maqsadida murshrutizatsiya ma'lumotlarini almashish uchun ishlatiladi.

3) *Algoritmi*. Markaziy protsessor Deykstra qisqa yo'lni izlash algoritmini ishlatgan holda topologiya jadvali va qo'shni qurilmalar jadvalini qayta ishlaydi. Qisqa murshrutni izlash algoritmi ko'rsatilgan joyga barcha kirishlarni narhi to'g'risidagi ma'lumotga asoslanadi.

Qisqa murshrutni izlash algoritmi SPF qisqa yo'llar daraxtini har bir murshrutizatorni daraxtning ildiziga joylashtirish orqali yaratadi va har bir qurilmaga qisqa yo'llarni hisoblaydi. Shundan keyin SPF qisqa yo'llar daraxti optimal murshrutni hisoblash uchun ishlatiladi. OSPF protokoli murshrutizatsiya jadvalini yaratish uchun qo'llaniluvchi jo'natmalarni ma'lumotlar bazasiga optimal murshrutni tanlash uchun kiritadi.

OSPF protokolini ishlatuvchi murshrutizatorlar murshrutizatsiya ma'lumotlarini taqdim etishda murshrutizatorlar bir xil murshrutizatsiya jadvaliga ega bo'lish uchun kanal holati bo'yicha murshrutizatsiya jarayonining quyidagi 5 ta qadamini bajaradi:

1. Qo'shni qurilmalar bilan munosabatlarini o'rnatish OSPFni ishlatuvchi murshrutizator ma'lumotlarni almashish uchun tarmoqdan bir-birini aniqlashni bajarishi kerak. OSPFni ishlatuvchi murshrutizator OSPF yoqilgan barcha interfeyslaridan salomlashish paketini ushbu interfeyslar chegarasida qo'shni qurilmalarni aniqlash uchun jo'natadi. Qo'shni qurilma mavjud bo'lganda OSPFni ishlatuvchi murshrutizator u bilan bir xillik munosabatini o'rnatishga harakat qiladi.

2. Kanal holati to'g'risida xabarlarni almashish. Bir xillik munosabati o'rnatilgandan keyin murshrutizatorlar kanal holati to'g'risidagi (LSA) xabarlarni almashadi. LSA har bir to'g'ridan - to'g'ri ulangan kanalning holati va narhi to'g'risidagi ma'lumotga ega. Murshrutizatorlar o'zining LSA xabarlarini qo'shni qurilmalarga jo'natadi. Qo'shni qurilmalar LSA xabarlarini olishi bilan o'zining LSA xabarini

to'g'ridan to'g'ri ulangan qo'shnilarga jo'natadi va bu jarayon bir maydondagi barcha marshrutizatorlar barcha LSA xabarlarini qabul qilib olguncha davom etadi.

3. Topologiya jadvalini yaratish. OSPFni ishlatuvchi marshrutizatorlar kanal holati to'g'risidagi xabarni olgandan keyin qabul qilingan paketlar asosida topologiya to'g'risidagi ma'lumotlar bazasini yaratadi. Bu ma'lumotlar bazasida ohir oqibat tarmoqning topologiyasi to'g'risida barcha axborotlar yig'iladi.

4. SPF qisqa yo'lni izlash algoritmini bajarilishi. Shundan keyin marshrutizatorlar qisqa yo'lni izlash algoritmini bajarishga tushishadi.

Katta samaradorlikni va masshtablilikni ta'minlash uchun OSPF protokoli maydonlarga bo'lingan ierarxik marshrutizatsiyani quvvatlaydi. OSPF maydoni kanal holati bo'yicha tuzilgan ma'lumotlar bazasidagi kanal holati to'g'risidagi bir xil ma'lumotlarni ishlatuvchi marshrutizatorlar guruhidan iborat.

OSPF protokolini quyidagi usullardan birida ishlatish mumkin:

- bitta maydon uchun OSPF. Magistral yoki nol maydon deb nomlanuvchi bitta maydonda joylashgan (0 maydon).

- bir nechta maydonlar uchun OSPF. OSPF protokoli ierarxik tartibda bir nechta maydonlar yordamida ishlatiladi. Barcha maydonlar magistral maydonga (0 maydon) ulanishi shart. Maydonlar orasida ulanishni amalga oshiruvchi marshrutizatorlar chegaraviy marshrutizatorlar deyiladi (AVR).

OSPFda bir nechta maydonlar uchun ierarxik marshrutizatsiyani ta'minlash maqsadida bitta katta avtanom tizimi (AT)ni bir nechta kichik maydonlarga bo'lish mumkin. Ierarxik marshrutizatsiyani ishlatishda maydonlar o'rtasida (maydonlararo marshrutizatsiya) marshrutizatsiya bajariladi. Protsessorning resurslari (M: ma'lumotlar bazasi takroriy hisoblash)ni talab qiluvchi marshrutizatsiya jarayonlarining ko'pchiligi bitta maydon doirasida bajariladi.

Har doim marshrutizator bitta maydon doirasidagi topologiyada o'zgarish to'g'risida yangi ma'lumotni qabul qilsa, marshrutizator qisqa yo'lni izlash algoritmini bajarishi, yangi SPF qisqa yo'l daraxtini yaratishi va marshrutizatsiya jadvalini yangilashi kerak. Qisqa yo'lni izlash algoritmi mikroprotsessorning katta hajmdagi resursini talab qiladi, ya'ni resurs bu hisoblashga ketadigan vaqt maydonini o'lchamiga bog'liq bo'ladi.

Bitta maydonda juda ko'p marshrutizatorlar bo'lsa kanal holati to'g'risidagi ma'lumotlar bazasi juda katta hajmga ega bo'ladi va

mikroprotsessorning yuklanishi ortadi. Shuning uchun mashrutizatorlarni maydonlarga taqsimlashdan katta ma'lumotlar bazasini kichik ma'lumotlar bazasiga samarali taqsimlash kerak. Bunda samarali boshqarish imkoniyatini ta'minlashga e'tibor qilish lozim.

BGP-4. BGP protokoli global Internet tarmog'i avtonom tizimlari o'rtasida (AS o'rtasida 65534 ta marshrutizatorgacha) tashqi marshrutizatsiyani tashkil qilish uchun ishlab chiqilgan. Hozirgi kunda Internetda BGP-4 protokoli keng foydalanilmoqda. Protokol tashqi marshrutizatsiya protokollariga tegishli bo'lsa ham, ba'zida u kichik marshrutizatsiyada ham ishlatib turiladi.

BGP vektor masofaga yo'naltirilgan hisoblanadi. Biroq RIP va IGRPdan farqli BGP protokoli barcha marshrutizatsiya jadvallarini davriy ravishda yangilashni talab qilmaydi. Marshrutizatorlar o'rtasida to'liq jadval almashish bajarilishi faqat ular birinchi bog'langanda sodir bo'ladi. Keyinchalik faqat jadvaldagi yangilanishlar to'g'risida xabarlar jo'natiladi, yoki faqat marshrutizatorlarning o'zida qo'shnilar aniq ko'rsatilgan bo'ladi. BGP-4 bitta yangilanishda bitta yangi marshrut yangilanishi mumkin yoki mavjud bir nechta yo'q qilinishi mumkin. Bularning bari xizmat trafigini kamaytiradi.

BGP metrikasi o'zida afzal deb bilingan aniq bir marshrutning xarakterini ixtiyoriy son orqali namoyon qiladi va buni tarmoq ma'muri o'rnatadi. Turli xil marshrutizatorlarda turli marshrut siyosatlaridan foydalanishi mumkin.

To'g'irlash to'g'risidagi BGP-4 xabari AS ketma - ketligini o'z ichiga oladi. Protokol marshrutlarni birlashtirish imkoniyatiga ega. AS ro'yxatidan protokolda tezlik yuqori bo'lmaganda tezlikni yaxshilash uchun foydalaniladi. Dinamik marshrutlash protokollarini taqqoslash 3.10-jadvalda keltirilgan.

Taqqosiy xarakteristikadan ko'rish mumkinki, ichki dinamik marshrutizatsiya protokollari ichida nisbatan xarakteristikalar yaxshi bo'lgani OSPF va EIGRP protokollaridir. IS-IS protokoli ancha avval yaratilgan va OSPF protokolining ayrim vazifalarini bajaradi, shu sababli bugunda korporativ tarmoqlarda kam ishlatiladi.

Dinamik marshrutlash protokollarini taqqoslash

Protokol nomi	Protokol turi	Marshrutni hisoblash algoritmi	Sifat ko'rsatkichlari bo'yicha marshrut metrikasini hisoblash	Turli marshrutlar o'rtasida kanal yuklamasini balanslash	Tarmoqda marshrutizatorlarning maksimal soni
RIP	Distance Vector Algorithm (DVA)	Bellman-Ford	Asosiy bitta ko'rsatkich bo'yicha	Ishlab chiqilmagan	15
IGRP	Distance Vector Algorithm (DVA)	Bellman-Forda	Kombinat-siyalangan	Har xil metrikali marshrutlar o'rtasida	255 (tavsiya etiladi <50)
EIGRP	Gibrid: DVA+LSA	DUAL	Kombinat-siyalangan	Har xil metrikali marshrutlar o'rtasida	255
IS-IS	Link State Algorithm (LSA)	Deykstra	Ma'mur tomonidan ixtiyoriy beriladi	Bir xil metrikali marshrutlar o'rtasida	1024
OSPF	Link State Algorithm (LSA)	Deykstra	Bitta asosiy va uchta qo'shimcha ko'rsatkichlar	Bir xil metrikali marshrutlar o'rtasida	65534
BGP	Distance Vector Algorithm (DVA)	Bellman-Ford	Ma'mur tomonidan ixtiyoriy beriladi	Har xil metrikali marshrutlar o'rtasida	65534

Bu protokollarning afzalligini yuzlab va minglab marshrutizatorlardan iborat katta tarmoqlarda ko'rish mumkin. Aynan shu

yerda marshrutni tanlashda yuqori tezlik, turli xil trafiklar uchun QoS talablarini qo'llab quvvatlashda, kanalning o'tkazish qobiliyatini iqtisod qilishda (xizmat trafigini kamaytirish hisobiga), marshrutizatsiya jadvalini qisqartirishda va uning axborotlarini izlash tezligida kerak bo'ladi. Bu talablar yuqori hajmli katta bo'lgan, samaradorligi yuqori marshrutizatorlardan va sozlash murakkab bo'lgan protokollardan foydalanilganda bajarilishi mumkin. Biroq bunday katta tarmoqlar tarmoq qurilmalarini ishlab chiquvchilar tomonidan qaralganda geterogen hisoblanadi, shu sababli yetakchi o'rinni ochiq protokol OSPF (EIGRP faqat Cisco Systems qurilmalarida ishlatiladi va marshrutizatorlarning maksimal miqdori 255 tagacha) egallaydi. O'rta tarmoqlar uchun (o'nlab marshrutizatorlardan iborat) Cisco Systems kompaniyasining ishonchli va qo'shimcha texnik imkoniyatlarga ega qurilmalari yordamida bir turli tarmoqni qurish mumkin. Bunda EIGRP protokolidan foydalanish ko'proq samara beradi. Madomiki asosida DUAL algoritmi asosida ekan, sozlash oson hisoblanadi (kombinatsiyalangan metrika, turli qiymatli metrikali yuklamalarni balanslash) bu tarmoq ma'muriga maksimal samaradorlikka erishishini ta'minlaydi, madomiki tarmoqqa turli xil topshiriqlar tushar ekan faqat yuqori funksional imkoniyat va ulardan foydalanishdagi moslashuvchanlik (egiluvchanlik) tarmoq ma'muriga oldiga qo'yilgan barcha vazifalarni bajarish imkonini beradi.

Xech bo'lmasa IGRP protokolidagi sozlashlar yetarli bo'lishi mumkin (masalan, agar optimal marshrutni tezroq tanlash vaqtiga qo'yilgan yuqori talablar bajarilmasa, xizmat trafik va uning xavfsizlik darajasi kamayadi, o'zgaruvchan uzunlikdagi tarmoq osti maskasini qo'llab quvvatlash va murakkab ko'rinishga ega marshrutlarning funksiyalar qo'llab quvvatlanmaydi).

Geterogen tarmoq uchun dasturiy marshrutizatorlar bo'lishi kerak, eng yaxshi tanlov OSPF protokoli. Madomiki EIGRP protokolidan foydalanilganda tarmoq qurilmasi bilan ishlashda muammolar paydo bo'lar ekan, unda boshqa ishlab chiqaruvchilarning marshrutizatorlari statik marshrutizatsiyadan yoki RIP va EIGRPning kombinatsiyasidan foydalanish mumkin.

Agar uncha katta bo'lmagan tarmoq (o'ntagacha marshrutizator) ishonchlilikka, himoyalanganlikga, samaradorlikga yuqori talablarni qo'ysa Cisco kompaniyasining qurilmasini tanlagan maqul. Bu tarmoqda EIGRP protokolini tanlagan ma'qul hisoblanadi. Bunday tarmoqlar uchun IGRP protokolini tanlash ham samarali yechim hisoblanadi. Bu protokol tarmoq ma'murlariga RIP nomi bilan ma'lum, hamda u

marshrutizatorlardan kichik xajmli operativ xotira va kichik protsessor quvvati yetarli hisoblanadi.

Shuni aytish kerakki, tarmoqda ishlaydigan ko'plab tashkilotlar uchun bu ularning asosiy foaliyat yo'nalishi emas. Bunday tarmoqlarda trafik darajasi odatda yuqori bo'lmaydi, shu sababli protokolning imkoniyati yuklamani balanslash, ierarxik tuzilish hisobiga xizmat trafiklarining kamayishiga bog'liq. Odatda bunday tashkilotlar tarmoqga yuqori talablarni qo'ymaydi, shuningdek belgilangan maqsadga tezroq erishishga, QoSni qo'llab quvvatlashga, turli xil kanallar xarakteristika metrikalarini hisobga olishga (odatda barcha kanallar Fast Ethernet turiga taalluqli) ham, t ko'pincha yuqori unumdorlikka ega bo'lmagan ShKlarda dasturiy marshrutizatorlardan foydalanadi, hamda yuqori haq oladigan tarmoq ma'murlarga ehtiyoj bildirmaydi. Bu yerda RIPv2 protokolini tanlash eng yaxshi yechim bo'ladi.

BGP protokoli Internet tarmog'ining avtonom tizimlari o'rtasida ishlaydigan protokol sifatida ishlab chiqilgan. U ixtiyoriy metrikaga ega va belgilangan maqsadga erishish uchun yuqori tezlik talab qilmaydi. Korporativ tarmoqda bu protokolni qo'llash o'zini oqlamaydi. Tarmoqni avtonom tizimlarga ajratish foyda keltirmaydi. Chegara protokoli odatda tashkilot tarmog'i tashqi tarmoqning bir nechta kanallariga bog'langan bo'lsa yoki qachonki u ikki yoki undan ortiq tarmoqlar o'rtasida oraliq tugun sifatida ishlasa kerak bo'ladi, sabab zahira aloqa kanalini ta'minlash zarur bo'lganligi uchun.

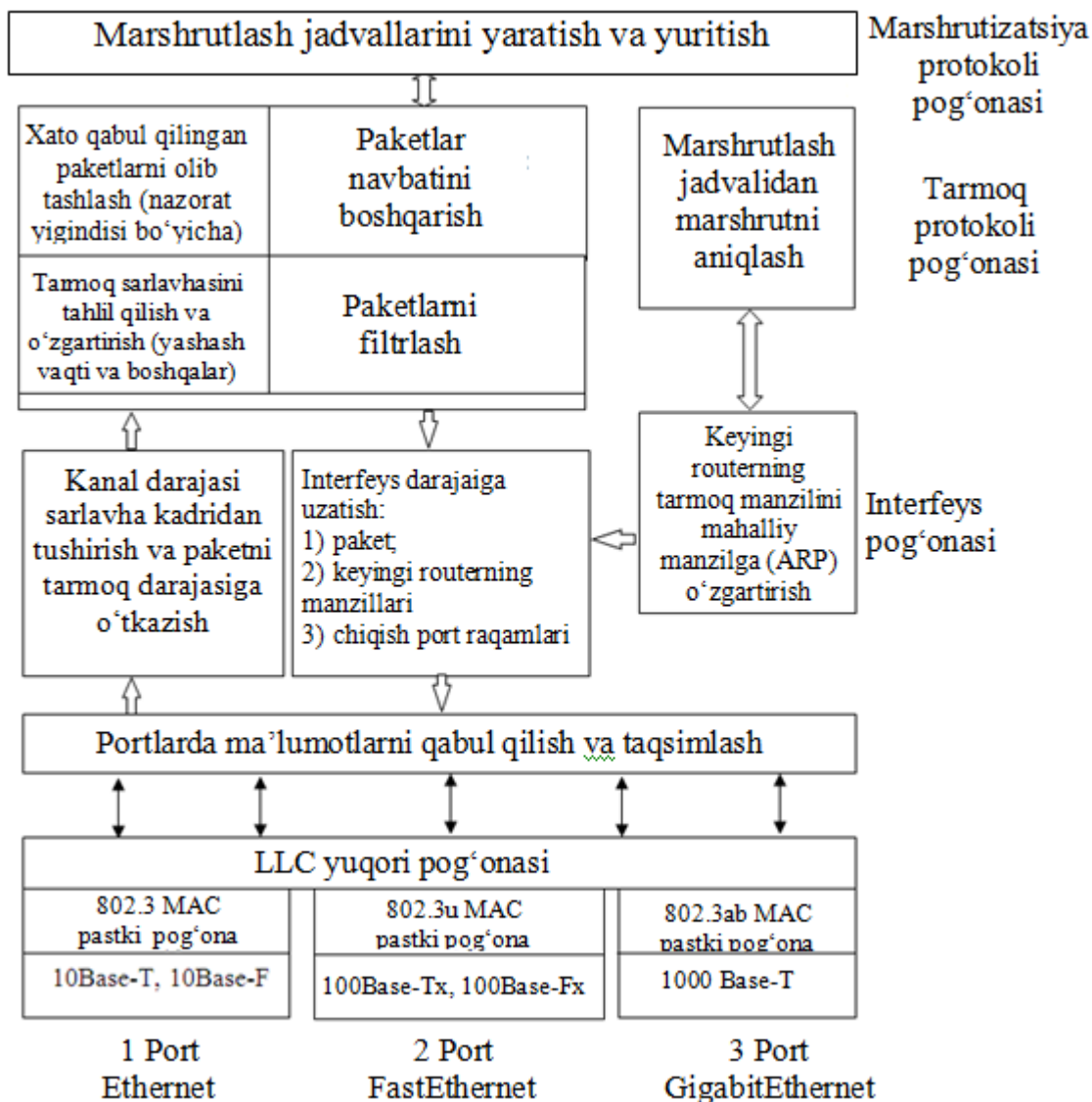
Nazorat savollari

1. Dinamik marshrutizatsiya protokollarining turlarini ayting?
2. Dinamik marshrutizatsiya statik marshrutizatsiyadan farqi nimada?
3. Ichki va tashqi marshrutizatsiya protokollariga tushuncha bering?
4. Marshrutizatsiya algoritmlariga qo'yiladign talablar nimalardan iborat?
5. Marshrutizatsiya protokollarida marshrut metrikasining o'rni?
6. RIP protokoli metrikani nimaga asoslanib hisoblaydi?
7. OSPF protokoliga tasnif bering?
8. EIGRP protokolining ishlash tamoyili, afzalligi va kamchiliklarini keltiring?

3.3. Marshrutizatorning funksional modeli, turlari va marshrutlash jadvalining ishlash tamoyillari

Marshrutizator – bu qurilma bir tarmoqdan boshqa bir tarmoqqa ma'lumotlarni uzatish uchun optimal yo'lni aniqlaydi. Qurilma OSI/ISO modelining uchinchi (tarmoq) pog'onasida ishlaydi. Marshrutizator eng optimal yo'lni topish uchun marshrutizatsiya algoritmini ishlatadigan protokollar va marshrutizatsiya jadvalidan foydalanadi.

Marshrutizatorning asosiy vazifasi har bir portdan qabul qilingan va buferlangan paketlarining sarlavhalarini o'qish va tarmoq adresiga mos keyingi yo'nalishini tanlashdir. Marshrutizatorning funksiyalarini uch pog'onaga bo'lish mumkin [15]: marshrutlash protokoli, tarmoq protokoli va interfeys pog'onalari (3.19-rasm).

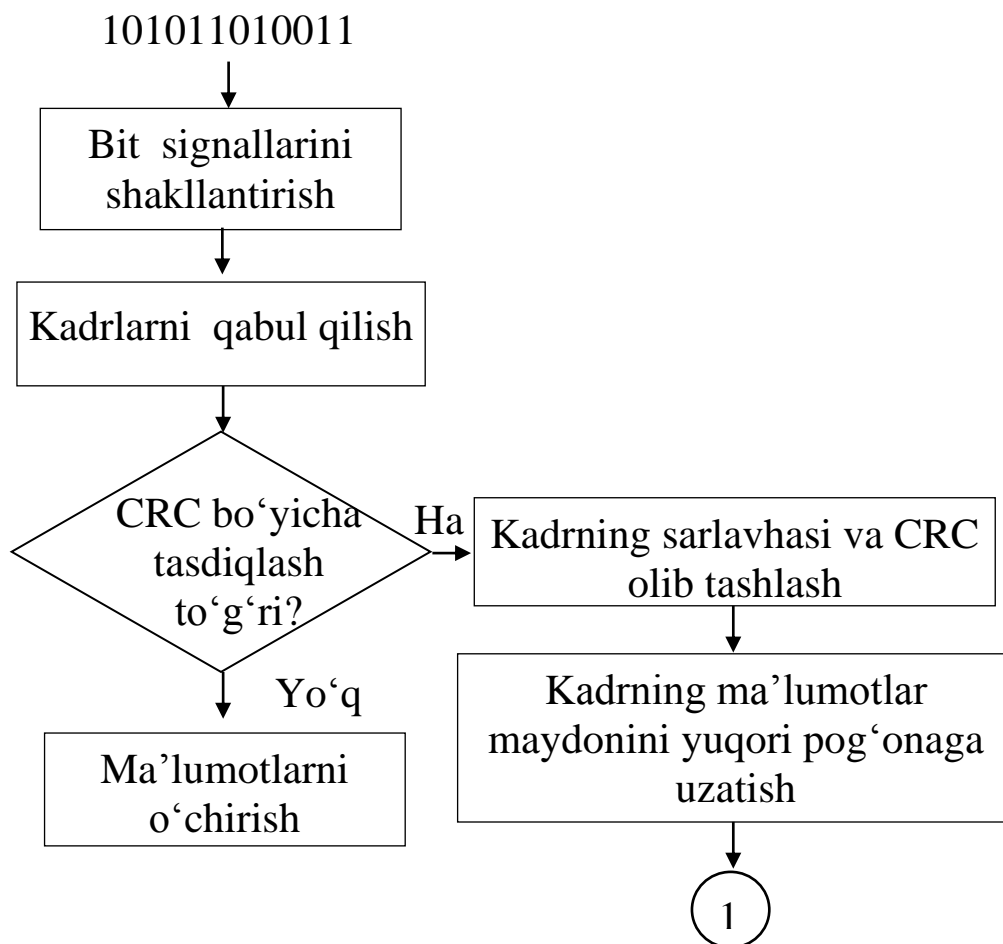


3.19-rasm. Marshrutizatorning funksional modeli

Interfeys pog'onasi. Marshrutizator interfeyslari kadrni uzatish uchun fizik va kanal pog'onalari funktsiyalarining to'liq to'plamini bajaradi, shu jumladan: muhitga kirish, bit signallarini shakllantirish, kadrlarni qabul

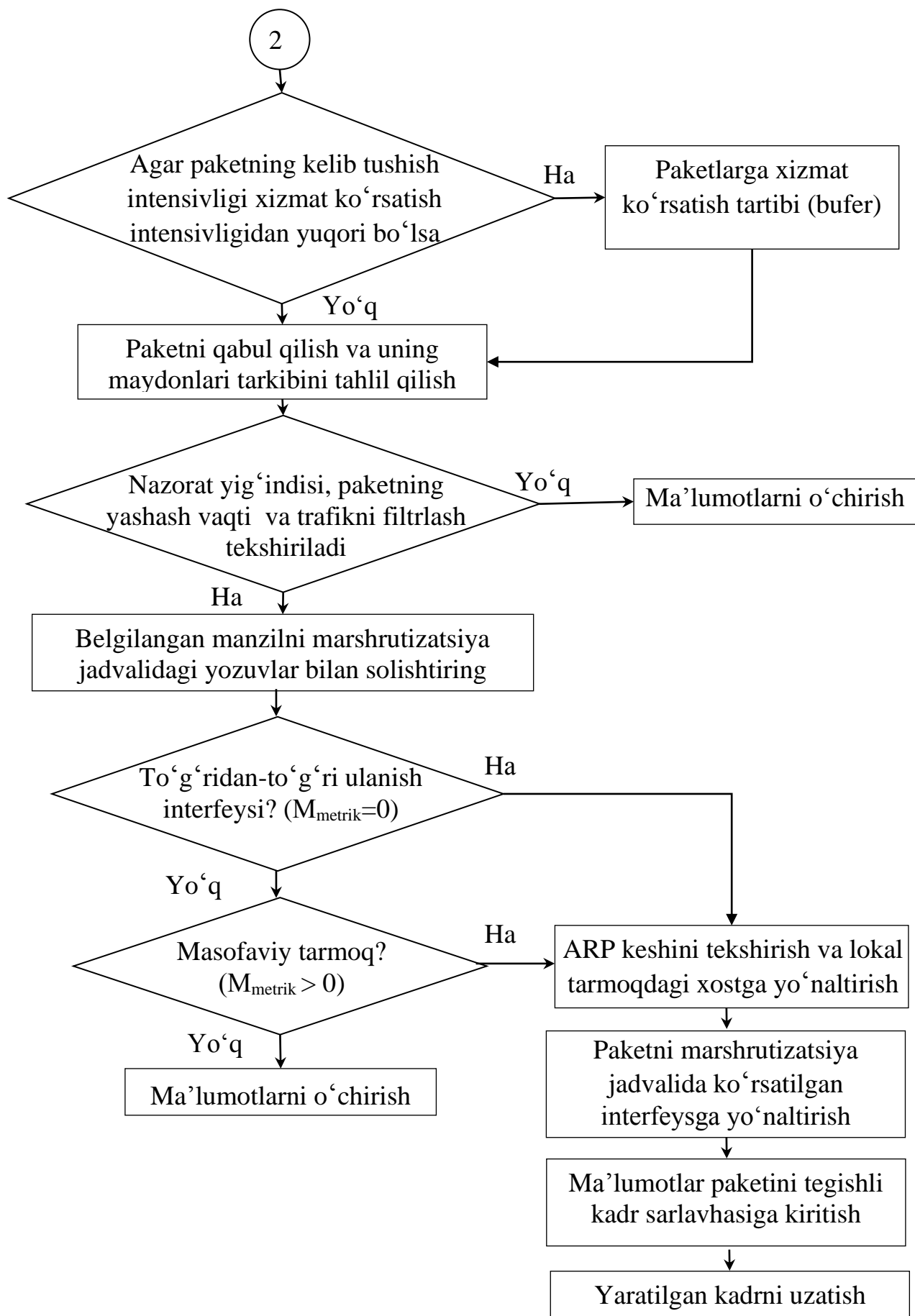
qilish, nazorat yig'indisini hisoblash va kadr ma'lumotlari maydonini yuqori pog'onaga uzatish.

Marshrutizator interfeysi algoritmining ishlashi 3.20-rasmda ko'rsatilgan.



3.20-rasm. Marshrutizator interfeysining ishlash algoritmi

Tarmoq protokol pog'onasi. Tarmoq protokoli paketdan tarmoq pog'onasi sarlavhasini chiqaradi va uning maydonlari tarkibini tahlil qiladi, shu jumladan: nazorat yig'indisini, paketlarning ishlash muddatini, trafikni filtrlash va paketlarga xizmat ko'rsatish intizomini tekshiradi. Paketlarni qabul qilish va uzatishda qaror qabul qilish jarayoni 3.21-rasmda ko'rsatilgan.



3.21-rasm. Paketlarni qayta uzatish bo'yicha qaror qabul qilish jarayoni

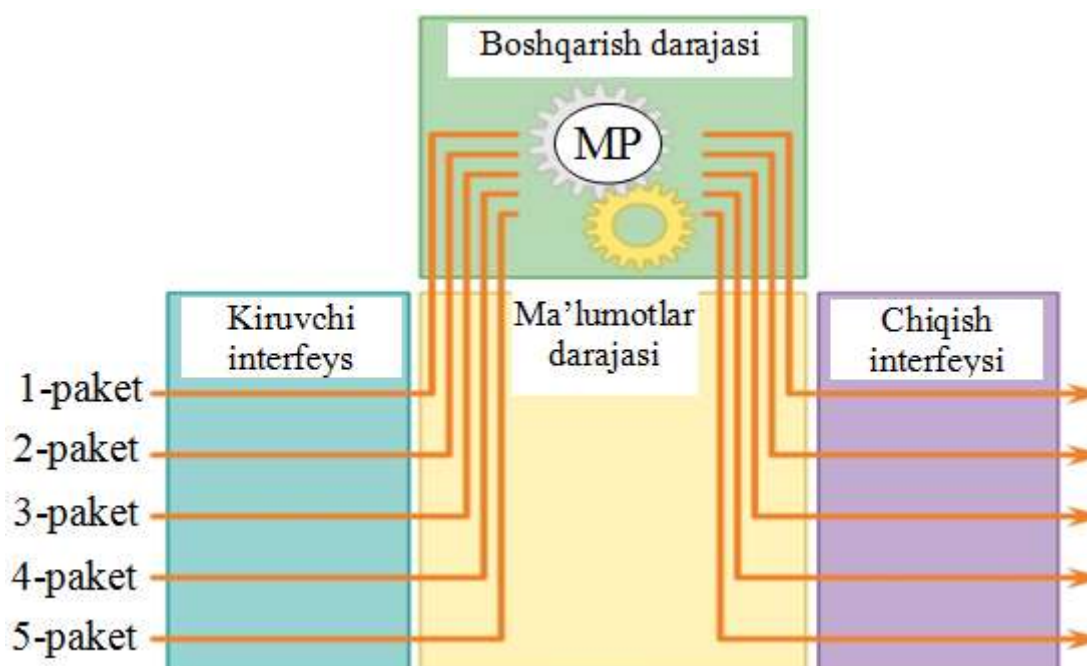
Marshrutizatsiya protokoli pog'onasi. Tarmoq protokollari o'z ishlarida marshrutlash jadvalidan faol foydalanadi, lekin uning tuzilishi bo'yicha emas. Ular hech qanday texnik xizmat ko'rsatmaydi. Bu funksiyalar marshrutlash protokollari orqali amalga oshiriladi. Ushbu protokollar asosida marshrutizatorlar tarmoq topologiyasi haqida ma'lumot almashadilar va olingan ma'lumotlarni tahlil qilish, ma'lum mezonlar bo'yicha eng yaxshi marshrutlarni aniqlaydilar. Tahlil natijalari marshrutizatsiya jadvallarining mazmunini tashkil qiladi.

Marshrutizatorlarda paketni yo'naltirishning mexanizmlari. Paketni yo'naltirishning uchta mexanizmini quyidagi o'xshashlik yordamida tavsiflash mumkin:

- dasturiy kommutatsiya har doim ham bir xil muammolarni echishda ham barcha hisob-kitoblarni amalga oshiradi;
- tezkor kommutatsiyalash bir marta hisob-kitoblarni amalga oshiradi, keyingi bir xil holatlar uchun javobni yodlab oladi;
- CEF mexanizmi har bir mumkin bo'lgan muammolarni oldindan hal qiladi va elektron jadvalga kiritadi.

Dasturiy kommutatsiya - bu Cisco marshrutizatorlarida avvaldan mavjud bo'lgan paketlarni yo'naltirishning eski mexanizmi. Paket interfeysga kelib tushganda, u boshqaruv sathiga yo'naltiriladi, u erda markaziy protsessor (MP) marshrutizatsiya jadvalidagi yozuv bilan qabul qiluvchi adresiga taqqoslaydi, so'ngra chiqish interfeysini aniqlaydi va paketni yo'naltiradi. Paketlarning butun oqimi bitta adresga mo'ljallangan bo'lsa ham, marshrutizator buni har bir paket uchun shu jarayonni qayta bajaradi. Dasturiy kommutatsiya mexanizmi juda sekin va zamonaviy tarmoqlarda kamdan - kam qo'llaniladi.

3.22 va 3.24 rasmlar uchta paketni yo'naltirish mexanizmlari o'rtasidagi farqlarni tasvirlab beradi. Masalan, beshta paketdan iborat trafik oqimi bir xil adresga yuborilgan (3.22-rasm).

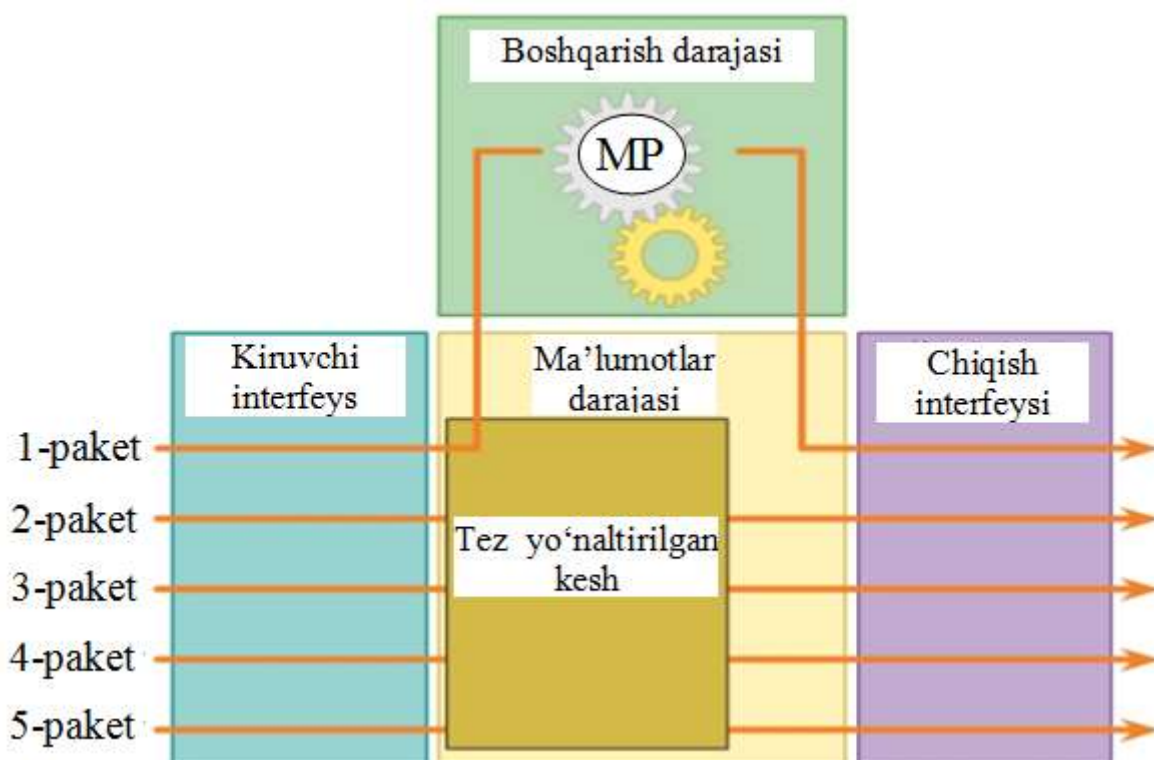


3.22-rasm. Dasturiy kommutatsiya

Tezkor kommutatsiya - bu paketlarni yoʻnaltirishning keng tarqalgan mexanizmi boʻlib, navbatdagi yoʻnalishlar haqidagi maʼlumotlarni saqlash uchun tezkor kommutatsiya keshidan foydalaniladi. Paket interfeysga kelib tushganda, u boshqaruv sathiga yoʻnaltiriladi, u erda markaziy protsessor tezkor kommutatsiya keshidan qidiradi. Agar mos kelmasa, paket dasturiy kommutatsiyaga oʻtadi va chiqish interfeysiga yuboriladi. Paketlar uchun trafik maʼlumotlari ham tezkor keshlashda saqlanadi. Agar interfeysga oʻsha adresga yoʻnaltirilgan boshqa paket tushsa, u holda keyingi oʻtish haqidagi maʼlumotlar markaziy protsessor aralashuvisiz kesh xotirasidan qayta ishlaydi.

Dasturiy kommutatsiyada, har bir paket markaziy protsessor tomonidan alohida ishlov berilishi kerak.

3.23-rasmda tez kommutatsiyada dasturning kommutatsiyasidan faqat oqimning birinchi paketi oʻtadi, shundan soʻng u tezkor keshga qoʻshiladi. Keyingi toʻrtta paket keshdagi maʼlumotlarga asoslanib tezda ishlanadi.



3.23-rasm. Tezkor kommutatsiya

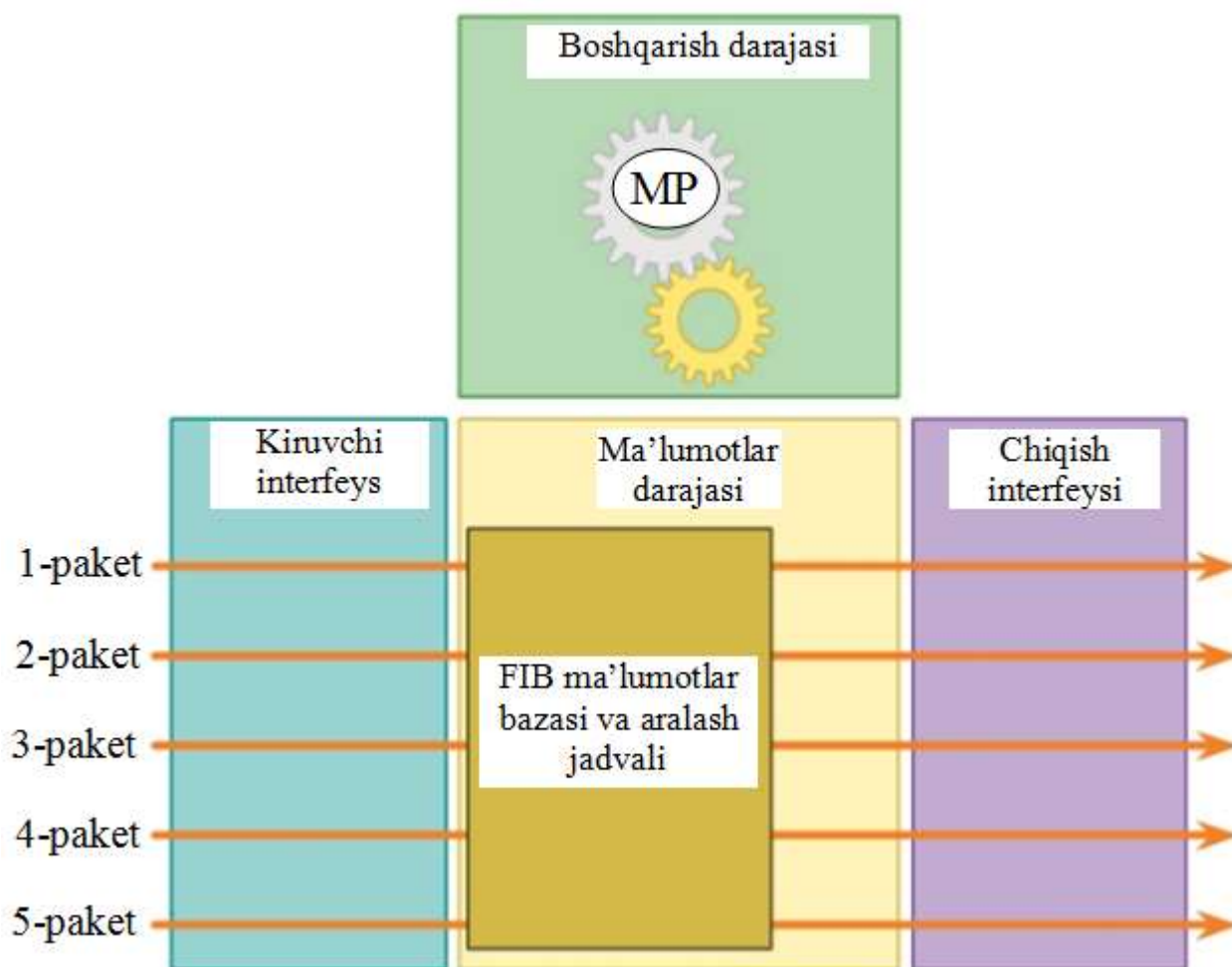
Cisco Express Forwarding (CEF) — bu Cisco IOS uchun eng yangi va eng maqbul paketlarni yoʻnaltirish usuli.

CEF tezkor kommutatsiyaga oʻxshash, 24 portli qayta adreslash maʼlumotlar bazasi (FIB) va qoʻshnichilik jadvali (adjacency table)ni yaratadi. Lekin, jadvalni toʻldirish tezkor kommutatsiyadagi kabi paketlar asosida emas, balki oʻzgaruvchilar asosida tashkil etiladi - masalan, tarmoq topologiyasidagi oʻzgarishlar.

Shunday qilib, jarayon yakunlanganda, maʼlumotlar bazasi (FIB) va qoʻshnichilik jadvalida marshrutizatorlarning paketlarni yoʻnaltirishi uchun zarur boʻlgan barcha maʼlumotlar mavjud boʻladi. FIB oldindan hisoblangan teskari qidiruvlarni, marshrutizatorlar uchun navbatdagi yoʻnalish maʼlumotlarini, jumladan interfeys va 2-pogʻona maʼlumotlarini oʻz ichiga oladi.

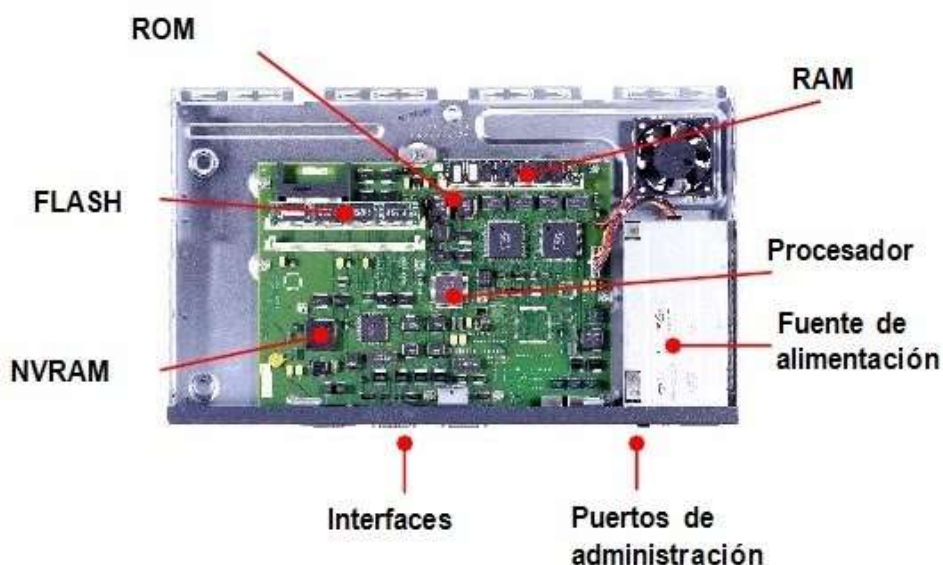
CEF kommutatsiyasi - bu yoʻnaltirishning eng tezkor mexanizimi boʻlib Cisco marshrutizatorlari uchun eng maqbuli hisoblanadi.

