

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

Ş.O. Baýramow

**Kompýuter
maglumatlaryny
goramagyň
usullary we serişdeleri**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw
kitaby

Aşgabat – 2010

Ş.O. Baýramow, Kompýuter
maglumatlaryny goramagyň
usullary we serişdeleri.

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw
kitaby, Aşgabat – 2010 ý.

SÖZBAŞY

Garassyz, baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde geljegimiz bolan ýaşlaryň dünýäniň iň ösen talaplaryna laýyk gelýän derejede bilim almagy üçin ähli işler edilýär.

Hormatly Prezidentimiz döwlet başyna geçen ilkinji gününden bilime, ylma giň ýol açdy, Türkmenistan ýurdumyzda milli bilim ulgamyny kämilleşdirmek boýunça düýpli özgertmeler geçirmäge girişdi.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň „Türkmenistanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek hakynda“ 2007-nji ýylyň 15-nji fewralyndaky Permany bilim ulgamyndaky düýpli özgertmeleriň başyny başlady.

Häzirki wagtda milli bilim ulgamyndaky döwrebap özgertmeler ýaş nesliň ýokary derejede bilim almagyna we terbiýelenmegine, giň dünýägaraýyşly, edep-terbiýeli, tämiz ahlakly, kämil hünärmenler bolup ýetismeklerine uly ýardam edýär.

Okuw gollanmasy taýýarlanylanda ýokary okuw mekdepleriniň talypalaryna–geljekki inženerlere kompýuter tehnologiýasynda kompýuter torlaryny goramaklygy doly öwredip, olaryň hünär ugurlary boýunça kompýuter torlaryny özleşdirmekde taýýarlyklaryny üpjün etmek wezipelerinden ugur alyndy.

Şu okuw gollanmasynyň okadylmagynda esasy maksat kompýuter tehnologiýasyny ýaşlara çuňňur öwretmekden, olaryň okuw materiallaryny doly öwrenip, ýüze çykýan çylşyrymly meseleleri ýerine ýetirip bilmeklerini gazanmakdan ybaratdyr.

Şu okuw gollanmasy tor ulgamyň görnüşleri, ony guramagy, işletmegi we goramagy öwredýär. Okuw gollanma diňe tor ulgamynda adaty işleýjiler üçin däl–de, eýsem tory dolandyryjylar üçin hem niýetlenendir.

Kompýuter tehnologiýasyna degişli esasy meseleler talypalaryň özbaşdak ýerine ýetirmeklerini, kompýuter torlaryny

goramakda ulanylýan düzgünlerini we kadalaryny bilmeklerini hem-de dogry ulanmaklaryny gazanmakdan ybaratdyr. Bu okuw dersini inžener-sistemotehnik hünärinde okaýan talyplar doly derejede öwrenmelidirler.

Kompýutyer torlaryny özleşdirmek we goramak kompýuter tehnologiýasynyň beýleki dersleri bilen baglanyşdyrylyp okaldylmalydyr.

Talyplaryň aýratyn ýumuşlary özbaşdak ýerine ýetirmekleri olaryň öwrenilýän materiallary doly özleşdirmegine kömek edýär, özbaşdak işlemek we netije gazanmak ukyplaryny ösdürýär.

Okuw-terbiýeçilik işleriň netijeliligini ýokarlandyrmak, talyplaryň okuw materiallaryny üstünlikli özleşdirmeklerini gazanmak we olaryň pikirleniş ukyplaryny ösdürmek hem-de döredijilik işjeňligini artdyrmak üçin umumy okuwda, amaly we tejribe sapaklarynda okatmagyň dürli usullary ulanylýar.

Şu okuw gollanmasy ýokary okuw mekdepleriniň inžener-tehniki hünärleri üçin niýetlenendir.

Maglumatlary goramak barada umumy düşünje.

Maglumatlary goramagyň görnüşleri.

Kompýuter torunyň arhitekturasyny standartlaşdyrmakda ösüşlik bolup açyk ulgamlaryň özara baglanyşygynyň modeliniň (Open System Interconnection, OSI) işläp düzülmegi çykyş etdi, ol 80-nji ýyllaryň başlarynda şol wagta çenli toplanan tejribeligi umumylaşdyrdy. OSI modeli halkara standart bolup durýar we „diklik“ boýunça özara baglanyşygynyň meselesiniň bölünmeginiň usulyny, şol meseläni ýedi derejedäki komunikasion protokollara tabşyrmak bilen kesgitleýär. Derejeler protokollaryň stegi hökmünde belli bolan iýerarhiýany emele getirýär, ol ýerde her ýokarda duran dereje aşakda durany öz meselelerini çözmek üçin amatly gural hökmünde ulanylýar.

Häzirki wagtda bar bolan (ýa-da mundan golaýda bar bolanlar) protokollaryň stekleri umuman OSI modeliniň arhitekturasyny görkezýär. Emma protokollaryň her bir steginde

OSI arhitekturasyndan öz aýratynlyklary we tapawutlary bar. Şeýlelik bilen, has meşhur bolan TCP/IP stegi dört derejeden ybarat. Kompýuter torunyň standart arhitekturasy şeýle hem toruň elementleriniň – ahyrky düwünleriň (kompýuterleriň) we araky düwünleriň (kommutatorlaryň we marşrutizatorlaryň) arasynda protokollaryň paýlanylmagyny kesgitleýär. Araky düwünler trafigi ahyrky düwünleriň arasynda geçirip, protokollaryň steginiň diňe ulag wezipesini ýerine ýetirýär. Ahyrky düwünler maglumat hyzmatlaryny bermek bilen, meselem web-serwisi, protokollaryň tutuş stegini goldaýar. Wezipeleriň şeýle paýlanylmagy toruň „aňynyň“ onuň çetki böleklerine süýsmegini aňladýar.

Tor özara baglanyşygyň serişdeleriniň köp derejeli görkezilişi öz aýratynlyklaryna eýe, ol aýratynlyklar, habarlar bilen alyş-çalyş prosesinde azyndan, *iki tarapyň* çykyş edýändigini bilen bagly, ýagny bu ýagdaýda dürli kompýuterde işleýän apparat we programma serişdeleriniň iki iýerarhiýalarynyň sazlaşykly işini gurnamak gerek. Tor alyş-çalyşygynyň iki gatnaşyjysy köp ylalaşyklary kabul etmelidir. Meselem, olar elektrik signallaryň derejesini we formasyny, habarlaryň ölçegini kesgitlemegiň usulyny ylalaşmaly, hakykatlygyň gözegçiliginiň usullary barada şertleşmelidir we ş.m. Başgaça aýdanynda, ylalaşyklar hemme derejelerde, iň aşakysyndan – bitleri geçirmegiň derejesinden başlap we iň ýokarkysy – toruň ulanyjylaryna hyzmat etmegi amala aşyrýany bilen tamamlap kabul edilmelidir.

Suratda iki düwünleriň özara baglanyşygynyň modeli görkezilen.

Her tarapdan özara baglanyşygyň serişdeleri dört dereje bilen görkezilen. Her bir dereje iki görnüşli interfeýsleri goldaýar. Birinjiden, bu serişdeleriň „öz“ iýerarhiýasynyň ýokarda we aşakda duran derejeli hyzmat interfeýsleri. Ikinjiden, iýerarhiýanyň edol şol bir derejesinde ýerleşen başga tarapyň özara baglanyşygyň serişdeli interfeýs. Interfeýsiň bu görnüşini **protokol** diýip atlandyrýarlar. Şeýlelik bilen, protokol elmydama bir rangly interfeýs bolup durýar.

Iki düwüniň özara baglanyşygy

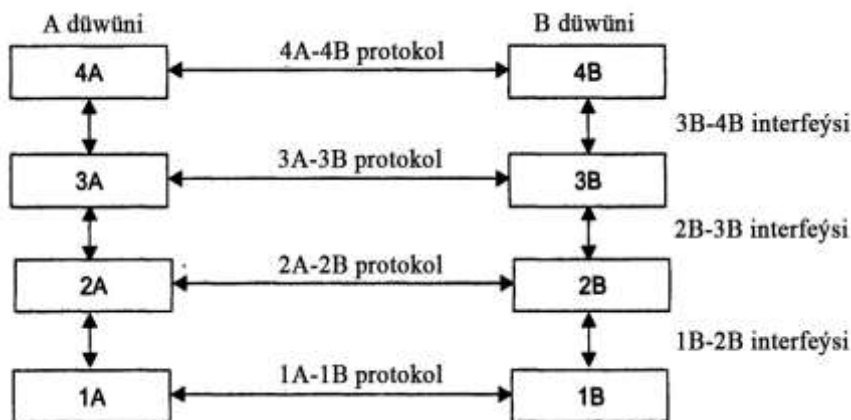
BELLIK

Hakykatda, „protokol“ we „interfeýs“ adalgalar şol bir düşünjäni berýärler — iki obýektiň özara baglanyşygynyň prosedurasynyň formalizlenen teswirlenmesi, emma torlarda döp boýunça olara hereket etmegiň dürli ugurlaryny berkidipdirler: protokollar dürli düwünlerde bir derejeli modullaryň özara baglanmagyň kadalaryny, interfeýsler bolsa – bir düwünde goňşy derejeleriň modullarynyň özara baglanmagyň kadalaryny kesgitleýärler.

Torda düwünleriň özara baglanyşygyny guramak üçin ýeterlik bolan iýerarhiki gurnalan protokollaryň toplumyna **protokollaryň stegi** diýilýär.

Aşaky derejeleriň protokollary köplenç programma we aparat serişdeleriň utgaşygy bilen, ýokarky derejeleriň protokollary bolsa, kada bolşy ýaly, programma serişdeleri bilen amala aşyrylýar.

Belli bir protokoly amala aşyryan programma modulyna



protokol esasy, ýa-da gysgaltma üçin, ýene-de protokol diýilýär. Şol bir protokolyň netijeligiň dürli derejesi bilen amala aşyrylymagynyň mümkindigi düşnükli. Hut şonuň üçin protokollar deňeşdirilende diňe olaryň işiniň logikasyny hasaba

alman, eýsem programma taýdan amala aşmagynyň hilini hem hasaba almalydyr. Mundan başga hem, torda gurluşlaryň özara baglanyşygynyň netijeliline stegi düzýän protokollaryň tutuş utgaşygy täsir edýär, ýagny, dürli derejeleriň *protokollarynyň arasynda wezipeleriň nähili rejeli paýlanmagy* hem-de olaryň arasynda interfeýsleriň nähili gowy kesgitlenmegi.

Iki özara baglaşan tarapyň bir derejeli protokol esasy olar üçin kesgitlenen protokola laýyklykda habarlar bilen alyş-çalýş edýär. Habarlar atdan we maglumatlar meýdanyndan (käwagt ol bolman hem bilýär) ybarat. Habarlaryň alyş-çalşygy arabaglanyşygyň özboluşly dili bolup durýar, ol arkaly her tarap beýleki tarapa özara baglanyşygyň her tapgyrynda näme etmegiň zerurdygyny „düşündirýär“. Her bir protokol modulyň işi oňa barýan habarlaryň atlarynyň interpretasiýasyndan we şonuň bilen bagly bolan hereketlerden ybarat. Dürli protokollaryň habarlarynyň ady dürli gurluşa eýe, bu bolsa olaryň funksionallygyndaky tapawutlyklara gabat gelýär. Habaryň adynyň gurluşy näçe çylşyrymly bolsa, şonça hem degişli protokola çylşyrymlu wezipeler tabşyrylan.

Aragatnaşyk ýollary. Aragatnaşyk ýollarynyň toparlanylyşy.

Başlangyç torlar, aragatnaşygyň ýollary we kanallary.

Maglumatlary ibermegiň fiziki gurşawy.

Aragatnaşyk ýollarynyň toparlanylyşy

Esasy sözleriň sanawy: halka, kanal, düzümlü kanaly, aragatnaşyk ýoly, başlangyç tor, üstüne goýlan tor, maglumatlary ibermegiň fiziki gurşawy, geçiriji (howa) aragatnaşyk ýoly, kabel aragatnaşyk ýoly, ekranlanmadyk burlan taý sim, ekranlanan burlan taý sim, misden kabel, radiokanal, giň ýaýlymly radio çägi, örän ýokary ýygylýyklaryň çägi, ultraýokary ýygylýyklaryň çägi, mikrotolkunlaryň çägi, maglumatlary geçirmegiň enjamy, modem, ISDN torlaryň terminal adapteri, sanly kanallara çatylmak üçin gurluşlar, maglumatlaryň çetdäki enjamlary, aralykdaky enjamlar, gaýtalaýjy, konsentrator, güýçlendiriji,

regenerator, multipleksor, demultipleksor, kommutator, analog aragatnaşygyň ýollary, sanly aragatnaşygyň ýollary.

Başlangyç torlar, aragatnaşygyň ýollary we kanallary

Toryň düwünleriniň arasynda maglumatlary iberýän tehniki ulgam teswirlenende edebiýatda birnäçe atlandyrmalara duş gelmek bolýar: *aragatnaşyk ýoly*, *düzüm kanaly*, *kanal*, *halka*. Köplenç bu adalgalar sinonim hökmünde ulanylýar, we köp ýagdaýlarda bu kynçylyklary döretmeýär. Şol bir wagtda hem, olary ulanylmaklarynda aýratynlyklar bar.

- **Halka** (link) — bu toruň iki goňşy düwünleriň arasynda maglumatlaryň iberilşini üpjün edýän segment. Ýagny halka, kommutasiýanyň we multiplekslemegiň aralykdaky guluşlaryny saklamaýar.
- **Kanal** (channel) bilen köplenç halkanyň kommutasiýada garaşsyz ulanylýan geçiriji ukybyň bölegini belgileýärler. Meselem, başlangyç toruň halkasy 30 kanaldan ybarat bolup bilýär, olaryň her biri 64 Kbit/s geçirijilik ukybyna eýe.
- **Düzüm kanaly** (circuit) — bu toruň iki ahyrky düwünleriň arasyndaky ýol. Düzüm kanaly araky halkalaryň aýry kanallary we kommutatorlarda içki birleşmeler bilen emele gelýär. Köplenç „epitet“ häsiýetlendirmesi aýrylýar we „kanal“ adalgasy hem-ä düzüm kanaly, hem-de goňşy düwünleriň arasyndaky, ýagny halkanyň çägendäki kanaly belgilemek üçin ulanylýar.
- **Aragatnaşyk ýoly** beýleki üç adalganyň islendik biriniň sinonimi hökmünde ulanylyp bilner.

Adalgamadaky bulaşyklyga gaty bir berk garamak gerek däl. Esasan bu adaty telefoniýadaky we ondan has täze ugur – kompýuter torlaryndaky adalgalaryndaky tapawutlyklara degişli bolup durýar. Konwergensiýa prosesi adalgalamagyň meselesini diňe has beterleşdirdi, sebäbi şol torlaryň köp mehanizmleri umumy boldular, emma özlerinde her ugurdan gelen

atlandyrmalaryň taýyny (käwagt ondan hem köp) sanyny sakladylar.

Mundan başga hem adalgalara köp manyda düşünmekligiň obýektiw sebäpler bar. Suratda aragatnaşyk ýolunyň iki görnüşi görkezilen. Birinji ýagdaýda (Surat, *a*) ýol birnäçe on metrlik kabeliň segmentinden düzülen we özi blen halka bolup durýar. Ikinji ýagdaýda (Surat, *b*) aragatnaşyk ýoly özi bilen kanallaryň kommutasiýaly torda giňden tutulan düzüm kanaly bolup durýar. Şeýle tor bolup **başlangyç tor** ýa-da telefon tory bolup durýar.

Emma kompýuter tory üçin bu ýol halka bolup durýar, sebäbi ol iki goňşy düwüni birleşdirýär, hem-de hemme kommutasiýa araky enjam bu düwünler üçin görünmeýän ýaly bolýar. Adalgalaryň derejesinde kompýuter hünärmenleriň we başlangyç torlaryň hünärmenleriň biri-birine düşnüzmezligi üçin sebäp bu ýerde görünip durandyr.

Başlangyç torlar kompýuter we telefon torlary üçin maglumatlary iberiş kanallaryň hyzmatlaryny hödürlemek üçin ýörite döredilýär, olar barada bu ýagdaýda, ýagny olar başlangyç torlaryň „üstünden“ işleýär we **üstünden goýulýan torlar** bolup durýar diýip aýdylýar.

Maglumatlary ibermegiň fiziki gurşawy

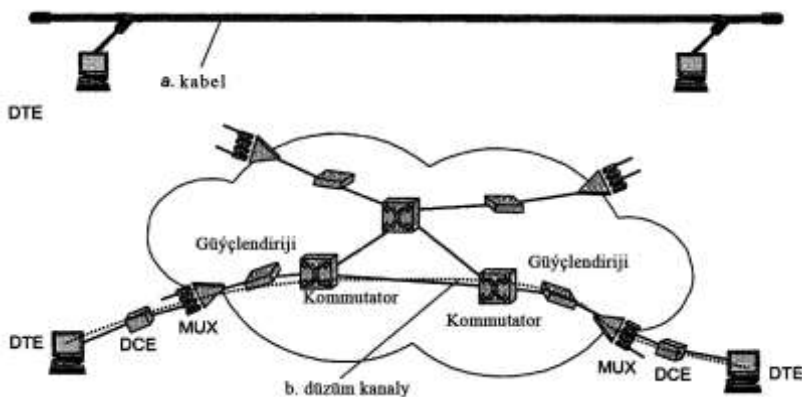
Aragatnaşyk ýolunyň düzümi

Aragatnaşyk ýollary şeýle hem, fiziki gurşawlary bilen hem tapawutlanýar, olar ony maglumaty ibermek üçin peýdalanýarlar.

Maglumatlary ibermegiň fiziki gurşawy signalary geçirýän geçiriji simleriň toplumy toplumy bolup bilýär. Şeýle geçirijileriň esasynda geçiriji (howa) ýa-da kabel aragatnaşyk ýollary gurnalýar (Surata seret). Gurşaw hökmünde şeýle hem ýeriň atmosferasy ýa-da üstünden maglumat signallary

ýaýradylýan kosmiki giňişlik ulanylýar. Birinji ýagdaýda geçiriji gurşaw, ikinji-de bolsa – geçirijisiz gurşaw barada aýdylýar.

Häzirki zaman telekommunikasiýa ulgamlarda maglumat elektrik togy ýa-da napryženiýesi, radiosignallar ýa-da ýagtylyk signallary arkaly iberilýär – hemme bu fiziki prosesler

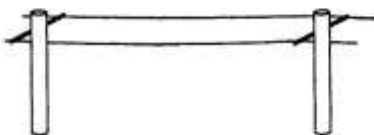


dürli ýygyllykly elektromagnit meýdanyň yrgyldylary bolup durýar.

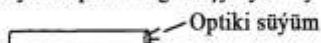
Geçiriş (howa) ýollary stolblaryň arasyndan geçirilen we howada asylan, hiçi hili üzňelik ýa-da ekranirleýji daşlyklary bolmadyk simler bolup durýar. Uzak bolmadyk geçmişte şeýle aragatnaşyk ýollary telefon we telegraf signallaryny ibermek üçin esasy bolup durýardylar. Häzirki günde geçiriji ýollar kabel görnüşleri bilen gysylyp çykarylýar. Emma käbir ýerlerde olar saklanyldy we başga mümkinçilikler bolmanynda kompýuter maglumatlaryny hem ibermekde ulanylmagy dowam edýärler. Bu ýollaryň tizlik hilleri we päsgelçilikden goranylyşy gowulyga garaşmagy galdyrýarlar.

Kabel ýollary ýeterlikçe çylşyrymly gurnawa eýe bolup durýarlar. Kabel üzňeligiň birnäçe gatnaklaryň: elektrik, elektromagnit, mehaniki we, mümkin klimatik gatnaklaryň içine salnan simlerden ybarat. Mundan başga hem, kabel özüne dürli enjamlary tiz birikmegi ýerine ýetirmegi mümkin edýän öýjükler bilen enjamlaşdyrylyp bilner.