3.24-rasmda CEF kommutatsiyalash usuli ishini tugatgandan soʻng shakillantirgan FIB maʼlumotlar bazasi va qoʻshnichilik jadvali keltirilgan. Barcha beshta paketlar maʼlumotlar sathida tezda qayta ishlanadi.



3.24-rasm. Cisco Express Forwarding (CEF)

Marshrutizator qurilmalarining texnik xarakteristikalarini. Marshrutizator qurilmasining ichki tuzilishi quyidagi 3.25-rasmda keltirilgan.



3.25-rasm. Cisco 1811 marshrutizator qurilmasining ichki tuzilishi

1. Tezkor xotira (TX, RAM). Asosiy vazifasi – marshrutizatsiya jadvalini saqlash, ARP (MAC va IP - adreslari o‘rtasida mos kelishlikni aniqlash uchun mo‘ljallangan, kanal pog‘onasi protokoli) protokoli keshlash. Paketlar markaziy protsessorida qayta ishlangunga qadar interfeysda saqlashni ta‘minlaydi (masalan, navbatda turib qolgan paketlar). Marshrutizator manbaiga ulanganda konfiguratsiya fayllarini vaqtincha va to‘liq ishlashini ta‘minlash.

2. Mustaqil energiya ta‘minotiga ega xotira – NVRAM. Konfiguratsiya faylining (startup-config) zahira yoki eski nusxasini o‘z ichiga oladi. Manba ulangandan yoki qayta yuklangandan so‘ng xotira tozalab yuborilmaydi.

3. Flash – xotira. Xotira qayta dasturlash orqali tozalab yuboriladi. Operatsion tizim (OT) obrazini o‘z ichiga oladi, protsessoridagi chipni ochmasdan DT yangilash imkoniyatini beradi. Marshrutizator qayta yuklanganda o‘chirilmaydi va Intel tomonidan yaratilgan EEPROM [Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory] bo‘lib, u odatdagidan yuqori elektr kuchlanishini qo‘llash orqali qayta-qayta o‘chirilishi va qayta dasturlashtirilishi mumkin (3.26-rasm).



3.26-rasm. Flash – xotira tashqi ko‘rinishi

4. Doimiy xotira qurilmasi (DXQ, RAM). Marshrutizatorga xizmat ko‘rsatish va dastlabki yuklama uchun mikrokodni o‘z ichiga oladi, unda DXQ marshrutizatorning ichki butunligini tekshiradi: protsessor, xotira va boshqalar. Shuningdek DXQ Cisco OTning bir qismini o‘zida saqlaydi, ya‘ni OTni qayta tiklash uchun foydalanish maqsadida (masalan, agar uni flash – xotiradan o‘chirib tashlangan bo‘lsa). DXQ da DT yangilash uchun qurilma tizim platasidagi chipni o‘zgartirish kerak bo‘ladi. Manba ulangandan yoki qayta yuklangandan keyin xotira tozalab yuborilmaydi.

5. Interfeys – tarmoq bog‘lanishi, u orqali qurilmaga ma‘lumotlar kelib tushadi va uzatiladi. Interfeys tarmoq platasida yoki interfeysida joylashtiriladi.

6. Markaziy protsessor (CPU). Protsessor xavfsizlik so‘rovi va ilova so‘rovlarini tezda qayta ishlash imkoniyatini ta‘minlaydi. Marshrutizator

qurilmasida CLI yordamida ichki konfiguratsiya fayllarini ko‘rish mumkin.

Cisco Systems kompaniyasining marshrutizatorlari. Amerikaning asosan tarmoq qurilmalarini ishlab chiqish va sotish bilan shug‘ulanadigan Cisco Systems, Inc. kompaniyasiga 1984 yilda asos solingan. Kompaniya bozorga katta ko‘lamda tarmoq qurilmalarini taqdim qiladi, mijoz Cisco Systems kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan tarmoq qurilmalaridan kerakligini tanlab olishi mumkin.

Cisco Systems tarmoq qurilmalaridan tashqari kompyuter tarmog‘i bo‘yicha muhandislarni sertifikatlashning ko‘p tarmoqli tizimini yaratdi. Cisco professional sertifikati katta ahamiyatga ega. Hususan ekspert (CCIE) darajasidagi sertifikat kompyuter tarmog‘idagi keng tarqalgani hisoblanadi. 3.27 - rasmda Cisco Systems kompaniyasi Cisco 1811 turidagi marshrutizatorlari misolida marshrutizator komponentlarini keltirilgan.



3.27– rasm. Cisco 1811 marshrutizatorining orqa paneli

№	Nomlanishi		Nomlanishi
1	V.92 modem porti	6	Yordamchi (AUX) port
2	USB 2.0 portlar	7	POE razyomi
3	Boshqariluvchi 8-portli kommutator	8	Manba ulagich
4	WAN-portlar	9	Manba raz'yomi
5	Konsol port	10	Seriya raqami (Cisco 1800 seriya marshrutizatorlari uchun seriya raqami 11 ta belgidan iborat bo‘ladi).

3.11-jadvalda Cisco marshrutizatorining xarakteristikasini ko‘rib chiqamiz.

3.11-jadval

Cisco 1811 marshrutizatorining texnik xarakteristikalari.

Texnik xarakteristkasi	Cisco 1811
WAN-interfeyslari	10/100BASE-T ikki porti
LAN-interfeyslar	10/100BASE-T 8 port orqali kommutatorlarni boshqaradi
V.92 analog modem porti	Bitta analog modem porti
USB 2.0 portlar	2 ta port
Konsol port	1, tezligi 115.2 Kbit/s
AUX-port	1, tezligi 115.2 Kbit/s
THQ (RAM)	128 MB dan 384 MB gacha sinxron ikki tomonli modul (DIMM) SDRAM (1 slot DIMM)
Flash-xotira	Compact Flash formatli tashqi flash-xotira, 32 MB dan 128 MBgacha

WAN interfeys – marshrutizatorning tashqi interfeysi, provayder qurilmasiga kirishi yoki provayderga ulanish uchun foydalaniladi.

LAN interfeys – bu interfeys lokal tarmoqdan chiqishga javob beradi.

Konsol port – port, boshqaruv terminali (konsol) yordami bilan qurilmani sozlash uchun foydalaniladi.

AUX (auxiliary, yordamchi) port – qo‘shimcha qurilmalarni ulash uchun kerak bo‘ladi. Qo‘shimcha qurilma ulangandan so‘ng zahira sifatida foydalanish mumkin. 3.12-jadvalda Cisco 1811 marshrutizatori fizik parametrlari keltirilgan.

Cisco 1811 marshrutizatori fizik parametrlari

Parametrlar	Cisco 1811
Xajm (kengligi, uzunligi, balandligi)	32.36 sm x 24.64 sm x 4.80 sm
Og'irligi	2.8 kg
Ishchi temperaturasi	ot 0 do 40°C
Ishchi namlik	ot 10 do 85% (kondensatsiz)
Saqlash temperaturasi	-25 dan 65°C gacha
Ishchi balandligi	3000 metr gacha, 25°C da

Cisco 1811 marshrutizator devorga yoki standart 19 stoyka va 1 unit (44,45 mm) o'rnatish mumkin. 3.13-jadvalda Cisco 1811 marshrutizatorida xavfsizlik ta'minoti bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Cisco 1811 marshrutizatorida xavfsizlik ta'minoti

Tarmoq xavfsizligi	Cisco 1811
Shifrlashni qo'llab quvvatlashi	DES, 3DES, AES 128, AES 192, AES256
IPSec-tunnelni qo'llab quvvatlashi	50
IPSec VPN samaradorligi	1400 bayt hajmdagi paketda 40 Mbit/s 3DES
Cisco IOS (Firewall) tarmoqlaroro ekran samaradorligi	1400 bayt hajmdagi paketda 100 Mbit/s

DES – 1977 yilda ishlab chiqilgan simmetrik shifrlash algoritmi. DES 64 bitli blok va Feystel tarmog'i 16 strukturaga ega. Shifrlash uchun 56 bit uzunlikdagi kalitdan foydalaniladi.

3DES – 1978 yilda DES algoritm asosida ishlab chiqilgan shifrlash algoritmi. 3DES maqsadi DES algoritmning asosiy kamchiliklarini (buzish ehtimolligi yuqori bo'lgan kichik uzunlikdagi kalit) bartaraf etish hisoblanadi. 3DES algoritm kalitining uzunligi 168 bit. AES 128, 192, 256 –

128 bitli 128,192 yoki 256 bitli kalitga ega blokli shifrlash simmetrik algoritmi.

VPN (Virtual Private Network) – bu kriptotizim ma'lumotlarni himoyalangan tarmoq bo'ylab (masalan, Internet) uzatilayotganda ularni himoyalash imkoniyatini beradi. VPN bog'lanish nuqta-nuqta turidagi kanaldan iborat bo'ladi, shuningdek u tunnel deb ham ataladi va foydalanuvchi qayerda bo'lishidan qat'i nazar tarmoq resurslariga kirish imkoniyatiga ega bo'ladi. Ushbu xususiyati bo'is VPN ofis, asosan bir biridan olisda ishlaydigan va xududiy ajratilgan tarmoq resurslaridan birgalikda foydalanadigan ishchilari orasida keng tarqalgan. IPSec standarti IP protokoli xavfsizligini oshirish maqsadida ishlab chiqilgan. Bu IP paketga o'zining sarlavhalarini qo'shib qo'shimcha protokollar hisobiga hal etilgan.

Shuningdek Internet tarmog'iga himoyalangan kirish dinamik boshqaruvli kirish nazorat ro'yxati (Access Control List) orqali ham amalga oshiriladi.

3.14-jadvalda Cisco 1811 marshrutizatorida DT bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

3.14-jadval

Cisco 1811 marshrutizator dasturiy ta'minoti

Dasturiy ta'minot	Cisco 1811
Cisco IOS versiyasi	12.4T
Cisco IOS obrazi	IP - servislarga (ovozli xizmat-siz) yo'naltirilgan

Cisco qurilmasining DT quydagi belgilanishlarga ega:

12.4 - ishlab chiqarilgan vaqtini bildiradi, ishlab chiqarilgan vaqtdan keyingi qavs ichidagi raqam, yangilangan versiyasini ko'rsatadi.

T – bu asosiy chiqarilganiga qo'shimcha ekanligini yangilangan versiyasini bildiradi. Nisbatan eskiroq versiyasi ko'pincha yangi versiyasi bilan taqoslaganda stabil ishlaydi, lekin kamroq imkoniyatga ega bo'ladi.

3.15-jadvalda Cisco 1811 marshrutizatorida marshrutizatsiya xususiyatlari bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Cisco 1811 marshrutizatorining marshrutizatsiya xususiyatlari

Marshrutizatsiya xususiyatlari	Cisco 1811
Tavsiya etiladigan foydalanuvchilar soni	50
Qo'llab quvvatlanadigan marshrutizatsiya texnologiyalari	<ul style="list-style-type: none"> – Tugunni dinamik konfiguratsiyalash protokoli (DHCP); – Domen nom tizimini dinamik qo'llab quvvatlash; – Kanal pog'onasida tunnellash protokoli (L2TP); – Adres portini translyatsiyalash texnologiyasi (PAT); – "Nuqta-nuqta" protokoli asosida ma'lumotlarni asinxron uzatish rejimi – Ethernet tarmog'i asosida ikki nuqtali bog'lanish protokoli; – Daraxtsimon bog'laydigan protokol (802.1d, STP).
Marshrutizatsiya protokoli	BGP, EIGRP, OSPF, RIPv1, RIPv2
Marshrutizatsiya protokollari	IPv4, IPv6, IPX, IBM SNA, AppleTalk

DHCP – tarmoq protokoli, kompyuterlar IP - adreslarni va TCP/IP tarmog'i bilan ishlash uchun kerak bo'ladigan boshqa parametrlarni avtomatik olish imkonini beradi.

DNS – bu protokol, belgilar yordamida IP - adreslarni nomlarga o'zgartiradi va aksini bajaradi.

L2TP – kompyuter tarmoqlarida kanal pog'onasi tunnellash tarmoq protokoli.

PAT - qabul qiluvchining TCP/UDP-portiga bog'liq ravishda tarmoq adreslarini translyatsiya qilish texnologiyalsi (NATning xususiy holati).

PPPoE – tunnellash protokoli, IP yoki Ethernet bog'lanish orqali PPP (Point to point protocol) sozlanadigan boshqa protokollarni o'rnatish

imkonini beradi.

STP – tarmoq protokoli. STP asosiy vazifasi bir yoki bir nechta ko‘priklar, keragidan ortiq bog‘lanishlar bo‘lgan ixtiyoriy Ethernet tarmog‘i topologiyasida halqa hosil qiladi. STP bu muammoni hal etadi, bog‘lanishlarni avtomatik bloklaydi, ya’ni kommutatordagi ortiqcha bog‘lanishlarni.

IPX - SPX protokollar oilasiga tegishli OSI modelining tarmoq pog‘onasi protokoli. U deytagram uzatish uchun mo‘ljallangan, bog‘lanishlarga mo‘ljallanmagan hisoblanadi va oxirgi stansiya va NetWare-serverlar o‘rtasida bog‘lanishni ta’minlaydi.

SNA – tizim tarmoq arxitekturasini, 1974 yilda IBM kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan. O‘zida qurilmalar va IBM dasturlari o‘rtasida axborot uzatishda foydalaniladigan strukturalar, formatlar, protokollarning umumiy tavsifini o‘zida nomoyon qiladi.

AppleTalk - protokol steki, Apple Computer tomonidan ishlab chiqarilgan. U dastlab Macintoshga (1984) ulangan bo‘lgan, hozir kompaniya TCP/IP foydasiga uni rad etgan. 3.16-jadvalda Cisco 1811 marshrutizatorida xizmat ko‘rsatish sifati xususiyatlari bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

3.16 – jadval.

Cisco 1811 marshrutizatori xizmat ko‘rsatish sifati xususiyatlari

QoS xususiyatlari	Cisco 1811
QoS protokollari	<ul style="list-style-type: none">– Weighted Fair Queuing (WFQ);– Class-Based WFQ (CBWFQ);– Weighted Random Early Detection (WRED);– Committed Access Rate (CAR);– Resource Reservation Protocol (RSVP);– Network-Based Application Recognition (NBAR);– Differentiated Services (DIFFSERV);– Link fragmentation and interleaving (LFI);– Low-Latency Queuing (LLQ).

3.17-jadvalda Cisco 1811 marshrutizatorida PoE texnologiyasi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Cisco 1811 marshrutizatorida PoE texnologiyasi

PoE xususiyatlari	Cisco 1811
PoE qo‘llab quvvatlashi	PoE to‘plami yordami bilan 10/100 Ethernet kommutatori portlarini qo‘llab quvvatlash
PoE stanlartlari	IEEE 802.3af, Cisco Prestandard PoE
Tashqi manba	80 wattlik tashqi manba

Power over Ethernet (PoE) - Ethernet tarmog‘ida juft sim standarti orqali elektr energiyasi bilan birgalikda qurilmani olisdan boshqarish imkonini beradigan texnologiya. Ushbu texnologiya IP - telefoniya, simsiz tarmoqqa nuqtali kirish, IP - kamera, tarmoq konsentratorlari va alohida elektr kabellari o‘tkazish imkoniyat yo‘q yoki ehtiyoj yo‘q bo‘lgan qurilmalar uchun mo‘ljallangan. 3.18 – jadvalda Cisco 1811 marshrutizator svetodiod indikatorlarining kengaytmasi tog‘risida ma’lumotlar keltirilgan.

Cisco 1811 marshrutizator svetodiod indikatorlarining kengaytmasi

SYSOK	Yashil	Marshrutizator muvafaqiyatli yakunlandi, DT ishga yaroqli. Bu indikator yuklangan yoki ROM monitoring rejimida o‘chib yonadi.
ROE	Yashil/ sariq	Yashil rang manba ishlayotganligini, sariq rang elektr manba buzilganligini bildiradi.
FE <port number>	Yashil	Indikatorlar Fast Ethernet WAN (FE № 0 va № 1 portni) portlari va kommutatsiya portlari (FE №2-98ta portlar)ning ishga yaroqligini ko‘rsatadi. Yashil rang interfeys ulangan ekanligini ko‘rsatadi.
CD	Yashil	Indikator modemli bog‘lanish o‘rnatilganligini ko‘rsatadi.
PPP	Yashil	Indikator hech bo‘lmaganda bitta PPP o‘rnatilganligini ko‘rsatadi.
VPN	Yashil	Indikator hech bo‘lmaganda bitta VPN tunnel borligini ko‘rsatadi.

SPD5	Yashil	Indikator yuqori tezlikli ulanishni ko'rsatadi (V.90/V.92). Agar indikator yonmasa ulangan bog'lanish past tezlikda (V.32/V.32b/V.34) ekanligini bildiradi. Indikator faqat Cisco 1811da mavjud.
BUSY	Yashil	Indikatorning o'chib yonishi modem liniyasi orqali faol ekanligini ko'rsatadi. Indikator faqat Cisco 1811da mavjud.
CF	Yashil	Indikator Flash xotira band ekanligini ko'rsatadi. Qachonki bu svetodiod yonib tursa xotirani olib bo'lmaslikni ko'rsatadi.

Nazorat savollari

1. Marshrutizatorlarda paketni yo'naltirishning mexanizmlariga tushuncha bering?
2. Paketlarni qayta uzatish bo'yicha qaror qabul qilish jarayoni tushuntiring?
3. Marshrutizator interfeysining ishlash algoritmi qanday?
4. Marshrutizatorning funksional modeliga tasnif bering?
5. Marshrutizatorning turlari va marshrutlash jadvalining ishlash tamoyillarini tushuntiring?
6. Cisco 1811 marshrutizatori xizmat ko'rsatish sifati hususiyatlarini keltiring?
7. Cisco 1811 marshrutizatorida PoE texnologiyasiga tasnif bering?

IV-bob. IP - TARMOQLARINING SIFAT KO'RSATKICHLARI STANDARTLARI, TA'MINLASH USULLARI VA TEXNOLOGIYALARI

Xizmat ko'rsatish sifati (Quality of Service, QoS) tarmoq texnologiyalari, protokollari va o'lchamlaridan qat'iy nazar, tarmoq foydalanuvchilariga va korporativ tarmoqlarga QoSga IETF tomonidan belgilangan talablar tizimi hisoblanadi.

Xalqaro Elektr Aloqa Ittifoqi (XEAI)ning telekommunikatsiya sohasini standartlashtirish (International Telecommunication Union-Telecommunication, ITU-T) QoS konsepsiyasining turli jixatlari rivojiga o'zining sezilarli xissasini qo'shdi, jumladan, QoS ko'rsatgichlariga bo'lgan talab va normalarni ishlab chiqdi, hamda QoSning kerakli ko'rsatgichlarini ta'minlovchi tarmoq mexanizmlari standartizatsiyasi, hamda eng muhim ta'riflarning aniq ifodasini shakillantirdi [18].

QoS funksiyalariga tarmoq resurslaridan foydalanish nazoratini o'rnatish, tarmoq trafiklarining kafolatlangan va differensial xizmat ko'rsatishni ta'minlashdan iborat.

QoS ma'lumotlarni uzatish va resurlarni taqsimlash mexanizmlari, kommutatsiya va marshrutizatsiya, navbatlarga xizmat ko'rsatish mexanizmlari va paketlarni chiqarib tashlash mexanizmlari kabi IP-tarmoq samaradorligini oshirish vositalari ustidan nazorat qilish qoidalari tizimiga asoslangan to'g'ridan-to'g'ri kafolatni ta'minlaydi.

IP - tarmoqlarda QoSni standartlashtirish bo'yicha ITU-T faoliyati doirasida IP - yo'nalishli protokollar bazasida qurilgan tarmoqlar uchun QoSni ta'minlash vazifalarini yechishning quyidagi bosqichlari nazarda tutiladi:

- IP - tarmoqlari uchun muvofiqlashtirilgan umumiy ishchi xarakteristikalar to'plamini va ularning normalarini yaratish;
- "Terminal-terminal" konfiguratsiyasida QoSning belgilangan ko'rsatgichlarini ta'minlab beruvchi tarmoq mexanizmlarini joriy qilish;
- QoS ko'rsatgichlarining normaga solingan qiymatini signalizatsiya protokollariga qo'shish;
- tayanch tarmoq mexanizmlari arxitekturasini ishlab chiqish.

4.1. IP - tarmoqlarda xizmat ko'rsatish sifatini baholash mezonlari va standartlari

2002 yilda ITU-T 13-chi tadqiqot komissiyasi yuqorida sanab o'tilgan bosqichlarning birinchisiga javob beruvchi ikkita xalqaro standart e'lon qildi. ITU-T Y.1540 Tavsifnomasi IP - tarmoqlarda paketlarni uzatish uchun standart tarmoq xarakteristikalarini bayon qildi. ITU-T Y.1451 Tavsifnomasi, Y.1450 da belgilangan, ikkita chegara tarmoq interfeyslari - oxirgi terminal qurilmalarining ulanish nuqtalari parametrlari uchun normalarni belgilaydi. Bundan tashqari, ushbu tavsifnomada ilovalar turiga qarab QoSning 6 darajasi tasniflangan.

Bu tavsiyalar telekommunikasiya ssenariyining barcha qatnashchilari – operator va provayderlar, qurilma ishlab chiqaruvchilari va foydalanuvchilar uchun muhim. Tarmoq operatorlari va provayderlari undan IP - tarmoqlarining foydalanuvchilar talablari darajasidagi QoSga monandligini baxolash, rejalashtirish va kengaytirish uchun foydalanadilar. Ishlab chiqaruvchilar tarmoq provayderlari spesifikasiyasiga javob bera oladigan qurilmalarni yaratishda shu tavsiyalarga asoslanadi. IP - tarmoqlarida QoSni ta'minlash bilan bog'liq bo'lgan asosiy tarmoq xarakteristikalariga taalluqli Y.1540 va Y.1541 tavsiyalarining ayrim tafsilotlarini ko'rib chiqamiz.

ITU-T Y.1540 Tavsifnomasida foydalanuvchi tomonidan baholanuvchi ikki tomonlama ochiq QoSga ta'sir o'tkazish jixatidan eng muhim sanaladigan quyidagi tarmoq xarakteristikalari ko'rib chiqiladi [:

- tarmoq samaradorligi;
- tarmoq va tarmoq elementlarining ishonchliligi;
- kechikish;
- kechikish variatsiyasi (djitter);
- paket yo'qotilishi.

Tarmoq samaradorligi (yoki ma'lumotlarni uzatish tezligi) - soniya ichidagi bitlarda o'lchanuvchi samarali uzatish tezligi deb belgilangan. Aytib o'tish kerakki, bu parametr qiymati tarmoqning maksimal o'tkazish qobiliyati bilan mos kelmaydi. Samaradorlikni minimal qiymati xizmat provayderi tomonidan kafolatlanadi, u esa, o'z navbatida, tarmoq provayderining tegishli kafolatlariga ega bo'lishi kerak.

Y.1540 tavsiyanomasida xar xil ilovalar uchun turli bo'lgan tarmoq samaradorligi xususiyatining normalari keltirilmagan. Shu bilan bir qatorda, Y.1541 Tavsifnomasida o'tkazishning samarali tezligi bilan bog'liq parametrlar ITU-T Y.1221 tavsiyalarida ta'riflangan IP - tarmoq

deskriptori yordamida aniqlanishi mumkinligi qayd qilingan.

Tarmoq va tarmoq elementlarining ishonchliligi. O'rnatilgan vaqt davomida tarmoqning o'z funksiyasini bajarish qobiliyati. Ishonchlilikni baholash uchun hisob-kitobga oid hamda statistik (testlar jarayonida olingan) xarakteristikalar qo'llaniladi va ular, odatda, qurilmaning ishga layoqatli holatda bo'la olish vaqtining foizi sifatida aniqlanadi. MUT ishonchliligining asosiy mezoni - tayyorgarlik koeffitsienti - hisoblanadi. Ideal xolda tayyorgarlik koeffitsienti 1 ga teng bo'lishi kerak, bu tarmoqning 100% tayyorligini anglatadi. Amalda tayyorgarlik koeffitsienti "to'qqizlik" raqami orqali baholanadi. Masalan, "uchta to'qqizlik" tayyorgarlik koeffitsienti 0,999 ni tashkil etganligini bildiradi, bu tarmoqning yiliga to'qqiz soat mobaynida ishlamasligini (bekor turishligini) ko'rsatadi. UFTTning tayyorligi "beshta to'qqizlik" o'lchami bilan baholanadi, bu esa yiliga 5,5 daqiqa bekor turish degani. 4.1-jadvalda turli "to'qqizlik" miqdorlari uchun bekor turishlik vaqti ko'rsatilgan.

4.1-jadval

Tayyorgarlik koeffitsientlari va mos keladigan qurilmaning ishlamay qolish qiymatlari

Tayyorlik koeffitsienti	To'xtash vaqti, yiliga
0,99	Yiliga 3,7 kun
0,999	Yiliga 9 soat
0,9999	Yiliga 53 daqiqa
0,99999	Yiliga 5 daqiqa
0,99999999	Yiliga 30 soniya

Tarmoq qurilmalariga (serverlar, marshrutizatorlar) qurilgan IP - tarmoqlarida "beshta to'qqizlik" tayyorgarlik koeffitsientini ta'minlash etarli darajadagi muammo. Buning sababi shundaki, IP - tarmoqlarida axborot oqimlariga ishlov berish DT asosida amalga oshiriladi. Tarmoq qurilmalarining inkor etish statistikasi shuni ko'rsatmoqdaki, DT ishonchliligi apparat ta'minoti ishonchliligidan deyarli ikki baravar past.

IP paketlarni yetkazib berish ko'rsatkichlari. Umumiy holda, aloqa seansi uch bosqichdan iborat - ulanishni o'rnatish, axborotni uzatish va ulanishni uzish. Y.1540 tavsiyasi aloqa seansining uch bosqichidan faqat ikkinchisini ko'rib chiqadi - qolgan ikki bosqichni (ulanishni o'rnatish va ulanishni uzish) kelajakda amalga oshirilishi rejalashtirilgan.

ITU-T Y.1540 Tavsiyasi IP - paketlarni yetkazib berishni tavsiflovchi quyidagi ko'rsatkichlarni belgilaydi. IP - paketlarni uzatish

kechikishi (IP - packet transfer delay, IPTD). IPTD ko'rsatkichi paketni kiritishning ikkita hodisasi o'rtasidagi vaqt ($t_2 - t_1$) sifatida aniqlanadi: t_1 - vaqtda tarmoqning kirish nuqtasida va t_2 - vaqtda tarmoqning chiqish nuqtasidan paket chiqishi, bu erda ($t_2 > t_1$) va ($t_2 - t_1 \leq T_{max}$).

Umuman olganda, IPTD ko'rsatkichi muvaffaqiyatli uzatilgan va xatosi bo'lgan barcha paketlar uchun uzatuvchi va qabul qiluvchi o'rtasidagi paketni yetkazib berish vaqti sifatida aniqlanadi. Y.1540 tavsiyasida ko'rsatilgan o'rtacha IP - paketni yetkazib berish kechikish ko'rsatkichi uzatilgan va qabul qilingan paketlar to'plamidagi paket kechikishlarining o'rtacha arifmetik qiymati sifatida aniqlanadi.

O'rtacha kechikishning qiymati tarmoqda uzatiladigan trafik va mavjud tarmoq resurslariga, xususan, tarmoq o'tkazish qobiliyatiga bog'liq. Yuklamaning ortishi va mavjud tarmoq resurslarining kamayishi tarmoq tugunlarida navbatlarning ko'payishiga va natijada paketlarni etkazib berishning o'rtacha kechikishlarining oshishiga olib keladi. Ovozli ma'lumotlar va video ma'lumotlar kechikishlarga sezgir bo'lgan trafik misollari bo'lib, ma'lumotlar ilovalari odatda kechikishlarga nisbatan kamroq sezgir. Paketni yetkazib berish kechikishi ma'lum T_{max} qiymatlaridan oshib ketganda, bunday paketlar tashlab yuboriladi. Real vaqt ilovalarda (masalan, IP - telefoniya) bu ovoz sifatining yomonlashishiga olib keladi. IP - paketlarning o'rtacha kechikishi bilan bog'liq cheklovlar Voice over IP (VoIP), video konferentsiya va boshqa real vaqtda ilovalarni muvaffaqiyatli amalga oshirishda asosiy ro'l o'ynaydi. Ushbu ko'rsatkich asosan foydalanuvchilarning bunday ilovalarni qabul qilishga tayyorligini aniqlaydi.

IP - paket kechikish variatsiyasi (IP - packet delay variation, IPDV). V_k ko'rsatkichi IPDV kechikish variatsiyasini tavsiflaydi. Indeksi k bo'lgan IP - paket uchun ushbu parametr tarmoqning kirish va chiqish nuqtalari o'rtasida k indeksli paketni etkazib berishda kechikish X_k mutlaq qiymati va ma'lum bir mos etalonlar (yoki tayanch) qiymati o'rtasidagi farq sifatida aniqlanadi. IP - paketni yetkazib berish kechikishi, $d_{l,2}$, bir xil tarmoq nuqtalari uchun: $V_k = X_k - d_{l,2}$.

Uzatuvchi va qabul qiluvchi o'rtasidagi mos etalonlar IP - paketni etkazib berish kechikishi, $d_{l,2}$, berilgan tarmoq nuqtalari orasidagi birinchi IP - paketni etkazib berish kechikishining mutlaq qiymati sifatida aniqlanadi. IP - paketning kechikish variatsiyasi yoki jitter ketma-ket paketlar qabul qiluvchiga tartibsiz vaqtlarda etib borishida namoyon bo'ladi. Masalan, IP - telefoniya tizimlarida bu ovozning buzilishiga olib keladi va natijada nutq tushunarsiz bo'lib qoladi.

IP - paketlarda yo'qotish koeffitsienti (IP - packet loss ratio, IPLR). IPLR yo'qolgan paketlar umumiy sonining tanlangan uzatilgan va qabul qilingan paketlar to'plamidagi qabul qilingan paketlarning umumiy soniga nisbati sifatida aniqlanadi. IP - tarmoqlarida paket yo'qolishi, ularni uzatishdagi kechikishlar qiymati T_{max} sifatida yuqorida belgilangan normallashtirilgan qiymatdan oshib ketganda sodir bo'ladi. Agar paketlar yo'qolgan bo'lsa, ma'lumotlarni uzatish paytida ularni qabul qiluvchi tomonning so'roviga binoan qayta yuborish mumkin.

VoIP tizimlarida qabul qiluvchiga T_{max} dan ortiq kechikish bilan kelgan paketlar tashlab yuboriladi, bu esa qabul qilingan nutqda muvaffaqiyatsizlikka olib keladi. Paket yo'qotilishiga olib keladigan sabablar orasida yuklamaning oshishida yuzaga keladigan tarmoq tugunlarida navbatlarning o'sishini ta'kidlash kerak.

IP - paket xatolik koeffitsienti (IP - packet error ratio, IPER). IPER nisbati xato bilan qabul qilingan paketlarning umumiy sonining muvaffaqiyatli qabul qilingan va xato bilan qabul qilingan paketlar yig'indisiga bo'lingan holda aniqlanadi.

ITU-T Y.1541 tavsifnomasi, unda tasnifi berilgan foydalanuvchilar terminallarini bog'lovchi xalqaro yo'nalish bo'yicha IP - tarmoqlarida amalga oshirilishi kerak bo'lgan parametrlarning raqamli qiymatini belgilab beradi. Parametr normalari, xizmat ko'rsatishning kafolatlangan sifatini ta'minlash uchun qo'llaniladigan ilova va tarmoq mexanizmlariga qarab QoSning turli toifalariga ajratilgan. Yuqorida belgilangan tarmoq xarakteristikalar normalari keltirilgan [19].

4.2-jadvalda keltirilgan parametr qiymatlari o'rtacha kechikishlar, djitterlar, paket xatoliklari va ularni yo'qotilishi uchun yuqori chegaralarni ifodalaydi. ITU-T Y.1541 Tavsifnomasida tarmoq xarakteristikalarining real qiymatlari – nazorat vaqti, test paketlarining uzunligi, paketlar miqdori va h.k.larni o'lchash bilan bog'liq parametrlar yig'indisi spesifikatsiyasi keltirilgan. IP - telefoniya nutq paketlarini uzatish sifatini baholashda minimal nazorat oralig'i odatdagi 50 paket/s uzatish tezligida 1-20 s bo'lishi kerak. Kechikish, djitter va yo'qotishlar uchun tafsiya etilgan o'lchash oralig'i 60 s dan kam bo'lmasligi kerak.

Xizmat ko'rsatish sifati toifalari bo'yicha taqsimlangan IP - tarmoq xarakteristikalar normalari

Tarmoq xarakteristikalar	QoS toifalari					
	0	1	2	3	4	5
IP - paket etkazishning kechikishi, IPTD	100 ms	400 ms	100 ms	400 ms	1s	N
IP - paket kechikish variatsiyasi, IPDV	50 ms	50 ms	N	N	N	N
IP - paketlar yo'qotilish koeffitsienti, IPLR	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	N
IP - paketlar xatolar koeffitsienti, IPER	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}	N

Y.1541 tavsifnomasi ilovalar va xizmat ko'rsatish sifati toifalari orasida muvofiqlik o'rnatadi:

– 0 toifa – djitterga ta'sirchan real vaqt ilovalari, interfaollik darajasi yuqori (VoIP, videokonferensiyalar);

– 1 toifa – djitterga ta'sirchan interfaol real vaqt ilovalari (VoIP, videokonferensiyalar);

– 2 toifa – ma'lumotlar tranzaksiyasi, interfaollik darajasi yuqori (masalan, signalizasiya);

– 3 toifa – ma'lumotlar tranzaksiyasi, interfaol;

– 4 toifa - past darajadagi yo'qotishlar extimoli mavjud bo'lgan ilovalar (qisqa tranzaksiyalar, ma'lumotlar xususiyatlari, oqimli video);

– 5 toifa – IP - tarmoqlarining an'anaviy qo'llanilishi.

O'z DSt 3205:2017asosida MUT ishining sifat ko'rsatkichlari uchun normalar 4.3-jadvalda keltirilgan [21].

4.3-jadval

MUT ishining sifat ko'rsatkichlari uchun normalar

Sifat xarakteristikasi	Sifat ko'rsatkichi	Norma
Tarmoqning tayyorligi	MUT bilan ulanishga tayyorgarlik koeffitsienti	99 % dan kam emas
Ulanishning uzluksizligi	Vaqtdan oldin uzilish bilan tugallangan ulanishlar ulushi	2 % dan ko'p emas
Ma'lumotlar uzatish sifati	Ma'lumotlar uzatish tezlik koeffitsienti	Shartnomada belgilangan tezlikning 70 % dan kam emas
	IP - paketlarni yo'qotish koeffitsienti	$1 \cdot 10^{-4}$
	IP - paketlar xatolar koeffitsienti	$1 \cdot 10^{-4}$
	IP - paketlarning kechikish vaqti	400 ms dan ko'p emas
	IP - paketlar kechikish vaqtining variatsiyasi (jitter)	50 ms dan ko'p emas

4.4-jadvalda MUT abonentlariga xizmat ko'rsatishning sifat ko'rsatkichlari uchun normalar keltirilgan [21].

4.4-jadval

MUT abonentlariga xizmat ko'rsatishning sifat ko'rsatkichlari uchun normalar

Sifat xarakteristikasi	Sifat ko'rsatkichi	Norma
Xizmatdan foydalanishni o'z vaqtida tashkil qilish	Shartnomalar ulushi, ularga muvofiq xizmatdan foydalanish belgilangan muddatlarda tashkil etilgan	99 % dan kam emas
Ta'mirlash tezligi	MUTdan foydalanishni tiklash koeffitsienti	95% dan kam emas
	MUTdan foydalanishni tiklash vaqti	10 h dan ko'p emas

Texnik qo'llab-quvvatlash xizmatidan foydalanaolish	Texnik qo'llab-quvvatlash xizmati operatorining javob berish vaqti	180 s dan ko'p emas
	Texnik qo'llab-quvvatlash xizmatidan telefon orqali foydalanish koeffitsienti	85 % dan kam emas

Nazorat savollari

1. Xizmat ko'rsatish sifati (Quality of Service, QoS) tushunchasiga tasnif bering.
2. QoSga oid qanday xalqaro standartlarni bilasiz?.
3. ITU-TY.1540 Tavsifnomasi qanday tarmoq xarakteristikalarini bayon qilindi?.
4. ITU-T Y.1451 Tavsifnomasida keltirilgan qanday normalari mavjud ?
5. QoSga ta'sir o'tkazish jixatidan eng muhim sanaladigan tarmoq xarakteristikalarini keltiring.
6. IP - paket kechikish variatsiyasiga tushuncha bering.
7. IP - paketlarda xatolar koeffitsienti qanday hisoblanadi?

4.2. Kommutatsiya va marshrutizatsiya jarayonlarida sifatli xizmat ko'rsatishni ta'minlash usullari

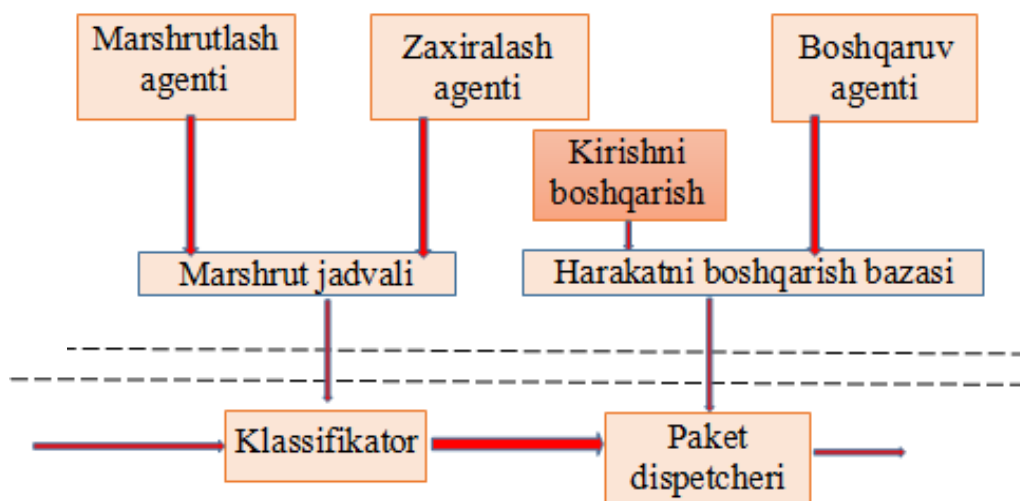
Hozirgi vaqtda MUT xizmat ko'rsatish sifatini ta'minlashning turli usullari mavjud va ma'lum bir texnologiyani tanlash xizmat sifatiga qo'yiladigan talablarga bog'liq. MUT quyidagi QoSni ta'minlashning quyidagi usullari mavjud:

- resurslarni zahiralash (ulanish davomida zarur bo'lgan ilova resurslar so'raladi va zahiraga olinadi);
- trafik imtiyozi (tarmoq trafiklari imtiyozli xizmat ko'rsatish tartibi bilan sinflarga taqsimlash);
- marshrutni o'zgartirish (tarmoq qayta ishga tushirilganda trafikni zahira marshrutga o'tkazish imkonini beradi).

Zamonaviy tarmoqlarda sanab o'tilgan QoS usullari RSVP protokoli yordamida IntServ (Integrated Services), DiffServ

(Differentiatsiyalangan xizmatlar) va MPLS (Multiprotocol Label Switching) texnologiyalari yordamida amalga oshiriladi [16].

Integrated Service (IntServ, RFC 1633) bu – xizmat ko‘rsatishning integratsiyalashgan modeli. Kerakli o‘tkazish qobiliyatini kafolatlagan holda to‘liq (End-to-End) QoSni ta‘minlashi mumkin. Xizmat modeli o‘ziga xos vazifalarni bajaradigan ko‘plab komponentlarga ega (4.1-rasm).



4.1-rasm. IntServ xizmat modeli

Klassifikator - bu paketning sarlavhalaridan (tarmoq va transport pog‘onalari) olingan ma‘lumotlarga ko‘ra, kiruvchi paketni xizmat ko‘rsatish sinflaridan biriga yo‘naltiradi. Xizmat ko‘rsatish sinfi alohida navbat sifatida amalga oshiriladi va bir xil xizmat ko‘rsatish sinfidagi barcha paketlar bir xil QoSni olishlari kerak.

Paket dispetcheri - har bir navbatdagi paketlarni ajratib olish va ularni kanal pog‘onasiga yo‘naltirishdir. IntServ modeli uchun ikki bosqichli paket dispetcheri taklif qilingan. Ulardan birinchisi kirishni boshqarish bloki bo‘lib, u avvaldan va‘da qilingan kafolatlarga ta‘sir qilmasdan, trafikni kerakli miqdorda resurslarni olishi mumkinmi yoki yo‘qligini hal qiladi. Ushbu blok ma‘lumotlar oqimining butun yo‘li bo‘ylab resurslarni taqsimlash so‘rovini qabul qilish yoki rad etish uchun har bir tugunda bajariladi. Ikkinchisi - ulanish ishtirokchilariga (jo‘natuvchi, qabul qiluvchi, oraliq marshrutizatorlar) kerakli xizmat ko‘rsatish parametrlari to‘g‘risida xabar beruvchi resurslarni zaxiralash protokoli [16,17].

IntServning RSVP bilan uyg‘unligi har bir ilovaning ehtiyojlarini maksimal darajada inobatga olgan holda turli xil trafik turlariga moslashuvchan xizmat ko‘rsatishni tashkil qilish imkonini beradi. IntServ

paketlarga xizmat ko'rsatish uchun WFQ (Weighted Fair Queuing) navbatidan foydalanadi, bu maksimal ruxsat etilgan kechikishni kafolatlaydi.

IntServning asosiy kamchiliklari:

- yuqori moslashuvchanlik va bitta oqimga bo'lgan ehtiyojni boshqarish, shuningdek, past miqyoslilik.

- IntServ modelining ishlashi qayta ishlangan oqimlar soniga bog'liq, shuning uchun bu xizmatni millionlab foydalanuvchilari bo'lgan tarmoqda amalga oshirish deyarli mumkin emas.

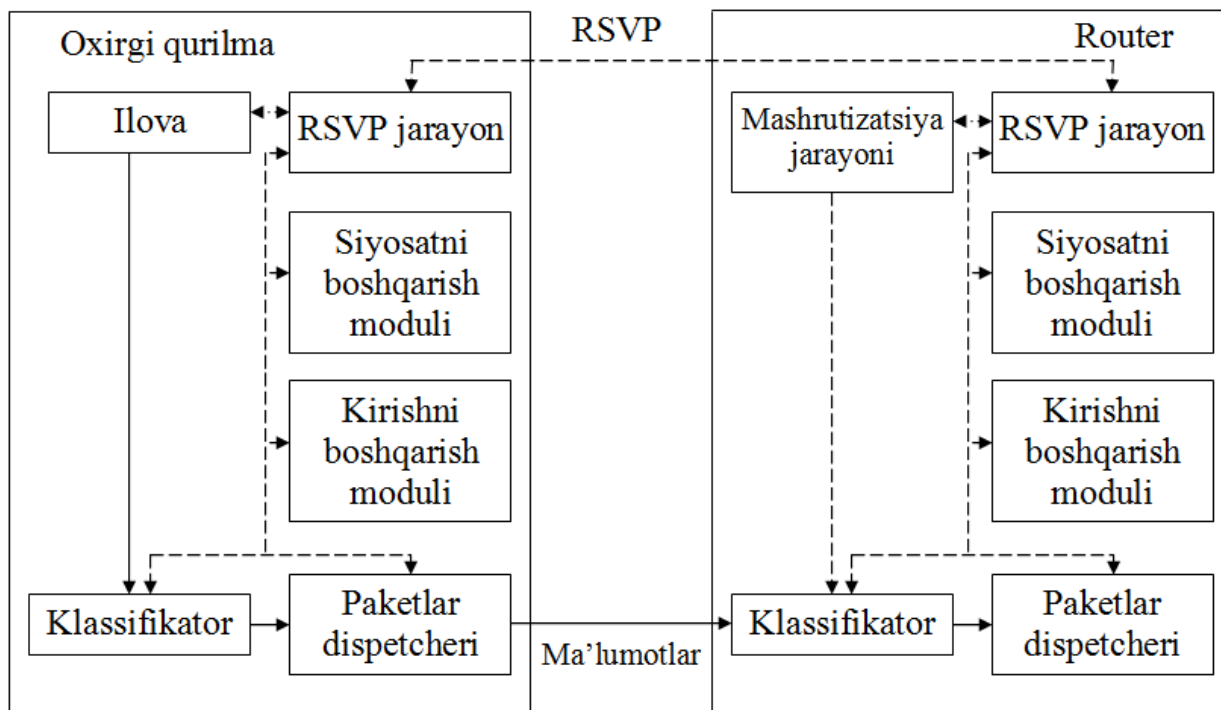
IntServ o'zining maqsadi uchun RSVP signalizatsiya protokolidan foydalanadi. Bu esa ilovalarni resurslarga to'g'ridan – to'g'ri talab qo'yishini ifodalashga yordam beradi va o'zida shu talablarni ta'minlash mexanizmlarini qamrab oladi. IntServni qisqacha resurslarni zahirlash deb atash mumkin (Resource reservation).

RSVP protokolining ishlashi. RSVP protokoli har bir oqim uchun o'zining QoS – talablari to'g'risidagi signallarni uzatishga yordam beradi. Kirishni boshqarish maqsadida bu talablarning sonli tavsiflarini aniqlash uchun ishchi ko'rsatkichlar ishlatiladi. IETF ishchi guruhi tomonidan zahiralashgan protokol (RSVP) ishlab chiqilgan. Multimedia dasturlari RSVP yordamida mavjud bo'lgan tarmoq protokollarining istalgan biror biri orqali maxsus xizmatlarini talab qilishi mumkin. RSVPni sinxronli uzatishda va multimedia axborotlarini sifatli uzatishda RTP protokoli qo'llaniladi.

RSVP protokoli telefon so'zlashuvlarni bir-biri bilan va har bir qurilma bilan bog'lab turishi tufayli QoSga katta e'tibor beradi va bundan tashqari aniq ma'lumotlarni uzatishi mumkin.

RSVP protokoli audio va videokonferensiya ilovalariga o'xshash guruhli jo'natishlarda qo'llaniladi. RSVP protokoli multimedia trafigiga mo'ljallangan bo'lib, uning yordamida bir tomonlama trafik uchun o'tkazish qobiliyatini oson zahiralash mumkin. Masalan tarmoq fayl tizimining trafigi uchun (Network File System - NFS) va VPN trafigini boshqarishda ishlatiladi.

RSVP protokoli tarmoqga kira olishda marshrutlangan yo'l bo'ylab resurslarni zahiralash to'g'risidagi so'rovlarini signalizatsiyalab beradi (4.2 – rasm).



4.2 - rasm. IntServning asosiy komponentlari

Ilovalarning ma'lumotlar oqimi nomidan tegishli QoS pog'onasini tarmoqlardan so'rash uchun oxirgi tizimlar RSVP protokolidan foydalanishadi. Oqimni uzatish uchun qo'llanadigan RSVP - so'rovlar har bir tugundan o'tganda tarmoq bo'ylab uzatiladi. RSVP protokoli har bir tugunlarda ma'lumotlar oqimi uchun resurslarni zahiralashga harakat qiladi.

Resurslarni zahiralashdan avval, marshrutizatorning RSVP – domeni qaror qabul qiluvchi ikkita kanal modullar bilan ulanadi – kirishni boshqarish moduli (policy control) va siyosatni boshqarish moduli (policy control).

Kirishini boshqarish moduli - QoSning so'rovini ta'minlash uchun tugun resurslarga ega ekanligini aniqlaydi.

Siyosatni boshqarish moduli - foydalanuvchida zahiralashga xuquq bormi yoki yo'qligini aniqlaydi. Agar birorta tekshiruvchi o'tmasa, RSVP – domen, so'rovni yaratgan ilovaning jarayoniga xato to'g'risida xabarni jo'natadi. Agar ikkala tekshiruv ham normal holatda o'tsa, RSVP – domen paketlarni tasniflash ko'rsatkichlarini va kerakli QoS darajasini olish uchun paketlarni rejalashtiruvchini o'rnatadi. Paketlarni tasniflovchi har bir paket uchun QoS sinfini aniqlaydi, paketlarni rejalashtiruvchi esa QoS sinfiga asoslanib paketlarni uzatishni boshqaradi.

Kirishni boshqarish moduli tomonidan qarorni qabul qilish jarayonida talab etilgan o'tkazish qobiliyatini zahiralash faqat shunday holda bo'ladiki, unda agar qolgan qismning talab etilgan trafik sinfi uchun yetarli bo'lsa zahiralanadi, aks holda kirishga so'rov rad etiladi, lekin trafikning shu sinfi uchun bo'sh turishi bo'yicha aniqlangan xizmat ko'rsatish sifati bilan baribir trafik uzatiladi. Ko'p hollarda, bitta yoki bir nechta marshrutizatorlarda kirishga so'rov rad etilsa ham yuklama ortib ketgan marshrutizatorlarda zahiralashni o'rnatib, ma'qul bo'lgan QoSni yana amalga oshirib boraveradi. Shuning uchun boshqa ma'lumotlar oqimi, ular tomonidan buyurtirilgan o'tkazish qobiliyatidan to'liq foydalana olishlari mumkin.

Zahiralashning usullari. Resurslarni RSVP – zahiralash oqim uchun ikkita turga bo'linishi mumkin: individual va umumiy.

Individual zahiralash. Bu “Distinct reservations” shunday ilovalarda qo'llaniladiki, ularda ma'lumotlarning bir nechta manbalari bir vaqtda axborotni jo'natishi mumkin. Video ilovalarda har bir jo'natuvchi ma'lumotlarning individual oqimini generatsiyalaydi, u uchun kirishni alohida boshqarishni amalga oshirish va qabul qiluvchigacha butun yo'l bo'ylab navbatni rejalashtirishi kerak. Demak, shunday oqimga, har bir jo'natuvchi uchun va har bir kanal uchun resurslarni alohida zahiralashtirishni amalga oshirishi kerak.

Eng oddiy holda resurslarni individual zahiralash bitta adresli trafik bilan ilova masalasi kuzatiladi, bunda faqat bitta jo'natuvchi va bitta qabul qiluvchi bor xolos.

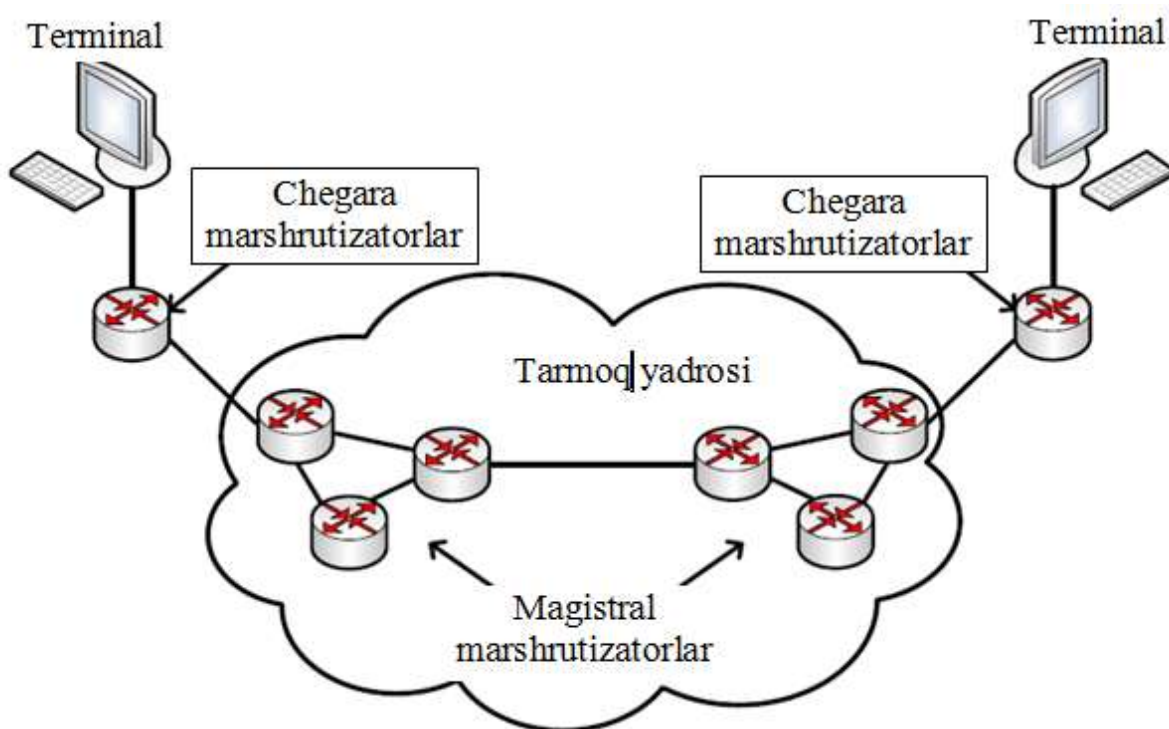
Umumiy zahiralash. Bu “Shared reservations” shunday ilovalarda qo'llaniladiki, ularda ma'lumot manbalarining bir nechtasi axborotni bir vaqtda uzata olmaydi. Masalan raqamli audio ilovalar, yoki VoIP ilovalar. Har qanday alohida olingan vaqt oralig'iga qarasak odamlarni gaplashishini ko'rish mumkin. Bynda axborotni kam sonli jo'natuvchilargina uzatadi. Bunday oqim har bir jo'natuvchi uchun resurslarni alohida zahiralashga muhtoj emas, u uchun bitta zahiralash kerak bo'lib, u guruhdagi har bir jo'natuvchiga kerak bo'lganda qo'llash mumkin. U guruhdagi ixtiyoriy jo'natuvchiga kerak bo'lgandagina qo'llaniladi.

RSVP protokolining atamalarida bunday oqim umumiy oqim (shared flow) deb ataladi, u umumiy aniqlangan yoki guruhli zahiralashlar yordamida o'rnatiladi.

Differentiated Services (Diffserv) - differensial xizmat ko'rsatish. 1998 yili IETF tashkiloti differensiallashgan xizmatlarni

(diffserv Working Group) yaratish bo'yicha ishchi guruhni shakllantirdi. Diffserv arxitekturaviy modelini IntServ modelining trafikni QoS mexanizmi bilan trafikni kafolatsiz etkazish mexanizmini bog'lab turuvchi ko'priklar bilan taqqoslashi mumkin. DiffServ modeli differensiallashgan trafikni har xil imtiyozli sinflarga bo'lish yo'li bilan ta'minlaydi. Talab qilingan xizmatlarni ko'rsatish maqsadida kombinatsiyalashgan, aniq bir komponentlar asosida QoSni ta'minlaydi.

DiffServ yondoshuvining asosiy vazifasi IPv4 paket sarlavhasidan DiffServning xizmat ko'rsatish turi bayti (Type of Service-ToS)ni va IPv6 paketning trafik sinfi (Traffic Class) baytini aniqlash hisoblanadi (4.3 – rasm).



4.3 - rasmi. DiffServ - domenning chegaraviy tugunlari tuzilishi

DiffServ arxitekturasi u QoSga qo'yilgan talablarga bog'liq holda katta diapazondagi har xil takliflarni o'zining mijozlariga berishi uchun xizmatlarni yetkazib berayotganlar foydalanishi mumkin bo'lgan boshlang'ich asosni ta'minlaydi.

Mijoz xizmatlarni talab qilingan darajasini aniq bir ilovaning paketi uchun DiffServning (DSCP) kod maydonning mos keluvchi qiymatini o'rnatish orqali tanlash mumkin. DiffServning kodi xizmatni etkazib beruvchi (PHB)ning tarmoqda har bir oraliq tugunida paketning xarakati to'g'risidagi echimlarning zanjirini aniqlaydi.

PHB – siyosat bu - qadamma-qadam xizmat ko'rsatish siyosati

bo‘lib, u DiffServning kod maydon (DSCP)ini tegishli qiymati bilan paketlarga nisbatan tarmoq tugunining holatini aniqlaydi. Trafik oqimining barcha paketlariga xizmat ko‘rsatish uchun o‘ziga xos talablari bilan o‘zida har doim DSCP maydonidagi bitta qiymatni olib yuradi.

DiffServ – domenni ichidagi barcha tugunlar differensiallashgan xizmatlarning kod maydonida saqlanayotgan qiymatga asosan paketga qo‘llanilishi kerak bo‘lgan PHB – siyosatni aniqladi. Diffserv domenining chegaraviy tugunlari DiffServ – domeniga tushayotgan trafikni shakllantirish muhim funksiyasini bajaradi. Trafikni shakllantirish quyidagi funksiyalarni bajarilishini o‘z ichiga oladi:

- paketlarni tasniflash (DSCP maydoniga qiymat o‘rnatish);
- trafikni cheklash.

Trafikni shakllanishi DiffServ – domenining kirish interfeysiga bajariladi. Shakllanish DiffServ – domeniga tushayotgan trafikni boshqarishida muhim ahamiyatga ega. Bunday holat har bir paket uchun tarmoq unga mos bo‘lgan PHB – siyosatni aniqlashi mumkin. 4.5 - jadvalda DiffServ arxitekturasini funksional bloklari keltirilgan.

4.5 - jadval.

DiffServ arxitekturasini funksional bloklari

Funksional blok	Joylashishi	Funksiyasi	Harakati
Trafikni shakllantiruvchi	Diffserv-domenining chegaraviy marshrutizatorini kiruvchi interfeysi	Paketlarni tasniflash, trafikni tenglashtirish va chegaralash	Kirish trafigini chegaralash va trafikni profili asosida DSCP maydonining qiymatini o‘rnatish
PHB-siyosatni amalga oshiruvchi qurilma	DiffServ-domenining barcha marshrutizatorlari	Resurslarni taqsimlash va paketlarni tashlab yuborish siyosati	DSCP maydonida berilgan qiymatga mos ravishda QoSning tavsifiga asosan paketlarni qayta ishlash PHB – siyosati aniqlanadi

Trafikni shakllantiruvchilar – bular tarmoqning chegaraviy qurilmalarida amalga oshiriluvchi QoSning har xil funksiyalaridir. Chegaraviy funksiyalar DSCP maydoniga mos keluvchi qiymatni qo‘yish

yo'li bilan trafikni belgilaydi, yoki tasniflaydi. Shuningdek tarmoqqa kiruvchi trafikni uning o'rnatilgan profiliga mos kelishini tekshirish maqsadida monitoringni olib boradi.

DiffServning kodi domendagi paketni qayta ishlash usulini aniqlovchi qiymatga asoslangan maydonni o'z ichiga oladi.

Trafikning tegishli sinfiga to'g'ri keladigan *PHB-siyosati* qator omillarga bog'liq:

- kirish oqimining jadalligi yoki trafikning berilgan sinfi uchun yuklama. Bu ko'rsatkich trafikning chegaraviy shakllantiruvchisi orqali nazorat qilinadi;

- trafikni berilgan sinfi uchun resurslarni taqsimlash. Bu ko'rsatkich DiffServ-domenning tugunlarida amalga oshiriluvchi resurslarning taqsimlash funksiyalari orqali nazorat qilinadi.

- trafikni yo'qotish darajasi. Bu ko'rsatkich DiffServ-domenining tugunlarida olib boriladigan paketlarni tashlab yuborish siyosatiga bog'liq.

DiffServ modelining asosiy afzalliklari:

- transportning muayyan sinfini qanday boshqarish kerakligining umumiy ta'rifini ta'minlash;

- barcha trafikni nisbatan kam sonli sinflarga ajratish va har bir axborot oqimini alohida tahlil qilmaslik imkoniyati;

- dastlabki ulanishni tashkil qilish va resurslarni zahiraga olishning hojat yo'qligi;

- yuqori samarali tarmoq qurilmalari talab qilinmaydi.

PHB – siyosatida ikkita uzatish usuli mavjud: tez uzatish PHB-siyosat (EF PHB) va kafolatli yetkazib berish PHB – siyosat (AF PHB).

Paketlarni tez uzatish PHB – siyosati. U DiffServ-domenining tugunlarida paketlarga to'g'ridan-to'g'ri xizmat ko'rsatishni ta'minlash uchun foydalaniladi. Uning asosiy yutug'i kam darajada paketlarni yo'qotish, kam kechikish, trafikni sezgarsiz o'zgarishi hamda kafolatlangan o'tkazish qobiliyati hisoblanadi. EF PHB-siyosati trafikning shunday ilovalariga xizmat ko'rsatishda qo'llaniladiki, masalan, IP - tarmoqda ovozni uzatish (VoIP), videoanjumanlarning ilovalari hisoblanadi, hamda virtual ijarali kanallar bo'ylab axborotni uzatish ham kiradi, chunki bu xizmat DiffServ-domenining oxirgi tugunlarida ikki nuqtali ulanishdan iboratdir. Bunday xizmat ko'rsatish turi ko'pincha yuqori (premium service) sinfli xizmatlar deb atashadi.

Paketlarni kafolatli yetkazib berish PHB-siyosati. Bu Assured Forwarding PHB – AF PHB xizmatlarni yetkazib beruvchi DiffServ domenidagi mijozdan olingan IP - paketlarni bir nechtasini turli darajada

etkazib berish ishonchliligini ta'minlashi mumkin. Ohirgi tugunlarida AF PHB siyosati TCP-illovalari uchun ma'qul hisoblanadi.

Paketlarni kafolatli yetkazib berish PHB – siyosati AF-trafikning to'rtta sinfidan har biri uchun xizmat ko'rsatishning har xil darajalari mavjudligini ko'zda tutadi. AF-trafikning har bir sinfiga paketlarning shaxsiy navbati to'g'ri keladi, bu esa o'tkazish qobiliyatini samarali boshqarishni olib borishiga imkon beradi. AF-trafikning har bir sinfi paketlarni tashlab yuborishni uchta imtiyozli daraja bilan xarakterlanadi (past, o'rta va yuqori). Bu ixtiyoriy avvaldan aniqlanadigan mexanizm (Random Early Detection-RED) turi bo'yicha navbatlarni boshqarish mexanizmini amalga oshirish imkonini beradi.

AF - PHB siyosatida shunday vosita borki, uning yordamida xizmatlarni etkazib beruvchi DSCP maydonidagi qiymatga qarab IP-paketlarni bir nechta har xil darajalarda ishonchli o'tkazib berishni ta'minlashi mumkin.

PHB siyosatini shakllanishini uchta yechimi mavjud:

- tarmoq initsializatsiyasi (aniqlashi);
- QoS to'g'risida signalizatsiya;
- siyosat dispetcheri.

Tarmoq initsializatsiyasi. Resurslarni taqsimlashning usullaridan biri evristik usullar yoki tizimli modellash texnikasidan foydalanib tarmoqning resurslarini initsializatsiyalashdan iborat. Shuni ta'kidlash joizki, bu usul QoS siyosati va trafikning profili yetarlicha ko'p vaqt mobaynida o'zgarmagan va faqat katta bo'lmagan tarmoqlarda qo'llanilishi mumkin.

QoS to'g'risida signalizatsiya. Shu usulga binoan PHB – siyosatini amalga oshirishda ilovalar tarmoqqa RSVP signalli protokol yordamida QoSga talablar to'g'risida xabar beradi. RSVP protokoli DiffServ – domen kirishni boshqarishni talab etuvchi tarmoqning yana bir zvenosi sifatida qaraladi.

QoS siyosat dispetcheri. Siyosatni aniqlash trafikning oqimiga qo'llaniladigan QoS darajalarini tanlashni taqozo etadi. Siyosatlar esa siyosatlarni tarqatish protokoli COPS (Com mon Open Policy Service) yordamida tayinlanadi. Bu IETF guruhi tomonidan ishlab chiqilgan. 4.6-jadvalda QoSni ta'minlashning qiyosiy tavsiflari keltirilgan

QoSni ta'minlashning qiyosiy tavsiflari

Parametr	IntServ	DiffServ	MPLS	Int-Diffserv
QoSni ta'minlash usuli	Zahiralash	Ustuvorlik	Qayta marshrutlash	Zahiralash, Ustuvorlik
Qo'shimcha protokollardan foydalanish zarurati	RSVP	Yo'q	LDP, CR-LDP, RSVP	RSVP
Routerning samaradorligiga qo'yiladigan talablar	Yuqori	Past	O'rta	O'rta
Tarmoqni masshtablash samaradorligi	Yuqori emas	Yuqori	Yuqori	Yuqori
Turli ishlab chiqaruvchilar qurilmalarining mosligi	O'rta	Yuqori	O'rta	O'rta
Sifatni ta'minlash kafolati	Yuqori	O'rta	RSVPdan foydalangan xolda yuqori	Yuqori
Amalga oshirish xarajatlari	Yuqori	Past	O'rta	O'rta

Nazorat savollari

1. MUT da QoSni ta'minlashning qanday usullarini bilasiz?
2. IntServ xizmat modelini tasniflang.
3. IntServ modelining asosiy afzalliklari va kamchiliklarini keltirig.
4. RSVP protokolining ishlash tamoyillarini tushuntiring.
5. DiffServ modelining asosiy afzalliklari va kamchiliklarini keltirig.

4.3. IP/MPLS texnologiyasi va unda qo'llaniluvchi protokollar tasnifi

MPLS texnologiyasi 1996 yilda Ipsilon, Cisco, IBM va boshqa

kompaniyalar o'zlarining loyihalarini birlashtirib, yangi MPLS (Multiprotocol Label Switching - belgilar asosidagi ko'p protokolli kommutatsiya) texnologiyasini ishlab chiqishdi.

MPLS - yuqori tezlikli IP - magistrallarni qurish uchun paketlarning tezkor kommutatsiya qilish texnologiyasi bo'lib, bunda tarmoq masshtabini keraklacha kengaytirish, trafikni qayta ishlash tezligini oshirish, tashkilotning qo'shimcha xizmatlari uchun katta imkoniyatlarni yaratadi. 4.7-jadvalda MPLS texnologiyasi bo'yicha RFC 3031 standartlari keltirilgan [15-16].

4.7-jadval

MPLS texnologiyasi bo'yicha RFC standartlari

RFC	Tavsif
RFC 2702	<i>Requirements for Traffic Engineering over MPLS</i> - MPLS tarmog'ida trafikni boshqarish imkoniyatlarini va MPLS domenida samarali va ishonchli tarmoq operatsiyalari uchun algoritmlarni belgilaydi. Ushbu algoritmlar tarmoq resurslaridan foydalanishni optimallashtirish va uzatiladigan trafik bilan bog'liq ish faoliyatini yaxshilash uchun ishlatilishi mumkin.
RFC 3031	<i>MPLS Architecture</i> – MPLS belgilar asosidagi ko'p protokolli kommutatsiya arxitekturasini belgilaydi
RFC 3032	<i>MPLS Label Stack Encoding</i> - belgilar to'plamining kodlanishini, shuningdek, belgilar stekining turli sohalari bilan ishlash qoidalari va tartiblarini belgilaydi
RFC 3033	<i>The Assignment of the Information Field and Protocol Identifier in the Q.2941 Generic Identifier and Q.2957 User-to-User Signaling for the IP</i> - IP uchun Q.2941 umumiy identifikatorida va Q.2957 foydalanuvchidan foydalanuvchi signalida axborot maydoni va protokol identifikatorining qabul qiluvchisini belgilaydi
RFC 3036	<i>LDP Specification</i> – LSRLar MPLS paketlarini yuborish uchun belgilarni tarqatadigan LDP protokoli protseduralari to'plamini belgilaydi.
RFC 3037	<i>LDP Applicability</i> - LDP protokolining qo'llanilishini tavsiflaydi

Bu texnologiyani yaratishdan asosiy maqsad IP-tarmoq orqali ma'lumotlarni sifatli uzatishni amalga oshirish va VPN (Virtual Private Network- Virtual xususiy tarmoq)da ma'lumotlarni osonlik bilan almasinishini ta'minlashdir.

MPLS texnologiyasining quyidagi afzalliklarini ko'rsatib o'tish lozim:

- IP - adres sarlavhasi tahlilidan alohida marshrutlash imkoni, ya'ni paketlar IP - adreslari bo'yicha emas, balki MPLS - adreslari bo'yicha harakatlanadi. Bu keng spektrdagi xizmatlar turini yaratish imkonini yaratadi;

- tezkor kommutatsiyalash, bunda harakatlanish jadvallardan adresni qidirish vaqti kamayadi;

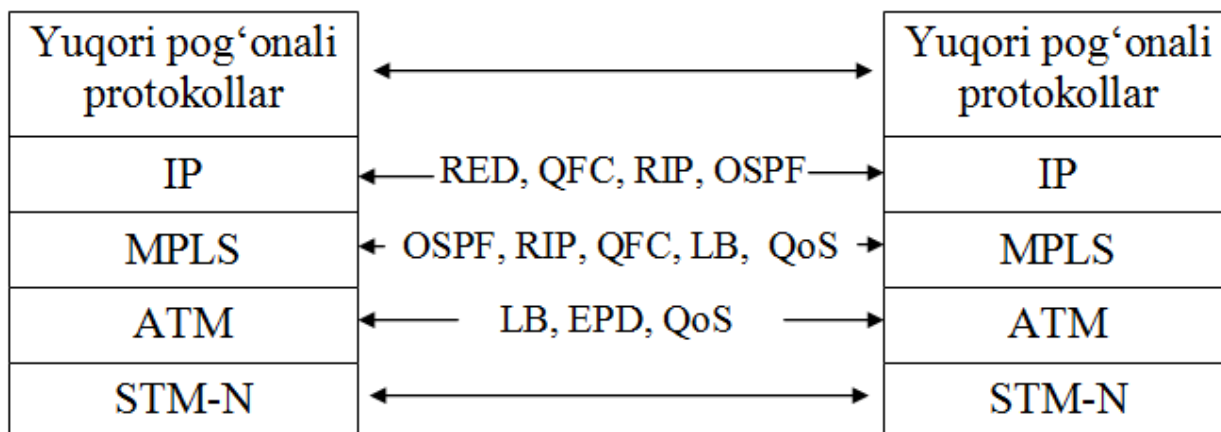
- tarmoqning yadro va chegaraviy qismlarida funksionallikining bo'linishi, bunda tarmoqda xavfsizlik va ishonchlilik masalalari yaxshilinadi;

- marshrutlarni samarali qo'llash;

- QoS xizmat ko'rsatish sifatining ortishi;

- MPLS yordamida VPN tarmoqlarini qurish.

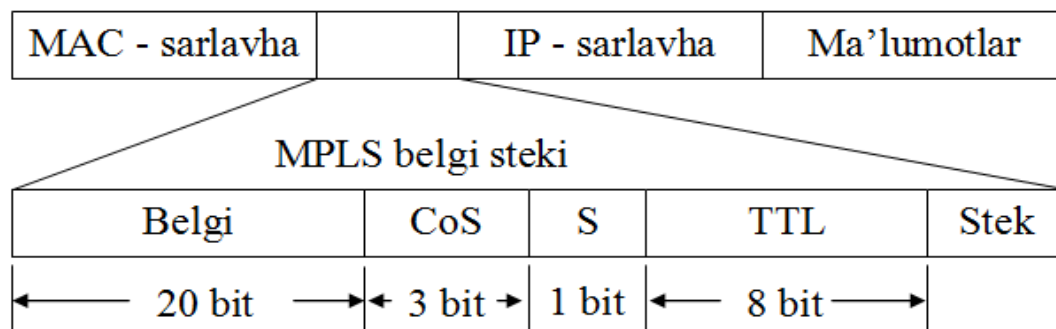
OSI modelida MPLS protokoli tarmoq va kanal pog'onalari o'rtasida oraliq pozitsiyani egallaydi (4.4-rasm).



4.4-rasm. OSI modelida MPLS protokolining o'rni

MPLS texnologiyasida tarmoq chegara va yadro sohalariga ajratilib, bunda yadro sohasining asosiy vazifasi paketlarni adresga yetkazishdan iborat, ya'ni paketlarni kommutatsiyalash bilan shug'ullanadi.

Chegara sohasida joylashgan marshrutizator tarmoq pog‘ona paketining sarlavhasini tahlil qiladi va unga FEC (forwarding equivalence class) - ekvivalent qayta yo‘naltirish sinfiga muvofiq belgini qo‘shadi va bu belgi MPLS tarmog‘idan chiqqanda paketdan olib tashlanadi (4.5-rasm).



4.5-rasm. MPLS texnologiyasida paket formatining tuzilishi

Belgilar steki 4 ta maydonchadan iborat:

Belgi (Label); Paket formatidan 20 bitni egallab, tarmoq pog‘onasida paketni uzatish uchun kerak bo‘lgan ma’lumotni saqlaydi.

CoS - *Class of Service* - xizmat ko‘rsatish darajasi, ya’ni ushbu maydon tarmoqdagi trafik paketini tashlab yuborish yoki saqlab qolishni belgilaydi.

S - “stek tubi” – uzunligi 1 bit bo‘lib, u belgilar stekidagi oxirgi elementga o‘rnatiladi. Bottom-of-Stack MPLS marshrutizatorlariga belgilar to‘plamida boshqa belgilar yo‘qligini bildiradi.

TTL (Time to live) maydonchasi, MPLS kommutatsiyasida paketlarning yashash vaqti ya’ni, xalqalar xosil bo‘lishining oldini olishga xizmat qiladi;

MPLSda marshrutlash amalga oshirilmaydi, lekin paketlar 32 bitli “belgi” – ma’lumotlar bloki asosida kommutatsiyalanadi va uzatiladi.

MPLS texnologiyasi tarmoq pog‘onada qo‘llaniluvchi marshrutizatsiya va signalizatsiya protokollari yordamida paketlarni kanal pog‘onaga qayta yo‘naltirish uchun belgili kommutatsiyalangan LSPlardan foydalanadi.

4.8-jadvalda MPLS kommutatsiyasi va uchinchi pog‘ona marshrutlashning qiyosiy tavsiflari keltirilgan.

4.8-jadval

MPLS kommutatsiyasi va uchinchi pog‘ona marshrutizatsiyaning qiyosiy tavsiflari

Uchinchi pog‘ona marshrutizatsiyasi	MPLS kommutatsiyasi
Pakatlarni qayta yo‘naltirishning har bir bosqichida yangi FEC tayinlanadi	FEC bir marta tayinlanadi: paket tarmoqqa kelganda
Paketni marshrutlash to‘g‘risidagi qaror uning sarlavhasini tahlil qilish va marshrutlash algoritmi natijalari asosida har bir marshrutizator tomonidan mustaqil ravishda qabul qilinadi	Paketni qayta yo‘naltirishda tarmoq pog‘onasi sarlavhasi tahlil qilinmaydi va eski belgi yangisi bilan almashtiriladi.
Paketda marshrutning butun yo‘li, QoS parametrlari va xizmat ko‘rsatish sinfi haqidagi ma’lumotlar uzatiladi	Marshrutning butun yo‘li, QoS parametri va xizmat ko‘rsatish sinfi haqida ma’lumot uzatishning hojati yo‘q, chunki u oldindan belgida o‘rnatiladi

4.9-jadvalda MPLS texnologiyasida qayta yo‘naltirish, kommutatsiyalash va marshrutlash bo‘yicha asosiy tushunchalar keltirilgan.

4.9-jadval

Asosiy tushunchalar

Tushuncha	Tasnifi
FEC (Forwarding Equivalence Class) – qayta yo‘naltiruvchi ekvivalent sinfi	QoSni ta’minlashdagi trafik sinfi bo‘lib, paketlar guruhini uzatish marshruti bo‘yicha bir xil talablar bilan ifodalash shakli, ya’ni bunday guruhdagi barcha paketlar routerda bir xil tarzda qayta ishlanadi va bir xil manzilga boradi.
Label – belgi	Paketning bitta FECga yoki boshqasiga tegishli ekanligini

	aniqlaydigan fikslangan uzunlikdagi qisqa identifikator
--	--

4.9-jadval davomi

Label swapping - belgini almashtirish	Tarmoq tuguni tomonidan qabul qilingan paket belgisini bir xil FEC bilan bog'langan yangi belgi bilan almashtiradi. Bu jarayon MPLS tarmog'idagi oraliq marshrutizatorlarda sodir bo'ladi.
Push Label	- ma'lumotlar paketiga belgi qo'shish operatsiyasi bo'lib, MPLS tarmog'idagi birinchi routerda amalga oshiriladi.
LER (MPLS edge router – MPLS tarmog'idagi chegaraviy tugun)	MPLS tarmog'ining kirish yoki chiqishida joylashgan marshrutizatorlar. MPLS tarmog'iga kirish joyidagi LER ma'lumotlar paketiga belgini qo'shadi va MPLS tarmog'idan chiqishdagi LER ma'lumotlar paketidan MPLS belgisini olib tashlaydi.
LSR (Label Switching Router)- belgili kommutatsiya marshrutizatori	MPLS tarmog'ida ma'lumotlar paketlarini faqat belgi qiymatiga qarab yo'naltiruvchi marshrutizatorlar
LSP (Label Switched Path)- belgilar kommutatsiya yo'llari (virtual kannallar)	MPLS tarmog'ida bir nechta LSP bo'lib, ular belgilarni kerakli yo'nalishda harakatlanishini ta'minlaydi.
MPLS domen	Bitta tarmoq mamuriga tegishli va yagona marshrutlash siyosatida ishlaydigan belgilar bo'yicha kommutatsiyalovchi qurilmalar guruhi.

MPLS o'ziga ishonchli texnologiya hisoblangan ATM, IP -

tarmoqlarida vositalarni qulay va aniq adresiga yetkazish hamda QoS kafolatini ta'minlashni birlashtiradi.

MPLSda ham ATM va FRga o'xshab virtual kanallardan foydalanadi (VC), odatda ularni belgilar kommutatsiyasining yo'llari (LSP) deb nomlanadi va ular MPLSni bazaviy ulanishini ta'minlaydi. MPLS tarmog'ining ichida bir nechta LSP bo'lishi mumkin va ular belgilarni kerakli yo'nalishda harakatlanishini ta'minlaydi.

LSPdagi belgilar Label Distribution Protocol (LDP) yordamida tayinlanadi va bu yordamchi protokollar, xususan RSVP-TE protokoli asosida oshirishning turli usullari mavjud. OSPF, IS-IS yoki BGP kabi marshrutlash protokollari belgini tarqatish jarayonini tayyorlaydi. Ushbu marshrutlash protokollari yordamida tarmoqning topologiyasi yaratiladi va belgilar tayinlanadi.

MPLS texnologiyasida belgili kommutatsiya marshrutizatori (LSR) qo'llaniladi va u IP - marshrutizatoriga o'xshab kanallarni virtual kommutatsiyalash vazifasini bajaradi. LSR marshrutizatori "FEC-belgi" ulanishi to'g'risida yuqori oqim LSRni xabardor qilish uchun belgilarni tarqatish protokolidan foydalanadi. Pastki oqim LSR to'g'ridan-to'g'ri "FEC-belgi" ulanishini yuqori oqim LSR bilan bog'lashi mumkin, bu esa kiruvchi quyi oqim deb ataladi. Bunga qo'shimcha ravishda, yuqori oqim LSR quyi oqim LSR dan bog'lashni so'raganda, so'rov bo'yicha quyi oqimga yuboriladigan bog'lash bildirishnomasi bo'lishi mumkin.

MPLS texnologiyasi LSP yaratish uchun quyidagi ikkita variantni qo'llab-quvvatlaydi:

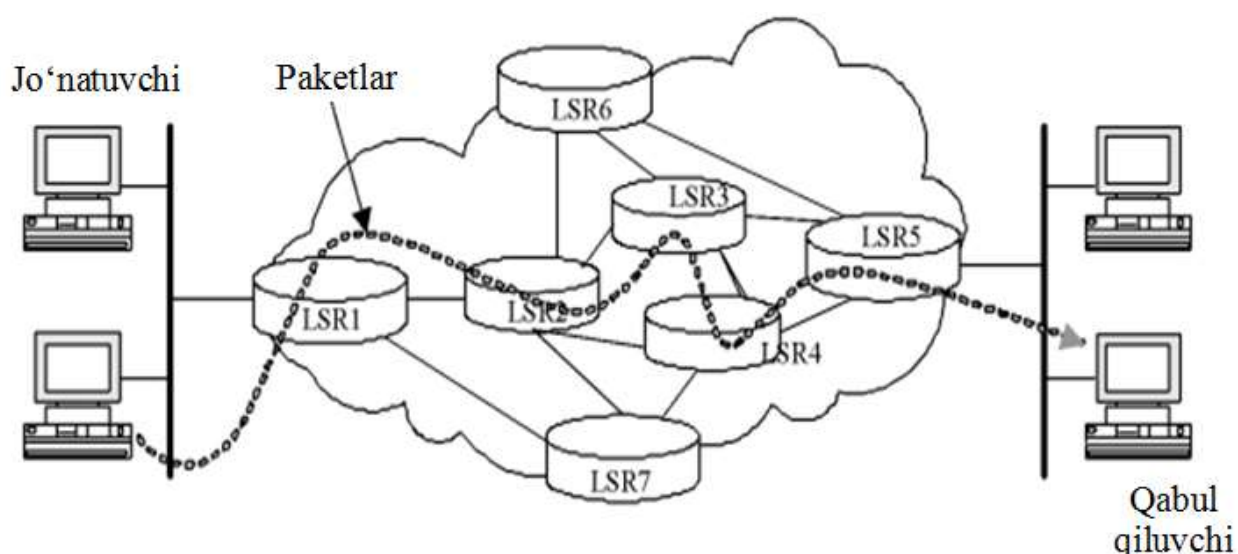
- marshrut maydoni bo'yicha ketma-ket marshrutizatsiyalash (hop-by-hop routing) - har bir LSR ma'lum FEC uchun keyingi maydonni mustaqil ravishda tanlaydi. Ushbu metodologiya hozirda IP - tarmoqlarida qo'llaniladigan usulga o'xshaydi. LSRda OSPF kabi mavjud marshrutlash protokollaridan foydalanadi;

- aniq marshrutlash (ER) - jo'natuvchi tomonidagi marshrutlash usuliga o'xshash. Kirish LSR (ya'ni, MPLS tarmog'idagi trafik kelib chiqadigan LSR) ER-LSP orqali o'tadigan tugunlar zanjirini belgilaydi. Belgilangan yo'l optimal bo'lmasligi mumkin. Resurslar ma'lumotlar trafigini ma'lum QoS bilan ta'minlash uchun yo'l bo'ylab zahiraga olinishi mumkin. Bu tarmoq bo'ylab trafikni optimal taqsimlashni osonlashtiradi va tarmoqni boshqarishning qabul qilingan qoidalari va usullari asosida shakllangan turli toifadagi trafik oqimlariga xizmat ko'rsatishni tabaqalashtirilgan ta'minlash imkonini beradi.

4.6-rasmda ko'rsatilgan MPLS tarmog'ining mantiqiy tugallangan

(va ma'lum ma'noda avtonom) domenini ko'rib chiqamiz. Ushbu domenning to'liqligi uning aniq belgilangan yopiq chegaraga ega ekanligida ifodalanadi, ular bo'ylab to'rtta MPLS chegara tugunlari (MPLS chegara tugunlari yoki ular ba'zan deyilganidek, LER - Label Edge Router) 4.6-rasmda ko'rsatilgan LSR1, LSR5, LSR6, LSR7 sifatida.

Ushbu tugunlarga qo'shimcha ravishda, MPLS tarmog'ining domenida ko'plab marshrutizatorlar mavjud bo'lib, ularning har biri boshqa routerlar (shu jumladan chegara tugunlar) bilan yoki to'g'ridan-to'g'ri yoki kommutatsiyalangan ulanishlarga ega. Ikkinchi holda, bunday aloqani yaratish uchun zarur bo'lgan kommutatsiya ushbu to'plamdagi boshqa routerlar tomonidan amalga oshiriladi.



4.6. MPLS tarmoq domeniga misol

Eslatib o'tamiz, 4.6 - rasmda faqat soddalashtirilgan MPLS tarmoq domeni keltirilgan. Unga kiruvchi paketlar to'g'ridan-to'g'ri jo'natuvchilardan yoki yuqori darajadagi MPLS tarmog'i bo'lishi mumkin bo'lgan chegaradosh tarmoqdan kelishi mumkin (ya'ni, ushbu domenni o'z ichiga oladi). Ushbu paketlar MPLS chegara tugunlari (bu holda LSR1) tomonidan qabul qilinadi, bu paketlar uchun kirish MPLS tugunidir. Tarmoq tomonidan boshqa chegaradosh tarmoqqa yo'naltirilgan paketlar u erda boshqa chegara tugun orqali uzatiladi, bu ushbu paketlarga nisbatan MPLS chiqish tugunidir (bu holda, LSR5). Umuman olganda, MPLS tarmog'i bo'ylab kirish MPLS LSR1 tugunidan LSR5 chiqish MPLS tuguniga tashiladigan barcha paketlar bir xil FECga belgili va bir nechta LSR va LSR funksiyalarisiz routerlar orqali o'tishi mumkin bo'lgan bir xil virtual LSPga amal qiladi.