► Suwasty (howa) aragatnaşyk ýollary



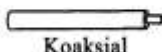
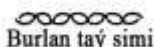
► Süýüm-optiki aragatnaşyk ýollary



► Ýer ýüzi we hemra aragatnaşygyň radiokanallary



► Kabel aragatnaşyk ýollary (mis)



Maglumatlary iberiş gurşawlaryň görnüşleri

Kompýuter (telekomunikasion) torlarynda kabeliň esasy üç görnüşü ulanylýar: mis simleriň towlanan taýlarynyň esasyndaky kabeller, — **ekranlanmadyk örülen goşa simi** (Unshielded Twisted Pair, UTP) — **ekranlanan örülen goşa simi** (Shielded Twisted Pair, STP), mis simli **koaksial kabeller**, süýüm-optiki kabeller. Kabelleriň ilkinji iki görnüşine mis kabel diýilýär.

Ýerüsti we hemra aragatnaşygyň **radiokanallary** radiotolkunlaryň iberijisi we kabul edijisi arkaly emele gelýär. Biri birinden hem ulanylýan ýygylýk çägi bilen, şeýle hem kanalyň uzaklygy bilen tapawutlanýan radiokanallaryň köp dürli görnüşleri bardyr. **AM-çäkler** diýlip, ýa-da amplituda modulýasiýanyň çäkleri (Amplitude Modulation, AM) diýlip atlandyrylýan, **giň ýaýlymly radionyň çäkleri** (uzyn, orta we gysga tolkunlaryň), uzak aralykdaky aragatnaşygy üpjün edýär, emma maglumatlaryň geçirilşiniň ýokary däl tizliginde. Has tizlikli bolup, ýygylýkly modulýasiýasy (Frequency Modulation, FM) ulanylýan, **örän ýokary ýygylýklaryň çäklerini** (Very High Frequency, VHF) ulanýan kanallar bolup durýar. Maglumatlary ibermegk üçin şeýle hem **ultra ýokary ýygylýklaryň çäkleri** (Ultra High Frequency, UHF) ulanylýar, olara mikrotolkunlaryň çäkleri (300MGs-den ýokary) hem

diýilýär. 30MGs-den ýokary bolan ýygýlykda signallar eýýam Ýeriň ionosferasy bilen serpikdirilmeyär we durnukly aragatnaşyk üçin iberiji bilen kabul edijiniň arasynda gönümel görünilik zerur bolup durýar. Şol sebäpli, şeýle ýygýlyklar ýa hemra kanallaryny, ýa-da radiorele kanallary, ýa-da şol şert ýerine ýetirilýän lokal we ykjam torlaryny ulanýar.

Kompýuter torlarynda häzirki wagtda agzalan maglumatlary ibermegiň fiziki gurşawlaryň hemme görnüşleri ulanylýar. Giň geçiriş zolagyna we päsgelçiliklere pes duýgurlyga eýe bolan süýüm-optiki kabeller gowy mümkinçilikleri hödürleýär. Häzirki wagtda olaryň esasynda hem iri sebitleýin we öäher torlarynyň ýollary, hem-de ýokary tizlikli lokla torlary gurulýar. Köp ulanylýan gurşaw bolup burlan taý simi durýar, ol hiliň baha bolan gowy gatnaşygy we gurnamaklygyň ýönekeýligi bilen häsiýetlenýär. Simsiz kanallar köplenç kabel ýollaryny ulanyp bolmajak ýagdaýlarda ulanylýar – meselem, kanal az ilatly ýerlerden geçirilende ýa-da toruň ykjam ulanyjylary bilen aragatnaşyk üçin. Ykjamlygy üpjün etmeklik ilkinjilik bilen telefon torlaryna degişli boldy, kompýuter torlary bu meselede heniz yza galýarlar. Muňa garamazdan, kompýuter torlarynyň simsiz tehnologiýalarynyň esasynda gurulmagy, meselem, Radio Ethernet tehnologiýasy boýunça, häzirki wagtda telekommunikasiýalaryň iň ileri tutulýan ugurlarynyň biri hasaplanylýar.

Maglumatlary iberiş enjamlary

Ýokarda suratda görkezilişi ýaly, aragatnaşyk ýollary diňe bir iberiş gurşawyndan ybarata bolman, enjamlardan hem durýar. Eýsem, aragatnaşyk ýoly başlangyç toruň üstünden geçmän, kabelede esasynda bolanda hem, onuň düzümine maglumaty iberiş enjamlary girýär.

Maglumaty iberiş enjamlary (Data Circuit Equipment, DCE) kompýuter torlarynda gönümel kompýuterleri we kommutatorlary aragatnaşyk ýollaryna birleşdirýär we şeýlelik bilen, araçäkçi enjam bolup durýar. Maglumaty iberiş enjamlary

adatça aragatnaşyk ýolunyň düzümine girizýärler. DCE mysaly bolup, **modemler** (telefon ýollary üçin), **ISDN torlarynyň terminal adapterleri**, DSU/CSU (Data Service Unit/Circuit Service Unit) başlangyç torlarynyň **sanly kanallaryna birikmek üçin gurluşlar** durýar.

DCE, OSI modeliniň fiziki derejesinde işleýär hem-de fiziki gurşawa (ýola) maglumatyň iberilişine we ondan gerek bolan formaly, kuwwatly we ýygylkly signallary kabul edişe jogap berýär. Aragatnaşyk ýoly boýunça ibermek üçin maglumatlary işläp çykarýan we maglumat iberiş enjamlaryna gönümel çatylýan, aragatnaşyk ýolunyň ulanyjysynyň enjamyna umulaşdyrylyp **maglumatlaryň çetdäki enjamy** (Data Terminal Equipment, DTE) diýilýär. DTE mysaly bolup, kompýuterler, kommutatorlar we marşrutizatorlar durýar. Bu enjamlary aragatnaşyk ýolunyň düzümine goşmaýarlar.

BELLIK

Lokal torlarynda enjamlaryň DCE we DTE bölünmegi ýetrellekçe şertli bolup durýar. Meselem, lokal torunyň adapterini kompýutere degişli edip bolýar, ýagny DTE enjamy diýip bolýar, şol bir wagtda hem aragatnaşyk kanalyň düzüm bölegine hem degişli etmek bolýar, ýagny DCE enjamy hökmünde. Has takyk tor adapteriniň bir bölegi DTE funksiýasyny, beýlekisi, onuň signallary kabul edýän we iberýän çetdäki bölegi bolsa DCE degişli bolýar.

DCE gurluşlaryny DTE gurluşlaryna birikdirmek üçin (ýagny kompýuterlere ýa-da kommutatorlara/marşrutizatorlara) birnäçe standart interfeýs bar. Bu gurluşlar biri-birinden gysga, kada bolşy ýaly, birnäçe metr aralyklarda işleýärler.

Araky enjamlar adatça uly uzynlykly aragatnaşyk ýollarynda ulanylýar. Olar iki esasy meseläni çözüärler:

- signalyň hiliniň gowulanmagy;
- toruň iki abonentiniň arasynda hemişelik düzüm kanalyň döredilmegi.

Lokal torlarynda fiziki gurşawyň – kabelleriň ýa-da radioefiriň uzynlygy bir tor adapterine gönümel beýleki tor adapterinden signallary goşmaça güýçlendirme bolmazdan kabul etmegi mümkin edýän bolsa araky enjamlar ulanylman hem bilýär. Başga ýagdaýlarda araky enjamlar ulanylýar, bu ýerde olaryň roluny **gaýtalýjylar we konsentratorlar** görnüşli gurluşlar oýnaýar.

Global torlarda ýüzlerçe we münlerçe kilometrler signallaryň ýokary hilli geçirilini üpjün etmek zerur. Şol sebäpli kesgitli aralyklarda guralan **güýçlendirijilersiz** (signallaryň kuwwatlyklaryny ýokarlandyrýar) we **regeneratorlarsyz** (kuwwatlygy ýokarlandyrmak bilen bir hatarda uly aralyklara geçirilende üýtgän, impuls signallaryň formasyny dikeldýär) sebitleýin aragatnaşyk ýoluny guramak mümkin däl.

Başlangyç torlarda ýokarda seredilen signallaryň ýokary hilli geçirilişini üpjün edýän enjamlardan başga, araky kommutasişa enjamlary — **multipleksorlar** (MUX), **demultipleksorlar** we **kommutatorlar** zerur bolup durýar. Bu enjamlar toruň iki abonentiniň arasynda fiziki gurşawyň kesimlerinden – güýçlendirijisi bolan kabellerden hemişelik düzüm kanalyňy döredýär.

Araky enjamlaryň görnüşine baglylykda hemme aragatnaşyk ýollary analog we sanly görnüşlerine bölünýär. **Analog ýollarynda** araky enjamlar analog signallaryny güýçlendirmek üçin niýetlenen, ýagny bahalaryň üznüksiz çäklerine eýe bolan signallaryny. Şeýle aragatnaşyk ýollary adaty telefon kommutatorlaryň biri-biri bilen aragatnaşygy üçin telefon torlarynda ulanylaýr. Birnäçe pes tizlikli analog abonent kanallaryny multipleksirleýän ýokary tizlikli kanallary döretmek üçin, analog çemeleşmede adaty *ýygýlykly multipleksirlemegiň tehnikasy* (Frequency Division Multiplexing, FDM) ulanylýar.

Sanly aragatnaşyk ýollarynda iberilýän signallar ýagdaýlaryň ahyrky sanyna eýe. Kada bolşy ýaly, elementar signal, ýagny iberiji enjamyň bir taktynda iberilýän signal 2, 3, ýa-da 4 ýagdaýa eýe bolýar, olar aragatnaşyk ýollarynda

göniburçly formally impulsar ýa-da potensiallar bilen işlenip çykarylýar. Şeýle signallaryň kömegi bilen hem kompýuter maglumatlary, hem-de sifrlenlen sözleme we şekil geçirilýär (hut, häzirkizaman kompýuter, telefon we teleýaýlym torlary tarapyndan maglumaty görkezmegiň deň usuly arkaly hemmeler üçin umumy bolan başlangyç torlaryň emele gelmegi mümkin boldy).