Shunday qilib, MPLS tarmog'ida marshrutizatorlarning ikki turi mavjud: chegara LSR va tranzit LSR. LSR chegara marshrutizatorlari ba'zi hollarda turli xil tarmoq interfeyslarining shlyuzlarini (masalan, FR, ATM yoki Ethernet) o'z ichiga oladi va LSP yo'llarini tashkil qilgandan so'ng ularning trafigini MPLS tarmog'iga yo'naltiradi, shuningdek, MPLS tarmog'idan chiqqanda teskari trafikni tarqatadi. Bundan tashqari, har qanday MPLS-mos router o'zining istalgan interfeysida etiketli paketni qabul qilishi, uni kommutatsiya jadvalida izlashi, belgili formatda yangi belgi qo'yishi va keyin paketni boshqa interfeys orqali yuborishi kerak. Boshqacha qilib aytganda, chegara LSR belgili paketni istalgan interfeysdan qayta etiketlash bilan boshqa istalgan interfeysga almashtirishi mumkin. Ushbu yondashuv ATMga qaraganda ancha moslashuvchan, chunki u faqat uyali kanallar bilan cheklanmaydi. Chegara marshrutizatorlari trafik MPLS tarmog'iga kirish yoki undan chiqishda belgilash va olib tashlash jarayonida katta rol o'ynaydi.

Shuni ta'kidlash kerakki, har qanday tranzit LSR belgisiz paketlarni, ya'ni oddiy IP - sarlavhalari bilan qabul qila oladi.

LSR5 chiqish tuguni (4.6-rasm) bir nechta kirish tugunlaridan (LSR1, LSR6 va LSR7 dan) paketli oqimlarni oladi. Oraliq marshrutizatorlarda ushbu oqimlarning ba'zilari "birlashishi" mumkin, ya'ni ushbu birlashma nuqtasida umumiy FECni oladigan paketlarning umumiy oqimiga birlashishi mumkin. To'rt chegara tugunlarining har biri, umumiy holatda, kirish va chiqish tugunlarining funktsiyalarini bajaradi, 4.6-rasmda ko'rsatilgandek. MPLS tarmoqlarida bunday turdagi to'rtta daraxt mavjud bo'lib, ular birgalikda $4 \cdot (4-1) = 12$ LSP traktini o'z ichiga oladi. Ko'rinib turibdiki, bir nechta LSP bir oraliq LSR, shu jumladan turli daraxtlarga belgili LSPlar orqali o'tishi mumkin. Tarmoqning fizik topologiyasi LSP virtual tarmog'ining topologiyasidan farq qilishini hisobga olsak, amalda paket yo'llarining "qayta aylanish" holatlari bo'lishi mumkinligi ayon bo'ladi, shuning uchun MPLS-tarmoqlarida bunday holatlarni aniqlash va / yoki oldini olish choralarini ko'rish kerak.

LDP (Label Distribution Protocol) spetsifikatsiyasi FECni aniqlash mumkin bo'lgan ikkita turdagi elementlarni o'rnatdi:

- Address Prefix (adres prefiksi) – noldan to to'liq adresgacha bo'lgan istalgan uzunlikdagi adres prefiksi;

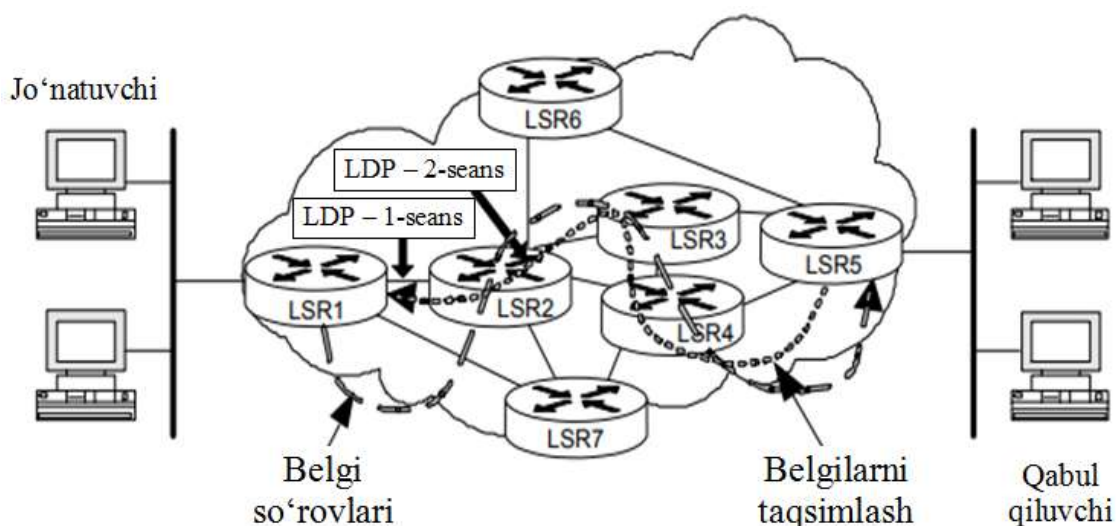
- Host Address (Xost adresi) - to'liq xost adresi. Belgilarni tayinlash qarorlari yo'naltirish mezonlariga asoslanishi mumkin, masalan, unicast adres marshrutlash, tarmoq trafigini optimallashtirish, multicast, VPN, QoS mexanizmlari va boshqalar. LDP protokoli spetsifikatsiyasi

kirish paketi va uning LSP o'rtasida moslikni o'rnatish qoidalarini belgilaydi.

Belgilarni tarqatish uchun turli usullardan foydalanish mumkin:

- topologiyaga asoslangan usul - marshrutlash protokollarini standart ishlov berishdan foydalanadi (masalan, OSPF va BGP);
- so'rovga asoslangan usul - so'rovga asoslangan boshqaruv protokolini qayta ishlashdan foydalanadi (masalan, RSVP protokoli);
- trafikga asoslangan usul - paket qabul qilinganda belgini belgilash va ajratish protsedurasini boshlaydi.

Topologiya va so'rovlarga asoslangan usullar dasturga asoslangan FEC belgini ulashga misol bo'ladi va trafikga asoslangan usul ma'lumotlarga asoslangan ulanishga misoldir. Ushbu barcha holatlarda MPLS arxitekturasini belgini tayinlash, ya'ni uning ma'lum bir FEC bilan bog'lanishi ushbu FEC paketlari uchun chiqish chegarasi routeri bo'lgan LSR tomonidan amalga oshiriladi deb taxmin qiladi. Ingliz tilida bunday LSR quyi oqim LSR deb ataladi, ya'ni "pastki oqim" deb ataladi, biz uni quyi oqim LSR deb ataymiz va "yuqori oqim" - yuqori oqim LSR - biz yuqori oqim LSR deb nomlaymiz. Shunday qilib, belgilarni belgilash har doim pastdan, ya'ni harakat yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda amalga oshiriladi. Pastki LSR chegaradosh yuqori LSRlarga unga kelgan paketlarning har bir FECga qaysi belgilar qo'yganligi haqida xabar beradi. Bu jarayon belgi taqsimoti deb ataladi va LDP (Label Distribution Protocol) belgi tarqatish protokoli tomonidan taqdim etiladi (4.7-rasm).



4.7. MPLS tarmog'ining fragmentiga misol

Bundan tashqari, asosiy LDP protokolining kengaytmasi aniq QoS marshrutlash va TE trafikni boshqarishni qo'llab-quvvatlash uchun

belgilangan - CR-LDP (Constraint-Based LDP) cheklovlarga asoslangan LDP. LDP protokoli TCP protokoli yordamida chegaradosh LSRLar bilan ishonchli transport aloqalarini o'rnatadi va agar ikkita LSR o'rtasida bir vaqtning o'zida bir nechta LDP seanslarini o'rnatish kerak bo'lsa, bitta TCP ulanishidan foydalaniladi.

LDP xabarlarining to'rtta toifasi LSRLar o'rtasida "FEC-belgisi"ga bog'liq bo'lgan ma'lumot almashishda qo'llaniladi:

- tarmoqda LSR mavjudligini e'lon qilish va saqlash uchun ishlatiladigan kashfiyot xabarlari (discovery messages);

- LSRLar o'rtasida LDP seanslarini yaratish, saqlash va tugatish uchun seans xabarlari (session messages);

- FEC belgini yaratish, o'zgartirish va ochish uchun foydalaniladigan xabar-e'lon (advertisement messages);

- yordamchi va xato ma'lumotlarini o'z ichiga olgan xabardor qilish xabarlari (notification messages).

CR-LDP protokoli. LDP protokoli faqat IP - marshrutlash jadvallarini kuzatishi mumkin. Ushbu cheklovni bartaraf etish uchun CR-LDP (Constraint-based Routing Label Distribution Protocol - Cheklovga asoslangan marshrutlash belgilarini taqsimlash protokoli) deb nomlangan LDP kengaytmasi taklif qilindi.

CR-LDP LDP varianti bo'lib, aniq LSPlarni yaratish va saqlash mexanizmlarini belgilaydi. CR-LSP yaratish uchun an'anaviy ichki marshrutlash protokollaridan olish mumkin bo'lgan ko'proq ma'lumotlardan foydalaniladi. CR-LDP qo'shimcha marshrutlash ma'lumotlari talab qilinadigan TE va QoS kabi MPLS ilovalari uchun ishlatiladi. Ushbu protokolda belgi so'rovi ma'lum bir adres uchun marshrutlash daraxti bo'ylab ko'r-ko'rona kuzatilishi shart emas, chunki xabarga aniq marshrutni kiritish orqali u qanday amal qilish kerakligini aniq belgilash mumkin. Bunday holda, CR-LDP dasturi so'rovni yo'naltirish uchun yo'naltirish jadvallarini ishlatmaydi, lekin uni xabardagi ko'rsatmalarga muvofiq yo'naltiradi.

CR-LDP aniq marshrutlarni dinamik hisoblashni qo'llab-quvvatlamaydi, shuning uchun dinamik tarmoq o'tkazuvchanligi zahirasi ma'lumotlari OSPF yoki IS-IS translyatsiya ma'lumotlariga yoki LSA kanali holati e'lonlariga kiritilishi kerak. Ushbu mexanizmlardan foydalanib, CR-LDP tarmoq o'tkazuvchanligini egallashi va zahiralashi mumkin. Mavjud tarmoq o'tkazuvchanligi so'rovga muvofiq o'zgaradi va uning yangi qiymati OSPF va IS-IS protokoli kengaytmalari yordamida boshqa tugunlarga uzatiladi. Keyinchalik, qabul qilingan cheklovlarni

hisobga olgan holda, yangi marshrutlarni Deykstraning o'zgartirilgan algoritmidan foydalanib hisoblash mumkin. Natijada, CR-LDP protokoli o'z ixtiyorida LSPni tashkil qilish uchun aniq marshrutga ega. Trakt dinamik hisoblangan aniq marshrutni o'z ichiga olgan belgi so'rovi orqali yaratiladi.

CR-LDP protokoli LDPning asosiy versiyasiga nisbatan yangi bo'lgan boshqa funksiyalarga ham ega:

- aniq belgilangan va erkin marshrutlar bilan aniq marshrutlash, unda marshrut tugunlar guruhlar ketma-ketligi sifatida ko'rsatilgan. Agar guruhda bir nechta router ko'rsatilgan bo'lsa, aniq marshrutni yaratishda biroz moslashuvchanlik mavjud;

- trafik parametrlarining spetsifikatsiyasi (masalan, eng yuqori bit tezligi, kafolatlangan bit tezligi va qabul qilinadigan kechikish o'zgarishi);

- marshrutni mustaxkamlash (route pinning), bu LSP yo'lini o'zgartirish istalmagan hollarda, masalan, ushbu segmentda yaxshiroq marshrut mavjud bo'lganda, erkin yo'naltirilgan segmentlarda foydalanish mumkin;

- yaratish va saqlash ustuvorlik tizimidan foydalangan holda LSP ustuvorligidan foydalanish mexanizmi. Mavjud LSP (ustunlikka ega bo'lish) va yangi LSP (yaratish ustuvorligi) yangi LSP mavjud LSPdan ustun bo'lishi mumkinligini aniqlash uchun tartiblangan. Ustuvorliklar uchun 0 (eng yuqori ustuvorlik) dan 7 (eng past ustuvorlik) gacha bo'lgan qiymatlar oralig'i taklif etilgan;

Nazorat savollari

1. MPLS texnologiyasiga tushuncha bering.
2. MPLS texnologiyasida paket formatini tasniflang
3. MPLS texnologiyasining afzalliklarini keltiring.
4. MPLS texnologiyasida qo'llaniluvchi protokollar
5. MPLS texnologiyasi bo'yicha RFC standartlarini keltiring

V-bob. IP - TARMOQLARIDA AUDIO/VIDEO XABARLARNI UZATISH PROTOKOLLARI VA TEXNOLOGIYALARI

5.1. IP protokol asosida audio xabarlarini uzatish xususiyatlari, standartlari va texnologiyalari

So‘nggi yillarda aloqa operatorlari va korporativ mijozlarga MUT orqali ovozli xabarlarini uzatish va qabul qilish imkonini beruvchi yangi texnologiyalar va xalqaro standartlar paydo bo‘ldi. Ishlatiladigan tarmoq texnologiyasiga qarab VoATM (ATM orqali ovoz), VoFR (FR orqali ovoz) va VoIP (IP orqali ovoz) kabi tushunchalar mavjud. Ovozli xabarlarini uzatishning oxirgi usuli ko‘pincha IP-telefoniya yoki Internet-telefoniya deb ataladi [20-21].

IPga asoslangan tarmoqlarda barcha ma’lumotlar: matn, ovoz, video, kompyuter dasturlari yoki boshqa turdagi barcha axborotlar paketlar ko‘rinishida uzatiladi. Uzatiladigan paketlar mazkur sarlavhada ko‘rsatilgan adres asosida qabul qiluvchiga jo‘natiladi.

IP - tarmoq orqali ovozlarni uzatish jarayoni bir necha bosqichdan iborat: dastlab ovoz raqamlanadi, keyin raqamlangan ma’lumotlar fizik hajmni kamaytirish maqsadida taxlil etiladi va ko‘rib chiqiladi. Odatda shu bosqichda ortiqcha tanaffuslar va fon shovqinlari yo‘qotiladi. Navbatdagi bosqichda qabul qilingan ma’lumotlar ketma-ketligi paketlarga bo‘linadi va unga qabul qiluvchining adres-axborot protokoli, hamda xatolarni tuzatishga doir qo‘shimcha ma’lumotlar qo‘shiladi. Paketni bevosita tarmoqqa uzatishidan avval, uning tashkil topishi uchun kerakli miqdordagi ma’lumotlarni vaqtincha to‘planishi yuz beradi.

Qabul qilingan paketlardan axborotlarni ajratib olish ham bir necha bosqichlardan iborat: Ovoz paketlari qabul qiluvchi terminaliga yetib kelgach, avval uning ketma-ketlik tartibi tekshiriladi. IP - tarmoq yetkazish muddatini kafolatlamaydi, tartib raqami yuqori bo‘lgan paketlar avvalroq borishi va ular orasidagi intervallar ham o‘zgarib turishi mumkin. Dastlabki ketma-ketlikni va sinxronlashtirishni tiklash uchun paketlarni vaqtincha to‘planishi yuz beradi. Lekin ba’zi paketlar uzatish davrida yo‘qotilishi yoki jo‘natilishga ajratilgan vaqtdan o‘tishi mumkin. Odatda qabul qiluvchi terminal yo‘qolgan yoki kechikkan paketlarni qayta so‘rashi mumkin. Ovozlarni uzatish usuli kechikishlarga tanqidiy qaraydi. Olingan paketlar asosida yo‘qolganlarni taxminan tiklaydigan approksimatsiya algoritmi yoqiladi yoki bu yo‘qolishlar e’tiborga olinmay, bo‘shliqlar ma’lumotlar bilan tasodifiy to‘ldiriladi.

Bunday shakldagi ma'lumotlar ketma-ket dekompressiyalanadi va qabul qiluvchiga ovoz axborotlarini tashuvchi audio-signalga bevosita aylantiradi. Shunga asoslanib, qabul qilingan axborot dastlabki vaziyatdagi axborotga mos kelmasligi mumkinligini ta'kidlash lozim.

MUT orqali telefon so'zlashuvlarini tashkil etishning samarali usullaridan biri - IP - telefoniya hisoblanadi.

IP - telefoniya yoki VoIP (Voice over IP) – bu Internet yoki ixtiyoriy IP - tarmog'i orqali faks uzatish va telefon so'zlashuvlarini real vaqt rejimida tashkil etish va amalga oshirish imkonini beruvchi texnologiyadir.

IP - telefoniya iqtisodiy - foydali usul bo'lib, uning asosida foydalanuvchiga telefon so'zlashuvlar uchun kam bo'lgan xarajatlarni talab etuvchi telefon xizmatlari taklif etiladi. IP - telefoniyaning tuzilishi paketli kommutatsiya tarmog'ida multimediani amalga oshirishga mo'ljallangan terminal qurilma va tarmoq xizmatlarini o'z ichiga olgan.

IP - telefoniyani joriy etilishidagi eng muhim muammolardan biri - xizmatlarni yuqori sifatda ta'minlashdir. Quyidagilar IP - telefoniyaning asosiy sifatlarini tashkil etuvchilari hisoblanadi:

- tushunarliklik – so'zlarni sofligi va aniqligi;
- echo - o'zining so'zlarini eshitish;
- daraja - so'zning balandligi.

Signallashuv sifatlariga:

- qong'iroqni o'rnatilishi - samarali ulanish tezligi va bog'lanish vaqtini o'rnatilishi;
- qo'ng'iroqni yakunlanishi - yakun vaqti va uzilish tezligi;
- DTMF- ko'p chastotali raqamlarni terish signallarini aniqlash va belgilash.

IP - telefoniya sifatiga ta'sir ko'rsatuvchi omillarni ikki guruhga bo'lish mumkin:

1. IP tarmoqning sifat omillari:

- yuqori o'tkazuvchanlik qobiliyati - u o'tkazayotgan kerakli va ortiqcha ma'lumotlarning eng yuqori soni;
- kechikish - tarmoq orqali paket uzatilishi uchun kerak bo'ladigan vaqt oralig'i;
- jitter - ikki ketma-ket paketlar orasidagi kechikish;
- paketlarni yo'qotish - tarmoq orqali uzatishda yo'qolgan paket va ma'lumotlar.

2. O'tkazish qobiliyati sifatining omillari:

- kerakli o'tkazish qobiliyati – turli vokoderlar turli yo'lakni talab qiladi. Masalan, G.723 vokoderi har bir so'z kanali uchun 16.3 kbit/s yo'lakni talab qiladi;

- kechikish - raqamli signal protsessori yoki boshqa qayta ishlash qurilmalari uchun so'z signallarini kodlash va dekodlashga ketadigan vaqt;

- djitter buferi - barcha paketlar olinmagunga qadar ma'lumot paketlarini saqlash va djitterni kamaytirish uchun kerakli ketma-ketlikda uzatish imkoniyati;

- paketlarni yo'qotish - paketlarni zichlash yoki IP - telefoniya qurilmalariga uzatishda paketni yo'qotilishi;

- exoni yo'qotish - tarmoq orqali uzatish davrida yuz beradigan exoni yo'qotish mexanizmi;

- o'lchamni boshqarish - so'zlar balandligini nazorat etish imkoniyati.

Turli ishlab chiqaruvchilar tomonidan IP - telefoniya standartlashtirish muammolarining mosligini ta'minlash bo'yicha bir nechta xalqaro tashkilotlar shug'ullanmoqda:

- Xalqaro Elektr Aloqa Ittifoqi (XEA)ning telekommunikatsiya sohasini standartlashtirish (International Telecommunication Union-Telecommunication, ITU-T);

- Telekommunikatsiyalar bo'yicha standartlashtirish Yevropa Instituti (ETSI, European Telecommunication Standard Institute);

- Internetning muxandislik muammolari bo'yicha ishchi guruhi (Internet Engineering Task Force, IETF);

- Amerika Standartlar Milliy Instituti (American National Standard Institute, ANSI);

- VoIP forumi (Voice over IP) va boshqalar.

IP - telefoniya XEA ko'rsatmalariga asosan ishlaydi. H.323 ko'rsatmalar guruhini paketli tarmoqda multimediya aloqasini o'rnatilishini ta'minlovchi tarmoq birikmalari, protokollari va jarayonlari belgilab beradi. H.323 - moslama qurilmasi telefon (IP-telefoniya) aloqasi, ovoz va videouzatish (videotelefoniya) hamda ovoz, video, ma'lumotlar uzatilishi (multimediya konferensiyasi)da qo'llanilishi mumkin. 5.1 – jadvalda IP – telefoniya bilan bog'liq standartlar keltirilgan.

IP – telefoniya bilan bog‘liq standartlar

Nomlanishi	Vazifasi
T.120	Mavjud vaqtda konferensiyalarni uzatish
H.320	ISDN videokonferensiyasi
H.323	Paketli kommutatsiya tarmoqlarida multimediya aloqalari
H.324	Past tezlikdagi ma’lumotlarni uzatish kanallari orqali video, audio aloqa, masalan: kommutatsiyaviy modem bog‘lanishlari
OSP	XML dasturi asosida IP jo‘natmani ta’minlaydigan, ochiq xatti xarakatlar protokoli
SIP	VoIP yo‘laklari va foydalanuvchining oxirgi qurilmalar uchun aloqa seanslarini ko‘zdan kechirish protokoli
RSVP	Foydalanuvchining paketli jo‘natmalar ustivorligini ta’minlovchi zahiralarni saqlash protokoli
RTP	Mavjud vaqtda audio va videolarni uzatilishini ta’minlovchi mavjud vaqt protokoli
MGCP	Media yo‘laklarni boshqarish protokoli, turli xizmatlardagi ma’lumotlar paketini boshqarishni olib borilishini aniqlaydi
LDAP	Kataloglarga kirishning soddalashgan protokoli, u tarmoqda ma’lumotlarsiz universal adreslashni ta’minlaydi

Bunda H.323 – yo‘laklararo aloqani tashkil etish va faksimil aloqa tarmog‘i paketlarini yaratilishi tasvirlanadi. H.323 standarti turli xildagi tarmoqlarda multimediya-alloqalarini tashkil etadigan H.32x ko‘rsatmalar oilasiga mansub, bular:

- H.320 - qisqa polosali raqamli kommutatsiya tarmoqlari;
- H.321 – keng polosali ISDN va ATM tarmoqlari;
- H.322 – o‘tkazish qobiliyati kafolatlangan paketli tarmoqlar;
- H.324 – umumiy foydalanishdagi telefon tarmoqlari.

H.323 standartini ishlab chiqilishining asosiy maqsadlaridan biri, boshqa turdagi tarmoqlar bilan multimediya aloqalarini ta'minlash hisoblanadi. Bu vazifa ma'lumotlarni to'plash va signallarni uzatishni ta'minlovchi yo'laklar yordamida bajariladi. Standartga moslik sharti bilan turli imkoniyatdagi qurilmalar bir - biri bilan birga xarakatlanishi mumkin. Masalan, video ma'lumotli terminallar audio konferensiyalarda ishtirok etishi mumkin.

Boshqa standartlar majmui multimediali aloqa uchun H.323 tavsifi istalgan ko'rinishdagi ko'p nuqtali bog'lanishdan "nuqta-nuqta" bog'lanishgacha ishlatiladi. Bu standartlarning asosiy komponentlari 5.2 - jadvalda keltirilgan.

5.2 – jadval

H.323 standartlarning asosiy komponentlari

Tavsiya	Tavsif
H.225	Xabarni qo'ng'iroqlar boshqaruviga qarab signalizatsiya va ro'yxatlashni, shuning bilan multimedia ma'lumotlarini sinxronlashgan va paketli oqim bo'yicha aniqlaydi
H.245	Multimedia ma'lumotlarini uzatish oqimida ochiq, yopiq kanal uchun buyruq yoki so'rovlarni va boshqa xabarlarni aniqlaydi

H.323 standarti ohirgi qurilmalarni boshqa standart bilan bog'liqligini aniqlaydi. Telefon tarmoqlarida kommutatsiya kanallari va kommutatsiya paketlari kesishmasida paydo bo'ladi. H.323 tarmoq standarti boshqa turdagi H.32x tarmoq bilan bog'liqdir.

IP - telefoniyaning takomillashuvida keyingi bosqich H.323ning tasnifi pastki pog'onaning etalon modeli va ochiq tizim bilan o'zaro ishlashidir. U kanalli va tarmoq pog'onalari xizmat sifati, qulaylikni ta'minlash uchun tegishli imkoniyatni inobatga oladi.

IP kanalning o'tkazuvchanlik qobiliyatining muhim omillaridan biri so'z axborotlarini kodlash va dekodlashning eng maqbul algoritmlarini tanlashdan iborat. Bugungi kunda mavjud bo'lgan barcha turdagi so'z kodeklarini ishlash tamoyilini uch guruhga bo'lish mumkin:

1. Kodlangan impulsli modulyatsiya va moslashgan differensial kodlangan impulsli modulyatsiya kodeklari an'anaviy telefon tizimlarida qo'llaniladi va ko'p hollarda ARO'/RAO'larning uyg'unligini aks ettiradi.

2. Vokoderli soʻz signallarini oʻzgaruvchan kodeklari uyali aloqa tizimlarida radiotraktning oʻtkazuvchanlik xususiyatiga talablarni bajarish uchun yuzaga kelgan. Koʻp hollarda bu kodeklar analog qurilmalarda qoʻllaniladi.

3. Umumlashgan kodeklarda soʻzlarni oʻzgartirish va sintezlash texnologiyasini jamlagan. Ular raqamli signallar bilan ish olib boradi. Bu turdagi kodeklar oʻzida raqamli vokoder asosida amalga oshadigan IKM yoki ADIKM kodeklarni jamlagan.

IP - telefoniyaning ovoz yoʻlaklarida kodek tushunchasi faqat kodlash va dekodlash algoritmlarini anglatmasdan va apparatura tadbigʻini ham anglatadi. Signallar koʻrinishidagi maʼlum ilovalar asosida kodlashning barcha usullarida signal uzatish vaqtida amplituda sezilarli sakrash bilan kelmaydi.

Soʻzlarni uzatishdagi ushlanish raqamli signallarni koʻrib chiqish muhimligi bilan bogʻliq boʻlmay, balki bevosita siqish usulining xususiyatiga ham bogʻliq boʻladi. LPC bashorat liniyasi bilan kodlash orqali 2.4 yoki 4.8 Kbit/s li uzatish yoʻlaklari mos boʻladigan juda katta pogʻonada siqishga ega boʻlishi mumkin, lekin ovoz sifati sezilarli darajada kamayadi. Signal kodlangach protsessor uning shaklini tiklashga harakat qiladi va natijani dastlabki signal bilan taqqoslaydi, soʻngra oʻta moslikka erishish uchun kodlash koʻrsatkichlarini belgilashni boshlaydi. Bunday moslikka erishgach apparatura olingan kodni aloqa liniyasi orqali uzatadi va qarama-qarshi tomonda esa ovoz tiklanishi yuz beradi. Bunday usuldan foydalanishda oʻta yuqori hisoblash quvvati sodir boʻladi. Eng koʻp tarqalgan, taʼriflangan kodlash usullaridan biri LD-CELP hisoblanadi. U 16 Kbit/s oʻtkazuvchanlik xususiyati asosida qoniqarli tiklash sifatiga erishish imkonini beradi. Algoritm 16 razryadli ovoz signallarini analog-raqamli oʻzgarish natijasida olingan raqamlar ketma-ketligiga qoʻllaniladi. Bu usulni qoʻllanishida ham oʻta yuqori hisoblash quvvati talab etiladi.

1995 yil mart oyida yangi G.723 standarti qabul qilindi. Bu telefon tarmoqlari orqali videokonferensiyalarni tashkil etish uchun soʻzlarni zichlashda foydalanish koʻzda tutilgan va G.723ni asosini MP-MLQ usulida soʻzlarni zichlash tashkil etiladi. U yuqori eshittirishning yetarli sifatlarini saqlagan holda soʻzlarni oʻta yuqori zichlash imkonini beradi. Bu usul asosida optimallashtirish jarayoni yotadi. Unda turli xildagi takomillashuvlar yordamida soʻzni 4.8, 6.4, 7.2 va 8.0 Kbit/s gacha zichlash mumkin. Algoritmning tuzulishi uzatish vaqtida DT asosida ovozni zichlash darajasini oʻzgartirish imkonini beradi. Kodlash natijasida

ushlanish 20 ms dan oshmaydi. O'tkazish qobiliyatidan foydalanish samaradorligi oshirilsa, so'zlarni zichlash mexanizmi o'z navbatida kechikishlarni o'sishiga va sifatni yomonlashuviga olib keladi.

XEAI va IETF (XEAI G.711, G.726, G.728, G.729, G.114, H.264, H.261; RFC 3261 The Internet Assigned Number Authority Header Field Parameter Registry for the Session Initiation Protocol) tavsiyanomalarini taxlil qilish ovoz xabarlarini uzatishni amalga oshirishda QoS tavsiflariga talablarni umumlashtirishga yordam beradi.

1. Ovoz trafigi RFC 3246 tavsiyanomasiga muvofiq DSCP EF ko'rinishida belgilanishi kerak.

2. Signalizatsiya CS 3 ko'rinishida belgilanishi (rivojlantirish vaqtida AF31 ni ishlatishi mumkin).

3. Yuqori sifatli VoIP xizmatini taqdim etish uchun magistrallarda paketlarni yo'qolishi 0.25 % dan oshmasligi kerak.

4. Bir tomonlama kechikish XEAIning G.114 tavsiyanomasiga muvofiq 150 ms dan oshmasligi kerak.

5. Kechikishning o'zgarishi (djitter) 10 ms dan ko'p bo'lmasligi kerak. Maksimal djitter belgilangan kechikishdan kam bo'lishi kerak. Bu kechikishning o'zgarish qiymati minimal tarmoq kechikishini ayirmasiga teng. VoIP uchun bu qiymat 10 ms deb qabul qilingan. Bu G.114 tavsiyanomasida ko'rsatilgan 150 ms ga nisbatan yetarli hisoblanadi.

6. Har bir so'zlashuv uchun ikkinchi pog'onaning sarlavhasi va kodekning (kvantlash chastotasiga bog'liq) 20 – 106 Kbit/s kafolatli imtiyozli o'tkazish qobiliyatini talab qiladi.

7. Signalizatsiya trafigi uchun 150 bit/s (ikkinchi pog'onaning sarlavhasini qo'shganda) kafolatli o'tkazish qobiliyatini talab qiladi. Kanalning o'tkazish qobiliyatini samarali ishlatishning muhim faktorlaridan biri ovoz xabarlarini optimal kodlash/dekodlash – kodekini tanlash hisoblanadi.

8. Impuls kodli modulyatsiya (IKM) va adaptiv differensial impuls kodli modulyatsiya (ADIKM) kodeklari bugungi kunda an'anaviy telefon tizimlarida qo'llanilmoqda. Aksariyat hollarda (RAO')/ (ARO')ni o'zida mujassamlashtirgan.

9. Radio trakti o'tkazish qobiliyatiga talabni so'ndirish ovoz signallarini vokoderli o'zgartirish kodeklari uchun mobil aloqa tizimlarida vujudga keldi. Bu guruhdagi kodeklar axborot asosida signalning garmonik sintezini ishlatadi. Uning vokal tashkil etuvchisi fonemlar hisoblanadi. Bu kodeklar ko'pincha analog qurilmalarda qo'llaniladi.

10. Gibriddli kodeklar vokoderli o'zgartirishlar ovozni sintez qilish texnologiyasini o'zida qamrab olgan, lekin maxsus DCP vositalar yordamida raqamli qurilmalarda qo'llanilmoqda. Bunday turdagi kodeklar IKM yoki ADIKM kodekini o'zida mujassamlashtirgan.

5.3 – jadvalda turli kodeklarni ishlatishda ovoz sifatini baholash to'g'risida ma'lumot keltirilgan.

5.3 – jadval.

Har xil kodeklarni qo'llash orqali ovoz sifatini baholash

Ovoz kodeki	Tezlik, Kbit/s	MOS – bahosi
G.711	64	4.10
G.726	32	3.85
G.728	16	3.61
G.729	8	3.92
G.729a	8	3.70
G.729.1	6.3	3.9

IP - telefoniyada qo'llaniladigan aksariyat kodeklar H.323 standartida yozilgan (5.4 – jadval). Me'yoriy hujjatlar asosida ovoz xabarlarini xizmatlarining qurilmalarida kodlash/dekodlashda minimal kechikish va qabul qilsa bo'ladigan xabarlarni sifatini ta'minlash maqsadida 32 Kbit/s ADIKM usulini qo'llash tavsiya qilinadi. Ushbu kodlash usuli asosiy deb hisoblanishi kerak.

5.4 – jadval

H.323 oilasiga mansub kodeklarning tavsifi

Kodek	Kodek turi	Kodlashtirish tezligi, Kbit/s	Kodlashtirish vaqtidagi kechikish
G.711	IKM	64	0.75
G.726	ADIKM	32	3.85
G.728	LD-CELP	16	3.61
G.729	CS-ACELP	8	3.92
G.726a	CS-ACELP	8	3.70
G.723.1	MP-MLQ	6.3	3.9
G.723.1	ACELP	5.3	

ATCOM AT-530 RU IP-telefoniya. ATCOM AT-530 RU IP – telefoni VoIP - telefonlarning byudjet sektorining sifatli vakili. O‘zining arzonligiga qaramasdan telefon nafaqat qo‘ng‘iroqlarni saqlab turish, boshqa raqamga yo‘naltirish, “baland aloqa”, “mikrofonni o‘chirib qo‘yish” va h.k. barcha zarur telefon funksiyalarni qo‘llab-quvvatlaydi (5.1-rasm).



5.1-rasm. ATCOM AT-530 RU IP - telefon qurilmasining tashqi ko‘rinishi

Ular ichida ikkita SIP-liniyalar mavjud, biri IAX-liniyani qo‘llab-quvvatlash, telefonni ishga tushirganda qo‘shimcha rozetkasiz ishlashga imkon beruvchi o‘rnatilgan ikki portli marshrutizator, raqamlarni tez terish uchun 9 klaviatura, ulash uchun raz‘yom va boshqalar.

ATCOM AT-530 RU VoIP - telefoni qulay LCD - displey bilan jihozlangan, o‘rnatish oson va foydalanishda ishonchlidir. Bundan tashqari, telefon sozlamalari rus tilida bo‘lib, uning ishonchliligi ikki yil bilan kafolatlanadi. Telefonning ushbu modeli butunlay rus tilidagi interfeysga ega. 5.5-jadvalda texnik xususiyatlari keltirib o‘tilgan.

5.5-jadval

ATCOM AT-530 RU IP-telefon seriyasining texnik xususiyatlari

ATCOM AT-530 RU IP-telefon seriyasining texnik xususiyatlari:	
<ul style="list-style-type: none"> - O‘rnatilgan NAT, Firewall, DHCP client and serverga ega; - Nutq kompressiyasi uchun G7.xxx kodeklar oilasi, VAD, CNG qo‘llab-quvvatlaydi; - E.164 standarti bo‘yicha raqam terish; - G.165 (16ms) exo kompensatsiyasi. 	
Boshqaruv:	<ul style="list-style-type: none"> - Web-interfeys, Telnet yoki IP - telefonning klaviaturasi orqali; - Foydalanuvchi va ma‘mur paroli bo‘yicha foydalanishni chegaralash; - HTTP, FTP yoki TFTP orqali DTni yangilash; IP - telefonning sozlanmalarini shaxsiy kompyuterga yuklash va saqlash;

Interfeyslar:	<ul style="list-style-type: none"> – Ikkita RJ45 (WAN va LAN) porti; – Tarmoq adapterini ulash uchun standart porti.
Tarmoq xususiyatlari:	<ul style="list-style-type: none"> – Statik yoki dinamik IP - adres; – TCP: Transmission Control Protocol; – DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol; – PPPoE: PPP Protocol over Ethernet; – POE (Ethernet tarmoq quvvati); – SNTP: Simple Network Time Protocol; – STUN: Simple Traversal of User Datagram; – MD5: Message-Digest Algorithm; – RTP: Real-time Transport Protocol.
	<ul style="list-style-type: none"> – RTCP: Real-time Control Protocol; – Telnet: Internet's remote login Protocol; – HTTP: Hyper Text Transfer Protocol; – FTP: File Transfer Protocol; – TFTP: Trivial File Transfer Protocol.
VoIP xususiyatlari:	<ul style="list-style-type: none"> – SIP (RFC3261 i RFC 2543); – Tonli generatsiya va lokal DTMF regeneratsiya ITU-T ga mos keladi; – G.711, G.723.1(6.3 kbit/s yoki 5.3 kbit), G729; – AGC (Auto Gain Control); – G.168/G.165 (16ms) exokompensatsiya; – AEC (Avtomatik exo kompensatsiya); – VAD (Ovoz faolligini aniqlash); – Qullab-quvvatlanadigan funksiyalar: Hotline; qo'ng'iroqni saqlab turish va boshqa raqamga yo'naltirish; uch tomonlama konferensiya; – Call ID display; – DND (Do Not Disturb); "qora" ro'yxat
Elektr xususiyatlari:	<ul style="list-style-type: none"> – Kuchlanish: 9V ~ 24V; – Ta'minot adapteri: DC 12V/450 mA
Harorat xususiyatlari:	<ul style="list-style-type: none"> – Ishchi temperatura: 0° dan 40° C gacha (32° dan 104°F gacha) – Saqlash harorat: -30° dan 65° C gacha (-22° dan 149°F gacha) – Namlik: 10% dan 90% kondensatsiz

Nazorat savollari

1. IP protokol asosida audio xabarlarini uzatish xususiyatlarini tasniflang.
2. Audio xabarlarini uzatish standartlarini keltiring.
3. IP protokol asosida audio xabarlarini uzatishning qanday texnologiyalarini bilasiz.
4. ovoz sifatini baholashda qanday kodeklar qo'llaniladi.
5. H.323 standartlarning asosiy komponentlari nimalardan iborat.

5.2. IP protokol asosida video xabarlarini uzatish xususiyatlari, standartlari va texnologiyalari

IPTV (Internet Protocol Television) – bu IP protokoli bo'yicha ma'lumotlar yetkazuvchi tarmoqlardagi raqamli interfaol televidenie. IPTV – bu o'z topologiyasi va infratuzilmasiga ega bo'lgan hamda IP - tarmoq asosida foydalanuvchilarga video yetkazib berishning yana bir usuli [25].

IPTV moslamalarini ishlab chiqarish ITU-T Y.1910 (IPTV funksional arxitekturasini) tasdiqlangan tafsianomasida aniq qilib belgilangan.

IPTV xizmatlarini 3 ta katta guruhga bo'lish mumkin:

- Televizion xizmatlar va PVR xizmatlari;
- VoD xizmatlari;
- Interfaol xizmatlar.

Birinchi guruhga BTV, EPG, SO, NPVR, PLTV, Instant PVR, TSTV kabi xizmatlar kiradi. Ular televizion kanallarning an'anaviy usuldagi ko'rsatuv uzatishlarini, hamda faqat IPTV orqali amalga oshiriladigan teleko'rsatuvlarni yozib olish va qayta tomosha qilish xizmatlarini amalga oshiradi.

BTV – Broadcast Television – televizion kanallarda ko'rsatuvlarni IP - tarmoq orqali efirga uzatish. Qoidaga ko'ra, to'lov usuli telekanallar paketi uchun yoki alohida bir kanalning kengaytirilgan talqini uchun abonent to'lovidir. Foydalanuvchi boshqa kanallar paketiga qayta obuna bo'lish imkoniga ega.

EPG – Elecrtonis Program Guide – ko'rsatuvlarning elektron dasturi. To'lovsiz taqdim etiladi, chunki foydalanuvchiga bo'lajak ko'rsatuvlar va

PVR xizmatlardan foydalanish haqida axborot berishning asosi hisoblanadi.

NPVR – Network Personal Video Recoder – tarmoqdagi video magnitofon – EPG orqali bo‘lajak ko‘rsatuvlarni “yozib olish”ni buyutma qilish. Foydalanuvchi “yozib olingan” ko‘rsatuvni ma’lum vaqt davomida (masalan, 24 yoki 72 soat) chegaralanmagan miqdorda tomosha qilishi mumkin.

SO – Start over – ko‘rsatuvni qayta boshlash – joriy ko‘rsatuvni boshidan tomosha qilish imkoni. Oldinga o‘tkazish - orqaga qaytarish imkoni yo‘q.

PLTV - Pause Live TV – to‘g‘ridan to‘g‘ri efirni to‘xtatib turish – abonent to‘g‘ridan - to‘g‘ri namoyishning hoxlagan vaqtida MBPning “*pause*” tugmachasini bosishi mumkin. Pauzadan so‘ng “*play*” tugmachasini bosib, to‘xtatilgan joydan boshlab ko‘rishni davom ettirishi mumkin.

Instant PVR – yozib olishni buyutma orqali emas, butun ekran rejimidagi tomosha vaqtida abonent tomonidan MBPning “record” tugmachasini bosish orqali amalga oshirish. Natijada yozib olish “record” va “stop” tugmachalarini bosish oraliq‘ida amalga oshiriladi.

TSTV – Time-shift TV – vaqti surilgan televidenie. Bu barcha “PVR-based” xizmatlarining eng keng qo‘llanilishidir. TSTV hoxlagan vaqtda MBPning “rewind” tugmachasini bosish orqali telekanalni hoxlagan vaqtga (10 daqiqa, soat, kun va h.k.) orqaga qaytarish imkonini yaratadi.

“Talabga binoan video” xizmatiga quyidagilarni kiritish mumkin: VoD, SVoD, NVoD.

Bu xizmatlarning asosi – VoD – Video on Demand – so‘rovga binoan video hisoblanadi. Foydalanuvchi videotekada mavjud bo‘lgan filmlardan hoxlaganini tanlashi va ma’lum vaqt oralig‘i uchun sotib olishi mumkin. Ijara vaqtiga qarab (m-n, 6/12/24 soat) narhlarda farqlanishi mumkin, shuningdek film narxiga uning qaysi toifada ekanligi xam o‘z ta’sirini o‘tkazadi. Masalan, yangi filmlar “klassika” bo‘limidagi filmlarga qaraganda qimmatroq. Foydalanuvchi sotib olishdan avval hoxlagan film treylerini bepul tomosha qilishi mumkin.

SVoD – Subscription Video on Demand – obuna bo‘yicha so‘rovga binoan video. Abonentga VoD kontentning ma’lum bir toifasidan chegaralanmagan tarzda kirish xuquqi uchun to‘lovni amalga oshirish imkonini beradi. Ushbu toifadagi filmlarni sotib olish arzonroq bo‘ladi. To‘lov usuli xuddi VoDdagi kabi buyurmaga ko‘ra ijara vaqtiga qarab (m-

n, 6/12/24 soat) farqlanish bilan amalga oshiriladi. Treylerlar tomoshasi bepul.

NVoD – Near Video on Demand – virtual kinozal, videokontentni keng efirga uzatish (multikast) rejimida jadvalga binoan namoyish etish. Bu xizmat foydalanuvchidan ko‘ra operator uchun qiziqroq, negaki multikast rejimini qo‘llash hisobiga tarmoq resurslarini iqtisod qilish imkonini beradi. VoD va SVoD xizmatlari kabi to‘lov buyurtma uchun amalga oshiriladi. Narx film ijarasi vaqti va toifasiga bog‘liq. Treylerlarning bepul tomoshasi imkoni mavjud.

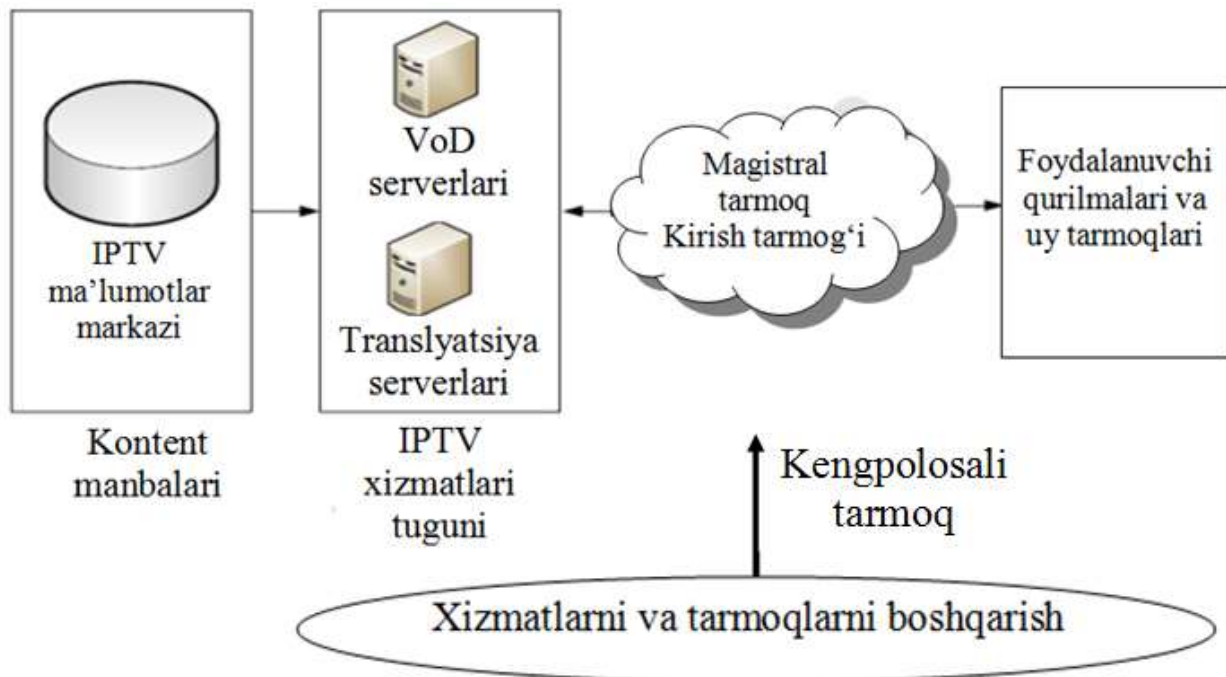
Uchinchi guruh xizmatlariga tashqaridan integratsiya qilingan va aloqa operatori tomonidan ishlov berilgan xizmatlar kiradi, masalan, *Java* texnologiyalari asosidagi o‘yinlar, IP - telefoniya xizmati bilan integratsiya, TV ekranda elektron pochta bilan ishlash imkoni, ICQ Internet - peydjer bilan integratsiya, axborot - ma’lumot va savdo soxasiga oid xizmatlar: ob - havo, valyutalar kursi, yangiliklar. Shunday qilib, IPTV foydalanuvchilari virtual garov o‘ynashlari, teledo‘konlarga tashrif buyurishlari, joylardagi referendumlarda ovoz berishlari, forum va chatlarda qatnashishlari, SMS - xatlar jo‘natishlari, elektron adres kitoblarida va taqvimlarda shaxsiy ma’lumotlarni saqlashlari, oilaviy fotoal’bomlar tuzishlari va h.k. mumkin.

Interfaollik xususiyati IPTV tizimida muhim rol o‘ynaydi. Bu xususiyat tomoshabinga boshqaruv pulti yordamida STB orqali qo‘shimcha ma’lumotlarni so‘rash va ekranga qabul qilish imkonini beradi: ko‘rsatuv haqidagi, uning muallifi va ishtirokchilari haqidagi ma’lumotlar, keyingi ko‘rsatuvlar anonsi, asosiy ko‘rsatuvga kirmagan shu mavzudagi boshqa materiallar. Foydalanuvchi o‘tgan ko‘rsatuvlar arxiviga kirish xuquqiga ega va h.k.

IPTV umumiy arxitekturasini va qurilmalari. Bugunki kunda telekommunikasiyalar bozorida DT va qurilmalar ishlab chiqaruvchi va ishlov beruvchi kompaniyalar tomonidan aloqa operatorlarining barcha talablariga javob beruvchi qator IPTV yechimlar taqdim etilgan. IPTV majmuasining asosiy tarkibiy qismlariga quyidagilar kiradi:

- Bosh stansiya (Head End) va kodlashtirish tuguni;
- Talab bo‘yicha Video osttizimi (Video on Demand);
- Xizmat ko‘rsatish platformasi (Middleware);
- Abonent qurilmasi (SetTopBox);
- Shartli kirish osttizimi (Conditional Access System).

IPTV arxitekturasining umumlashtirilgan blok sxemasi 5.2-rasmda ko'rsatilgan, unda quyidagi funksional bloklarni ajratib ko'rsatish mumkin:



5.2-rasm. IPTV arxitekturasining umumlashtirilgan blok sxemasi

- IPTV xizmatlarini ko'rsatuvchi operatorlar/provayderlar va ishlab chiqaruvchilar o'rtasida vositachi bo'lgan kontent manbalari yoki provayderlari;

- kontent (televidenie studiyalari va kino kompaniyalari). Umuman olganda, kontent manbalarini IPTV ma'lumotlar markazi sifatida ko'rish mumkin, bu yerda olingan kontent kodlanadi, qayta ishlanadi va foydalanuvchilarga uzatiladi yoki ma'lumotlar bazasida saqlanadi;

- IP - tarmoqlari orqali uzatish uchun paketlarga keyinchalik inkapsulyatsiya qilingan holda turli formatdagi video oqimlarni qabul qilish uchun mo'ljallangan IPTV xizmat tugunlari;

- O'tkazish qobiliyati va xizmat ko'rsatish sifati talablariga javob beradigan keng polosali tarmoqlar, jumladan magistral tarmoqlar va kirish tarmoqlari;

- IPTV trafigin boshqarish funksiyasiga ega IPTV mijozlari vazifasini bajaradigan STB pristavkasini o'z ichiga olgan foydalanuvchi uskunasi hamda uy tarmoqlarini tashkil etuvchi shlyuzlarni ham o'z ichiga olishi mumkin.

Bosh stansiya va kodlashtirish tuguni. Qulay bo'lishi uchun bosh stansiya va kodlashtirish tuguni xududiy jihatdan bir maydonchada

joylashtiriladi va turli manbalardan signallarni qabul qilish va qayta o'zgartirish, IP - multicast / IP - unicast oqimini shakllantirish vazifalarini amalga oshiradi. Kontentni qamrab oluvchi qurilmalar real vaqtda sun'iy yo'ldosh, chastotali va h.k. antennalar yordamida turli manbalardan audiovizual oqimlarni qabul qiladi. Kerak bo'lsa shifrlash, deshifrlash, raqamli formatga o'tkazish vazifalarini bajarib – IP Streamer paketlariga jo'natadi.

Bosh stansiyaning tarkibiy qismlari:

- Antenna posti – sun'iy yo'ldosh va efir stansiyalaridan signallarni qabul qilishni ta'minlab beradi;

- Raqamli sun'iy yo'ldosh qabul qiluvchi qurilmalar – deskriptorlar – antenna postidan qabul qilingan raqamli signallar kodini dekodlashni ta'minlab beradi va materiallarni Strimer/multipleksorga uzatadi;

- Bosh stansiyaning muhim elementi bo'lib, xar bir kanal o'ziga xos adres va IP uzatish portiga ega bo'lishi uchun materiallarni va IP-uzatishlarni multiplekslashni ta'minlab beradi.

Talabga ko'ra Video tizimosti. VoD tizimosti vazifalariga foydalanuvchi so'roviga binoan videomateriallarni yozib olish va namoyish etish kiradi.

VoD tizimining asosiy tarkibiy qismlariga quyidagilar kiradi:

- Markaziy tugun – apparat-dasturiy majmua, qoidaga ko'ra, tarmoq “markazi”da, shartli kirish tizimi va bosh stansiyaning bevosita mantiqiy yaqinida joylashgan;

- Kontentni boshqarish tizimi – kontentlarni taqsimlovchni va videoservertlarni boshqaruvchi DT;

- Videoserver - apparat-dasturiy majmua, ma'lum bir xududdagi, masalan, bir agregat tuguni chegarasidagi foydalanuvchilar guruhiga xizmat ko'rsatish uchun o'rnatiladi.

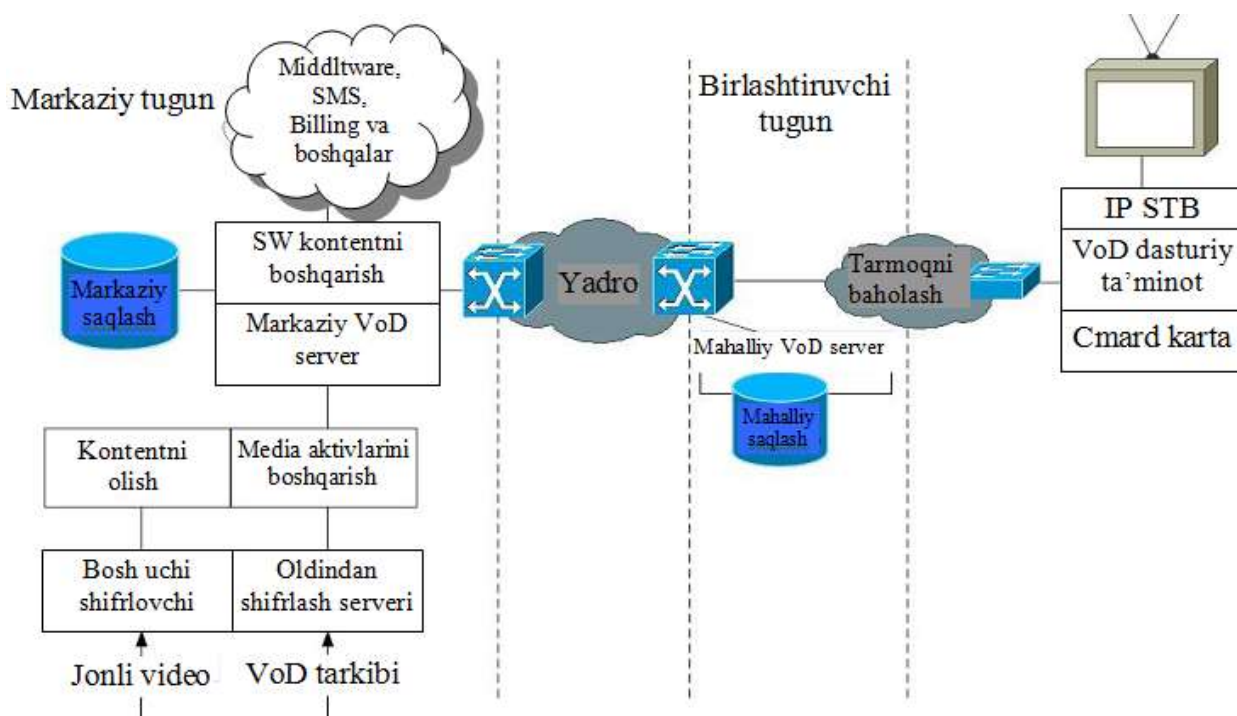
Oldindan kodlashtirish shifrlangan tizimi orqali VoD kontent va metama'lumotlar tugunga kelib tushadi va saqlash tizimida saqlanadi.

Metama'lumotlar – raqamli televideniening muhim tashkiliy qismlaridan biridir. IPTV tizimlarida abonent talabiga binoan hoxlagan vaqtda, shuningdek “efirga chiqishi” dan ancha oldin ham biror-bir film yoki ko'rsatuvning kengaytirilgan tafsifi, treyler, poster (plakat) taqdim etilishi mumkin.

Kontentni boshqarish tizimi yordamida kontentni ma'lum qoidalarga muvofiq videoservertlarga taqsimlash amalga oshiriladi. Foydalanuvchidan kontentni efirga uzatish so'rovi olingan taqdirda autentifikasiya jarayonidan so'ng CAS, middleware kontentni boshqarish tizimi bazasida

foydalanuvchiga kerak bo'lgan kontent mavjud bo'lgan eng yaqin erkin videoserverlarga yo'naltirgich qabul qiladi. Shunday qilib, tarmoq o'zagidagi Unicast trafifi qisqartiriladi, sababi "so'rovga ko'ra Video" uzatishning katta qismi foydalanuvchiga eng yaqin lokal videoserver orqali amalga oshiriladi. Tarmoq o'zagida xizmat trafifi va videokontentni markaziy tugun va videoserverlarga taqsimlovchi trafik aylanib yuradi, ammo bu trafik e'tibor berishga arziyas darajada kichkina va tarmoqqa jiddiy talablar qo'ymaydi.

VoD tizimini rejalashtirish tarmoq arxitekturasini va yuklanish imkonini bilan bog'liq. Markaziy tugun, asosan, kontentni qabul qilish va periferik serverlar orasida taqsimlashga, shuningdek, periferik serverlar ish layoqati etarli darajada bo'lmagan hollarda foydalanuvchilar so'rovlariga ishlov berish uchun xizmat qiladi. "So'rovga ko'ra Video" xizmati rivojlanishining birinchi bosqichida markaziy tugundan foydalanuvchilarga xizmat ko'rsatish uchun foydalansa bo'ladi. Keyinchalik, abonentlar bazasi o'sishi barobarida agregat tugunlarida videoserverlar o'rnatish shart bo'ladi. 5.3 -rasmida VoD video serverlari tizimi keltirilgan.



5.3-rasm. VoD videoserverlar tizimi

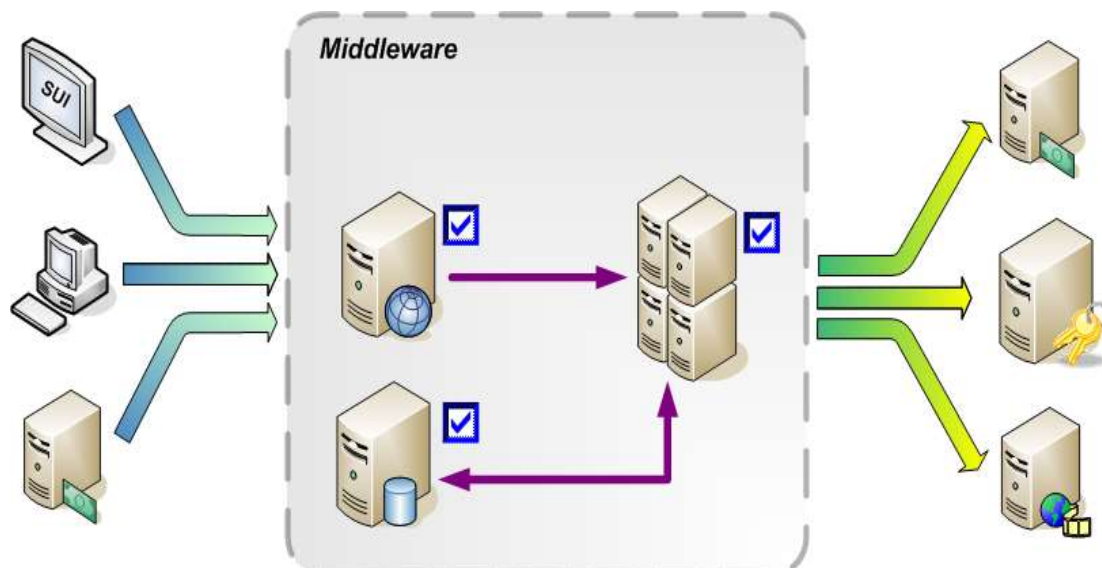
Middleware xizmat ko'rsatish platformasi. Middleware – dasturiy-apparat majmuasi, IPTV yechimlari tarkibiy qismlarini boshqarishni ta'minlaydi, shuningdek, taqdim etilayotgan xizmatlarni boshqarish va

ma'muriyatchilik vazifalarini engillashtirish uchun xizmat qiladi.

Middleware quyidagilarni amalga oshirish imkonini beradi:

- Abonent avtorizatsiyasi;
- EPG o'tkazish dasturlarini shakllantirish;
- IPTV yechimlarini boshqarish qurilmalari va interfeysni shakllantirish;
- CAS, VoD tizimlari, bosh stansiya, STB-qurilmalari bilan o'zaro faoliyat yuritish;
- Billing tizimlari va aloqa operatori biznes tayanch tizimlari bilan o'zaro faoliyat yuritish.

Middleware ochiq arxitekturga ega va bu yechim tarkibiy qismlarini darxol keng xizmat spektrini kengaytirish imkonini beradi. 5.4 - rasmda zahirasiz installyatsiya uchun mo'ljallangan Middleware apparat arxitekturasini ko'rsatilgan.



5.4-rasm. Middleware apparat arxitekturasini

Bu konfiguratsiyada ishlashi uchun uchta server kerak. Hamma serverlar bitta server shassisiga o'rnatiladi. Middleware IPTV tizimiga kirish uchun yagona nuqta hisoblanadi, va u orqali tizimning barcha tarkibiy qismlari (VoD, CAS va h.k.) xamda tashqi tarkibiy qismlar va tizimlar (billing tizimlari, ish boshqaruvchining ishchi stansiyasi va h.k.) bilan o'zaro faoliyat yuritish amalga oshiriladi. Middleware kirish shlyuzidan tashkil topgan, bu shlyuz ilova serverlarining jamoat tarmog'idan Middleware joylashgan xususiy tarmoqqa kirishini tashkillashtirib beradi. Ilova serverlari barcha so'rovlarga ishlov beradi, boshqa ma'lumot serverlaridan so'rov talab qiladi. Foydalanuvchilar

haqidagi barcha ma'lumotlar, talab daftarlari ma'lumotlar bazasida saqlanadi.

Abonent qurilmasi. STB (Set-Top-Box) – abonent qurilmasi (5.5-rasm). Shakllantirish tizimlari, audio-video materiallarni etkazish tizimlari va abonent televizori orasidagi bog'lovchi xalqa vazifasini bajaradi. STB – OT, web-brauzer va MPEG dekoderga ega bo'lgan minikompyuter. Qurilma aniq bir loyiha uchun, tizimning hamma tarkibiy qismlari bilan o'zaro faoliyat yuritishga mo'ljallab yig'ilgan bo'lishi kerak.

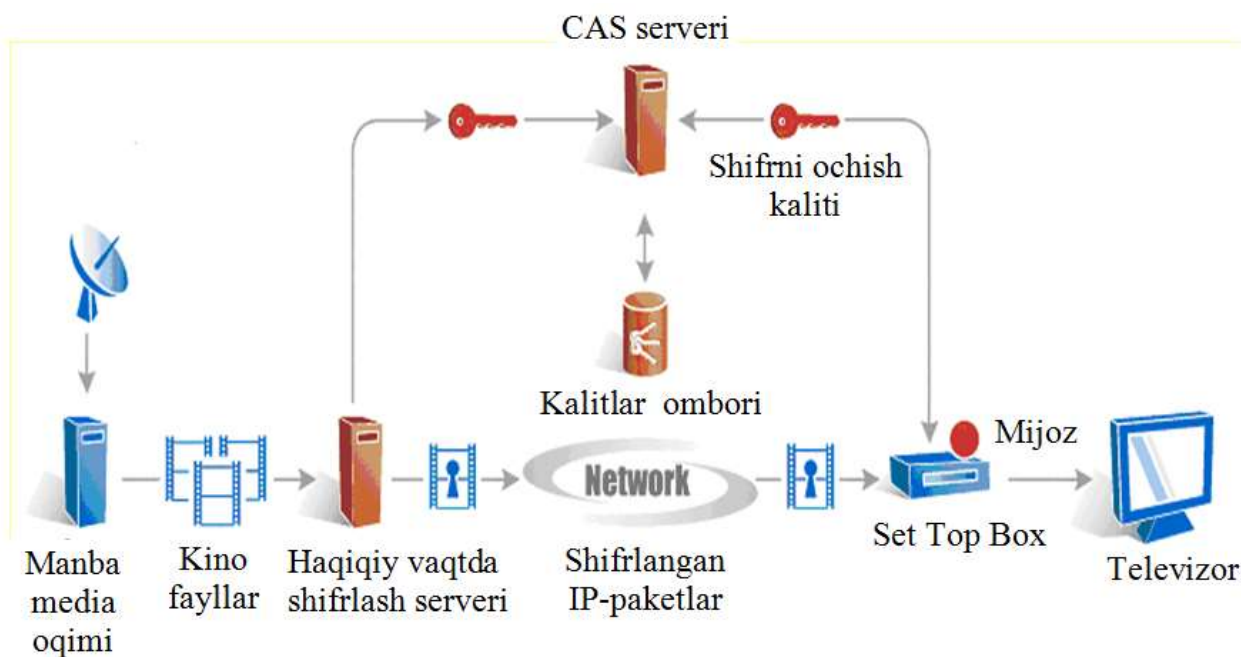


5.5-rasm. STB turlari

Shartli kirish tizimosti. Shartli kirish tizimi – TV ko'rsatuvlar tarkibidagi efir, kabelli va sun'iy yo'ldosh aloqa tarmoqlari orqali tarqatiladigan audiovizual va boshqa xabar va materiallarni texnik jixatdan ximoya qilish vositasi. Shuningdek CAS foydalanuvchilarning multimediya xizmatlaridan foydalanish xuquqlarini cheklash, mualliflik xuquqlariga rioya qilish va kontentga noqonuniy ravishda ulanish/ko'chirishdan ximoyalanishni ta'minlash imkonini yaratadi.

5.6-rasmida efirga uzatish kontenti (televizion kanallar) bosh stansiyadan multikast rejimidagi xizmat VLANida oshkora ko'rinishda ochiq. Efirga uzatish kanallarining shifrlash serverlari ochiq kanallarning multikast guruhlariga a'zo bo'ladi va ularni MPEG darajasida shifrlaydi. Kanalni shifrlash natijasida jamoat tarmog'ida yangi multikast guruh hosil bo'ladi. Abonent STBsi yuklab olingan paytda o'zi obuna bo'lgan kanallar kalitini qo'lga kiritadi va vaqti-vaqti bilan yangilab turadi. Kanallarni o'zgartirishda yangi kalit so'rab murojaat qilishga xojat yo'qligi jarayonni

tezlashtirishni ta'minlab beradi.



5.6-rasm. Uzatish kanallarini shifrlash

VoD kontentini shifrlash, efirga uzatish kontentini shifrlashdan farq qiladi. Har bir videofayl shartli kirish tizimi tomonidan oldindan shifrlanadi va distribyutsiya tizimi orqali videoserverlarga kelib tushadi. Keyinchalik, kontentni tomosha qilish paytida STB CAS tizimiga ushbu kontentni kodlashtirgan kalitni olish uchun murojaat qiladi.

IPTV xizmatini televizor yoki kompyuterga ulash mumkin. Kompyuterga ulash holatida xizmat qo'shimcha jixozlarsiz ishlashi mumkin, maxsus DTni o'rnatish kerak xolos (masalan: IPTV-Player). Lekin ikkala holda ham ADSL modem bo'lishi shart (agar ma'lumotlar yuborish tarmog'iga ulash uchun ADSL texnologiya ishlatilgan bo'lsa).

IPTV xizmatlarni taqdim etish uchun quyidagi trafik uzatish rejimlaridan foydalanadi: multicast televizion kanallarni efirga uzatishda, unicast – VoD xizmatlarini taqdim etishda.

Multicast – bu kerakli so'rovni amalga oshirish yo'li bilan guruhga qo'shilgan qurilmalargagina paketlarni qayta jo'natishni anglatuvchi ko'p adresli uzatgich.

Multicast rejimining qulayliklaridan biri abonent tomonidan hoxlagan paytda ulanish yoki ulanishni bekor qilish jarayonining osonligidadir. Ushbu vazifa butunlay tarmoq qurilmalari zimmasiga yuklatilgan va videooqimlar manbai tomonidan yangi multikast oqimini qabul qiluvchini qo'shish/chiqarib tashlash uchun hech qanday faoliyat talab qilmaydi. Multikast tizimlarida xamma qabul qiluvchilar bir vaqtni

o'zida bitta videooqimni tomosha qilishlari mumkin.

Multikastning kamchiligi shundaki, ayni shu vaqtda abonent faqat videosignal manbai efirga uzatayotgan narsalarnigina tomosha qilishi mumkin va bu jarayonga ta'sir o'tkazishning iloji yo'q. Tarmoq qurilmalari multikasting qo'llashi shart va tegishli ravishda konfiguratsiya qilingan bo'lishi kerak. Multikast tarmoq marshrutizatorlariga tushadigan yuklamani oshiradi.

Unicast – faqat bitta adresga jo'natish, ya'ni paket faqat bitta qabul qiluvchiga jo'natiladi. Har bir videooqim faqat bitta qabul qiluvchi uchun mo'ljallangan, agar bir nechta abonent bir vaqtning o'zida bitta ko'rsatuv yoki filmni tomosha qilmoqchi bo'lsalar, u xolda signal manbai xar bir abonent uchun alohida unicast oqimini yaratishi kerak bo'ladi.

Unicast orqali efirga uzatishning afzalligi shundaki, abonent ayni damda nimani xohlasa shuni tomosha qiladi. Odatda unicast uzatish tizimi tomosha paytida to'xtatish, pauza qilish va o'tkazish-orqaga qaytarish vazifalari bilan to'ldiriladi. Unicast uzatish tizimlari maxsus qurilmalar talab qilmaydi, masalan, multikast tizimlari kabi.

Unicast tizimi kamchiligi videooqim manbaida katta xajmdagi protsessor va tarmoq resurlari bo'lishining shartligidir. Shuningdek, qabul qiluvchi va manba orasida etarli darajadagi o'tkazish tasmasi bo'lishi shart.

IPTVni amalga oshirish uchun tarmoq quyidagi protokollarni qo'llashi shart: IGMP, PIM.

IGMP protokoli (Internet Management Protocol, IGMPv2 – RFC2236) boshqaruvchi protokollar qatoriga kiradi. Xostning guruhga ulanishini ta'minlab beradi. IGMP IPda tarmoq darajasida integratsiya qilinadi. Xizmat trafigini minimallashtirishga yo'naltirilgan. Uning ish prinsipi quyidagicha. Avval abonent STBdan biror-bir kanalga ulanish buyrug'i kelib tushadi. Keyin kirish qurilmalari so'ralgan kanalni efirga uzatayotgan guruhga ulanish so'rovini marshrutizatorga uzatadi. Manbadan signal bir qator marshrutizatorlar orqali kirish qurilmalariga etkazib beriladi va STB so'rovi kelgan portga jo'natiladi. Agar yana bir abonent shu kanalni ko'rishga so'rov jo'natsa u shu guruhga qo'shiladi, kirish qurilmasi signali uning porti uchun ham takrorlanadi. Shunday qilib, transport tarmog'idan signal "bir nusxada" o'tadi va eng oxirgi qismidagina guruhga qo'shilgan barcha abonentlar uchun "klonlarga bo'linadi". Vaqti-vaqti bilan maxsus so'rovlar orqali marshrutizatorlar guruhning faollik holatini aniqlab turadilar. Agar kirish qurilmasida xech bo'lmaganda bitta guruh tarkibidagi faol abonent qayd etilsa,

marshrutizator ma'lumotlarni ana shu qurilmaga yuboradi. Eng oxirgi abonent kanalni ko'rishdan voz kechgandan keyin marshrutizatorning keyingi so'roviga kirish qurilmasi guruh a'zolicini tasdiqlovchi javobni bermaydi va u tomonga uzatish to'xtatiladi.

IPTV foydalanuvchisi xar safar kanalni o'zgartirganda tarmoqda ish qaynay boshlaydi. Birinchidan, foydalanuvchi ulangan Multikast guruhdan uni uzish lozim. Ikkinchidan Join buyrug'i orqali uni yangi guruhga ulash lozim. Uchindidan, ayni damda hech kim ko'rmayotganligi sabab uzatish kanali mavjud bo'lmasa, u xolda efirga uzatishda xizmat ko'rsatish va yangi Multikast guruhini tuzish kerak bo'ladi. To'rtinchidan, IGMP *snooping* protseduralaridan foydalanganda hamma sanab o'tilgan o'zgarishlar, tegishli guruh reestrlarini yangilash uchun, tarmoq orqali uzatilishi shart.

Qo'shimcha qilib aytish kerakki, yuqorida sanab o'tilgan qadamlarning xar biri bir-ikkita xabarlarni jo'natishni emas, balki butun bir protokol protsedurasini amalga oshirishni nazarda tutadi. Shunda IPTV pultidagi oddiy tugmani bosish etarli darajada qiyin mexanizmni ishga tushirishi tushunarli bo'ladi.

Ba'zida tarmoqlarda sozlash qurilmalari, sustkashliklar, yo'nalishlardagi ishning ko'pligi va h.k.lar sabab kanal o'zgartirish sezilarli darajada sekinlashishi mumkin. Bu an'anaviy televizorlarda kanallarning bir zumda o'zgarishiga ko'nikkan foydalanuvchilarni qattiq asabiylashtiradi. Ba'zi mutaxassislarning fikricha, IPTV texnik muammoni emas, balki ijtimoiy kasallikni ifodalaydi. Juda ko'p foydalanuvchilar zo'r berib kanallarni o'zgartirishni yoqtirishadi. IPTV sharoitida bunday foydalanuvchi tarmoqqa jiddiy signal yuklamani tushiruvchi manbaga aylanadi.

PIM protokoli (Protocol Independent Multicast, RFC 3973, 4601) ixtiyoriy miqdor va guruh a'zolarining joylashinuvi uchun va ma'lumot jo'natuvchilarning ixtiyoriy miqdori uchun marshrutizasiya muammolarini xal qiladi. Ikkita xost orasida faqat bitta yo'l bo'lishiga qaramay, guruhda qoplovchi daraxt qurish imkonini beradi. Protokolning 2 xil ko'rinishi ishlab chiqilgan – birinchisi guruh a'zolarining zich (*dense mode*) joylashuvi uchun, ikkinchisi guruh a'zolarining siyrak (*Sparse mode*) joylashuvi uchun. PIM protokolining ishlashi qo'llanilayotgan IP - marshrutizasiya protokoliga bog'liq emas. PIM protokoli bir adresga jo'natish marshrutizasiya ma'lumotlaridan ko'p adresli marshrutizasiyani amalga oshirish uchun foydalanadi. PIM protokoli "ko'p adresli marshrutizasiya" protokoli deb nomlangani bilan, amalda ko'p adresli

jo‘natish marshrutizasiyasining mustaqil jadvalini tuzmasdan, bir adresli jo‘natish marshrutizasiyasi jadvalidan foydalanadi. Boshqa marshrutizasiya protokollaridan farqli o‘laroq PIM protokoli marshrutizatorlar bir-biriga jo‘natadigan marshrutizasiya o‘zgarishlari haqidagi xabarlarni qabul qilmaydi va jo‘natmaydi.

PIM protokolining zich rejimi (PIM Dense mode – PIM-DM) tarmoqning hamma nuqtalariga ko‘p adresli jo‘natish ma’lumotlar oqimini tez tarqatish uchun “push” modelidan foydalanadi. Bu “push” modeli hamma qabul qiluvchilarga ma’lumotlarni etkazib berishning majburiy usuli hisoblanadi. Faol qabul qiluvchilar bosh tarmoqning hamma tarmoqostilarini egallagan xollarda ushbu metod o‘z samarasini beradi.

Birinchi navbatda PIM-DM ko‘p adresli tarqatish ma’lumotlarini butun tarmoq bo‘ylab jo‘natishni amalga oshiradi. PIM-SM protokoli ko‘p adresli jo‘natish ma’lumotlar oqimini etkazib berish uchun “pull” modelidan foydalanadi.

PIM-SM protokoli ma’lumotlar paketlarini umumiy daraxt bo‘ylab yo‘naltirish orqali faol manbalar haqidagi ma’lumotlarni tarqatadi. PIM-SM umumiy daraxtlardan foydalangani uchun, unga uchrashuv nuqtasi kerak bo‘ladi. Bu uchrashuv nuqtasi tarmoqqa ma’muriy konfiguratsiya qilingan bo‘lishi kerak.

Manbalar uchrashuv nuqtasida qayd etiladi, ma’lumotlar esa pasayuvchi yo‘nalishda umumiy daraxt bo‘ylab qabul qiluvchiga yo‘naltiriladi. Uchrashuv nuqtasi orqali umumiy daraxtdan ma’lumotlar paketini olgandan keyingina chegara marshrutizatorlari aniq bir manba haqida xabar topadi. Chegara marshrutizatori ulanish haqidagi PIM-xabarni manbaga jo‘natadi. Har bir marshrutizator orqaga qaytish yo‘lida RP uchrashuv nuqtasining adresi uchun bir adresli jo‘natish marshrutizasiya metrikasini manba adresi metrikasi bilan solishtiradi. Manba adresi metrikasi afzalroq bo‘lgan taqdirda, marshrutizator manbaga guruhga qo‘shilish haqida PIM-xabar jo‘natadi. Uchrashuv nuqtasi metrikasi o‘sha-o‘sha bo‘lgan taqdirda, ulanish haqidagi xabar uchrashuv nuqtasi tomonga yo‘naltiriladi.

RTCP protokoli (Real-Time Transport Control Protocol - real vaqtda uzatishni boshqarish protokoli) - media-paketlarning kechikishlari va yo‘qotishlari, jitter buferi, audio signal darajasi haqida ma’lumot uzatish uchun ishlatiladi. Real vaqtda uzatishni boshqarish protokoli RFC 3550 da belgilangan.

RTCP to‘rt funktsiyani bajaradi:

1. Ushbu protokolning asosiy maqsadi ma’lumotlarni jo‘natishda

sifat nazorati uchun teskari aliqalarni ta'minlashdir. Teskari aloqa adaptiv kodlashda bevosita foydali bo'lishi mumkin, ammo IP multicast bilan o'tkazilgan tajribalar qabul qiluvchilar uchun paketlarni jo'natishda xatolarni tashxislash juda muhimligini ko'rsatdi. Barcha ishtirokchilarga ma'lumotlarni qabul qilish hisobotlarini yuborish ba'zi muammolarni aniqlaganlarga ushbu qiyinchiliklar mahalliy yoki global ekanligini tushunish imkonini beradi. IP multicast kabi tarqatish mexanizmi bilan, seansda bevosita ishtirok etmaydigan xizmat ko'rsatuvchi provayder, teskari aloqalarni olgandan so'ng, tarmoqdagi vaziyatni mustaqil ravishda kuzatishi mumkin.

2. RTCP RTP manbasi uchun doimiy transport pog'onasi identifikatoriga ega, u kanonik nom yoki cname deb ataladi. Agar to'qnashuv aniqlansa yoki manba qayta ishga tushirishga majbur bo'lsa, SSRC identifikatorini o'zgartirish mumkinligi sababli, qabul qiluvchilar har bir ishtirokchini kuzatib borish uchun cname kerak. Qabul qiluvchilarga, shuningdek, bir vaqtning o'zida bir nechta seanslarni amalga oshirishda, masalan, audio va video kanallarni sinxronlashtirishda bir ishtirokchidan bir nechta ma'lumotlar oqimini xaritalash uchun Cname kerak.

3. Birinchi ikkita funktsiya barcha ishtirokchilar RTCP paketlarini yuborishni talab qiladi, shuning uchun RTP ko'p sonli ishtirokchilar bilan ishlashi uchun uzatish tezligini nazorat qilish kerak. Har bir ishtirokchi o'zining nazorat paketlarini boshqalarga yuborganda, har qanday sherik sessiya ishtirokchilarining umumiy sonini mustaqil ravishda aniqlashi mumkin. Ushbu raqam paketlarni yuborish chastotasini hisoblashda ishlatiladi.

4. To'rtinchi ixtiyoriy funktsiya - foydalanuvchi identifikatorlari kabi minimal nazorat ma'lumotlarini grafik foydalanuvchi interfeysiga o'tkazish. Bu "kuchsiz boshqariladigan" sessiyalar uchun foydali bo'lib, unda ishtirokchilar tegishli nazoratsiz va parametrlarni muhokama qilmasdan kirib-chiqishadi. RTCP barcha ishtirokchilar bilan bog'lanish uchun qulay kanal bo'lib xizmat qiladi, lekin u ilovaning barcha aloqa talablarini qo'llab-quvvatlamaydi.

1-3 funksiyalar RTP IP multicast muhitida foydalanilganda majburiydir va boshqa barcha muhitlar uchun tavsiya etiladi. RTP ilovalarini ishlab chiquvchilarga faqat unicast rejimida ishlashi mumkin bo'lgan mexanizmlardan qochish tavsiya etiladi.

RTCP paket formati. Standart boshqaruv ma'lumotlarini tashish uchun mo'ljallangan bir necha turdagi RTCP paketlarini belgilaydi:

SR - Sender Report - Yuboruvchi hisoboti - yuborilgan RTP media paketlari bo'yicha jo'natuvchi hisoboti;

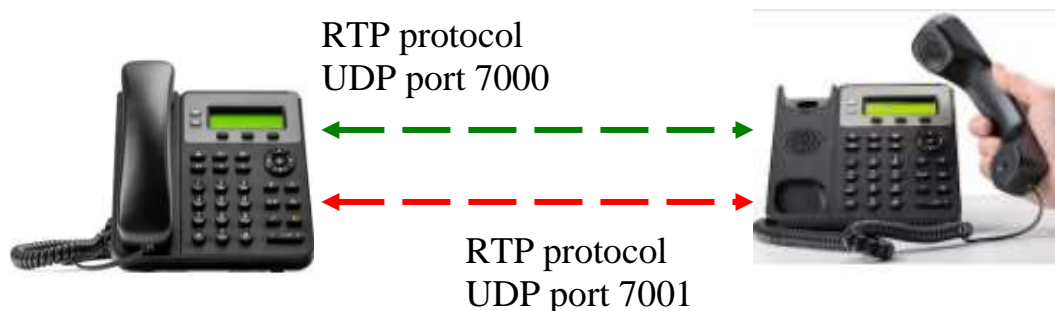
RR - Receiver Report - qabul qiluvchining qabul qilingan RTP media paketlari bo'yicha hisoboti;

SDES - Source Description - manba tavsifi elementlari, shu jumladan cname;

BYE - guruhdagi a'zolikning tugashini belgilaydi;

APP - Ilovaga xos funktsiyalar.

RTCP protokol mustaqil ma'noga ega emas va faqat RTP bilan birgalikda qo'llaniladi. U RTP protokoli bilan birgalikda ishlaydi. RTP haqiqiy ma'lumotlar paketlarini uzatadi, RTCP esa qo'ng'iroq ishtirokchilari o'rtasida nazorat paketlarini uzatadi. Protokolning asosiy vazifasi RTP protokoli tomonidan taqdim etiladigan xizmat sifatini nazorat qilishdir (5.7-rasm).



5.7-rasm. RTP protokoli asosida ulanish

RTP trafigi juft port raqamlarida yuboriladi va qabul qilinadi va bog'langan RTCP boshqaruv trafigida keyingi eng yuqori toq port raqamidan foydalaniladi. RTCP statistik ma'lumotlarni va boshqa ma'lumotlarni uzatadi, masalan, oktet va paketlar soni, jitter va trafikning o'tish vaqti. VoIP ilovasi ushbu ma'lumotlardan, masalan, QoS ilovalarini boshqarish yoki boshqa kodek tanlash uchun foydalanishi mumkin.

Protokol oqim shifrlash yoki autentifikatsiya usullarini ta'minlamaydi, ammo bu mexanizmlar SRTP (Secure Real-time Transport Protocol - real vaqtdagi xavfsiz transport protokoli) yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Video xabarlarini uzatish uchun xizmat ko'rsatish sifati. MUT televideniya eshittiruvlarini va xizmatlarini integratsiyalashuvi servis provayderlar uchun qator muammolarni yuzaga keltirdi. Video (xususan, so'rov bo'yicha video), ko'p kanalli televideniya eshittiruv va HDTV tarmoqni ovoz va videoga qaraganda katta resurslarni talab qiladi.

Video ma'lumotlarga nisbatan QoSning turli xildagi talablariga ega. Xatto internet tarmog'ida eng yaxshi talab qilingan ilovalar ham mavjud kechikishlar (djitter)ni qandaydir paketlarni yo'qotish bilan yengishi mumkin. Faqat IP ustidan video (ATM) 10^{-9} diapazonda minimal paketlarni yo'qolishi uchun aniq talabga ega. Amaliyotda paketlar faqat tarmoqning o'ta yuklanish sharoitida tashlab yuborilishi mumkin.

Video ilovalarining ikki asosiy turi mavjud: interaktiv video (masalan: videokonferensiya) va oqimli video (masalan: IPTV, bir adres yoki ko'p adres bo'yicha uzatilishi mumkin).

XEAI va IETF tavsiyanomalarini taxlili asosida video xabarlarni uzatish uchun QoS tavsiflarini asosiy talablarini umumlashtiramiz.

5.5 – jadvalda har xil standartli video xabarlarni uzatish tezligiga talablar keltirilgan.

5.5 –jadval.

Har xil standartli video xabarlarni uzatish tezligiga talablar

Sifat	Usul yoki standart	Uzatish tezligi, Mbit/s	Siqish
Sifat videokonferensiya si	H.261	0.1	Ha
VCR sifat	MPEG-1	1.2	Ha
Teleuzatish sifati	MPEG-2	2 dan 4 gacha	Ha
<i>Raqamli televideniya sifati</i>			
Siqishsiz	ITU-R601	166	
Siqish bilan	MPEG-2	3 dan 6 gacha	Ha
Siqish bilan	H.264/MPEG-4	2 dan 4 gacha	Ha
<i>HDTV</i>			
Siqishsiz	CD-DA	2000	-
Siqish bilan	MPEG-2	25-34	Ha
Siqish bilan	H.264/MPEG-4	15-30	Ha

Interaktiv videoni sozlashda quyidagilar tavsiya qilinadi.

- interaktiv video trafik AF41 deb belgilanishi kerak;
- yo'qolishlar 1 % dan kam bo'lishi kerak;
- bir tomonlama kechikish 150 ms dan ko'p bo'lmasligi kerak;
- kechikishni tebranishi 30 ms dan ko'p bo'lmasligi kerak;
- minimal kafolatli o'tkazish qobiliyatii (LLQ) videokonferensiya sessiyasining hajmiga 20 % ko'pi bilan teng bo'lishi kerak.

Videokonferensiya G.711 audio kodekiga ega. Unda mos keluvchi ovoz trafigini yo'qolishiga, kechikishga, kechikishlarni tebranishiga talab mavjud. Video trafik ovoz trafigidan katta farq qiladi. Masalan, videokonferensiya trafigi o'zgaruvchan hajmdagi paketlarni va o'zgaruvchan tezlikli paketlarni uzatadi.

Videokonferensiya tezligi – video oqimlarni kadrغا solish tezligi.