Sanly aragatnaşyk ýollarynda ýörite araky enjamlar – impulsalaryň formasyny gowulandyryň we olaryň yzygiderli gelmeginiň periodyny dikeldýän regeneratorlar ulanylýar. Ýaşlangyç torlaryny multipleksirlemegiň we kommutirlemegiň araky enjamlary *kanallary wagtlaýyn multipleksirlemegiň* (Time Division Multiplexing, TDM) düzgüni boýunça işleýär.

Aragatnaşyk ýollarynyň häsiýetnamalary. Aragatnaşyk ýollarynda signallaryň spektral analizi.

Aragatnaşyk ýollarynyň häsiýetnamalary

Esasy sözleriň sanawy: garmonika, signalyň spektral (spektr) bölünmegi (спектр), signalyň spektriniň ini, Furýeniň formulalary, daşky päsgelçilikler, içki päsgelçilikler, ýa-da çeneme, signalyň öçmegi, uzynlyklaýyn öçme, durulyk penjiresi, kuwwatlygynyň absolýut derejesi, kuwwatlygynyň göräleýin derejesi, kabul edijiniň duýgurlygynyň çägi, tolkunlaýyn garşylyk, ýoluň päsgelçilige durnuklylygy, elektrik aragatnaşyk, magnit aragatnaşygy, gönükdirilen signal, ýakyn uçada köptaraplaýyn çeneme, daşky uçada köptaraplaýyn çeneme, kabeliň goranylyşy, maglumatlary ibermegiň hakykatlygy, bit ýalňyşlyklaryň intensiwligi, geçiriş zolagy, geçirijilik ukyby, fiziki, ýa-da çyzyklaýyn kodirleme, göteriji signal, göteriji ýygýlyk, modulýasiýa, takt, bod.

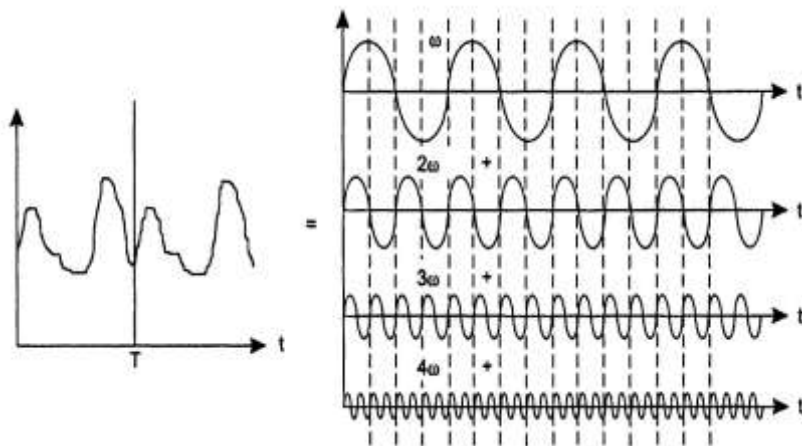
Aragatnaşyk ýollarynda signallaryň spektral analizi

Aragatnaşyk ýolunyň parametrlerini kesgitlemekde şol ýol boýunça iberilýän signalyň spektral bölünmegine wajyp

orun berilýär. Garmoniki analiziň teoriýasyndan, *islendik periodiki prosesi dürli ýygylkly we dürli amplitudaly sinusoidal yrgyldylaryň jemi hökmünde görkezmek mümkindigi belli* (surata seret).

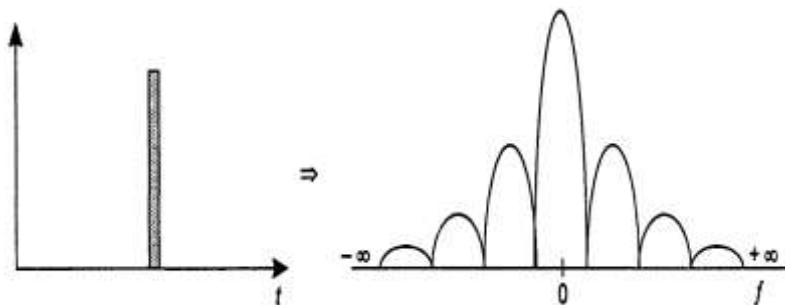
Her bir düzümdäki sinusoida **garmonika** diýlip atlandyrylýar, hemme garmonikalaryň toplumyna bolsa başlangyç signalyň **spektral bölünmesi**, ýa-da **spektri** diýilýär.

Periodiki signaly sinusoidalaryň jemi bilen görkezilmegi



Signalyň spektriniň ini diýlip goşulanda başlangyç signaly berýän sinusoidalaryň toplumynyň maksimal we minimal ýygylklarynyň arasyndaky tapawuda düşünilýär.

Periodik däl signallary ýygylklaryň üznüksiz spektrli



sinusoidal signallaryň integrally görnüşinde görkezmek bolýar. Ýagny, ideal impulsyň (birlik kuwwatlykly we nola deň bolan dowamly) spektral bölünmegi $-oo$ başlap $+oo$ çenli ýygylýklaryň tutuş spektriniň düzümine eýe bolýar (Surat).

Ideal impulsyň spektral bölünmegi

Islendik başlangyç signalyň spektriniň tapylyş tehnikaşy bellidir. Analitiki teswirlenýän käbir signallar üçin (meselem, deň dowamly we amplitudaly göniburçluk impulsaryň zygyderligi üçin), spektr **Furýeniň formulalarynyň** esasynda aňsat hasaplanylýar.

Tejribelikde duş gelýän, islendik formaly signallar üçin spektri ýörite abzallaryň – spektral analizatorlaryň kömegi bilen tapmak bolýar, olar hakyky signalyň spektrini ölçeýärler we düzüji garmonikalaryň amplitudalaryny ekranda görkezýärler, olary printerde çap edýärler ýa-da işläp bejermek we saklamak üçin kompýutere berýärler.

Iberiji aragatnaşyk ýoly tarapyndan haýsy-da bolsa bir ýygylýgyň sinusoidasynyň üýtgedilmegi, ahyrky netijede, islendik görnüşli iberilýän signalyň amplitudasynyň we formasynyň üýtgedilmegine getirýär. Formanyň üýtgemegi diňe dürli ýygylýklaryň sinusoidalary deň üýtgemeýän ýagdaýynda bildirilýär. Eger bu sözleşişi geçirýän analog signaly bolsa, onda obertonlaryň – gyraky ýygylýklaryň üýtgemeginiň hasabyna sesiň äheňi üýtgeýär. Kompýuter torlaryna mahsus bolan impuls signallary geçirilende pes ýygylýkly we ýokary ýygylýkly garmonikalar üýtgeýär, netijede impulsaryň frontlary öz göniburçluk formasyny ýitirýär (8.5. sur.) we signallar ýoluň kabul ediji soňunda erbet tanalmagy mümkin.

Iberilýän signallar aragatnaşyk ýollarynyň kämil dældigi sebäpli üýtgeýär. Iberilýän signala hiç-hili päsgelçilikleri girizmeýän ideal iberiji gurşaw, azyndan, nola deň bolan garşylyga, sygymlyga we induktiwlige eýe bolmalydyr. Emma tejribelikde mis simler, meselem, hemişe uzynlyklary boýunça aktiw garşylygyň, sygymlyk we induktiw ýüklenmeleriň belli

bir utgaşmasy hökmünde bolup durýarlar (Surata seret). Netijede dürli ýygylýklaryň sinusoidalary şol ýollar arkaly dürli geçirilýär.

Aragatnaşyk ýolunyň ideal däl fiziki parametrleri sebäpli signallaryň üýtgemeginden başga, **daşky päsgeçilikler** hem bar, olar ýoluň çykyşynda signallaryň formasynyň üýtgemegine öz goşandlaryny goşýar. Bu päsgeçilikler dürli elektrik hereketlendirijiler, elektron gurluşlar, atmosfera hadysalar we b. tarapyndan döredilýär. Kabelleriň döredijileri tarapyndan işlenip düzülen goranyş çärelerine we güýçlendiriji we kommutirleýji enjamlaryň bolmagyna garamazdan, daşky päsgeçilikleriň täsiriniň dolyt öwezini dolmaklyk başardanok. Daşky päsgeçilikden daşary, kabelde **içki päsgeçilikler** hem bar - simleriň bir taýynyň beýlekiniň üstüne **çeneme**. Netijede aragatnaşyk ýolunyň çykyşyndaky signallar üýtgedilen forma eýe bolmagy mümkin (Aşakdaky sduratda görkezilişi ýaly).

Öçmeklik we tolkunlaýyn garşylyk

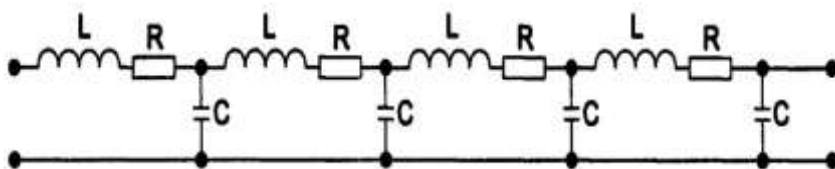
Aragatnaşyk ýollary bilen sinusoidal signallaryň üýtgemeginiň derejesine ölçme we geçiriş zolagy ýaly häsiýetnamalar arkaly baha berilýär.