Oqimli video trafigiga quyidagi talablar qo'yiladi:

- oqimli video (bir adresli yoki ko'p adresli jo'natmalar) SS 4 deb belgilanishi kerak;
- yo'qolishlar 2 % dan ko'p bo'lmasligi kerak;
- kechikish 4 – 5 soniyadan ko'p bo'lmasligi kerak (video ilovalarni buferga olish imkoniyatiga bog'liq holda);
- kechikishni tebranishiga muhim talab mavjud emas;
- o'tkazish qobiliyatini kafolati bo'yicha talab video oqimni kodlashtirish tezligining formatiga bog'liq;
- oqimli video odatda bir tomonlama bo'ladi. Shu sababli uzoqdagi filiallarni filialdan markazga yo'naltirishda marshrutlarni sozlash shart emas;
- video oqimning ko'ngil ochar turi uchun DSCP CS 1 deb belgilash mumkin va ular uchun CBWFQ (Internet/scavenger sinfi ishlatiladi) navbatida o'tkazish qobiliyatining minimum kafolati talab etiladi.

Nazorat savollari

1. IP protokol asosida video xabarlarini uzatish xususiyatlarini tasniflang.
2. Video xabarlarini uzatish standartlarini keltiring.
3. IP protokol asosida video xabarlarini uzatishning qanday texnologiyalarini bilasiz.
4. IPTVni amalga oshirishda qo'llaniluvchi protokollar

VI-bob. MA'LUMOTLAR UZATISH TARMOQLARIDA ISHONCHLILIK KO'RSATKICHLARI VA MONITORING TAMOYILLARI

6.1. Ma'lumotlar uzatish tarmoqlarining ishonchlilik ko'rsatkichlariga talablar va ularni oshirish usullari

MUTga qo'yiladigan muhim talablardan biri ularning ishonchliligini ta'minlashdir. Ishonchlilik talabi shuni anglatadiki, o'rnatilgan vaqt davomida tizimning o'z funksiyasini bajarish qobiliyati tushuniladi. Shuningdek, ishonchlilik tizim, qurilma yoki dasturiy mahsulot berilgan sharoitlarda va belgilangan vaqt davomida undan talab qilinadigan funksiyalarni so'zsiz bajara olish ehtimoli. Ishonchlilikni baholash uchun hisob-kitobga oid hamda statistik (sinovlar jarayonida olingan) xarakteristikalar qo'llaniladi va ular qurilmaning ishga layoqatli holatda bo'la olish vaqtining foizi sifatida aniqlanadi.

Ishonchlilikning asosiy ko'rsatkichlari: buzilishgacha o'rtacha ishlash muddati, o'rtacha tiklanish vaqti, tayyorgarlik koeffitsienti va boshqalar. MUT ishonchliligining asosiy mezon - tayyorgarlik koeffitsienti K_T - hisoblanadi.

Tayyorgarlik koeffitsienti - bu tizimni, qurulmani yoki apparaturani qandaydir t vaqt davomida buzilmasdan ishlab turish ehtimoligini ko'rsatadi va u quyidagi formula orqali aniqlanadi [20].

$$K_T = \frac{T_{b.i.m}}{T_{b.i.m} + T_{q.t.v}} \quad (6.1)$$

bu yerda K_T - tayyorgarlik koeffitsienti;

$T_{b.i.m}$ - buzilishgacha ishlash muddati (vaqti);

$T_{q.t.v}$ - qayta tiklash vaqti.

Buzilishgacha ishlash muddati – bu qurulmani birinchi buzilishiga bo'lgan vaqt yoki ishdan chiqishi o'rtasidagi vaqt tushuniladi.

Qayta tiklash vaqti (Tuzatish vaqti) – bu tizim yoki qurilmada nosozlik sodir bo'lganda qayta tiklash uchun saflanadigan vaqt. Qayta tiklash vaqti quyidagi vaqtlarning yig'indisidan tashkil topgan [20-21]:

$$T_{q.t.v.} = t_{nazorat} + t_{qidirish} + t_{tuzatish} + t_{tuz.naz} \quad (6.2)$$

bu yerda :

– t_{nazorat} - qurilmani foal ishlaydigan yoki nosoz ekanligini aniqlash uchun sarflanadigan vaqt;

– t_{qidirish} - nosozlik sababini qidirish, aniqlash uchun sarflanadigan vaqt;

– t_{tuzatish} - nosoz elementni bilgan xolda uni tuzatish uchun sarflanadigan vaqt;

– $t_{\text{tuz.naz}}$ - tizimni, qurilmani, apparaturani nosozligi bartaraf qilingandan so'ng uni yana bir bor nazorat qilish uchun sarflanadigan vaqt.

Misol uchun, Cisco marshrutizatorining tayyorgarlik koeffitsienti quyidagi ma'lumotlar asosida ko'rib chiqamiz:

– platforma va interfeys kartalari uchun nosozliklar orasidagi o'rtacha vaqt $T_{b.i.m} = 7 \text{ yil} = 61320 \text{ soat}$;

– ishlamay qolgan vaziyatda qurilmani favqulodda qayta tiklash vaqti. (statistik ma'lumotlarga ko'ra, xizmat muddati davomida 1-2 marta)

$T_{q.t.v} = 16\text{h} * 2 = 32 \text{ soat}$.

Yuqoridagi keltirilgan ma'lumotlar asosida qurilmaning tayyorgarlik koefitsienti (6.1) formulaga asosan, $K_t = 61320 / (61320 + 32) = 0,99947$ ga teng.

Ishonchlilikni ta'minlash muammolarini kompleks hal qilish ikkita yo'nalishni o'z ichiga oladi - elementar (apparat) va strukturaviy ishonchlilik.

Birinchi holda, *apparat (element) ishonchliligi* - tarmoq qurilmalari, ma'lumotlarni uzatish kanallari, DTning ishonchliligini ta'minlash muammosi hal qilinadi.

Ishonchlilikning strukturaviy jihati tugunlar va aloqa liniyalarining holatiga qarab butun tarmoqning ishlashini aks ettiradi. Tarmoqning strukturaviy ishonchliligi, birinchi navbatda, tarmoqning tegishli tugunlari yoki aloqa nuqtalari o'rtasida ma'lumot uzatish kanallarining mavjudligi bilan bog'liq.

Strukturaviy ishonchlilikni yaxshilash bo'yicha chora-tadbirlarni yanada ishlab chiqish uchun nosozliklarga chidamliligiga eng katta ta'sir ko'rsatadigan zaifliklarni lokalizatsiya qilish uchun mavjud yoki rejalashtirilgan tarmoq topologiyasining ishonchlilik ko'rsatkichlarini tanlash va hisoblashdan iborat.

Tarmoqning strukturaviy ishonchliligini baholash uchun turli ko'rsatkichlar qo'llaniladi, ular ma'lum darajada tarmoqning barqarorligini uning elementlari - tugunlar yoki aloqa liniyalari ishlamay qolishi bilan tavsiflaydi.

Strukturaviy ishonchlilik ko'rsatkichini tanlash, birinchi navbatda, ishlatiladigan aloqa tarmog'ining matematik modeli bilan belgilanadi. Aloqa kanallarining ishonchliligi ko'rsatkichlari sifatida quyidagi ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin: nosozliklarsiz ishlash ehtimoli, nosozlik tezligi, tiklash intensivligi, tayyorgarlik koeffitsienti, grafik ulanish ehtimoli, xarajat (tiklash xarajatlari va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari).

Tarmoqning ishonchlilik ko'rsatkichi sifatida barcha tarmoq elementlarining mavjudlik omillari mahsuloti sifatida, ularning ketma-ket yoki parallel ulanishlarini hisobiga tayyorgarlik koeffitsienti hisoblanadi. Ketma-ket ulangan tarmoq elementlarni hisobga olgan holda tayyorgarlik koeffitsienti quyidagi (6.3) formula orqali aniqlanadi [20]:

$$K_{T_{ketma-ket}} = K_{T_1} * K_{T_2} * \dots * K_{T_n} \quad (6.3)$$

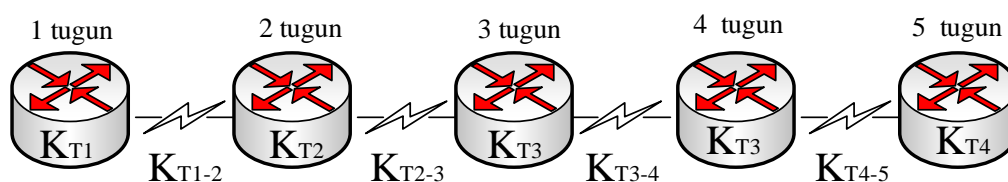
bu yerda: $K_{T_1} \dots K_{T_n}$ - K_t - ketma-ket ulangan elementlar tayyorgarlik koeffitsientlari.

Parallel ulangan tarmoq elementlarni hisobga olgan holda tayyorgarlik koeffitsienti quyidagi (6.4) formula orqali aniqlanadi:

$$K_{T_{parallel}} = 1 - (1 - K_{T_1}) * (1 - K_{T_2}) * \dots * (1 - K_{T_n}) \quad (6.4)$$

Quyida paketli kommutatsiyali MUT tayyorgarlik koeffitsientini hisoblash (Virtual kanal rejimi)ni ko'rib chiqamiz.

Ko'rib chiqilayotgan model sifatida beshta tugunli tarmoq topologiyasi qo'llaniladi (6.1-rasm), bunda birinchi va beshinchi tugunlar orasidagi tayyorgarlik koeffitsienti hisoblanadi.



6.1-rasm. Tadqiq qilingan tarmoq topologiyasi

Barcha ko'rib chiqilgan MUT topologiyalari bir xil tugunlar va bir xil aloqa kanallaridan iborat degan farazni qabul qilsak, u holda tadqiq qilinayotgan tarmoq topologiyasining tayyorgarlik koeffitsienti quyidagicha:

$$K_{T(1 \rightarrow 5)} = K_{T(tugun)}^5 * K_{T(kanal)}^4 \quad (6.5)$$

bu erda: $K_{T(tugun)}$ - tarmoq tugunining (marshrutizator) tayyorgarlik ko'effitsienti;

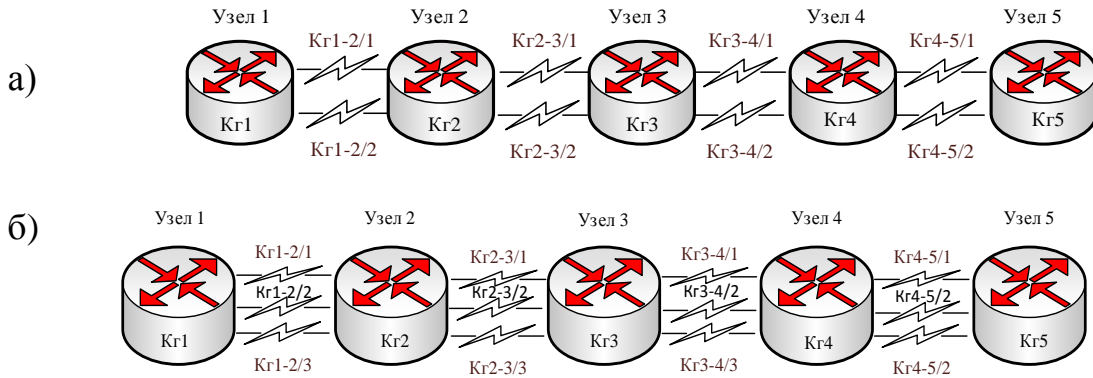
$K_{T(kanal)}$ – tugunlar orasidagi aloqa kanalining tayyorgarlik ko'effitsienti.

Telekommunikatsiya qurilmalarining tayyorgarlik ko'effitsienti ishlab chiqaruvchi tomonidan e'lon qilingan ma'lumotlar (nosozliklar orasidagi vaqt) asosida aniqlanadi [21-22].

Tarmoq tugunlari orasidagi aloqa kanalining tayyorgarlik ko'effitsient $K_{T(kanal)} = 0,999$ va tarmoq tugunining (marshrutizator) tayyorgarlik ko'effitsienti $K_{T(tugun)} = 0,99902$ deb faraz qilsak u holda (6.5) formulaga asosan:

$$K_{T(1 \rightarrow 5)} = 0,99902^5 * 0,999^4 = 0,991135$$

MUT ishonchliligini oshirish usullaridan biri bu tugunlar o'rtasidagi aloqa kanallarini zahiralash orqali erishish mumkin. 6.2 - rasmda tugunlar orasidagi kanallarni zahiralashtirilgan variantlarini ko'rib chiqamiz.



6.2-rasm. Zahira aloqa kanallariga ega bo'lgan tarmoq topologiyasi

(6.3) va (6.4) ifodalarga muvofiq tayyorgarlik ko'effitsienti 6.2a va 6.2b – rasmlardagi topologiyalar uchun quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{T(1 \rightarrow 5)}^{zaxira(2)} = K_{T(tugun)}^5 * (1 - (1 - K_{T(kanal)})^2)^4 \quad (6.6)$$

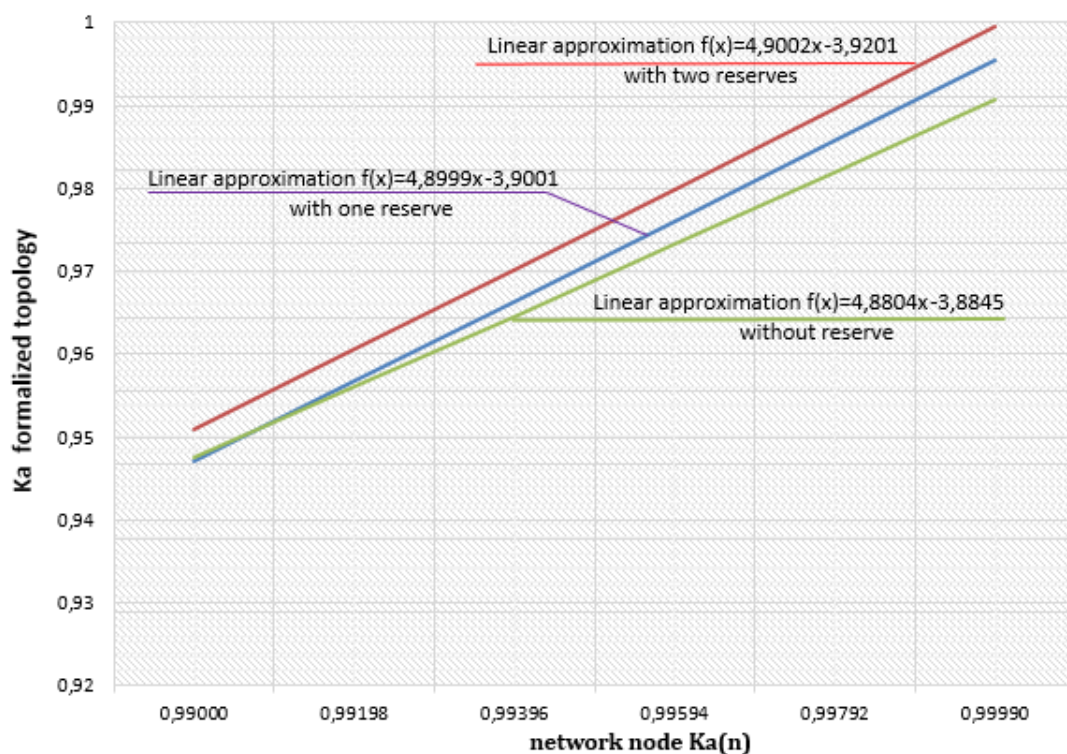
$$K_{T(1 \rightarrow 5)}^{zaxira(3)} = K_{T(tugun)}^5 * (1 - (1 - K_{T(kanal)})^3)^4 \quad (6.7)$$

Tarmoq elementlarining MUTga ta'sirini baholash uchun har bir ko'rib chiqilgan topologiya uchun grafiklarini tuzamiz. Analitik hisoblash va grafikni qurish uchun 6.1-jadvalga muvofiq 0,00099 qadam bilan 0,99 dan 0,9999 gacha bo'lgan diapazonda o'zgaruvchan tarmoq tugunini $K_{T(tugun)}$ qabul qilamiz.

6.1-jadval

Tarmoq elementlaridagi $K_{T(tugun)}$ ning MUT ga ta'sirini baholash

$K_{T(tugun)}$	Tadqiq qilinayotgan tarmoqning tayyorgarlik koeffisienti K_T		
	Zahiralanmagan kanal	Zahiraga ega aloqa kanali (2)	Zahiraga ega aloqa kanali (3)
0.99	0.947191	0.950986	0.950990
0.99099	0.951937	0.955750	0.955754
0.99198	0.956701	0.960534	0.960538
0.99297	0.961485	0.965336	0.965340
0.99396	0.966287	0.970158	0.970162
0.99495	0.971109	0.974999	0.975003
0.99594	0.975950	0.979860	0.979864
0.99693	0.980810	0.984740	0.984743
0.99792	0.985690	0.989639	0.989643
0.99891	0.990589	0.994557	0.994561
0.9999	0.995508	0.999496	0.999500

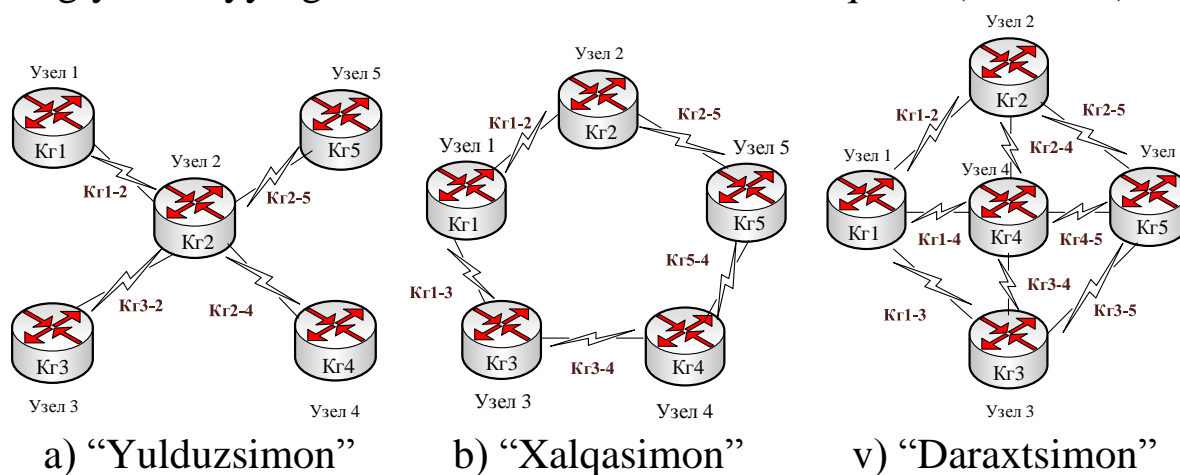


6.3-rasm . Tarmoq tugunlaridagi $K_{T(tugun)}$ ning tadqiq qilinayotgan topologiyalari uchun umumiy K_T bog‘liqlik grafigi

Quyida paketli kommutatsiya bilan MUT tayyorgarlik koeffitsientini hisoblash (Datagram rejimi)ni ko‘rib chiqamiz

Zamonaviy paketli kommutatsiya asosidagi MUTni loyihalashda “yulduzimon”, “xalqasimon”, “daraxtsimon” kabi standart topologiyalar asosida qurilgan gibridd topologiyalar qo‘llaniladi.

Ko‘rib chiqilayotgan model sifatida beshta tugundan iborat tarmoq topologiyada tayyorgarlik koeffitsienti hisoblab chiqamiz (6.4-rasm).



6.4-rasm. Tahlil qilinayotgan tarmoq topologiyalarining tuzilishi

a) “Yulduzsimon” topologiyasi (6.4a-rasm) bo‘yicha (6.3) va (6.4) formulalarga muvofiq K_T ni (6.8) formulani hosil qilamiz.

$$K_T^{Yulduzsimon} = K_{T(tugun)}^3 * K_{T(kanal)}^2 \quad (6.8)$$

b) “Xalqasimon” topologiyasi (6.4b-rasm) bo‘yicha (6.3) va (6.4) formulalarga muvofiq K_T ni (6.9) formulani hosil qilamiz.

$$K_{T(1 \rightarrow 5)}^{Xalqasimon} = K_{T(tugun)}^2 (1 - (1 - K_{T(tugun)} * K_{T(kanal)}^2)(1 - K_{T(tugun)}^2 * K_{T(kanal)}^2)) \quad (6.9)$$

v) “Daraxtsimon” topologiyasi (6.4v-rasm) bo‘yicha (6.3) va (6.4) formulalarga muvofiq K_T ni (6.10) formulani hosil qilamiz.

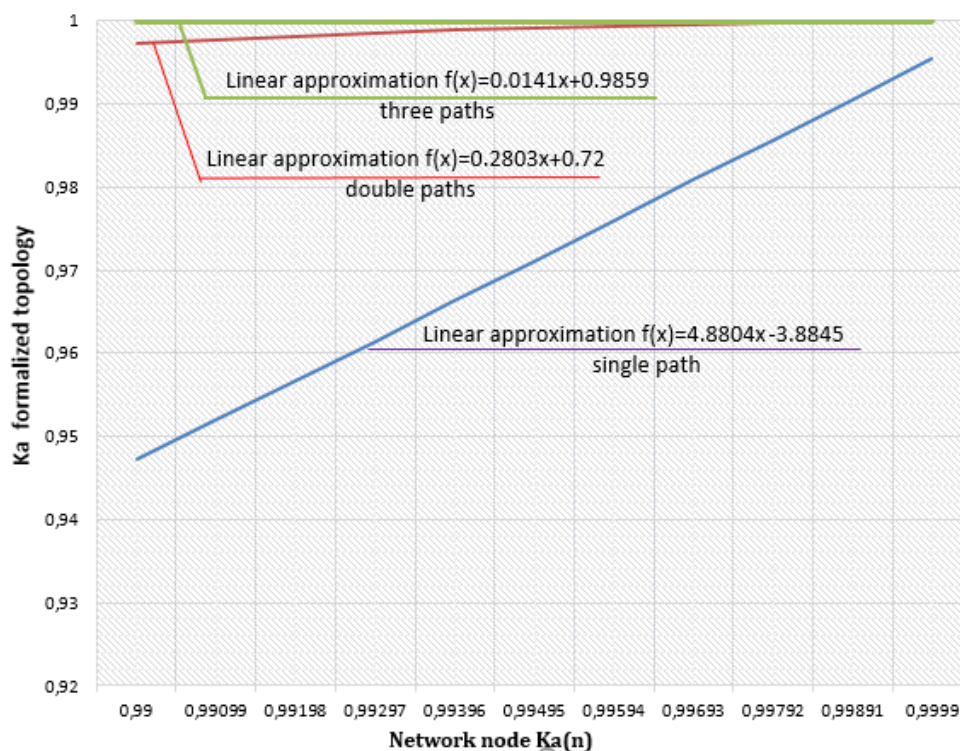
$$K_{T(1 \rightarrow 5)}^{Daraxtsimon} = K_{T(tugun)}^2 * (1 - (1 - K_{T(tugun)} * K_{T(kanal)}^2)^3 * (1 - K_{T(tugun)}^2 * K_{T(kanal)}^3)^4 * (1 - K_{T(tugun)}^3 * K_{T(kanal)}^4)^2) \quad (6.10)$$

(6.8) - (6.10) formulalarga muvofiq hisoblash natijalari 6.2-jadvalning tegishli ustunlariga kiritiladi va grafigi tuziladi (6.5-rasm).

6.2-jadval

Tarmoq elementlaridagi $K_{T(tugun)}$ ning berilgan topologiyalarning K_T bog‘liqligini hisoblash

$K_{T(tugun)}$	Tadqiq qilinayotgan tarmoqning tayyorgarlik koefisienti K_T		
	Yulduzimon	Xalqasimon	Daraxtsimon
0.99	0,968359372	0,979831875	0,9801
0.99099	0,971267356	0,981835783	0,98206118
0.99198	0,974181157	0,98383804	0,98402432
0.99297	0,977100778	0,98583862	0,985989421
0.99594	0,985894633	0,991830006	0,991896484
0.99693	0,9888376	0,993823589	0,993869425
0.99792	0,991786418	0,995815352	0,995844326
0.99891	0,994741093	0,997805266	0,997821188
0.9999	0,99770163	0,999793303	0,99980001



6.5-rasm - Formallashtirilgan MUT topologiyalari uchun tarmoq tugunining $K_{T(tugun)}$ umumiy K_T ga bogʻliqlik grafigi

Virtual kanal rejimida ishonchlilikni baholash uchun tahlil qilinayotgan kommutatsiya tugunlari oʻrtasida uch xil: zahiralanmagan, bitta va ikkita zahira kanallarga ega modellar yaratildi. Shu yaratilgan modellarning ishonchliligini baholash uchun koʻrilayotgan tugunlar oʻrtasida tayyorgarlik koeffitsientini ifodalovchi analitik formula ishlab chiqildi va olingan natijalar boʻyicha approksimatsiya funksiyalari yaratildi. Unga koʻra tugunlar oʻrtasida ikkita zahiraga ega kanalning tayyorgarlik koeffitsienti zahiralanmagan va bitta zahira kanallarga nisbatan oshganligi keltirilgan grafiklarda koʻrishimiz mumkin, ammo ikkinchi tarafdin virtual kanalni tashkil etuvchi bironta tugun ishdan chiqsa, tarmoqning tayyorgarlik koeffitsienti nolga (0) intiladi.

Deytagramma rejimi boʻyicha tuzilgan yulduzsimon, xalqasimon va daraxtsimon topologiyalar asosida tarmoqning ishonchliligi tahlil natijalarga koʻra daraxtsimon topologiyadagi tugunlarning bir-biri bilan bogʻlanishlari ikki va undan ortiqdigi sababli yulduzsimon va xalqasimon topologiyalarga nisbatan mos ravishda 1,65 va 1,12 marta oshdi.

6.3-jadvalda MUT ishonchliligini oshirish uchun qoʻllaniladigan asosiy chora-tadbirlar koʻrsatilgan

MUT ishonchliligini oshirishning asosiy chora-tadbirlari

MUTning texnik ishonchliligini ta'minlash choralari	MUT DTining ishonchliligini ta'minlash choralari	MUTning ekspluatatsiya ishonchliligini ta'minlash choralari
Aloqa kanallarining xususiyatlarini va trafik parametrlarini hisobga olgan holda MUTning optimal topologik tuzilishini aniqlash	Tarmoqdagi ma'lumotlarni boshqarish va qayta ishlashning funksional vazifalarini aniq belgilash	Ish joylari va funksional binolarni har tomonlama himoya qilish, xodimlarni shaxsiy himoya vositalari bilan ta'minlash
Ishonchlilik talablarini ta'minlaydigan texnik qurilmalardan foydalanish	Vazifa uchun spetsifikatsiyaga muvofiq DTni tanlash	Favqulodda vaziyatlarni hisobga olgan holda texnik ekspluatatsiya va DTning ishlashi bo'yicha yo'l-yo'riqlarni ishlab chiqish
Tarmoqning zaif nuqtalarni aniqlash va ular uchun zahiralarni ta'minlash	Ko'zda tutilgan vazifalarni yangi DTni ishlab chiqish	Texnik qurilmalarga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash, DTni nazorat qilish va tiklash uchun zarur shart-sharoitlarni yaratish
Qurilma joylashgan xonalarini talablarga muvofiq shakllantirish (harorat, tebranish va boshqalar) shovqinlardan himoya qilish	DTning ishlash algoritmi to'g'ri bo'lishi kerak - dasturiy modullar bir-biriga mos kelishi kerak	Ekspluatatsiya, texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash jarayonlarida avtomatlashtirishni amalga oshirish
Qurilmalar va aloqa kanallarini mexanik zahiralash yuklamalardan himoya qilishni ta'minlash va hokazo	Nosozliklarni tuzatish DTni qo'llash va hokazo	Uzluksiz o'qishlar va testlar orqali xodimlarning malakasini oshirish

Deytagramma rejimida yaratilgan mamematik modellar shuni ko'rsatadiki, har bir tugun uchta "qo'shni" tugunlar bilan ulansa, bunday tarmoqning tayyorgarlik koeffitienti ikki marta ortishini, agar to'rtta bilan ulansa tarmoqda 50 % tugunlar ishlamasa ham tarmoqning ishlashini bildiradi.

Yuqoridagi natijalar loyiha bosqichida aloqa kanali va tarmoq strukturasining ishonchliligini hisobga olgan holda MUT tuzilmasi uchun maqbul variantni juda samarali tanlash imkonini beradi.

MUT ishonchliligi ko'rsatkichlarini oshirishning ta'siri qanchalik muhim va tizim qanchalik murakkab bo'lsa unda ko'proq elementlar mavjud bo'ladi. Bundan tashqari, elementlarning ishonchliligini oshirishning ba'zi usullarini amalga oshirish, kompleks loyihalash, texnologik, operatsion va tashkiliy tadbirlarni talab qiladi. Biroq, ko'pincha, elementlarning ishonchliligini oshirish usullaridan foydalanish sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi yoki turli sabablarga ko'ra amalga oshirilmaydi. Bunday hollarda, MUT ishonchlilik ko'rsatkichlarini oshirish faqat uning tarkibiy tarmoq topologiyasini o'zgartirish natijasida mumkin. Shuning uchun cheklangan resurslar sharoitida MUTning yuqori ishonchliligini ta'minlash uchun MUT tugunlari faoliyatining strukturaviy ishonchliligini oshirishga ko'proq e'tibor qaratish lozim.

6.2. Ma'lumotlar uzatish tarmoqlarida monitoring usullari va protokollari

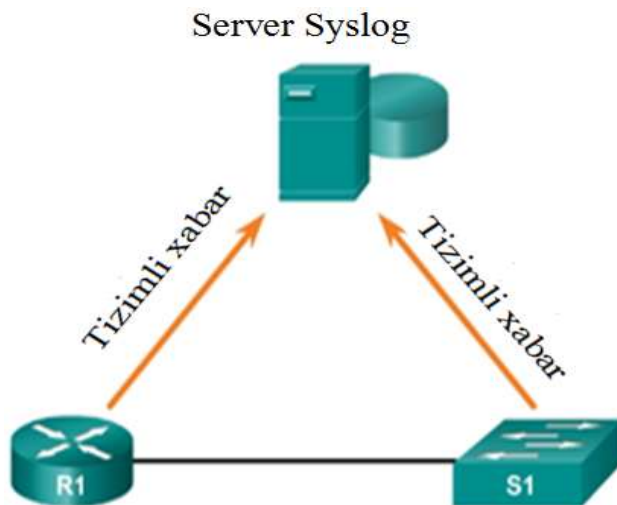
Tarmoq monitoringi - tarmoq ma'muriga tarmoqni samarali boshqarish va boshqa mutaxassislar uchun tarmoqdan foydalanish to'g'risida statistik hisob yaratish uchun axborotni taqdim etadi. Shuningdek kanal holati va xatolarni paydo bo'lish chastotasini va aktiv ulanishlarni ko'rinib turishi, tarmoq ma'muri uchun tarmoqdan foydalanish holatini baholashni osonlashtiradi. Qandaydir vaqt oralig'ida bu axborotlarni yig'ish va ko'rish tarmoqni taxlil qilishga va loyihani o'sishini bashorat qilishga, shuningdek nosoz qurilmani batamom ishdan chiqquncha uni aniqlab, almashtirish imkoniyatini beradi [26].

Real vaqt rejimida monitoringni tashkil etish turli xil protokollar yordamida amalga oshiriladi. Har bir protokol o'zining ijobiy va salbiy tomonlari bilan birga keladi va tarmoq monitoring platformalari bir nechta protokollardan foydalanadi. Tarmoq monitoringini tashkil qilishda Syslog, SNMP va NetFlow protokollari eng ko'p qo'llaniladigan bo'lib, har biri o'z kamchiligiga ega.

Tarmoqdagi qurilmada qandaydir hodisani sodir bo'lishida ishonchli mexanizmlarni ishlatish orqali ma'murni tizimli xabar orqali ogohlantiradi. Bu xabarlar juda muhim bo'lishi mumkin. Ma'murlarni ishlarida bunday xabarlarni saqlash va ko'rsatishni har xil usullari bo'lishi mumkin. Xabar to'g'risida ogohlantirishni jo'natish usullari tarmoq infratuzilishiga kam ta'sir qilishi kerak. Tarmoq qurilmalari beradigan eng keng tarqalgan tizimli xabarni olish usuli bu *Syslog protokoli* hisoblandi [24-25].

Syslog termini standartni tavsiflash uchun ishlatiladi. Syslog protokoli UNIX tizimi uchun 80 yillarda ishlab chiqilgan, lekin IETF jamiyati tomonidan RFC 3164 nomi bilan birinchi marta 2001 yilda xujjatlashtirilgan. Syslog protokolini tarmoqning ko'p qurilmalari tushunadi, ya'ni marshrutizatorlar, kommutatorlar, ilovalar serverlari, TElar va boshqalar. Syslog protokoli tarmoq qurilmalari uchun tizimli xabarlarni tarmoq bo'yicha Syslog serveriga jo'natishni ta'minlaydi. Shu maqsadda maxsus ajratilgan tarmoq (out-of-band, OOB)ni yaratish mumkin.

Syslog IP tarmoq bo'yicha hodisalar to'g'risidagi ogohlantirishli xabarni jo'natish uchun UDP 514 portini ishlatadi (6.6 - rasm).



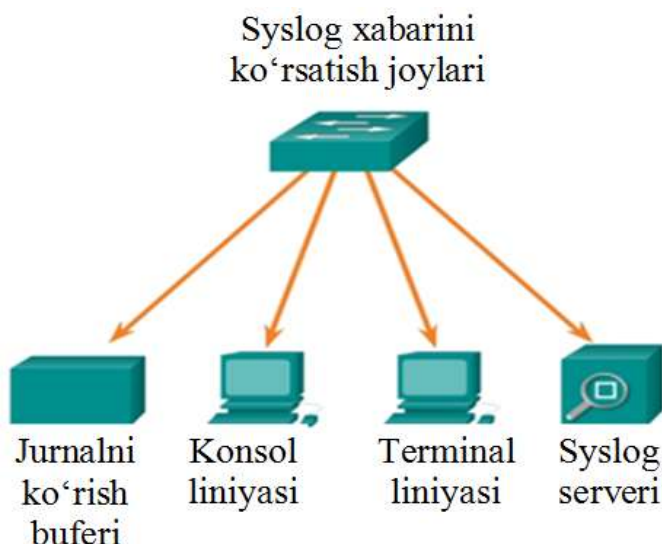
6.6 – rasm. Tarmoq tuzilishi

Windows va UNIX OTlar uchun Syslog serverining DTida har xil paketlar mavjud. Ularning ko'plari bepul.

Syslogni jurnallashtirish xizmati 3 ta asosiy imkoniyatlarga ega:

- monitoring va qayta tiklash uchun jurnalga axborotlarni yig'ish;
- yig'ish kerak bo'lgan axborot turini tanlash;
- yig'ilgan Syslog xabarini qabul qiluvchilarini aniqlash .

Cisco qurilmalarida syslog protokoli tizimli xabarlarni jo‘natishni boshlaydi va debug jarayonida kerakli qurilmaning jurnalini ko‘rish mumkin. Journallarni ko‘rish jarayoni bu xabarlarni boshqaradi va bu qurilmani sozlanishiga bog‘liq. Masalan, syslog xabari tarmoq bo‘yicha tashqi syslog serveriga jo‘natishi mumkin. Syslog xabari uchun eng keng tarqalgan usullar quyidagilar (6.7-rasm):



6.7 – rasm. Syslog xabarini ko‘rsatish joylari

Syslog serverida jurnallarni ko‘rish orqali tizimli xabarlarni uzoqdan yoki telnet, SSH yoki konsol port yordamida qurilmaga ulanish orqali kuzatish mumkin. 6.4-jadvalda Syslog xabar turlari keltirilgan.

6.4-jadval

Syslog xabar turlari

Darajasi	Qatlam	Izoh
Favqulodda holat	Qatlam 0	Tizim mavjud emas
Oldini olish	Qatlam 1	Tezda harakat qilish kerak
Muhim	Qatlam 2	Muhim vaziyat
Xato	Qatlam 3	Xato holati
Oldini olish	Qatlam 4	Ogohlantirish holati
Bildirishnoma	Qatlam 5	Oddiy ko‘rinishi
Ma’lumot	Qatlam 6	Axborot xabar
Xatolarni tuzatish	Qatlam 7	Xatolik xabar

Cisco qurilmalari muayyan tarmoq voqealari uchun Syslog xabarlarini yaratadi. Barcha Syslog xabarlari jiddiylik darajasini va

obyektini belgilaydi.

Belgilangan raqam qancha kichik bo'lsa, Syslog bildirishnomasi shunchalik ham muhimroq hisoblanadi. Xabarning muhimligi darajasi sozlamalarida har bir turdagi xabarlarni qaerga yuborishni o'rnatish mumkin (masalan, konsol yoki boshqa maqsadlar uchun). 6.5-jadvalda REQUEST komandasining tarkibiy qismlari keltirilgan.

6.5-jadval

REQUEST komandasining tarkibiy qismlari

Yo'l	Izoh
Seq no	Kundalik xabarlarga ketma-ketlik raqamini qo'shadi, faqat xizmat tartib raqami buyrug'i global konfiguratsiya rejimida sozlanadi.
Times tamp	Xabarning sanasi va vaqti yoki faqat xizmat ko'rsatuvchi buyrug'i global konfiguratsiya rejimida bo'lganda ko'rsatiladi.
Facility	Xabarning tegishli obyekti
Severity	Bir o'lchovli kod (0 dan 7 gacha) xabarlarni bildiradi
MNEMONIC	Xabarni ifodalaydigan matnli satr
Description	Bildirishnomani olgan voqea haqida batafsil ma'lumotni o'z ichiga olgan matnli satr.

Syslogning har bir darajasi o'z mazmuniga ega:

– *Ogohlantirish darajasi (warning)* muhim daraja (emergency) - DT yoki apparat xatolar haqidagi xabar; bunday xabarlar qurilmaning ishlashiga ta'sir qilishini ko'rsatadi. Syslog darajasi muammoning jiddiyligiga bog'liq.

– *Xatolarni tuzatish darajasi (debugging)* - bu darajadagi xabarlar turli xil disk raskadrovka buyruqlar bajarilishi natijasida olingan chiqish ma'lumotlarini o'z ichiga oladi.

– *Bildirishnoma darajasi (notification)* - to'liq axborotga egadir, qurilmalarning ishlash qobiliyatiga ta'sir ko'rsatmaydi. Ogohlantirish darajasida Interfacening holatini faol yoki faol bo'lmagan holatiga o'zgartirish yoki tizimni qayta tiklash haqida xabarlar ko'rsatiladi.

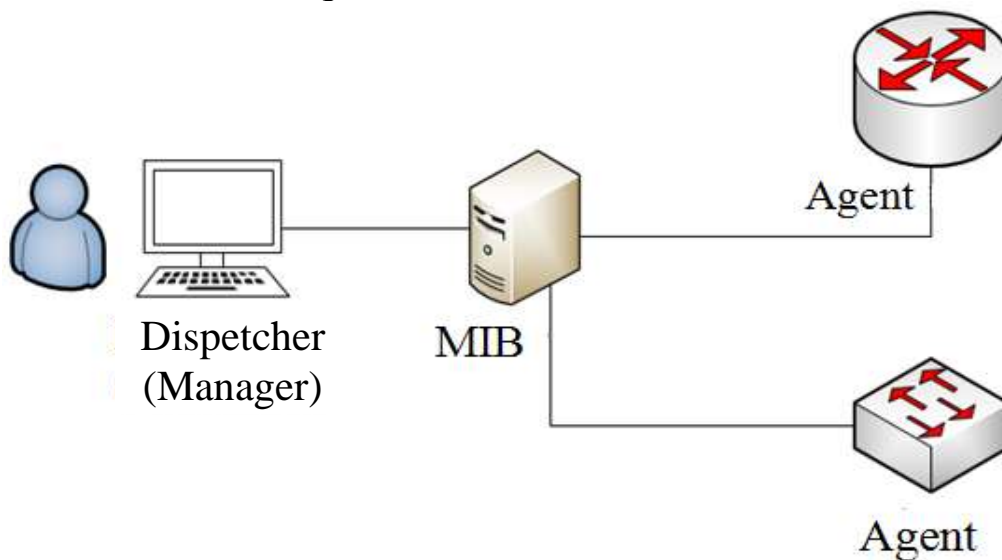
Eng keng tarqalgan xabarlar - kanallarning holatini faol va faol bo'lmagan holatga almashtirish xabarlari, shuningdek, sozlash rejimidan chiqish vaqtida qurilma tomonidan yaratilgan xabarlar. Ro'yxatga olish

kirishni boshqarish ro'yxatlarida tuzilgan bo'lsa, paketlar belgilangan shartlarga javob bersa, qurilma Syslog xabarlarini ishlab chiqaradi.

SNMP (Simple Network Management Protocol) - bu boshqaruvchi va agentlar o'rtasida ma'lumot almashish uchun xabar formatini ta'minlaydigan ilova pog'ona protokoli hisoblanadi. Tarmoq ma'murlariga tarmoqni kuzatib borish, tarmoq muammolarini qidirish va hal qilish hamda tarmoqni rivojlantirishni rejalashtirish imkonini beradi. Xatolar va qurilma xatoliklari haqida ma'lumotni avtomatik ravishda to'plashga imkon beradi.

SNMP tizimi uchta elementdan iborat (6.7-rasmda):

- SNMP dispatcher;
- SNMP agent;
- Axborotni boshqarish bazasi (MIB).



6.7-rasm. SNMPning ishlash tamoyili

Qurilmalarda joylashgan SNMP qurilma va uning faoliyati haqida ma'lumotlarni to'playdi va saqlaydi. Agent ushbu ma'lumotni mahalliy sifatida MIBda saqlaydi. Keyin SNMP menejeri MIBda saqlangan ma'lumotlarga kirish uchun SNMP agentidan foydalanadi.

Shunday qilib, ushbu tarmoqni boshqarish protokoli qulayligi va "amaliy samaradorligi" tufayli, hozirda faol tarmoq qurilmalari va tarmoqni to'g'risida ma'lumotlarni to'plash bo'yicha eng mashhur protokol bo'lib qolmoqda.

SNMP quyidagilarni aniqlashga yordam beradi:

- Marshrutlarga ma'lumot portlarini yuklash (port raqami, tarmoq o'tkazuvchanlik qobiliyati);

- IBP parametrlari (ping, kuchlanish, batareya zaryadlari, holat va ish rejimlari va hk);
- RAID-array yoki tashqi ma'lumotni saqlashning parametrlari (turi, ish holati va boshqalar);
- printer sozlamalari (ping, toner miqdori, tarmoq nomi), bosib chiqarish serveri, telefon almashinuvi.

Boshqariladigan barcha qurilmalar o'zlarining dasturiy paketiga ega, bu SNMP protokoli bilan ishlaydigan agentga aylanishi uchun zarurdir. Ushbu agent boshqaruv va boshqaruvchi boshqaradigan obyektning ichki strukturalari o'rtasidagi vositachi hisoblanadi.

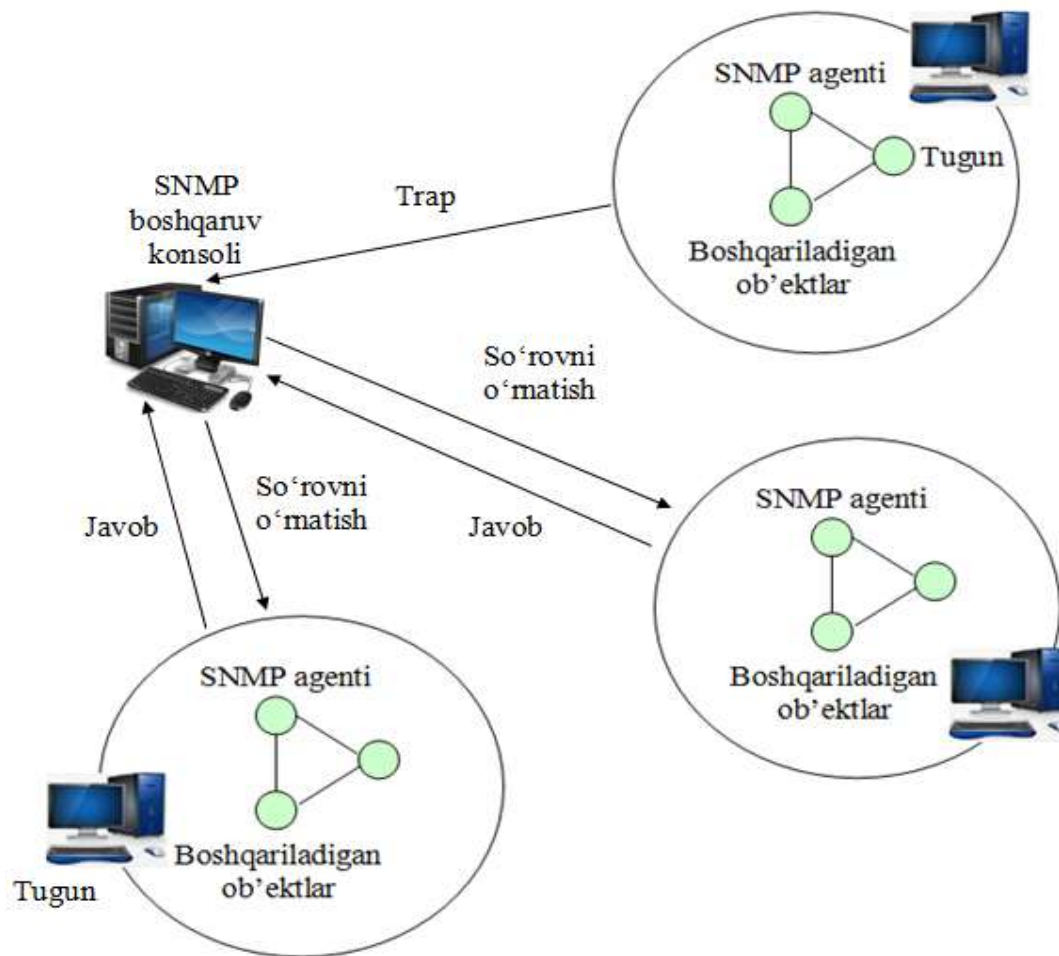
Dispatcher (Menejer) - bu tarmoq boshqaruvi ish stantsiyasida bir vaqtning o'zida ishlaydigan dastur. Ko'pincha ularning o'zaro aloqasi menejerga, agentga murojaat qilishni boshlaydi, agent uning ishlashini boshqaradi, ma'lumotlarni to'playdi va keyin bu ma'lumotni qaytaradi. Kamdan-kam hollarda agentning o'zi menejer yordamisiz ma'lumotlarni almashishni boshlash imkoniyatiga ega. Shunday qilib, tarmoq protokoli sifatida SNMP faqat MIB o'zgaruvchilari bilan ishlash uchun bir qator buyruqlarni taqdim etadi. Ushbu to'siq 6.6-jadvalda ko'rsatilgan quyidagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi.

6.6-jadval.

REQUEST komandasining faoliyati

Operatsiyalar	Tavsifi
Get-request	Bir yoki bir necha MIB parametrlarini so'rov uchun ishlatiladi
Get-next-request	Muntazam qiymatlarni o'qish uchun ishlatiladi. Odatda jadvaldagi qiymatlarni o'qish uchun ishlatiladi. Birinchi qatorni so'ragandan so'ng, jadvalning qolgan satrlarini o'qish uchun "Get-request get-next-request" so'rovidan foydalanish mumkin
Set-request	Bir yoki bir necha MIB o'zgaruvchilari qiymatini belgilash uchun ishlatiladi
Get-response	So'rovni qabul qilish so'rovi, Get-request, Get-next-request yoki Set-request javob qaytaradi
Trap	Qayta boshlash yoki favqulodda vaziyatlar haqida xabarnoma

Ushbu metodlarning ish shakl 6.8-rasmda da ko'rsatilgandek tasvirlangan bo'lishi mumkin.



6.8-rasm. SNMP protokol buyruqlari

Har bir elementning soni va belgilar identifikatori mavjud.

Hozirgi vaqtda SNMPv3 SNMPning yangi versiyasi bo'lib, u avvalgi versiyalariga asoslangan. U o'tgan versiyalarning qobiliyatlari va tuzilishini sezilarli darajada to'ldiradi. Misol uchun, tunnelning universalligi va moslashuvchanligi uchun SNMPv3 protokoli himoya qilishning bir necha jihatlarini ta'minlaydigan vositalarni o'z ichiga oladi. SNMP menejeri bilan SNMP agenti o'rtasida almashinuvga mo'ljallangan so'rov va javoblarga asoslangan oddiy protokol. Boshqarish ma'lumotlar bazasi (MIB) agent tomonidan taqdim etilgan o'zgaruvchilari aniqlaydi, so'rashi yoki o'rnatishi mumkin.

SNMP agenti SNMP ma'muri so'rovlariga quyidagicha javob beradi:

- *MIB o'zgaruvchisini olish.* SNMP agenti ushbu funksiyani NMSning Get-Request-PDU so'roviga javob sifatida amalga oshiradi. Agentlik so'raladigan MIB o'zgaruvchining qiymatini oladi va bu qiymati

NMS tizimiga o'tkazadi.

- *MIB o'zgaruvchisini o'rnatish.* SNMP agenti NMSning Set-Request-PDU so'roviga javoban ushbu funktsiyani bajaradi. SNMP agenti MIB o'zgaruvchining qiymatini NMS tomonidan belgilangan qiymatga o'zgartiradi. O'rnatilgan so'rovga SNMP agentining javoblari qurilmada yangi parametrlarni o'z ichiga oladi.

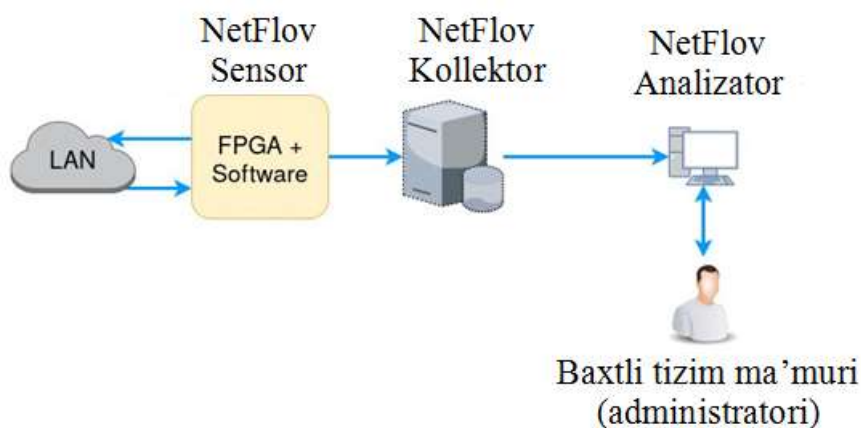
Barcha versiyalarida, SNMP menejeri, SNMP agentlari va MIB ma'lumotlar bazasini foydalanadi. Cisco IOS dasturi barcha uch versiyani qo'llab-quvvatlaydi. 1-versiya eskirgan va kamdan-kam hollarda bugungi tarmoqlarda ishlatiladi.

SNMPv1 va SNMPv2c community ga asoslangan xavfsizlik modelidan foydalanadi. Community menejerlari MIB agenti bazasidan foydalanish imkoniyatiga ega, nazorat ro'yxati va parol bilan aniqlanadi.

SNMPv2c versiyasi SNMPv1 dan farqli o'laroq ommaviy yozuvlarni olish mexanizmi va nazorat qilish stansiyasiga batafsil xato ma'lumot beradi. Ommaviy yozuvlarni olish mexanizmi va jadval ikki tomonlama muzokaralar uchun zarur vaqt minimallashtirish, katta hajmdagi ma'lumot oladi.

NetFlow - Cisco tomonidan tarmoq trafigin monitoring qilish uchun ishlab chiqilgan protokol. NetFlow tarmoq trafigin seans pog'onasida tahlil qilish imkonini beradi va bu vaqtda TCP/IPning har bir tranzaksiyasini yozib boradi.

Tizim arxitekturasini sensor, kollektor va analizator hisobiga quriladi (6.9-rasm):



6.9-rasm. NetFlow asosidagi tizim arxitekturasini

– *Sensordan* o'tuvchi trafik haqida statistik ma'lumotlarni to'playdi.

– *Kollektor* sensordan ma'lumotlarni to'playdi. To'plangan ma'lumotlar keyinchalik ishlash uchun faylga tashlanadi. Turli kollektorlar ma'lumotlarni turli formatlarda saqlaydi.

– *Analizator* bu fayllarni hisoblaydi va inson tushunadigan shaklda hisobotlarni shakllantiradi.

Sensor o'tuvchi trafikni quyidagi parametrlar bo'yicha tahlil qiladi:

- Manba adresi;
- UDP va TCP uchun manba porti;
- UDP va TCP uchun adres porti;
- ICMP uchun xabarning turi;
- IP protokol nomeri;
- Tarmoq interfeysi.

Tarmoq monitoringini tashkil etuvchi dasturiy vositalar.



PRTG Router Monitoring dasturi - barcha birida-bir marshrutizator monitoringi vositasi marshrutizatorlarning holati va ishlashi haqida xabardor bo'lishiga yordam beradi, shuning uchun kompaniya aloqasi va ish jarayoni hech qanday tarzda tashqi ta'sirga uchramaydi.

Asosiy xususiyatlari:

- marshrutizatorlardagi o'tkazuvchanlik qobiliyati va tarmoq trafigini tekshiradi;
- marshrutizatorni SNMP, Netflow, sflow, jflow va paketli sniffer orqali kuzatib boradi;
- shubhali trafikni aniqlaydi;
- marshrutizatorlar yuklama ortganda ogohlantirish yuboradi;
- Cisco, Linksys va Netgear kabi yirik ishlab chiqaruvchilarning marshrutizatorlarini qo'llab-quvvatlaydi;
- nafaqat marshrutizatorni, balki kompyuter haroratini, quvvat manbalarini va marshrutizatorlarning xotirasini ham kuzatib boradi;
- shaxsiy ulanishlarning o'tkazuvchanlik qobiliyati iste'moli, tarmoq faoliyati, trafik sabablari va marshrutizator xato xabarleri haqida ma'lumot to'playdi;
- sozlash oson va ishlatish uchun qulay;
- marshrutizator xatolari va haddan tashqari yuklanishlar haqida bildirishnoma olish uchun maxsus signallarni sozlash mumkin;
- ko'pgina mobil qurilmalar bilan yaxshi ishlaydi;
- ingliz, soddalashtirilgan xitoy, golland, italyan, portugal, yapon, ispan, nemis va fransuz kabi ko'plab dasturlarni qo'llab-quvvatlaydi.



Manage Engine Op Manager - bu marshrutizatorlar, switchlar, TE, serverlar va virtual mashinalar kabi ko'plab qurilmalarning ishlashini nazorat qiluvchi kuchli va foydalanuvchilarga qulay tarmoq monitoring dasturi.

Asosiy xususiyatlari:

- 2000 dan ortiq ishlash ko'rsatkichlari bilan tarmoqni kuzatib boradi;
- intuitiv boshqaruv paneli, tezkor ogohlantirishlar va aqlli hisobotlar bilan birga keladi;
- harorat, bufer statistikasi va boshqalar kabi keng ko'lamli ko'rsatkichlarga asoslangan marshrutizatorning ishlashi haqida muhim ma'lumotlarni yuboradi;
- doimiy ravishda WAN kanallarining mavjudligi, ishlashi va kechikishini tekshiradi;
- VoIP qo'ng'iroq sifatini tekshiradi va yomon VoIP ishlashidagi muammolarni bartaraf qiladi;
- qurilmalarni avtomatik ravishda topadi va ularni xaritaga kiritadi;
- har qanday tarmoq buzilishi yoki uzilishlariga ishora qiladi, shuning uchun ham darhol tuzatish mumkin;
- virtuallashtirilgan serverlarning agentsiz monitoringini ta'minlaydi;
- ogohlantirishlarni elektron pochta va SMS orqali yuboradi;
- birinchi darajadagi tarmoq nosozliklarini bartaraf etishni avtomatlashtirish imkoniyatini beradi;
- real vaqt rejimida o'tkazuvchanlik qobiliyatidan foydalanishni kuzatib boradi va o'tkazuvchanlik qobiliyatidan foydalanishda biznes uchun muhim ilovalar eng yuqori ustuvorlikka ega bo'lishini ta'minlaydi;
- zarur bo'lganda konfiguratsiya zahiralarini rejalashtiradi;
- fizik, virtual va bulutli muhitda ilovalarning ishlashini nazorat qiladi.



Open NMS - bu foydalanuvchilar hamjamiyati tomonidan ishlab chiqilgan va qo'llab-quvvatlanadigan yana bir ochiq manbali monitoring platformasi. U ikkita versiyada mavjud - Horizon va Meridian. Ikkalasidan Horizon - bu innovatsiyalar tez sodir bo'ladigan va yangi texnologiyalar yoki qurilmalarni kuzatish uchun yaxshi ishlaydigan platforma. Boshqa tomondan, Meridian uzoq muddatli

qo'llab-quvvatlash va barqarorlikni qidirayotgan korxonalar uchun idealdir.

Asosiy xususiyatlari:

- xizmatning uzilishini tezda aniqlaydi;
- ko'pgina ilovalar va qurilmalar uchun tayyor qo'llab-quvvatlashni ta'minlaydi;
- ilovalarni masofadan turib kuzatish imkoniyatini beradi;
- turli standart protokollari orqali ishlash ko'rsatkichlarini to'playdi;
- moslashuvchan va kengaytiriladigan arxitekturadan foydalanadi;
- hodisalarga asoslangan arxitektura asosida qurilgan, shuning uchun tarmoqdagi voqealarni yaxshiroq boshqarish mumkin;
- SNMP ma'lumotlari asosida tarmoq topologiyalarini avtomatik ravishda aniqlaydi.



The Dude tarmoq monitori - bu Mikrotikning yangi ilovasi bo'lib, u tarmoqni boshqarish usulini sezilarli darajada yaxshilaydi. U belgilangan tarmoqlardagi barcha qurilmalarni avtomatik ravishda skanerlaydi, tarmoq topologiyasini chizadi va joylashtiradi, qurilmalar xizmatlarini kuzatib boradi va ba'zi xizmatlarda muammolar yuzaga kelganda ma'murni ogohlantiradi.

Asosiy xususiyatlari:

- avtomatik tarmoqni aniqlash va joylashtirish;
- qurilmaning har qanday turi yoki markasini taqdim etadi;
- qurilma, kanal monitoringi va bildirishnomalar;
- qurilmalar uchun SVG piktogrammalarini o'z ichiga oladi va maxsus piktogramma va fonni qo'llab-quvvatlaydi;
- o'rnatish va foydalanish oson;
- qo'llab-quvvatlaydigan qurilmalar uchun SNMP, ICMP, DNS va TCP monitoringini qo'llab-quvvatlaydi;
- qurilmani boshqarish uchun masofadan boshqarish vositalariga to'g'ridan-to'g'ri kirish;
- masofaviy Dude serverini va mahalliy mijozni qo'llab-quvvatlaydi;
- Linux Wine muhitida, MacOS Darwine va Windowsda ishlaydi.



Zabbix - tarmoqlar, serverlar, virtual mashinalar (VM) va bulut xizmatlarini o'z ichiga olgan turli IT komponentlari uchun ochiq manbali monitoring dasturi. Zabbix DTi tarmoqdan foydalanish, protsessor yuklamasi va disk maydoni sarfi kabi

monitoring ko'rsatkichlarini taqdim etadi. DT Linux, Hewlett Packard Unix (HP-UX), Mac OS X, Solaris va boshqa OTlarda operatsiyalarni nazorat qiladi; ammo, Windows monitoringi faqat agentlar orqali mumkin.

Zabbixning asosiy afzalliklari – ma'lumotni saqlash, vizualizatsiya vositalarining katta doirasi, ma'lumotlar bazasida (real vaqtda o'zgarish qilish qobiliyati) sozlash, Interface orqali konfiguratsiya va API dan foydalanish.

Asosiy xususiyatlari:

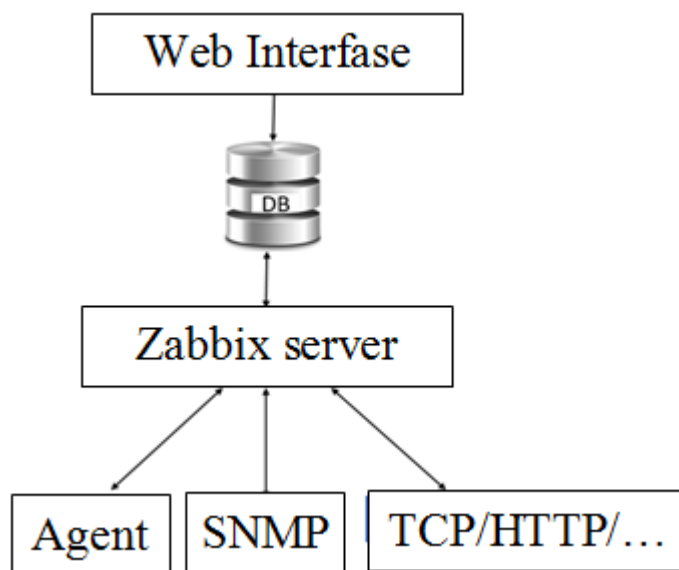
- IP-adreslar, mavjud bo'lgan xizmatlar va SNMPni tekshirish oraliq'i bo'yicha avtomatik aniqlash;
- har qanday qurilma, dastur yoki tizimdan ko'rsatkichlarni to'plash;
- kiruvchi metrik oqimdan muammoli holatlarni avtomatik ravishda aniqlash;
- trendlarni bashorat qiladi va anomaliyalarni tezda aniqlash;
- mahalliy veb-interfeys butun IT muhitining vizual ko'rinish;
- keng qamrovli hisobotlar, tarmoq xaritalarini tashkil etilishi;
- maxsus xabarlar bilan tegishli shaxsga ogohlantirishlar yuborilishi;
- birinchi darajali muammolarni avtomatik ravishda hal qilish;
- barcha Zabbix komponentlari o'rtasida kuchli shifrlash mavjudligi;
- moslashuvchan foydalanuvchi ruxsati sxemasi bilan birga kelishi.

Zabbix zahirasi boshqa funktsiyalar mavjud bo'lib, ular tarmoqni nazorat qilishni osonlashtiradi, masalan, saytdagi maxsus ishlarni modellashtirish kabi avtomatik ravishda skriptni bajarib, veb-sayt kuzatadi, natijada, bu eng kuchli va keng qamrovli monitoring tizimlaridan biridir.

Zabbix agentga asoslangan va agentsiz monitoring uchun ishlatilishi mumkin. Ishlashni tekshirish va ma'lumotlarni yig'ish uchun agentlar IT komponentlariga o'rnatiladi. Keyin agent markazlashtirilgan Zabbix boshqaruv serveriga hisobot beradi.

Ushbu ma'lumotlar hisobotlarga kiritilgan yoki Zabbix grafik foydalanuvchi interfeysida (GUI) vizual tarzda taqdim etiladi. Agar kuzatilayotgan narsalar bilan bog'liq muammolar mavjud bo'lsa, Zabbix foydalanuvchiga bildirishnoma yoki ogohlantirish yuboradi. Agentsiz monitoring agentga taqlid qilish uchun tizim yoki qurilmadagi mavjud resurslardan foydalangan holda bir xil turdagi monitoringni amalga

oshradi. Zabbix arxitekturasini quyidagi qismlardan tashkil topgan (6.10-rasm).



6.10-rasm. Zabbix arxitekturasini

Zabbix agenti - ko'p tarmoqli demon bo'lib, u mashinada kerakli parametrlarni to'playdi va natijalarni serverga yuboradi:

Zabbix server - ma'lumotlarni to'playdi, tekshirishlarni amalga oshiradi va bildirishnomalarni yuboradi.

Web-interfeys - monitoring parametrlarini o'zgartirish, ma'lumotlarni vizualizatsiya qilish, ogohlantirishlarni boshqarish va h.k.



Nagios - tarmoq qurilmalari monitoring usuli bo'lib - ochiq tizimli kompyuter tizimlari va tarmoqlarini kuzatish uchun kerak. Kuzatuv, hisoblash tugunlari va xizmatlarining holatini kuzatish uchun vositalar to'plamini taqdim etadi.

Asosiy xususiyatlari:

- monitoring tarmoq xizmatlari (SMTP, POP3, HTTP, NNTP, ICMP, SNMP);
- ko'pgina tarmoq OTlarida hostlar holatini kuzatish (CPU foydalanish, tizim jurnallari);
- shifrlangan SSH tunnelli orqali masofaviy monitoringni qo'llab-quvvatlash;
- oddiy arxitekturasini tanlagan dasturlash tilidan (Shell, C++, Perl, Python, PHP, C# va hokazo) foydalanib, xizmatlarni tekshirish usullarini osonlikcha ishlab chiqish imkonini beradi;

- tarmoq hostlarining ierarxiyasini belgilash qobiliyati, tartibsiz bo‘lgan va to‘siqsiz bo‘lganlarni aniqlash va farqlash imkonini beradi;
- proaktiv muammolarni bartaraf etish uchun xizmatlar yoki hostlarni aniqlash;
- LOG fayllarining avtomatik ravishda aylanishi.

Bir nechta tizimlarning birgalikdagi ishini tashkil etish qobiliyati. Nagios (dastlab Netsaint) - tizim va tarmoqlarni kuzatish uchun bepul dastur. Dastlab Linux-asosidagi OTlar uchun ishlab chiqilgan, u hozirgi kunda Sun Solaris, FreeBSD, AIX i HP-UX ostida ishlaydi. Ushbu dastur yordamida IT-infratuzilmani kompleks monitoring qilish, ular yuzaga kelgan muammolarni aniqlashtirish, monitoring natijalari bilan manfaatdor tomonlar bilan almashish, tizim xavfsizligini kuzatish va natijada ishlamay qolish muddatini qisqartirish va tijorat zararini kamaytirish imkoniyati mavjud.

Nazorat savollari

1. Nima sababdan monitoring tashkil etiladi?
2. Monitoring protokollari vazifalari nimadan iborat?
3. Syslog va SNMP protokoli qanday ishlaydi?
4. NetFlow protokoli qanday tuzilishga ega?
5. Monitoringda xavfsizlik masalalari ko‘riladimi?
6. Monitoringda qo‘llaniluvchi qanday dasturiy vositalarni bilasiz?

**“Kommutatsiya va marshrutizatsiya” fani bo‘yicha
test sinovlari**

1. Kommutatorda ajratishi mumkin bo‘lgan VLAN larning maksimal miqdori ?
 - A) 2046
 - B) 4094
 - C) 2048
 - D) 4096

2. Tarmoq oxirgi qurilmalari (terminal) nimalardan tashkil topgan?
 - A) Tarmoq printerlari, marshrutizatorlar VoIP-telefonlar
 - B) Kompyuter (noutbuklar, fayl serverlari, veb-serverlar), Video kuzatuv kameralar, marshrutizatorlar
 - C) Kompyuter (noutbuklar, fayl serverlari, veb-serverlar), Tarmoq printerlari, VoIP-telefonlar, TelePresence terminal qurilmalari, Video kuzatuv kameralar
 - D) TelePresence terminal qurilmalari, Tarmoq xavfsizligi (tarmoqlararo ekran), VoIP-telefonlar

3. Marshrutizator qaysi obyektlar uchun marshrutni tanlaydi?
 - A) Birinchi pog‘ona bitlari uchun
 - B) Ikkinchi pog‘ona freymlari uchun
 - C) Uchinchi pog‘ona paketlari uchun
 - D) To‘rtinchi pog‘ona segmentlari uchun

4. TCP/IP protokollar modelining qaysi pog‘onasi uzatishlarning ishonchliligiga, oqimlarni boshqarishga va yuborishda xatolarni to‘g‘irlashga javob beradi?
 - A) Tarmoqqa kirish pog‘onasi
 - B) Ilova pog‘onasi
 - C) Internet pog‘onasi
 - D) Transport pog‘onasi

5. OSI model pog‘onalarning qaysi tartibi to‘g‘ri hisoblanadi?
 - A) 1 - fizik, 2 - kanal, 3 - tarmoq, 4 - transport, 5 - seans, 6 - taqdimot, 7 - ilova pog‘onasi
 - B) 1 - fizik, 2 - kanal, 3 - transport, 4 - tarmoq, 5 - taqdimot, 6 - seans, 7 - ilova pog‘onasi

- C) 1 - fizik, 2 - kanal, 3 - tarmoq, 4 - seans, 5 - transport, 6 - taqdimot, 7 - ilova pog'onasi
- D) 1 - fizik, 2 - tarmoq, 3 - seans, 4 - kanal, 5 -transport, 6 - ilova pog'onasi, 7 - taqdimot pog'onasi

6. IP-adres qanday qismdan tashkil topgan?

- A) Tarmoq adresidan va MAC adresi
- B) Tarmoq adresi va tugun adresi.
- C) Tugun adresidan va MAC adresi
- D) MAC adresdan va tarmoq osti maskasi

7. Qaysi ikkilik sanoq tizimidagi son o'nlik 151 songa mos keladi?

- A) 10010011
- B) 10100111
- C) 10101011
- D) 10010111

8. Qanday tartibda tarmoq pog'onasi paketlarni yuboruvchidan qabul qiluvchiga yo'naltiradi?

- A) ARP protokollari javoblari yordamida
- B) Server nomiga havola berish yordamida
- C) IP marshrutizatsiya jadvalini tahlil qilish orqali
- D) Ko'prikk (bridge) havola berish yordamida

9. Tashqi marshrutizatsiya protokoli nima uchun ishlatiladi?

- A) Alohida avtonom tizim ichida axborot almashish uchun
- B) Avtonom tizimlar o'rtasida ma'lumot almashinish uchun
- C) Ayrim tarmoqlarning tugunlari orasida axborot almashinish uchun
- D) Tarmoqlar o'rtasida muvofiq infrastrukturani ta'minlash uchun

10. RIP protokoli xabarni yuborishda eng yaxshi marshrutni aniqlash uchun qaysi metrikadan foydalanadi?

- A) O'tishlar soni
- B) O'tkazish qobiliyati
- C) Xabar turiga qarab o'zgaradi
- D) Ma'muriy masofa

11. TTL abbreviaturasi nimani anglatadi?

- A) Yashash vaqti - (Time Too Live).
- B) Hisoblash vaqti -(TimeToo List).

- C) Terminal yashash vaqti (TerminallTooLive)
- D) Terminallar hisobi – (TerminallTooList.)

12. Berilgan 114.124.178.200/27 IP adres uchun hostlar sonini toping?

- A) 62
- B) $2^{13}-2$
- C) 30
- D) 52

13. Shaxsiy adres bloklari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- A) 100.0.0.0/16, 172.20.0.0/16, 192.168.1.0/24
- B) 195.190.0.0/8
- C) 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16
- D) 1.0.0.0/8, 172.0.0.0/16, 192.168.0.0/24

14. OSPF protokolining ma'muriy masofasi nechaga teng?

- A) 120
- B) 100
- C) 90
- D) 110

15. RIP protokolining ma'muriy masofasi nechaga teng?

- A) 90
- B) 110
- C) 120
- D) 100

16. Metrika tushunchasiga tasnif bering?

- A) Bu ma'lum bir tarmoq masofani o'lchash uchun ishlatiladigan raqamli qiymat
- B) Bu qurilma
- C) Qurilmaning ishlash qobiliyati
- D) Bu interfeys

17. Berilgan IP adres 125.45.100.14/19 uchun tarmoq adresini hisoblang?

- A) 125.45.255.255
- B) 125.45.96.0

- C) 125.45.96.255
- D) 125.45.0.0

18. Berilgan IP adres 201.46.87.100/26 uchun Broadcast adresini hisoblang?

- A) 201.46.87.160
- B) 201.46.87.255
- C) 201.46.87.127
- D) 201.46.87.192

19. SNMP protokoli OSI modelining qaysi pogʻonasiga tegishli?

- A) Taqdimot
- B) Seans
- C) Amaliy
- D) Tarmoq

20. Qabul qilingan kadrni yoʻnaltirishni tanlashda ikkinchi pogʻonadagi kommutatori nimadan foydalanadi?

- A) Qabul qiluvchi qurilmaning MAC-adresi
- B) Uzatuvchi qurilmaning IP-adresi
- C) Qabul qiluvchi qurilmaning IP-adres
- D) Uzatuvchi qurilmaning MAC-adres

21. Videokonferensiyani amalga oshirish uchun qaysi protokollardan foydalaniladi?

- A) FTP, TCP\IP, V92
- B) H.323, SIP, H320
- C) POP, SMTP
- D) Toʻgʻri javob keltirilmagan

22. Yuklash jarayonida marshrutizator Cisco IOS ni qaerdan yuklaydi?

- A) RAM
- B) Setup routine
- C) NVRAM
- D) TFTP server orqali flesh xotiradan

23. IP-adres nechta mantiqiy qismdan tashkil topgan?

- A) Toʻrtta

- B) Bitta
- C) Uchta
- D) Ikkita

24. Qaysi tashkilot videokonferensiya standartlarini ishlab chiqmoqda?

- A) WWW
- B) Jahon Sog'liqni saqlash tashkiloti
- C) Xalqaro mehnat tashkiloti
- D) Xalqaro elektr aloqa ittifoqi

25. Tarmoqda eng qisqa yo'lni tanlashda EIGRP protokoli qaysi algoritmdan foydalaniladi?

- A) Algoritm Deysktra
- B) Algoritm Bellmana-Forda
- C) DUAL
- D) ICPM

26. Tarmoqda eng qisqa yo'lni tanlashda OSPF protokoli qaysi algoritmdan foydalaniladi?

- A) Algoritm Deysktra
- B) Algoritm Bellmana-Forda
- C) DUAL
- D) ICPM

27. Necha xil kommutatsiya usullari mavjud?

- A) 4
- B) 1
- C) 2
- D) 3

28. Kommutatsiya usullari to'g'ri keltirilgan javobni toping?

- A) Kannalar kommutatsiyasi; paketlar kommutatsiyasi; xabarlar kommutatsiyasi
- B) Kadrlar kommutatsiyasi; paketlar kommutatsiyasi; xabarlar kommutatsiyasi
- C) Ma'lumotlar kommutatsiyasi; paketlar kommutatsiyasi
- D) Virtual kommutatsiyasi; ma'lumotlar kommutatsiyasi; Xabarlar kommutatsiyasi

29. Paketli kommutatsiya necha xil rejimda ishlaydi:

- A) 4
- B) 3
- C) 1
- D) 2

30. Paketli kommutatsiyaning rejimlarini keltiring?

- A) Fizik kanallar rejimi; access rejimi
- B) Virtual kanallar rejimi; paketlar rejimi
- C) Virtual kanallar rejimi; datagramma rejimi
- D) Access rejimi; trunk rejimi

31. Paketli kommutatsiyaning datagramma rejimi qanday ishlaydi?

- A) Har bir paket mustaqil marshrut bo'yicha uzatiladi
- B) Bitta xabar paketlari bitta yo'nalishda uzatiladi
- C) Habarlarni uzatish bitta kanalda amalga oshiriladi
- D) Xabarlarni uzatish bepul kanallarda amalga oshiriladi

32. Virtual kanallar rejimida qo'llaniluvchi texnologiyalar:

- A) Ethernet texnologiyasi
- B) IP-texnologiyasi, X.25
- C) X.25, Frame Relay, ATM
- D) FTTx texnologiyasi

33. Ethernet II kadrda ma'lumot (data) uchun necha bayt ajratiladi?

- A) 46-1500
- B) 60-1200
- C) 46-1550
- D) 100-1200

34. MAC adresning dastlabki 24 biti nimani anglatadi?

- A) Tashkilotning yagona identifikatori
- B) Tarmoq interfeys platasi
- C) Virtual adapterni
- D) Protokolni

35. MAC adresning oxirgi 24 biti nimani anglatadi?

- A) Tashkilotning yagona identifikatori

- B) Tarmoq interfeys platasi
- C) Virtual adapterni
- D) Protokolni

36. Ethernet kadrda nazorat yig'indisi (FSC) uchun necha bayt ajratiladi?

- A) 6-bayt
- B) 2-bayt
- C) 3-bayt
- D) 4-bayt

37. Ethernet kadrda uzunlik maydoni (Length/Type, L/T) uchun necha bayt ajratiladi?

- A) 6-bayt
- B) 4-bayt
- C) 3-bayt
- D) 2-bayt

38. Vlan texnologiyasi uchun Ethernet kadrda necha bayt joy ajratiladi?

- A) 6-bayt
- B) 2-bayt
- C) 3-bayt
- D) 4-bayt

39. Ma'lumot uzatish tarmoqlari boshqaruv usuli bo'yicha qanday sinflanadi?

- A) LAN, MAN, WAN
- B) Markazlashtirilgan, Markazlashmagan
- C) Taqsimlangan, virtual
- D) Fizikaviy, mantiqiy

40. OSPF protokoli xabarni yuborishda eng yaxshi marshrutni aniqlash uchun qaysi metrikadan foydalanadi?

- A) Xabar turiga qarab o'zgaradi
- B) O'tishlar soni
- C) Kanal narxi
- D) Ma'muriy masofa

41.EIGRP protokoli xabarni yuborishda eng yaxshi marshrutni aniqlash uchun qaysi metrikadan foydalanadi?

- A) Kechikish va o'tkazish qobiliyati, yuklama, ishonchlilik
- B) O'tishlar soni
- C) Xabar turiga qarab o'zgaradi
- D) Ma'muriy masofa

42.Ko'p protokolli belgilar kommutatsiyasi qaysi protokol hisoblanadi?

- A) MPLS
- B) Frame Relay
- C) ATM
- D) X.25

43.TCP/IP tarmog'ida pochta xabarlarini uzatish uchun qaysi protokoldan foydalaniladi?

- A) POP 3
- B) SMTP
- C) TCP
- D) FR

44.TCP/IP tarmog'ida pochta xabarlarini qabul qilish uchun qaysi protokoldan foydalaniladi?

- A) SMTP
- B) TCP
- C) POP 3
- D) FR

45.IPv6 protokolida adres uzunligi nechaga teng?

- A) 64 bit
- B) 32 bit
- C) 256 bit
- D) 128 bit

46.IPv6 adreslash tizimi necha baytdan iborat va har bir bayt nima deb ataladi?

- A) 16 bayt, xekstet
- B) 8 bayt, xekstet
- C) 4 bayt, oktet

D) 6 bayt, octet

47. IPv4 adreslash tizimi necha baytdan iborat va har bir bayt nima deb ataladi?

A) 16 bayt, xekstet

B) 32 bayt, xekstet

C) 4 bayt, oktet

D) 6 bayt, octet

48. Kompyuterlarda IPv4 adreslash tizimini kiritishda qaysi sanoq tizimi ishlatiladi?

A) O'nlik sanoq tizimi

B) Sakkizlik sanoq tizimi

C) O'n oltilik sanoq tizimi

D) Ixtiyoriy sanoq tizimi

49. Broadcast kadrda qabul qiluvchining MAC addressni aniqlang?

A) 00:00:0c:ff:ff:ff

B) 00:00:0c:07:ac:01

C) 00:00:0c:43:2e:08

D) ff:ff:ff:ff:ff:ff

50. Tashqi marshrutizatsiya protokoli bu?

A) EGP

B) OSPF

C) ARP

D) FTP

51. TCP/IP steki nechta pog'onadan iborat?

A) 2

B) 6

C) 4

D) 7

52. Masofadan kirish protokolini ko'rsating?

A) HTTP

B) TFTP

C) TELNET

D) RTP

53.FTP xizmati uchun foydalaniladigan port nomeri:

- A) 23
- B) 21
- C) 69
- D) 80

54.Telefon aloqa liniyasi bo'yicha ma'lumotlarni uzatish uchun qaysi qurilmadan foydalaniladi?

- A) Shlyuz
- B) Modem
- C) Kommutator
- D) Marshrutizator

55.Ethernet tenologiyasi qaysi standart asosida aniqlanadi?

- A) IEEE 802.3
- B) IEEE 802.5
- C) IEEE 802.4
- D) IEEE 802.6

56.Token Ring tenologiyasi qaysi standart asosida aniqlanadi?

- A) IEEE 802.3
- B) IEEE 802.5
- C) IEEE 802.4
- D) IEEE 802.6

57.ATM tarmoqlarida qaysi paketli kommutatsiya usuli ishlatiladi?

- A) Virtual bog'lanishli, deytagramma
- B) Deytagramma
- C) Virtual bog'lanishli
- D) To'g'ri javob yo'q

58.ATM tarmoqlarida ma'lumotlar birligi nima deb ataladi?

- A) Paket
- B) Bayt
- C) Bit
- D) Yacheyka

59.DNS server qanday funksiyani bajaradi?

- A) INTERNET tarmog'ida ma'lumotlarni izlash
- B) Domen nomlarini IP-adresga aylantirish
- C) Kompaniya va tashkilotlarning IP-adreslarini saqlash
- D) INTERNET tarmog'ida ma'lumotlarni saqlash

60.Kadrdra xatolarni nazorati OSI modelining qaysi pog'onasida ishlatiladi?

- A) Fizik
- B) Kanal
- C) Tarmoq
- D) Transport

61.Ma'lumotlarni siqish OSI modelining qaysi pog'onasida ta'minlanadi?

- A) Taqdimot
- B) Amaliy
- C) Seans
- D) Transport

62.SMTP protokoli OSI modelining qaysi pog'onasida ishlatiladi?

- A) Amaliy
- B) Seans
- C) Taqdimot
- D) Transport

63.ICMP protokoli OSI modelining qaysi pog'onasida ishlatiladi?

- A) Tarmoq
- B) Amaliy
- C) Taqdimot
- D) Transport

64.OSI modelining qaysi pog'onasida uzatish rejimlari (simpleks, dupleks, poludupleks, ko'p nuqtali ulanish) ta'minlanadi?

- A) Transport
- B) Fizik
- C) Tarmoq
- D) Taqdimot

65.Token Ring texnologiya OSI modelining qaysi pogʻonasida ishlatiladi?

- A) Kanal
- B) Transport
- C) Tarmoq
- D) Taqdimot

66.OSPF protokoli OSI modelining qaysi pogʻonasida ishlatiladi?

- A) Kanal
- B) Transport
- C) Tarmoq
- D) Taqdimot

67.UDP protokoli OSI modelining qaysi pogʻonasida ishlatiladi?

- A) Transport
- B) Tarmoq
- C) Kanal
- D) Taqdimot

68.Kanal pogʻonasida maʼlumotlar bloki nomini koʻrsating?

- A) Bit
- B) Oqim
- C) Maʼlumot
- D) Kadr

69.Amaliy (Ilova) pogʻonasida maʼlumotlar bloki nomini koʻrsating?

- A) Bit
- B) Oqim
- C) Kadr
- D) Maʼlumot

70.Tarmoq pogʻonasida maʼlumotlar bloki nomini koʻrsating?

- A) Paket
- B) Maʼlumot
- C) Segment
- D) Kadr

71.Transport pogʻonasida maʼlumotlar bloki nomini koʻrsating?

- A) Segment

- B) Paket
- C) Ma'lumot
- D) Kadr

72. OSI modelining tarmoq pog'onasi funksiyalarini amalga oshiruvchi qurilmani ko'rsating?

- A) Kommutator
- B) Marshrutizator
- C) Repiter
- D) Hab

73. OSI modelining kanal pog'onasi funksiyalarini amalga oshiruvchi qurilmani ko'rsating?

- A) Server
- B) Kommutator
- C) Kompyuter
- D) Marshrutizator

74. OSI modelining qaysi pog'onasida obyektning fizik adresi aniqlanadi?

- A) Fizik
- B) Transport
- C) Kanal
- D) Tarmoq

75. Modem - bu...

- A) Texnik qurilma
- B) Tarmoq protokoli
- C) Internet serveri
- D) Pochta dasturi

76. Elektron pochta (e-mail) jo'natish imkoniyatini beradi...

- A) Faqat fayl
- B) Ma'lumot va ilova fayllari
- C) Faqat ma'lumot
- D) Faqat rasm

77. Internetda asosiy protokollar to'plami bu ...

- A) TCP

- B) HTML
- C) TCP/IP
- D) HTTP

78. Modem – bu qurilma,uchun mo'ljallangan

- A) ma'lum bir vaqtdagi ma'lumotlarni qayta ishlash uchun
- B) axborotlarni saqlash uchun
- C) telefon aloqa kanallar bo'yicha ma'lumotlarni uzatish uchun
- D) ma'lumotlarni chop etish uchun

79. MUT tarmog'ining umumiy geometrik xarakteristikasi bu...

- A) tarmoq topologiyasi
- B) tarmoq serveri
- C) kompyuter tarmog'ini masofadan boshqarish
- D) tarmoq adapter

80. Tarmoqda ma'lumotlar oqimi quyidagilar bilan belgilanadi:

- A) Tugun
- B) Tranzaksiya
- C) Trend
- D) Trafik

81. Quyidagi atamalardan qaysi biri sinonimdir?

- A) Telefon tarmog'i, Ma'lumot uzatish tarmog'i
- B) Ma'lumot uzatish tarmog'i, Hisoblash tarmog'i
- C) Radio aloqa, Telefon tarmog'i
- D) Televideniya tarmoqlari, Birlamchi tarmoq

82. Quyidagi protokollardan qaysi biri transport pog'onasiga tegishli?

- A) UDP
- B) FTP
- C) SNMP
- D) RIP

83. Adresatsiya – bu...

- A) uzatilayotgan ma'lumotning buzilishlar soni (belgilar / sek.)
- B) server adresi
- C) tarmoqdagi foydalanuvchilarning pochta adresi
- D) tarmoqdagi abonentlarni identifikatsiya usuli

84. Tarmoq adapteri – bu...

- A) tarmoqdagi shaxsiy kompyuterlarning samarali o‘zaro ishlashi uchun maxsus qurilmalar
- B) bir nechta kompyuterlar ulangan maxsus dastur
- C) umumiy tarmoq resurslarini boshqarish uchun maxsus tizim;
- D) turli xil kompyuterlar o‘rtasida ma’lumot almashish tizimi

85. Kompyuterlarga ma’lumot almashish imkonini beradigan apparat va dasturiy vositalar to‘plami bu...

- A) interfeys
- B) magistral
- C) adapter
- D) barcha javoblar to‘g‘ri

86. Internet tarmog‘i quyidagi xizmatlarni taqdim etadi...

- A) gipertekst sahifalarini ko‘rish
- B) pochta xabarlarini yuborish va qabul qilish
- C) masofadan qurilmalarda ishlash
- D) barcha javoblar to‘g‘ri

87. Tarmoq ma’muri ikkita marshrutizatorni o‘zlarining FastEthernet portlari orqali to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulashlari kerak. Tarmoq ma’muri qanday kabeldan foydalanishi kerak?