Öçmeklik aragatnaşyk ýolunyň çykyşynda nusgalaýyn sinusoidal signalyň kuwwatlygynyň şol ýoluň girişindäki signalyň kuwwatlygyna garanynda näçe peselýändigini görkezýär. Öçmeklik (A) adatça desibelde (dB) ölçenilýär we aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$A = 10 \lg P_{\text{out}}/P_{\text{in}}.$$

Bu ýerde P_{out} — ýoluň çykyşyndaky signalyň kuwwatlygy, P_{in} — ýoluň girişindäki signalyň kuwwatlygy. Öçmeklik aragatnaşyk ýolunyň uzynlygyna baglydygy sebäpli aragatnaşyk ýolunyň häsiýetnamasy hökmünde uzynlyklaýyn ölçme, ýagny kesgitli uzynlykly aragatnaşyk ýolundaky

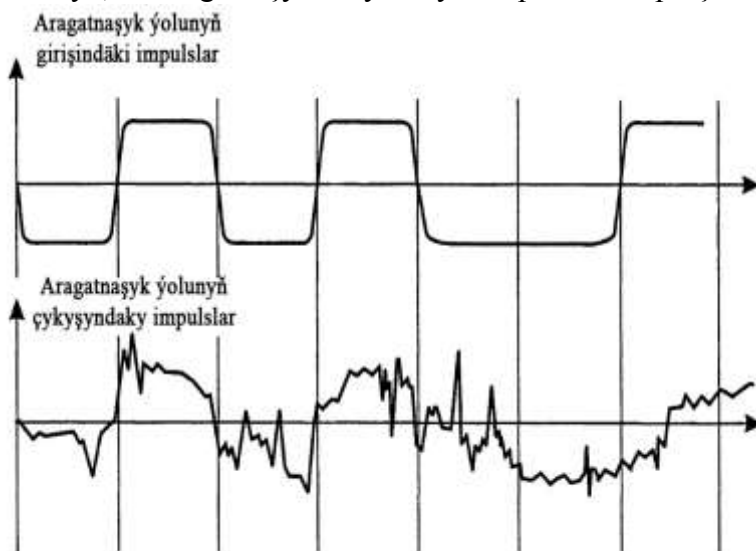
öçmeklik. Lokal torlarynyň kabelleri üçin şeýle uzynlyk hökmünde adatça 100m ulanýarlar, sebäbi şu baha käbir LAN-tehnologiýalary üçin kabeliň maksimal uzynlygy bolup durýar. Sebitleýin aragatnaşyk ýollary üçin uzynlyklaýyn öçmekligi 1 km aralyk üçin ölçeyärler.



Aragatnaşyk ýolunda impulsalaryň üýtgemegi

Ýoluň paýlanan induktiw-sygymlýk ýüklenme hökmünde görkezilmegi

Adatça öçmeklik bilen kabellerden we kross bölümlerden ybarat bolan, güýçlendirijileri we regeneratorlary bolmadyk, aragatnaşyk ýolunyň passiw parçalaryny



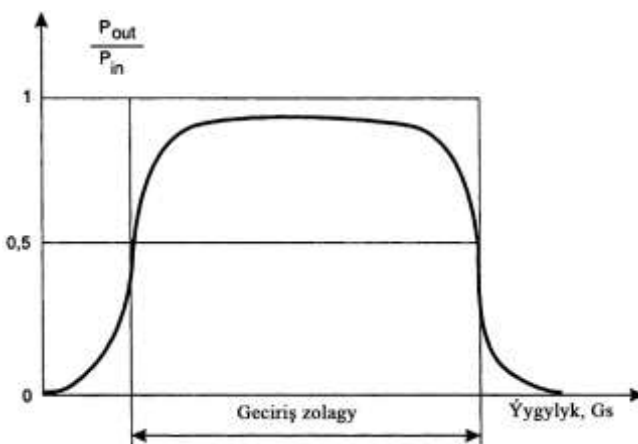
häsiýetlendirýärler. Kabeliň çykyş signalynyň kuwwatlygynyň

araky güýçlendirijiler bolmazdan giriş signalynyň kuwwatlygyndan kiçi bolany sebäpli kabeliň öçmekligi hemişe *otrisatel ululyk* bolup durýar.

Sinusoidal signalyň kuwwatlygynyň öçmekliginiň derejesi sinusoidanyň ýygylgyna bagly we bu baglanyşyk hem aragatnaşyk ýolunyň häsiýetnamasy üçin ulanylýar (Aşakdaky surata seret).

Aragatnaşyk ýolunyň parametrleri teswirilenende köplenç öçmekligiň bahalary *ýygylklaryň diňe birnäçe bahalary* üçin getirilýär. Bu bir tarapdan ýoluň hili barlananda ölçegleri ýenilleşdirmek çalyşmaklyk bilen düşündirilýär. Başga taradan, tejribelikde köplenç iberilýän signalyň esasy ýygylgy öňünden belli bolýar, ýagny garmonikasy iň uly amplituda we kuwwatlyga eýe bolan ýygylgy. Şol sebäpli, ýol boýunça iberilýän signalaryň üýtgemelerine takmynan baha bermek üçin şol ýygylgykdaky öçmekligi bilmeklik ýeterlik bolýar.

Öçmekligiň ýygylgy baglylygy

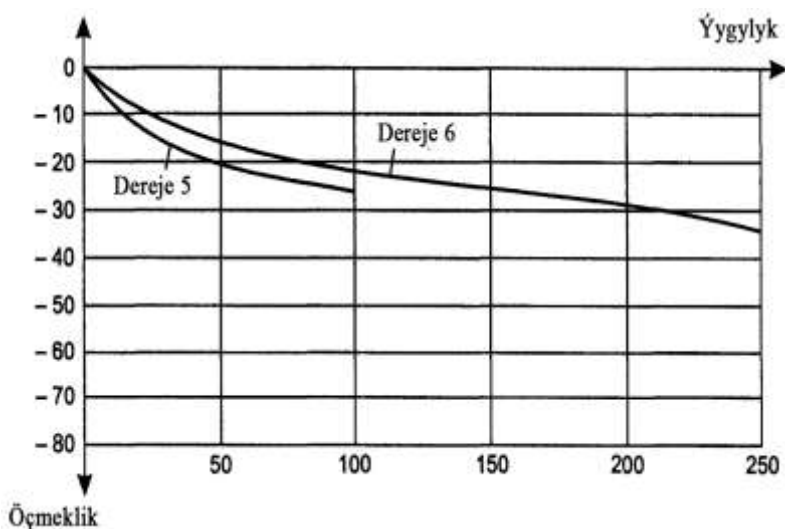


ÜNS BERMELI

Ýokarda aýdylyşy ýaly, öçmeklik elmydama *otrisatel baha* eýe bolup durýar, emma köplenç minus belgisini aýyrýarlar, şonda käwagt bulaşyklyk emele gelýär. Aragatnaşyk ýolunyň hili näçe ýokary bolsa, şonça hem öçmeklik uly (belgini

hasaba almak bilen) diýen belleme dogry bolup durýar. Eger belgi hasap edilmese, ýagny öçmekligiň absolýut bahasy göz önünde tutulsa, onda hili has ýokary bolan ýolda öçmeklik kiçidir. Mysal getireliň. Binalarda içki geçirme üçin derejesi 5 bolan burlan taý simdäki kabeli ulanýarlar.. Bu kabelde lokal torlaryň hemme tehnologiýalary işleýär, ol, kabeliň uzynlygy 100m bolanda 100 MGs ýygylýk üçin -23,6 dB-den pes bolmadyk öçmeklik bilen häsiýetlenýär. 6 derejeli hili has ýokary bolan kabel 100 MGs ýygylýkda -20,6dB-den pes bolmadyk öçmeklige eýe bolup durýar. Netijede $-20,6 > -23,6$ alýarys, emma welin $20,6 < 23,6$.

Aşakdaky suratda 5 we 6 derejeli ekranlanmadyk burlan taý simdäki kabel üçin öçmekligiň ýygylýkdan bolan nusgalaýyn baglanyşygy görkezilen.



Ekranlanmadyk örülen goşa simdäki kabeliň öçmekligi

Optiki kabel öçmekligiň düýpli kiçi (absolýut ululygy boýunça) ululyyklara eýe, adaty kabeliň uzynlygy 1000 m bolanda -0,2-den -3 dB-e çenli, we şeýlelik bilen burlan taý simdäki kabelden has ýokary hilli bolup durýar. Hemme optiki

süýümler öçmekligiň tolkunyň uzynlygyndan çylşyrymly baglanyşyga eýe, ol **durulyk penjiresi** diýlip atlandyrylýandan üçüsine eýe bolup durýar.

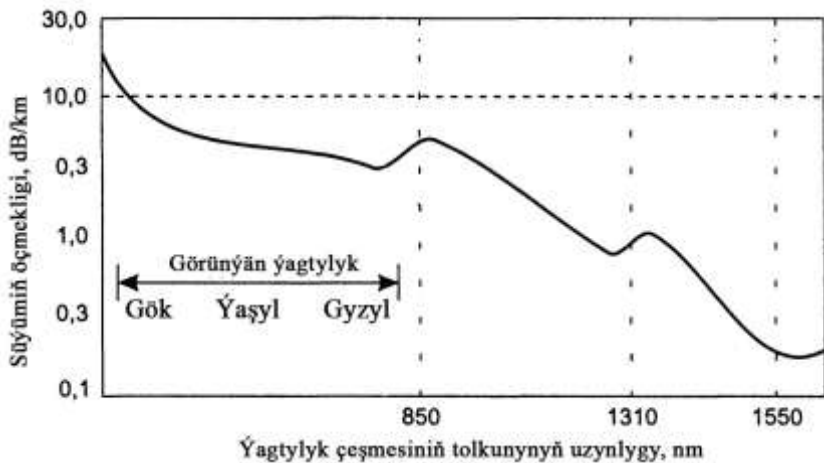
Aşakdaky suratda optiki süýüm üçin öçmekligiň mahsus baglylygy görkezilen. Suratdan häzirki zaman süýümleriň netijeli ulanylyş gerimi uzynlygy 850 nm, 1300 nm we 1550 nm (degişlikde 35 TGs, TGs ТГц we 19,4 TGs) bolan tolkunlar bilen çäkilendirilendigi görünýär. 1550 nm penjiresi has pes ýitgileri üpjün edýär, we şeýlelik bilen, iberijiniň fiksirlenen kuwwatlygynda we kabul edijiniň fiksirlenen duýgurlygynda maksimal uzaklygy üpjün edýär.

Signalýň kuwwatlygynyň häsiýetnamasy hökmünde kuwwatlygyň absolýut we göräleýin derejeleri ulanylýar. **Kuwwatlygyň absolýut derejesi** wattda ölçenilýär, **kuwwatlygyň göräleýin derejesi**, öçmeklik ýaly desibelde ölçenilýär.

Şonda kuwwatlygyň baza bahasy hökmünde, oňa göräleýin signalýň kuwwatlygy ölçenilýär, 1mWt ähmiýet kabul edilýär. Şeýlelik bilen, kuwwatlygyň göräleýin derejesi p şu formula boýunça ölçenilýär:

$$p = 10 \lg P/1mWt [dBm].$$

Bu ýerde P — milliwatda signalýň absolýut kuwwatlygy, dBm bolsa — kuwwatlygyň göräleýin derejesiniň ölçeg birligi (1mWt-a bolan desibel). Kuwwatlygyň göräleýin bahalaryny *aragatnaşyk ýollarynyň energetiki býujetiniň hasaplamalarynda* ulanmak amatly.



Optiki süýümiň durulyk penjiresi

Mysal

Goý, ýoluň çykyşynda signalyň göräleýin kuwwatlygy belli bir çäkleýin y (dBm) bahadan kiçi bolmaz ýaly ýeterlik bolan iberijiniň göräleýin minimal kuwwatlygyny x (dBm) kesgitlemeklik gerek bolsun. Ýoluň öçmekligi belli we A deň. Goý X we Y — degişlikde ýoluň girişinde we çykyşynda signalyň kuwwatlygynyň absolyút bahalary. We goý olar milli wattda berlen bolsun. Kesgitleme boýunça $A = 10 \lg X/Y$. Logarifmleriň häsiýetini ulanmak bilen şuny alýarys:

$$A = 10 \lg X - 10 \lg Y - 10 \lg X/1 \text{ mWt} - 10 \lg Y/1 \text{ mWt}.$$

Deňlemäniň iki soňky agzasynyň kesgitleme boýunça çykyşdaky we girişdäki signallaryň kuwwatlygynyň göräleýin bahalary bolup durýandygyny bellemek bolýar, şol sebäpli, ýönekeý gatnaşyga gelýäris $A = x - y$, ondan bolsa, iberijiniň minimal zerur bolan kuwwatlygynyň öçmekligiň we çykyşdaky signalyň kuwwatlygynyň jemi hökmünde kesgitlenmegi mümkindigi gelip çykýar: $x = A + y$.

Hasaplamanyň aňryçäk ýönekeýleşmegi başlangyç maglumatlar hökmünde giriş we çykyş signallaryň

kuwwatlygynyň göräleýin bahalarynyň ulanylandygy sebäpli mümkin boldy. Mysalda ulanylan y ululygy **kabul edijiniň duýgurlygynyň çägi** diýlip atlandyrylýar we kabul edijiniň girişinde signalyň minimal kuwwatlygy bolup durýar, şonda ol signalda saklanylýan diskret maglumaty dogry tanamaga ukyply bolmalydyr. Aragatnaşyk ýolunyň kadaly işlemegi üçin iberijiniň signalynyň minimal kuwwatlygynyň, eýsem aragatnaşyk ýolunyň öçmekligi bilen peseldilen hem bolsa, kabul edijiniň duýgurlygynyň çäginden ýokary bolmalydygy görünip durandyr: $x - A > y$. Şu şertiň barlanylmagy ýoluň energetiki býujetiniň hasaplamasynyň manysy bolup durýandyr.

Mis ýolunyň wajyp parametri bolup onuň **tolkunlaýyn garşylygy** çykyş edýär, ol, kesgitli ýygyllykly elektromagnit tolkunyň önünden bir görnüşli zynjyryň ugrunda ýaýranynda duş gelýän doly (toplumlaýyn) garşylyk bolup durýar. Tokunlaýyn garşylyk Om-da ölçenilýär we aragatnaşyk ýolunyň aktiw garşylygy, uzynlyklaýyn induktiwlige we uzynlyklaýyn sygymlygy, şeýle hem signalyň ýygyllygy ýaly parametrlerine bagly bolup durýär. Iberijiniň çykyş garşylygy ýoluň tokunlaýyn garşylygy bilen ylalaşylmalydyr, ýogsam signalyň öçmekligi örän uly bolar.

Päsgelçilige durnuklylyk we hakykatlylyk.

Geçiriş zolagy we geçirijilik ukyby

Päsgelçilige durnuklylyk we hakykatlylyk

Ýoluň päsgelçilige durnuklylygy, adyndan gelip çykyş ýaly, daşky gurşawda ýa-da kabeliň içki geçirijilerinde döredilýän päsgelçilikleriň täsirine ýoluň garşy durma ukybyny kesgitleýär. Ýoluň päsgelçilige durnuklylygy ulanylýan fiziki gurşawyň görnüşine, şeýle hem ýoluň özüniň ekranirleýji we päsgelçilikleri basýan serişdelerine bagly bolup durýar. Has pes päsgelçilige durnukly bolup radio ýollary bolup durýar, gowy durnuklylyga kabel ýollary we örän oňat durnuklylyga – daşky elektromagnit şöhlemenmä pes duýgurly süýüm-optiki ýollary

eýe bolýar. Adatça daşky elektromagnit meýdanlar tarapyndan döredilýän päsgeçililikleri peseltmek üçin, geçirijileri ekranirleýärler we/ýa-da towlaýarlar.

Elektrik we magnit aragatnaşygy — mis kabeliň parametrlridir, olar hem päsgeçililikleriň netijesi bolup durýar. **Elektrik aragatnaşyk** täsire sezewar zynjyrdaky gönükdirilen togunyň täsir ediji zynjyrdaky hereket edýän naprýaženiýa bolan gatnaşygy bilen kesgitlenýär. **Magnit aragatnaşygy** — bu täsire sezewar zynjyrdaky gönükdirilen elektrik hereketlendiriji güýjüň täsir ediji zynjyrdaky toga bolan gatnaşygy. Elektrik we magnit aragatnaşygyň netijesi bolup täsire sezewar zynjyrdaky **gönükdirilen signalar** bolup durýar. Kabelleriň çenemelere bolan kabeliň durnuklygyny häsiýetlendirýän birnäçe dürli parametrler bar.

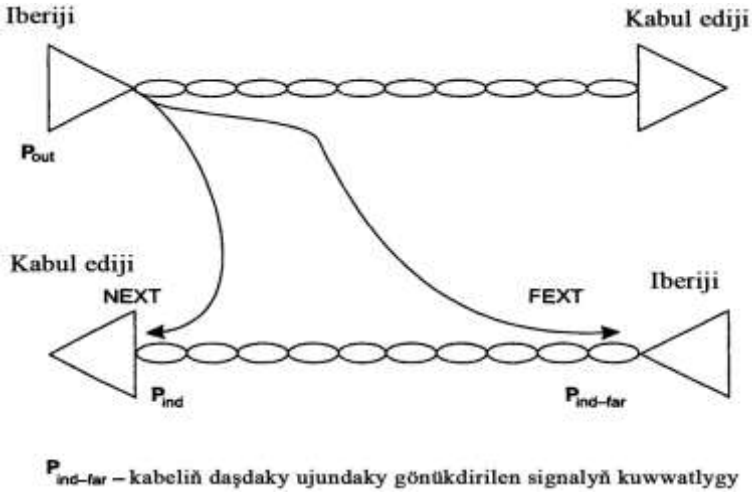
Ýakyn uçda köptaraplaýyn çenemeler (Near End Cross Talk, NEXT) signalyň täsiriniň netijesinde emele gelýän çenemede kabeliň durnuklygyny kesgitleýär, şol signal iberiji tarapyndan generirlenýär we şol iberiji, täsire sezewar bolan taýya birikdirilen kabul edijiniň işleýän kabeliň şol bir ujundaky goňşy taýlaryň birine birikdirilen. (Aşakdaky surat.). Desibelde görkezilen NEXT görkezijisi $10 \lg P_{\text{out}}/P_{\text{ind}}$ deň, bu ýerde P_{out} — çykyş signalyň kuwwatlygy, P_{ind} — gönükdirilen signalyň kuwwatlygy.

NEXT bahasy näçe kiçi bolsa, şonça hem kabel gowudyr. Şeýlelik bilen, 5 derejeli burlan taý sim üçin NEXT görkezijisi 100 MGs ýygylkda 27 dB-den kiçi bolmalydyr.

Daşky uçda köptaraplaýyn çenemeler (Far End Cross Talk, FEXT) iberiji bilen kabul ediji kabeliň dürli uçlaryna birikdirilen ýagdaý üçin kabeliň çenemelere bolan durnuklygyna baha bermegi mümkin edýär. Şol görkeziji NEXT-den gowy bolmalydygy aýdyňdyr, sebäbi kabeliň daşky ujuna signal her taýyň öçmekligiň bilen peseldilip gelýär.

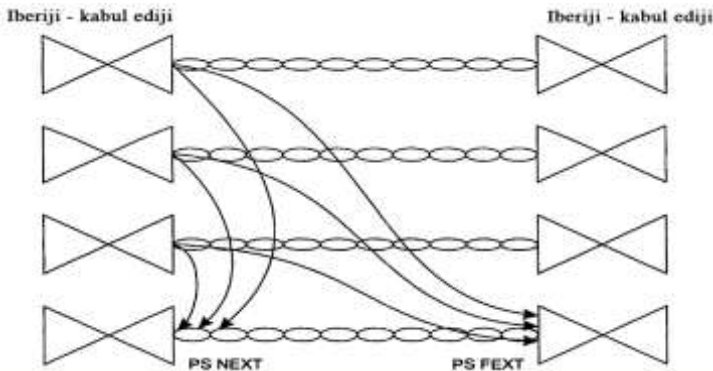
NEXT we FEXT görkezijileri adatça, birnäçe burlan taý simlerden ybarat bolan kabele ulanylýar, sebäbi bir taýyň beýlekiniň üstüne özara çenemeleri ep-esli ululyklara ýetmegi mümkin. Bir in koaksial kabel (ýagny, bir ekranlanan simden

ybarat bolan) üçin bu görkezijiniň manysy ýok, ikeldilen koaksial kabel üçin hem ol ulanylmaýar, sebäbi her sim ýokary derejede goranylan. Optiki süýümler hem bildirýän özara päsgelçilikleri döretmeýär.