- A) straight-through
- B) rollover
- C) cross-over
- D) serial

88. 1 Gbit/s teng...

- A) 1024 Mbit/s
- B) 1024 Mbayt/s
- C) 1024 Kbit/s
- D) 1024 bayt/s

89. 10 Mbit/s gacha bo‘lgan ma’lumotlarni uzatish tezligini qaysi kabel ta’minlaydi?

- A) Koaksial
- B) Juft o‘ramli
- C) Optik tola
- D) To‘g‘ri javob yo‘q

90.Xalqaro elektr aloqa ittifoqi tomonidan H.323 protokolning birinchi versiyasi qaysi yilda qabul qilingan?

- A) 1996 y
- B) 1982 y
- C) 1999 y
- D) 2001 y

91.255.255.255.224 tarmoq osti maska uchun prefiks uzunligini aniqlang?

- A) /25
- B) /26
- C) /27
- D) /28

92.Qabul qilingan xabar xarakteriga mos kelmasligi qanday nomlanadi?

- A) almashtirish
- B) buzilish
- C) shovqin
- D) xato

93.Modemlarning qaysi turlarini uzatish usuli bo'yicha ajratish mumkin?

- A) Ichki va tashqi
- B) sinxron va asinxron
- C) guruh va ko'chma
- D) ketma-ket va parallel

94.Modulyatsiya tezligini o'lchash birligi...

- A) bit
- B) bod
- C) kbit/s
- D) m/s

95.14.7.85.19 shu adresga ega tarmoq qaysi sinfga tegishli?

- A) A sinfga
- B) B sinfga
- C) C sinfga

D) D sinfga

96. Berilgan 114.124.178.200/22 IP adresdagi xostlar sonini hisoblang?

A) $2^{20}-2$

B) $2^{12}-2$

C) $2^{13}-2$

D) $2^{10}-2$

97. VLANning asosiy afzalliklarini ko'rsating?

A) Global tarmoqdan foydalanish

B) Xavfsizlik, xarajatni kamaytirish, unumdorlikni oshirish, keng eshittirishli domenlarni kamaytirish

C) Radio signallarini uzatish uchun ishlatiladi

D) Hech qanday afzalliklari yo'q, tarmoqni boshqarishda qiyinchiliklar mavjud

98. Native VLAN – bu...

A) tarmoqdagi 1-VLAN

B) shlyuz uchun boshqaruv VLAN

C) bir nechta tarmoq osti to'plami

D) bunday VLAN mavjud emas

99. TCP/IP steki qanday turdagi adreslardan foydalaniadi?

A) IP

B) Barcha turdagi adreslardan

C) Simvolli domen nomi

D) Mahalliy

100. 123.1.1.15 IP-adresning birinchi oktetining ikkilik ko'rinishiga keltiring?

A) 1111011

B) 1111001

C) 110101

D) 1100001

101. Simsiz WLANlarini yaratish uchun qanday standart asos bo'ladi?

A) 802,1

- B) 802,11
- C) 802,15
- D) 802,16

102. MAC-adres formati necha baytdan iborat?

- A) 2 bayta
- B) 3 bayta
- C) 1 bayt
- D) 6 bayt

103. FTP protokoli OSI modelining qaysi pogʻonasiga mansub?

- A) Tarmoq (Network)
- B) Seans (Session)
- C) Taqdimot (Presentation)
- D) Amaliy (Application)

104. Marshrutizatsiya protokollarini keltiring...

- A) Ethernet, Token Ring, PPP
- B) TCP, IP, UDP
- C) FTP, HTTP, CGI
- D) RIP, BGP, OSPF

105. Quyidagi tavsiflar OSI modelining qaysi pogʻonasiga mansub: oʻtkazish qobiliyati, xalaqitbardoshlik, toʻlqin qarshiligi?

- A) fizik
- B) kanal
- C) transport
- D) tarmoq

106. 194.125.35.199 IP adresli qaysi sinfga mansub:

- A) A sinfi
- B) B sinfi
- C) C sinfi
- D) D sinfi

107. IPv4-adres uzunligi:

- A) 4 bayt
- B) 6 bayt
- C) 3 bayt

D) 2 bayt

108. Tarmoq strukturasi o'z ichiga tarmoq komponentalarining uch kategoriyasini oladi bularga:

A) bog'langan fodalanuvchilar miqdori, ma'lumotlarni saqlash tarmog'i, xizmatlar

B) ma'lumotlarni saqlash tarmog'i, xizmatlar, qurilmalar

C) qurilmalar, muhit, xizmatlar

D) qurilmalar, bog'langan fodalanuvchilar miqdori, muhit

109. Qabul qiluvchi host kadr bo'yicha nazorat yig'indisini hisoblab chiqadi va kadr buzilganligini aniqlaydi. Keyin kadr tashlanadi. Bu qaysi OSI pog'onasida sodir bo'lgan?

A) tarmoq

B) transport

C) fizik

D) kanal

110. MPLS texnologiyasida MPLS sarlavhasi (header) uchun ajratilgan maydon uzunligini aniqlang?

A) 4 bayt

B) 6 bayt

C) 3 bayt

D) 2 bayt

111. OSI modelining fizik pog'ona tushunchalarini sanab o'tadigan javobni ko'rsating:

A) Tarmoq adreslari, marshrutizatorlar, Internetda ishlash

B) NetBIOS / NetBEUI, SPX, TCP

C) O'ralgan juftlik kabeli, koaksiyal kabel, optik tolali kabel, raqamli kanal,

D) TCP, NCP, SNMP

112. IEEE 802.11 standarti qanday tarmoq turiga tegishli?

A) Simsiz lokal tarmoq

B) Simli lokal tarmoq

C) Optik lokal tarmoq

D) Korporativ tarmoq

113. Tarmoqda QoS ta'minlashga qaratilgan usullarni keltiring?

- A) ADSL, VDSL, RDSL
- B) IntServ, DiffServ, MPLS
- C) PON, GPON, EPON
- D) ATM, Ethernet

114. Turli xil tarmoq protokollari ishlaydigan kompyuter tarmoqlari o'rtasida ma'lumot almashish quyidagilar yordamida amalga oshiriladi...

- A) asosiy kompyuterlar
- B) modemlar
- C) shlyuzlar
- D) fayl serverlari

115. Mantiqiy ulanishni boshqarish va atrof-muhitga kirishni boshqarish qaysi pog'ona ta'minlaydi:

- A) tarmoq
- B) transport
- C) fizik
- D) kanal

116. Fast Ethernet tarmog'ida ma'lumotlarni maksimal uzatish tezligi qanday?

- A) 10 Mbit/s
- B) 100 Mbit/s
- C) 100 Kbit/s
- D) 100 Mbayt/s

117. MAN qanday tarmoq turiga kiradi?

- A) Global tarmoq
- B) Lokal tarmoq
- C) Shahar tarmog'i
- D) Telefon tarmog'i.

118. WiMAX qanday tarmoq turiga kiradi?

- A) Korporativ tarmoq
- B) Simli tarmoq
- C) Global tarmoq
- D) Simsiz tarmoq

119. Deykstra algoritmi tarmoqda nima maqsadda ishlatiladi?

- A) paketlarni marshrutlash protokollarida
- B) kadrlarni uzatish protokollarida
- C) transport sathi protokollarida
- D) seans sath protokollarida

120. LLC protokoli qaysi pog'onada ishlatiladi.?

- A) Transport pog'onasi
- B) Kanal pog'onasi
- C) Ilova pog'onasi
- D) Fizik pog'onasi

121. Console porti qanday maqsadlarda qo'llanilishi mumkin?

- A) Tarmoqlar orasidagi ma'lumotlar marshrutizatsiyasi (routing data between networks.) Parolni tiklash (password recovery)
- B) Sozlash (Debugging) Parolni tiklash (password recovery) Nosozliklarni tuzatish (troubleshooting)
- C) Bir marshrutizatorni boshqasiga ulash (connecting one router to another.)
- D) Nosozliklarni tuzatish (troubleshooting) Tarmoqlar orasidagi ma'lumotlar marshrutizatsiyasi (routing data between networks)

122. Qaysi qurilma oraliq qurilma hisoblanadi?

- A) IP telefoniya
- B) Printer
- C) Fayl serveri
- D) Kommutator

123. Inkapsulyatsiya jarayoni vaqtida kanal pog'onasida nimalar sodir bo'ladi?

- A) Fizik adres qo'shiladi
- B) Adres qo'shilmaydi
- C) Mantiqiy adres qo'shiladi
- D) Port nomeri qo'shiladi

124. SSL atamasi nimani anglatadi?

- A) To'g'ri javob keltirilmagan.
- B) System Service Layer
- C) Secure Sockets Layer
- D) Mantiqiy adres qo'shiladi

125. SSLga qaysi protokol ko'proq o'xshash?

- A) TLS
- B) NTP
- C) FTP
- D) POP3

126. Pochta serveridan elektron pochta xabarlarini olish uchun odatda qaysi protokoldan foydalaniladi?

- A) IMAP
- B) FTP
- C) HTML
- D) Telnet

127. Kanal pog'onasi protokolini ko'rsating?

- A) ARP
- B) TCP
- C) UDP
- D) HTTP

128. Nuqtalar o'rnini to'ldiring. Protokol bu...

- A) serverni ulash usuli
- B) kompyuterlar bajarishi kerak bo'lgan qoidalar to'plami
- C) marshrutizator tomonidan qabul qilingan qaror
- D) CPU uchun muhim

129. Internet tarmog'ida real vaqtda axborotlar (xabarlar) almashish xizmati qanday ataladi?

- A) Elektron pochta
- B) Chat
- C) Forum
- D) Proksi

130. Qaysi protokol tarmoqdagi komputerlarga IP adreslarni avtomatik tarzda taqdim etadi?

- A) DHCP
- B) DNS
- C) ARP
- D) IGMP

131. Qaysi protokol e-mail xabarlarini e-mail serverga yuklash uchun foydalaniladi.

- A) DNS
- B) SMTP
- C) HTTP
- D) PAT

132. IP-adreslarga domen nomlarini hal qilish uchun qaysi protokoldan foydalaniladi?

- A) DHCP
- B) TCP
- C) DNS
- D) ARP

133. Cisco marshrutizatorlarning necha xil konfiguratsiya rejimi ishlatiladi?

- A) 4
- B) 3
- C) 2
- D) 5

134. VLAN trafiklarini markirovkalash uchun magistral portga ulanishda foydalanadigan usulni keltiring?

- A) IEEE 802 1D
- B) IEEE 802 1p
- C) IEEE 802 1Q
- D) IEEE 802 1w

135. Ochiq tizimlarning o'zaro bog'lanish etalon modeli qachon tasdiqlangan?

- A) 1973
- B) 1943
- C) 1985
- D) 1983

136. Qaysi aloqa liniyalari yuqori o'tkazuvchanlik va shovqinbardosh hususiyatga ega?

- A) optik tola
- B) telefon liniyasi

- C) koaksial kabel
- D) simmetrik kabellar

137. Zamonaviy kompyuter tarmoqlari qaysi turdagi kommutatsiya usullaridan foydalaniladi?

- A) kanallar kommutatsiyasi
- B) xabarlar kommutatsiyasi
- C) paketlar kommutatsiyasi
- D) tarmoq kommutatsiyasi

138. Berilgan 11.12.17.20/20 IP adresdagi xostlar sonini hisoblang?

- A) $2^{12}-2$
- B) 2^8-2
- C) 2^9-2
- D) $2^{10}-2$

139. UDP protokoli OSI modelining qaysi pogʻonasida ishlatiladi?

- A) amaliy
- B) transport
- C) taqdimot
- D) seans

140. QoS – oʻy.....

- A) shaxsiy virtual tarmoq
- B) paketlar oqimi
- C) trafik boshqaruvi
- D) xizmat koʻrsatish sifati

141. UTP kabeli qaysi kabellar sinfiga kiradi?

- A) optik kabel
- B) simmetrik kabel
- C) koaksial kabel
- D) wive

142. Belgi (metka)dan foydalanishga asoslangan koʻp protokolli tarmoqlarda tezkor paketlarni almashtirish texnologiyasi:

- A) ATM
- B) Frame Relay
- C) MPLS

D) X.25

143. MPLS texnologiyasi OSI modelning nechanchi pog'onalarida qo'llaniladi:

- A) to'rtinchi va beshinchi pog'onalar o'rtasida
- B) uchinchi va to'rtinchi pog'onalar o'rtasida
- C) birinchi va ikkinchi pog'onalar o'rtasida
- D) ikkinchi va uchinchi pog'onalar o'rtasida

144. Kompyuter tarmoqlari nechta sinfga bo'linadi?

- A) lokal, hududiy, global
- B) tashkilot, korporativ, lokal
- C) ma'lumotlarni uzatish va qayta ishlash
- D) simli va simsiz

145. FDDI tarmog'ida qanday tezlikda ma'lumotlar uzatiladi?

- A) 10 Mbit/sek
- B) 100 Mbit/sek
- C) 1 Mbit/sek
- D) 1 Gbit/sek

146. 192.17.185.19 IP-adres qaysi sinfga mansub...

- A) C sinf
- B) B sinf
- C) A sinf
- D) D sinf

147. Qaysi turdagi xotira energiya ta'minotiga bog'liq:

- A) Flesh xotira
- B) DXQ (ROM)
- C) NVRAM
- D) OXQ (RAM)

148. IPv6 trafigini IPv4 infratuzilmasi orqali yo'naltirish uchun qaysi texnologiyadan foydalanish mumkin?

- A) 6 to 4 tunneling
- B) NAT
- C) L2TPv3
- D) PAT

149. IPv4 uchun loopback adres...

- A) 0.0.0.0
- B) 126.0.0.0/16
- C) 127.0.0.0/32
- D) 127.0.0.0/8

150. IPv6 uchun loopback adres...

- A) ::/128
- B) ::1/126
- C) ::1/128
- D) ::1/32

151. Intranet tarmog'iga tasnif bering?

A) dastur ta'minoti va qaydnomalari asosida tashkil etilgan ma'lumotlar ombori va elektron jadvalar bilan jamoa bo'lib ishlashga imkon beruvchi korxona va tashkilot miqyosidagi kompyuter tarmog'i (ichki tarmoq)

B) korporativ tarmoq bo'lib, u korporativ maqsadlarda ham, mijozlar, hamkorlar va kompaniyadan tashqaridagi boshqalarga xizmat ma'lumotlarining bir qismini taqdim etish uchun ham Internet texnologiyalaridan foydalanadi. (tarmoqda qo'llaniluvchi liniyani provaydr tomonidan ijaraga olinadi)

C) katta (global) va kichik (lokal) kompyuter tarmoqlarini o'zaro bog'lovchi butunjahon kompyuter tizimi

D) standart internet protokoli (IP) orqali ma'lumot almashuvchi kompyuter tarmoqlarining butunjahon va omma uchun ochiq to'plamidir

152. Extranet tarmog'iga tasnif bering?

A) dastur ta'minoti va qaydnomalari asosida tashkil etilgan ma'lumotlar ombori va elektron jadvalar bilan jamoa bo'lib ishlashga imkon beruvchi korxona va tashkilot miqyosidagi kompyuter tarmog'i (ichki tarmoq)

B) korporativ tarmoq bo'lib, u korporativ maqsadlarda ham, mijozlar, hamkorlar va kompaniyadan tashqaridagi boshqalarga xizmat ma'lumotlarining bir qismini taqdim etish uchun ham Internet texnologiyalaridan foydalanadi. (tarmoqda qo'llaniluvchi liniyani provaydr tomonidan arendaga olinadi)

C) katta (global) va kichik (lokal) kompyuter tarmoqlarini o'zaro

bog'lovchi butunjahon kompyuter tizimi

D) standart internet protokoli (IP) orqali ma'lumot almashuvchi kompyuter tarmoqlarining butunjahon va omma uchun ochiq to'plamidir

153. Kanal pog'onasi qaysi qismlardan tashkil topgan?

- A) MAC, IP
- B) LLC, IP
- C) LLC, MAC
- D) CRC, ARP

154. OSPF protokoli multicast xabarlarini uzatishda qaysi IPv4 adresdan foydalanadi

- A) IPv4 Multicast 192.0.0.5
- B) IPv4 Multicast 223.0.0.7
- C) IPv4 Multicast 224.0.0.5
- D) IPv4 Multicast 192.168.1.1

155. OSPFv3 protokoli multicast xabarlarini uzatishda qaysi IPv6 adresdan foydalanadi:

- A) IPv6 Multicast FF02::5
- B) IPv6 Multicast 223.0.0.7
- C) IPv6 Multicast 224.0.0.5
- D) IPv6 Multicast FFFE::5

156. RIPv2 protokoli multicast xabarlarini uzatishda qaysi IPv4 adresdan foydalanadi:

- A) IPv4 Multicast 224.0.0.9
- B) IPv4 Multicast 223.0.0.9
- C) IPv4 Multicast 192.0.0.8
- D) IPv4 Multicast 255.255.255.255

157. RIPv6 protokoli multicast xabarlarini uzatishda qaysi IPv6 adresdan foydalanadi:

- A) IPv6 Multicast 255.255.255.255
- B) IPv6 Multicast 223.0.0.7
- C) IPv6 Multicast 224.0.0.5
- D) IPv6 Multicast FF02::9

158. Eng qisqa yo'lni topish algoritmlari keltirilgan qatorni toping?

- A) Deysktra algoritmi, Bellmana-Forda Algoritmi DUAL algoritmi

- B) Rid Salomon algoritmi, BCHX Algoritmi Rip algoritmi
- C) Karno algoritmi, Forda Algoritmi
- D) Ethermet, CRC, ARP algoritmlari

159. Tarmoq qurilmalarga IOS obrazini oʻrnatishda qaysi protokoldan foydalaniladi?

- A) RIP
- B) TFTP
- C) HTTP
- D) OSPF

160. TFTP protokoli transport pogʻonasining qaysi portidan foydalaniladi?

- A) UDP-21
- B) TCP-53
- C) UDP-69
- D) TCP-23

161. Cisco IOS qurilmalariga kirish usullarini qaysi javobda keltirilgan?

- A) Console Radmin
- B) Putty AUX
- C) Anydisk, VNC
- D) Console telnet/ssh

162. 2001:0db8:0000:000b:0000:0000:001A IPv6 adresdagi 0 larni holatdan keying koʻrinishida yozing?

- A) 201:db8:0:b:0:0:0:1A
- B) 2001:db8:0:b:0:0:0:1A
- C) 21:db8:0:b:0:0:00:1A
- D) 21:db8:0:b:0:0:0:A

163. 2001:0db8:0000:000b:0000:0000:001A IPv6 adresdagi 0 larni qisqartirilgan holatdan keyingi koʻrinishida yozing

- A) 2001:db8:0:b::1A
- B) 2001:db8:0:b:1A
- C) 2001:db8:0::b::1A
- D) 2001::db8:0:b::1A

164. 1234:0fd2:5621:0001:0089:0000:0000:4500 IPv6 adresdagi 0 larni qisqartirilgan holatdan keyingi ko‘rinishida yozing?

- A) 1234:fd2:5621:1:89::45
- B) 1234:fd2:5621:1:89:0:0:450
- C) 1234:fd2:5621:1:89:0:0:45
- D) 1234:fd2:5621:1:89:0:0:4500

165. ef82:0000:0000:0000:0000:1a12:1234:1b12 IPv6 adresdagi 0 larni qisqartirilgan holatdan keyingi ko‘rinishida yozing?

- A) ef82:1a12:1234:1b12
- B) ef82::1a12::1234:1b12
- C) ef82::1a12:1234:1b1
- D) ef82::1a12:1234:1b12

166. IPv6 adreslash tizimida EUI-64 atamasiga tushuncha bering?

A) EUI-64 IPv6 adreslash tizimida IPv4 adreslash tizimi bilan aloqa o‘rnatishda qo‘llaniladi

B) IPv4 xost adreslardan IPv6 xost adreslarini yaratish usuldir

C) IPv6 xost adreslarini avtomatik ravishda sozlash uchun foydalanishimiz mumkin bo‘lgan usuldir

D) EUI-64 IPv6 adreslash tizimida qo‘llanilmaydi

167. EUI-64 mexanizmi IPv6 adreslash tizimini yaratishda nimaga asoslanadi?

A) IP-adresga asosan

B) Qurilmaning MAC-adresiga asosan

C) Qurilma turiga asosan

D) EUI-64 IPv6 adreslash tizimida qo‘llanilmaydi

168. Marshrutlash jadvali (routing table) tarmoq ko‘rsatkichlari bilan tavsiflanadi:

A) Network destination, Netmask, Gateway, Interface, Metric

B) Network Source, Netmask, Gateway, Interface, Metric

C) Network destination, Netmask, cost, bandwith, Interface

D) Delay, speed, network, Metric

169. MPLS texnologiyasida qo‘llaniluvchi protokollar qaysi qatorda ko‘rsatilgan?

A) LER, IG

B) RSVP-TE, -CR-LDP

- C) LR, IG,
- D) Protokol mavjud emas

170. MPLS texnologiyasining asosiy g'oyasi nimadan iborat?

- A) Ovoz va video ma'lumotlarni formatini o'zgartirishdan iborat
- B) Eng qisqa yo'nalishni aniqlashdan iborat
- C) IP adressni o'qish uchun kam vaqt sarflab va bir vaktning o'zida ishonchilikka javob beradigan VPN ni qulay hosil qilishdan iborat
- D) Internet tarmog'iga ulanish uchun

171. Internet yoki ixtiyoriy IP-tarmog'i orqali faks uzatish va telefon so'zlashuvlarini real vaqt rejimida tashkil etish va amalga oshirish imkonini beruvchi texnologiya bu...

- A) FrameRelay
- B) IPTV
- C) VLAN
- D) IP-telefoniya

172. IP protokoli bo'yicha ma'lumotlar uzatish raqamli televideniye, televideniye yangi avlodi- bu....

- A) IPTV
- B) IP-telefoniya
- C) VLAN
- D) FrameRelay

173. Tarmoq monitoringini tashkil etishda qo'llaniluvchi protokollar qaysi qatorda keltirilgan:

- A) IGRP, DHCP
- B) Rip, OSPF
- C) SNMP, Syslog
- D) DNS, http

174. Qaysi qatorda tarmoqni monitoring qiluvchi dasturiy vositalar keltirilgan:

- A) DUDE, Zabbix
- B) GNS, Packet tracer
- C) MATLAB, ARPA
- D) ANC, AnyDisk

175. Wireshark dasturining asosiy vazifasi bu...

- A) Trafik analizatori
- B) Tarmoq simulyatori
- C) Tarmoq emulyatori
- D) Trafik generatori

176. IP-telefoniyani tashkil qiluvchi platformalar keltirilgan qatorni aniqlang?

- A) ESXI, FreeSWITCH
- B) VPN, Virtual box
- C) STP, Hyper-V
- D) Elastix, Freepbx

177. Qanday turdagi kodeklar IP-telefoniya xizmatida qo'llaniladi?

- A) L.11, B-11, X.726-32, X.720,
- B) A-11, B-12, C-115
- C) D.711, S.723.1, F.726-32, A.726-16,
- D) G.711, G.723.1, G.726, G.729

178. RDP protokoli nima maqsadda ishlatiladi?

- A) Ishchi stolni masofadan boshqaruv uchun
- B) IPv4 dan IPv6 adreslash tizimiga o'tishda
- C) Kanallarni agregatsiyasi uchun
- D) Marshrutizatsiyani ta'minlash uchun

179. Qaysi marshrutizatsiya protokoli eng yaxshi marshrutni aniqlashda tarmoqdagi o'tishlar sonidan (next hop) foydalanadi?

- A) OSPF
- B) RIP
- C) EIGRP
- D) IGRP

180. IPv4 adreslash tizimida nechta sinf mavjud:

- A) 3
- B) 4
- C) 5
- D) 2

181. IPv4 adreslash tizimidagi A sinfda nechta host mavjud?

- A) $2^{32}-2$
- B) $2^{16}-2$
- C) 2^8-2
- D) $2^{24}-2$

182. IPv4 adreslash tizimidagi B sinfda nechta host mavjud?

- A) $2^{16}-2$
- B) $2^{24}-2$
- C) 2^8-2
- D) $2^{32}-2$

183. IPv4 adreslash tizimidagi C sinfda nechta host mavjud?

- A) $2^{24}-2$
- B) 2^8-2
- C) 2^8-2
- D) $2^{32}-2$

184. Marshrutizatorni sozlashda NVRAMda saqlangan konfiguratsiya fayllarni o'chirishni istasangiz qanday buyruqdan foydalanish kerak?

- A) delete NVRAM
- B) erase running-config
- C) erase NVRAM
- D) erase startup-config

185. CISCO marshrutizatorini himoyalashda qanday turdagi parollar qo'llaniladi?

- A) enable secret, virtual terminal (vty), console, auxiliary (aux) parol o'rnatiladi.
- B) password
- C) username
- D) admin

186. Kommutator va Hub tarmoq qurilmalari o'rtasidagi farq nima?

A) Hub-mac address bo'yicha ma'lumotlarni uzatadi. Kommutator – IP address bo'yicha ma'lumotlarni uzatadi

B) Hub bitta translyatsiya domeniga va collision domeniga ega. Bir portga kelgan har qanday xabarni o'zidan boshqa barcha portlarga yuboriladi. Kommutator - LAN segmentlari o'rtasida paketlarni

filtrlaydigan va yo'naltiruvchi qurilma. Kommutatorlar bitta translyatsiya domeniga va bir nechta to'qnashuv domenlariga ega. U har qanday paketli protokolni qo'llab-quvvatlaydi

C) Kommutator va Hub qurilmalari bir xil rejimda ishlaydi

D) Kommutator OSI modelining 1 pog'onasida, Hub OSI modelning 2 pog'onasida ishlaydi

187. Kommutator va marshrutizator tarmoq qurilmalari o'rtasidagi farq nima?

A) Kommutator - LAN segmentlari o'rtasida paketlarni filtrlaydigan va yo'naltiruvchi qurilma. Kommutatorlar bitta translyatsiya domeniga va bir nechta to'qnashuv domenlariga ega. U har qanday paketli protokolni qo'llab-quvvatlaydi. Marshrutizator - bu tarmoq bo'ylab ma'lumotlar paketlarini uzatuvchi qurilma.

B) Router-mac address bo'yicha ma'lumotlarni uzatadi. Kommutator – IP address bo'yicha ma'lumotlarni uzatadi

C) Kommutator va marshrutizator qurilmalari bir xil rejimda ishlaydi

D) Kommutator OSI modelining 1 pog'onasida, marshrutizator OSI modelning 2 pog'onasida ishlaydi

188. Hub va Router tarmoq qurilmalari o'rtasidagi farq nima?

A) Hub OSI modelining 3 pog'onasida, marshrutizator OSI modelning 2 pog'onasida ishlaydi

B) Router-mac address bo'yicha ma'lumotlarni uzatadi. Hub – IP address bo'yicha ma'lumotlarni uzatadi

C) Hub va Router qurilmalari bir xil rejimda ishlaydi

D) Hub bitta translyatsiya domeniga va collision domeniga ega. Bir portga kelgan har qanday xabarni uzidan boshqa barcha portlarga yuboriladi. Router - bu tarmoq bo'ylab ma'lumotlar paketlarini uzatuvchi qurilma

189. MUT ma'lumotlarni necha usulda uzatish mumkin?

A) Simplex Half-duplex Full-duplex

B) Crossover straight

C) Automatic Dynamic Static

D) Full – Half

190. MTU (maximum transmission unit) nima va uzatish uchun uning hajmi qanday?

A) MTU maksimal uzatish birligini anglatadi va uning hajmi 1600

baytni tashkil qiladi

B) MTU maksimal uzatish birligini anglatadi va uning hajmi 1600 baytni tashkil qiladi.

C) MTU maksimal uzatish birligini anglatadi va uning hajmi 1024 baytni tashkil qiladi.

D) MTU maksimal uzatish birligini anglatadi va uning hajmi 1400 baytni tashkil qiladi.

191. Shaxsiy IP (Private) va umumiy (Public) IP farqlarini keltiring?

A) Private IP: Internetda qo'llaniladi. Public IP: local LAN ichida ishlatiladi

B) Private IP: local LAN ichida ishlatiladi. Public IP: Internetda qo'llaniladi

C) Private IP: korporativ tarmoqda qo'llaniladi Public IP: local LAN ichida ishlatiladi

D) Private va Public IP local LAN ichida ishlatiladi

192. IP va MAC adreslari o'rtasidagi aloqani qaysi jadval yordamida amalga oshiriladi?

A) Marshrutizatsiya jadvali

B) Mac-jadvali

C) ARP jadvali

D) IP jadval

193. ARP protokolida qanday xabar turlari mavjud?

A) ARP error va ARP request

B) ARP Echo va ARP error

C) ARP error va ARP reply

D) ARP request va ARP reply

194. Ping qaysi Internet sathi protokolidan foydalanadi?

A) ICMP

B) OSPF

C) RIP

D) HTTP

195. Qaysi kommutatsiya texnologiyasi translyatsiya domenining hajmini kamaytirishi mumkin?

- A) VLAN
- B) FTTx
- C) NAT
- D) AAA

196. Ma'lumotlarni inkapsulyatsiya qilishda birinchi qadam nima?

- A) Foydalanuvchi haqidagi axborotlarni o'chirish
- B) Foydalanuvchi haqidagi axborotlarni ma'lumot ko'rinishiga o'zgartiradi
- C) Foydalanuvchi haqidagi axborotlarni translatsiya qilish
- D) Foydalanuvchi haqidagi axborotlarni kodlash

197. IPv4 adreslash tizimidagi B Classga tegishli oraliqni aniqlang?

- A) 128.0.0.0 – 191.255.255.255
- B) 192.0.0.0 – 223.255.255.255
- C) 224.0.0.0 – 239.255.255.255
- D) 240.0.0.0 – 247.255.255.255

198. IPv4 adreslash tizimidagi C Classga tegishli oraliqni aniqlang?

- A) 240.0.0.0 – 247.255.255.255
- B) 128.0.0.0 – 191.255.255.255
- C) 224.0.0.0 – 239.255.255.255
- D) 192.0.0.0 – 223.255.255.255

199. QoS ni ta'minlash usullari keltirilgan qatorni aniqlang.

- A) IntServ, DiffServ, MPLS texnologiyalari
- B) FTTC, FTTB, FTTH texnologiyalari
- C) PON texnologiyasi
- D) VLAN texnologiyasi

200. Tarmoq monitoringini tashkil qilishda qo'llaniluvchi protokollarni aniqlang.

- A) Syslog, SNMP va NetFlow
- B) OSPF, BGP, RIP
- C) ARP, MPLS, IP
- D) VTP, SIP, HSRP

QISQARTMALAR

ADIKM	- Adaptiv differensial impuls kodli modulyatsiya
ARO‘/RAO‘	- Analog raqamli o‘zgartirgich/Raqamli analog o‘zgartirgich
AX	- Axborot xavfsizligi
DT	- Dasturiy ta’minot
DXQ	- Doimiy xotira qurilmasi
IKM	- Impuls kodli modulyatsiya
KT	- Kommutatsiya tugunlari
MUT	- Ma’lumotlar uzatish tarmoqlari
MUX	- Ma’lumot uzatish xizmatlari
OT	- Operatsion tizim
RAO‘/ARO‘	- Raqamli analog o‘zgartirgich / Analog raqamli o‘zgartirgich
TE	- Tarmoqlararo ekran
XEAI	- Xalqaro Elektr Aloqa Ittifoqi
ANSI	- American National Standart Institute
ARP	- Address Resolution Protocol
ATM	- Asynchronous Transfer Mode
BGP	- Border Gateway Protocol
BICC	- Bearer-Independent Call Control
BTV	- Broadcast Television
CAS	- Chemical Abstracts Service
CBWFQ	- Class-based weighted fair queuing
CCIE	- Cisco Certified Internetwork Expert

CEF	- Cisco Express Forwarding
CIDR	- Classless Inter-Domain Routing
CLI	- Command Line Interface
COPS	- Com mon Open Policy Service
CPU	- central processing unit
CQ	- Custom Queuing
CRC	- Cyclic Redundancy Check
DA	- Destination Address
DCE	- Data communication equipment
DCP	- Digital Cinema Package
DHCP	- Dynamic Host Configuration Protocol
DLCI	- Data Link Connection Identifier
DNS	- Domain Name System
DSCP	- Differentiated Services Code Point
DTE	- data terminal equipment
DTMF	- Dual-Tone Multi-Frequency
DUAL	- Diffusing-Update Algorithm
EEPROM	- Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
EGP	- Exterior Gateway Protocol
EIGRP	- Enhanced Interior Gateway Routing Protocol
EPG	- Electrtonis Program Guide
ETSI	- European Telecommunication Standart Institute
FCS	- Frame Check Sequence
FDDI	- Fiber Distributed Data Interface
FIFO	- First-in first-out

FR	-	Frame Relay	
FTP	-	File Transfer Protocol	
HDTV	-	High Definition Television	
HTTP	-	HyperText Transfer Protocol	
IBP	-	Integrated Business Planning	
ICMP	-	Internet Control Message Protocol	
IEEE	-	Institute of Electrical and Electronics Engineers	
IETF	-	Internet Engineering Task Force	
IGMP	-	Internet Group Management Protocol	
IGRP	-	Interior Gateway Routing Protocol	
INAP	-	Intelligent Network Application Part	
IPDV	-	IP packet delay variation	
IPER	-	IP packet error ratio	
IPLR	-	IP packet loss ratio	
IPTD	-	IP packet transfer delay	
IPTV	-	Internet Protocol Television	
IPX	-	Internetwork packet exchange	
ISDN	-	Integrated Services Digital Network	
IS-IS	-	Intermediate System - Intermediate System	
ISP	-	Internet Service Provider	
ISUP	-	Integrated Service Digital Network User Part	
ITU	-	International Telecommunication Union	
ITU-T	-	International Telecommunication Union- Telecommunication	
L2TP	-	Layer 2 Tunnelling Protocol	
LAN	-	Local Area Network	

LCN	- Logical Channel number
LDAP	- Lightweight Directory Access Protocol
LD-CELP	- Low Delay Code Excited Linear Prediction
LDP	- Label Distribution Protocol
LER	- Label Switch Edge Router
LLC	- Logical Link Control
LLQ	- Low Latency Queuing
LPC	- Low Pin Count
LSA	- Latent semantic analysis
LSDB	- Link State Data Base
LSR	- Label Switch Router
MAC	- Media access layer
MAC	- Medium Access Control
MAN	- Metropolitan Area Network
MD5	- Message Digest 5
MGCP	- Media Gateway Control Protocol
MIB	- Management Information Base
MPEG	- Moving Picture Experts Group
MPLS	- Multiprotocol Label Switching
MP-MLQ	- Multy-Pulse - Multy Level Quantization
MSB	- Most Sighificant Bit
MTU	- Maximum Transmission Unit
NAT	- Network Address Translation
NAT-PT	- Network Address Translation – Protocol Translation
NPVR	- Network Personal Video Recorder
NVOD	- Near Video on Demand

NVRAM	- Non Volatile Random Access Memory
OSI	- Open Systems Interconnection
OSP	- Open Settlement Protocol
OSPF	- Open Shortest Path First
PAL	- Phase Alternating Line
PAT	- Port Address Translation
PDU	- Protocol Data Unit
PIM	- Protocol Independent Multicast
PLTV	- Pause Live TV
PoE	- Power over Ethernet
PPP	- Point-to-Point Protocol
PPPoE	- Point-to-point protocol over Ethernet
PQ	- Priority Queuing
PVC	- Permanent Virtual Circuit
QoS	- Quality of Service
RAID	- Redundant Array of Independent Disks
RAM	- Random Access Memory
RIP	- Routing Information Protocol
ROM	- Read-only memory
RPS	- Redundant Power System
RSVP	- Resource ReSerVation Protocol
RTCP	- Real-Time Transport Control Protocol
RTP	- Real-time Transport Protocol
SA	- Source Address
SCCP	- Skinny Client Control Protocol
SCTP	- Stream Control Transmission Protocol

SDI	- Snappy Driver Installer
SECAM	- Sequence de Couleurs avec Memoire
SFP	- Small Form-factor Pluggable
SIP	- Session Initiation Protocol
SLP	- Service Location Protocol
SMS	- Short Message Service
SMTP	- Simple Mail Transfer Protocol
SNA	- Systems Network Architecture
SNAP	- SubNetwork Access Protocol
SNMP	- Simple Network Management Protocol
SO	- Start over
SPF	- Sun Protection Facto
SSH	- Secure Shell
STB	- Set-Top-Box
STP	- Straight Through Processing
SVC	- Switched Virtual Circuit
SVOD	- Subcsription Video on Demand
TCP/IP	- Transmission Control Protocol / Internet Protocol
ToS	- Type of Service
TSTV	- Time-shift TV
TTL	- Time to live
UDP	- User Datagram Protocol
UNI	- User Network Interface
VCi	- Virtual Channel Identifier
VLSM	- Variable Length Subnet Mask
VOD	- Video on Demand

VoIP	- Voice over IP
VPI	- Virtual path identifier
VPN	- Virtual Private Network
WAN	- Wide Area Network
WFQ	- Weighted Fair Queuing
WRED	- Weighted Random Early Detection
XML	- eXtensible Markup Language

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son Farmoni
2. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 19.11.2021 y. 699-son "O‘zbekiston Respublikasi telekommunikatsiya infratuzilmasini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori
3. W. Stallings. Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud. Copyright © 2016 by Pearson Education, Inc.
4. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник для вузов. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2016. — 992 с.
5. Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский. Сети связи: Учебник для ВУЗов. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. -400с
6. U.Azimov, M. Komilova, Y.Ahmedova, Sh. Adasheva. Axborot texnologiyalari atamalarining izohli lug‘ati. Toshkent – 2021
7. R.X. Djuraev, Sh.Yu. Djabbarov, B.M. Umirzakov. Tarmoq protokollari. O‘quv qo‘llanma. T.: ”Aloqachi”. 2018, 144 b.
8. Воробийченко П.П., Нечипорук О.Л., Струкало М.И. Принципы организации сетей с коммутацией пакетов: Учебное пособие. – Одесса: УГАС им. А.С. Попова, 2000. – 101 с.; ил.
9. Е.В. Смирнова, А.В. Пролетарский, Е.А. Ромашкина, А.М. Суровов, Р.А. Федотов. Технологии коммутации и маршрутизации в локальных компьютерных сетях : учеб. пособие М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013.
10. Смелянский Р.Л. Компьютерные сети: учебник для студ. высш. учеб. заведений: в 2 т. Т. 2. Сети ЭВМ / Р.Л.Смелянский. — М.: Издательский центр «Академия», 2011. — 240 с.
11. Stallings W. Data and computer communications. Pearson Education, Inc. Pearson Prentice Hall, 2007.
12. Васин Н.Н. Технологии пакетной коммутации. Часть 2. Маршрутизация и коммутация. Учебное пособие / Н.Н. Васин. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 261 с.
13. Программа сетевой академии Cisco CCNA 3 и 4.

- Вспомогательное руководство. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1000 с.
14. Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCNA ICND2, второе изд.: «И.Д. Вильямс», 2011. – 736 с.
 15. Джураев Р.Х., Джаббаров Ш.Ю., Умирзаков Б.М. Технологии передачи данных. Учебное пособие. 2008
 16. 10А. Б. Гольдштейн, А. В. Никитин, А. А. Шкрыль. Транспортные сети IP/MPLS. Технология и протоколы: учебное пособие / А. Б. Гольдштейн, А. В. Никитин, А. А. Шкрыль: СПбГУТ. – СПб., 2016. – 80 с.
 17. Голиков а.м. Транспортные и мультисервисные системы и сети связи: учебное Пособие. Часть1. – томск: томск. Гос. Ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. –83 с.
 18. ITU-T. Recommendation Y.1540 Internet protocol aspects – Quality of service and network performance, 2011.
 19. Recommendation ITU-T Y.1541 Network performance objectives for IP-based services (12/2013)
 20. Ушаков, И. А. Курс теории надежности систем: учеб, пособие для вузов / М.: Дрофа, Москва 2008. — 239 с
 21. Сети телекоммуникаций. Показатели и нормы качества услуг передачи данных. О‘z DSt 3205:2017.
 22. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 1990. – 24 с.
 23. Отраслевой стандарт. Сети передачи данных. речевые кодеки.Технические требования и методы контроля. TSt 45-070:2008
 24. Djuraev R.X., Yu.Sh. Djabbarov., Matqurbonov D.M., Temirova D.X —”Kommutatsiya va marshrutizatsiya” (1va 2 qismlar) fanining laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy qo‘llanma /TATU, 69 b. Toshkent, 2022 yil
 25. Suliman Mohamed Fati; Saiful Azad; Al-Sakib Khan Pathan., IPTV Delivery Networks: Next Generation Architectures for Live and Video-on-Demand Services. 2018._Pages: 392
 26. Rihards Olups, Patrik Uytterhoeven. Zabbix 4 Network Monitoring 2019

Kommutatsiya va marshrutizatsiya
5350100 “Telekommunikatsiya
texnologiyalari” (Telekommunikatsiyalar)
ta’lim yo‘nalishi talabalari uchun darslik

“MUT va T” kafedrası majlisiida ko‘rib
chiqildi va chop etishga tavsiya etildi. 2023
yil “27” 04 № 14-son bayonnoma

“Telekommunikatsiya texnologiyalari”
fakultetining ilmiy-uslubiy kengashida
ko‘rib chiqildi va chop etishga tavsiya
etildi. 2023 yil “19” 05 № 08 - sonli
bayonnoma.

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi
TATU ilmiy-uslubiy kengashida ko‘rib
chiqildi va chop etishga tavsiya etildi.
2023 yil “4” 05 № 8(99)- sonli bayonnoma

Tuzuvchilar:	R.X. Djurayev Sh.Yu. Djabbarov D.M. Matqurbonov Sh.X. Magdiyev
Taqrizchi:	Yu.K. Kamalov M.M. Abdullayev
Ma’sul muxarrir:	O.O. Xasanov
Musahhih:	N.D. Yulanova

**R.X. DJURAEV, SH.YU. DJABBAROV, D.M. MATQURBONOV,
SH.X. MAGDIYEV**

KOMMUTATSIYA VA MARSHRUTIZATSIYA

Тошкент – «NIHOL PRINT» ОК – 2024

Muharrir: Q. Matqurbonov
Tex. muharrir: A. Togʻayev
Musahhiha: G. Tagayeva
Kompyuterda
sahifalovchi: Sh. Tuxtamurodov



№ 7439-765f-47f1-7ea1-a683-4648-1314.
Bosishga ruxsat etildi 05.03.2024. Bichimi 60x84 1/16.
Shartli bosma tabogʻi 16. Nashr bosma tabogʻi 15.
Adadi 100. Buyurtma № 8

«Nihol print» OK da chop etildi.
Toshkent shahri, Muxtor Ashrafiy ko‘chasi, 99./101.