Geçişň öçmekligi

Käbir täze tehnologiýalarda maglumatlar bir wagtda birnäçe burlan taý simler boýunça geçirilýändigine sebäpli, soňky

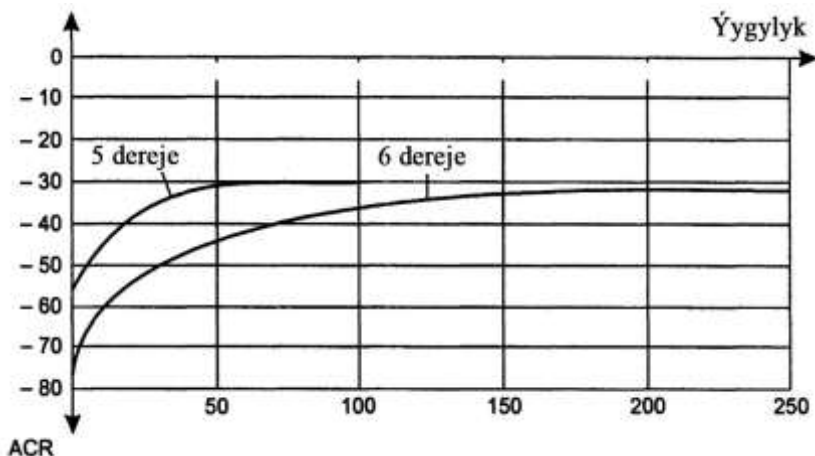


wagtda şeýle hem PS goşulmaly (PowerSUM — birleşdirilen çeneme) PS NEXT we PS FEXT ýaly köptaraplaýyn

çenemeleriň görkezijileri ulanylyp başlandy. Bu görkezijiler kabeliň hemme beýleki iberiji taýlaryň kabeliň bir taýyna bolan köptaraplaýyn çenemeleriň jemlenen kuwwatlyklaryna bolan durnuklylygyny görkezýär (Aşakdaky surat).

Jemlenen geçişň öçmekligi.

Ýene bir tejribelikleýin wajyp parametrleriň biri bolup **kabeliň goranylyşy** (Attenuation/Crosstalk Ratio, ACR) durýar. Goranylyş peýdaly signalyň we päsgeçiligiň derejeleriniň arasyndaky aratapawut hökmünde kesgitlenýär. Kabeliň goranylyşynyň bahasy näçe uly bolsa, şonça hem Şennonyň formulasy boýunça şol kabel boýunça maglumatlary has ýokary tizlik bilen geçirmek bolýar. Aşakdaky suratda ekranlanmadyk burlan taý simde bolan kabeliň goranylyşynyň signalyň ýygylýgyna bolan baglylygynyň nusgalaýyn häsiýetnamasy görkezilen.



Örülen goşa simiň goranylyşy

Maglumatlary ibermegiň hakykatlygy maglumatyň iberilýän her bitiniň üýtgemeginiň mümkindigini häsiýetlendirýär. Kāwagt şol görkezijini **bit ýalňyslyklarynyň intensiwligi** (Bit Error Rate, BER) diýip atlandyrýarlar.

Ýalňyşlyklara garşy goşmaça gorag serişdeleri (meselem, öz-özünü düzedýän kodlary ýa-da üýtgedilen kadrlaryň gaýtalanýş iberişli protokollary) bolmadyk aragatnaşyk ýollary üçin BER ululygy, kada bolşy ýaly, 10^{-4} - 10^{-6} , optiki süýüm aragatnaşyk ýollarynda — 10^{-9} barabar bolup durýar. Maglumaty ibermegiň hakykatlygynyň bahasy, meselem 10^{-4} deň bolany, ortaça 10000 bitden bir bitniň bahasynyň üýtgeýändigini barada gürrüň berýär.

Geçiriş zolagy we geçirijilik ukyby

Geçiriş zolagy – bu ýygylýyklaryň üznüksiz çägi, onuň üçin ölçemlik önünden bellenen çäkden ýokary geçmeýär. Ýagny geçiriş zolagy sinusoidal signalyň ýygylýyklarynyň çäginde kesgitleýär, şol ýygylýyklarda signal aragatnaşyk ýoly boýunça uly bolmadyk üýtgemesiz geçirilýär.

Araçäk ýygylýýklar hökmünde çykyş signalyň kuwwatlygy girişindäkä göräleýin iki esse üýtgeýän ýygylýýklara aýdylýar, bu bolsa -3dB ölçemlige degişli. Mundan beýläkde görüşimiz ýaly, geçiriş zolagyň *ini* köp derejede aragatnaşyk ýoly boýunça maglumatyň iberilişiniň maksimal mümkin bolan tizligine täsir edýär. Geçiriş zolagy ýoluň görnüşine we onuň uzynlygyna baglydyr. Aşakdaky suratda dürli görnüşli aragatnaşyk ýollaryň geçiriş zolaklary, şeýle hem, aragatnaşyk tehnikaşynda köp ulanylýan ýygylýýk çäkleri görkezilen.

Ýoluň **geçirijilik ukyby** şol ýolda amala aşyrylyp bilinjek maglumatlaryň mümkin bolan maksimal tizligini häsiýetlendirýär. Geçirijilik ukybyň aýratynlygy bolup, bir tarapdan şu häsiýetnamanyň fiziki gurşawyň parametrlerine bagly bolmagy, beýleki tarapdan bolsa – *maglumatlary ibermegiň ukyby* arkaly kesgitlenýändigini durýar. Şeýlelik bilen, aragatnaşyk ýolunyň geçiriş ukyby barada, onuň üçin fiziki derejäniň protokoly kesgitlenmezden ön gürrüň etmek bolmaýar.

Meselem, sanly ýollar üçin maglumatlaryň iberilmeginiň bitdäki tizligini berýän fiziki derejesiniň protokoly elmydama

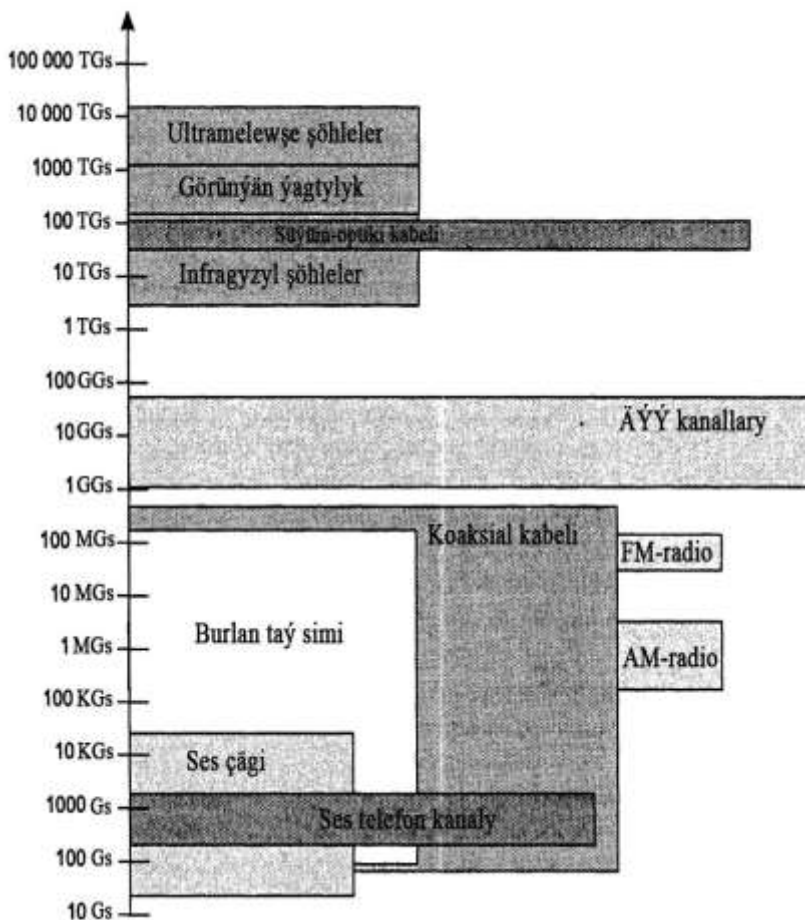
kesgitlenendigi sebäpli, olar üçin hemişe geçirijilik ukyby hem belli bolup durýar— 64 Kbit/s, 2 Mbit/c we ş.m.

Berlen ýol üçin bar bolan protokollaryň köplüğinden haýsy birini saýlamaklyk ýüze çykýan ýagdaýlarda bolsa, ýoluň beýleki häsiýetnamalary, geçiriş zolagy, köp taraplaýyn çeneme, päsgelçilige durnuklylyk we b. ýalylary örän wajyp bolup durýar.

Geçirijilik ukyby, edil maglumatlary i bermegiň tizligi ýaly, bit sekundda (bit/s), şeýle hem önüm birliklerde, kilobit sekundda (Kbit/s) we ş.m. ýalylarda ölçenilýär.

ÜNS BERIŇ

Aragatnaşyk ýollarynyň we kommunikasiýa tor enjamlarynyň geçirijilik ukyby adatça baýt sekundda dälde, bit sekundda ölçenilýär. Bu maglumatlaryň torlarda, kompýuteriň içindäki gurluşlaryň arasyndaky parallel dälde yzygiderli berilýändigini bilen düşündirilýär, ýagny baýtlaýyn dälde, bitleýin. Kilobit, megabit ýa-da gigabit ýaly ölçeg birlikleri tor

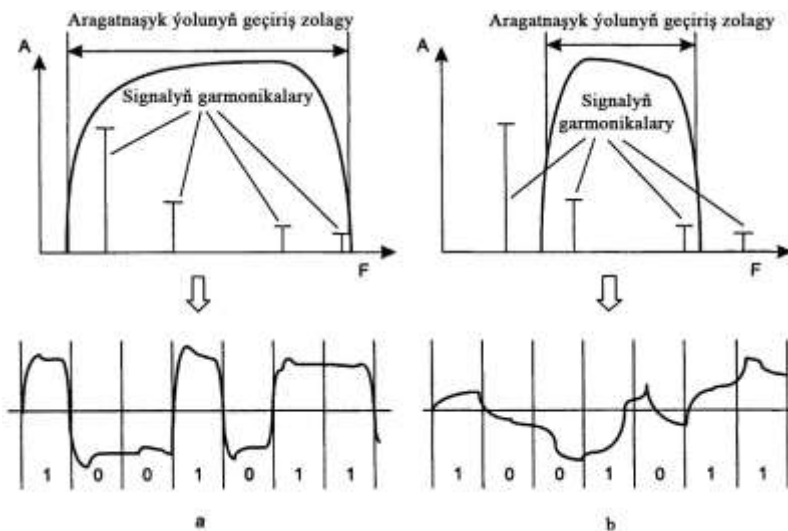


Aragatnaşyk ýollaryň geçiriş zolaklary we köp ulanylýan ýygrylyk çäkleri

tehnologiýalarynda, 10 derejesine berk laýyk gelyändir (1)kilobit – bu 1000 bit, megabit bolsa – 1000 000 bit), ýagny, ylmyň we tehnikanyň hemme pudaklarynda kabul edilişi ýaly, programmirlenmede bolsa şol sanlara golaý bolan ikiligiň derejeleri alynýar, ol ýerde, “kilo” goşulmasy $2^{10} = 1024$ deň, „mega“ bolsa — $2^{20} = 1\,048\,576$ deň.

Aragatnaşyk ýolunyň geçirijilik ukyby diňe bir onuň öçmeklik we geçirij zolagy ýaly häsiýetnamalaryna bagly bolman, eýsem iberilýän signallaryň spektrine bagly bolup durýar. Eger signalyň ähmiýetli garmonikalary (ýagny, amplitudalary netijeki signala esasy goşandy goşýan garmonikalar) ýoluň geçirij zolagyna düşseler, onda şeýle signal şol aragatnaşyk ýoly tarapyndan gowy geçiriler, hem-de kabul ediji ýol boýunça iberiji bilen iberilen maglumaty dogry tanap biler (Aşakdaky surat, a). Eger ähmiýetli garmonikalar

Aragatnaşyk ýolunyň geçirij zolagy bilen signalyň spektriniň arasyndaky laýyklyk.



aragatnaşyk ýolunyň geçirij zolagyndan daşarda bolsalar, onda signal ep-esli üýtgär, kabul ediji bolsa maglumat tanalyp duranylandan ýalňyşyp durar. (Ýokardaky b surat).

Goşundylar we hyzmat etmekligiň hili. Maglumatlary geçirmegiň tizligini göräleýin önünden çaklanylmagy

Hyzmat edişini hilini üpjün etmegiň usullary

Hyzmat edişini hilini üpjün etmegiň usullary (QoS) häzirki wagtda paketleriň kommutasiýaly torlaryň gorunda wajyp ýerleriň birini tutýar, sebäbi olar bolmazdan IP-telefoniýa, video we radio ýaýlymlar, interaktiw uzak aralykdan öwrediş we ş.m. ýaly häzirki zaman multimeidiýa goşundylaryň işi mümkin däl. Bu usullar maglumatlary ibermegiň tizligini, paketleriň saklanylmagyny we paketleriň ýitigligini häsiýetlendirýän parametrleri bilen operirleýär.

Hyzmat edişini hilini üpjün etmegiň usullary kommunikasiýa gurluşlarynda nobatlaryň trafigiň geçirilmegine bolan täsirinde ünsi jemleýärler. Olarda nobatlary dolandyrmagyň, rezerwirlemegiň we ters aragatnaşygyň dürli algoritmleri peýdalanylýar, olar nobatlaryň erbet täsirini ulanyjylar üçin oňaly derejä peseltmegi mümkin edýär.

Nobatlar paketleriň kommutasiýa bolan torlaryň aýrylmaz atributy bolup durýar. Şeýle torlaryň işiniň özüniň düzgüni paketleriň kommutatorynyň her bir giriş we çykyş interfeýslerinde buferiň bolmagyny göz önünde tutýar. Gaýtadan ýüklenmelerde paketleriň buferizasiýasy pulsirleýji trafigi goldamagyň esasy mehanizmi bolup durýar, ol şol görnüşli torlaryň ýokary öndürijiligini üpjün edýär. Başga tarapdan, nobatlar, paketler toruň üsti blen geçirilende bolýan kesgitli bolmadyk saklanylyşy aňladýar, bu bolsa saklanyşlara duýgur bolan trafik üçin problemalaryň esasy çeşmesi bolup durýar. Paketli torlaryň operatorlary häzirki wagtda pulsirleýji trafigiň geçirilişine gyzyklanýandygy sebäpli, olara, öz torlaryny aňryçäk ýüklemek boýunça ymtlylyşyň we bir wagtda trafigiň hemme görnüşleri üçin QoS talaplaryň ýerine ýetirilmeginiň arasynda kompromissi üpjün ediş serişdeler zerur.

Hyzmat edişini hilini üpjün etmegiň usullarynda dürli mehanizmler ulanylýar, olar paketleriň nobatlarda bolmagynyň ýaramaz netijeleriniň azaldylmagyna şol bir wagtda hem nobatlaryň gowy rolunyň saklanylmagyna gönükdirilen. Mehanozmleriň toplumy ýeterlikçe giň, we bu bölümde

ýeterlikçe jikme-jik seredilýär. Olaryň köpüsi öz işinde torda dürli görnüşli trafikleriň bolmagynyň şertini hasaba alýar we ulanylýar.

Hyzmat edişiniň hilini üpjün etmegiň usullaryna trafigiň inžiniringiniň usullary goşulýar. Bu usullar maglumaty ibermegiň marşrutlaryny dolandyrmak üçin gulluk edýär, bu bolsa toruň hemme resurslarynyň balansirlenen ýüklenilşini üpjün etmegi hem-de munuň hasabyna nobatlaryň dolmagynyň önüni almaklygy mümkin edýär.

Dürli görnüşli goşundylara hyzmat etmegiň hiline bolan talaplar

Dürli görnüşli torlaryň konwergensiýasynyň häzirkî zaman tendensiýasy diňe kompýuter torlary üçin dăp bolan faýllara elýeterlilik goşundylaryň we elektron poçtanyň trafigini dălde, tor arkaly trafigiň hemme görnüşlerini geçirmegiň zerurlygyna getirdi.

Mundan öňki bölümde biz QoS-yň dürli häsiýetnamalaryny sanap geçdik, olar arkaly toruň üsti bilen trafigiň geçirilmeginiň hiline baha berilýär. QoS-yň häsiýetnamalary, tor bir wagtda dürli görnüşli trafiği, meselem, web-goşundylaryň we ses trafigini geçiren ýagdaýynda has wajyp. Bu trafigiň dürli görnüşleriniň QoS-yň häsiýetnamalaryna dürli talap bildirýändigini bilen bagly. Trafigiň *hemme* görnüşleri üçin bir wagtda QoS-yň *hemme* häsiýetnamalarynyň berjaý edilmegini gazanmaklyk örän kyn. Şol sebäpli, adatça şeýle çemeleşmäni peýdalanýarlar: trafigiň torda bar bolan hemme görnüşlerini toparlaşdyrýarlar we olaryň her birini trafigiň has ýaýran nusgalaýyn görnüşlerine degişli edýärler, soňra bolsa trafigiň şol görnüşleri üçin bolan talaplaryň toplumyndan kesgitli köplügiň böleginiň bir wagtda ýerine ýetirilmegini gazanýarlar.

Häzirkî wagta çenli goşundylaryň trafigini toparlaşdyrmak boýunça uly işler ýerine ýetirilen.

Toparlaşdyrmagyň esasy ölçütleri hökmünde trafigiň üç häsiýetnamasy kabul edilipdi:

- maglumatlary geçirmegiň tizligini göräleýin önünden çaklamaklyk mümkinçiligi;
- paketleriň saklanylmagyna bolan trafigiň duýgurlygy;
- paketleriň ýitgilerine we üýtgedilmegine bolan trafigiň duýgurlygy.

Maglumatlary geçirmegiň tizligini göräleýin önünden çaklanylmagy

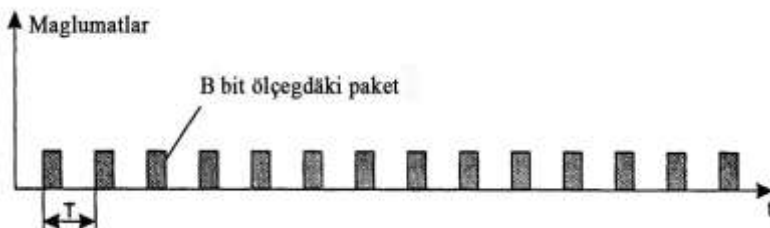
Maglumatlary geçirmegiň tizligini göräleýin önünden çaklamaklyk babatda goşundylaryň trafigi iki uly topara bölünýär:

- akym trafigi (stream);
- pulsirleýji trafik (burst).

Akymly tarfigi bolan goşundylar maglumatlaryň deň ölçegli akymyny döredýär, ol tora hemişelik **bit** tizligi bilen barýar (Constant Bit Rate, CBR). Paketleriň kommutasiýa usuly ulanylanda şeýle goşundylaryň trafigi wagtyň şol bir T böleginden biri-biriniň yzyndan gelýän deň ölçegli (B bite deň bolan) paketleriň yzygiderlilik bolup durýar (Aşakdaky surat).

Akym trafigi.

Akym trafigiň hemişelik tizligi (CBR) bir tapgyrda ortalaşdyrma ýoly bilen hasaplanyp bilner:



$CBR = B/T$ bit/s.

Umumy ýagdaýda akym trafigiň hemişelik tizligi, kömegi bilen maglumatlar geçirilýän protokolyň nominal

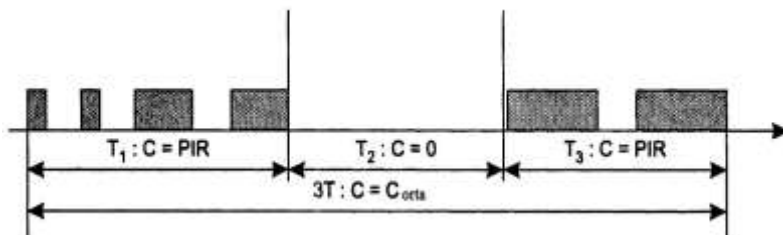
maksumal bit tizliginden pes, sebäbi, paketleriň arasynda arakesmeler bar.

Pulsirleýji trafiki bolan goşundylar öňünden çaklanyp bolmajaklygyň ýokary derejesi bilen tapawutlanýarlar, şonda ümsümligiň döwürleri pulsasiýa bilen çalşyrylýar, pulsasiýanyň dowamynda paketler biri-biriniň yzyndan „dykzlyk“ bilen gelýärler. Netijede trafik **üýtgeýän bitdäki tizlik bilen häsiýetlenýär** (Variable Bit Rate, VBR), ol Ýokardaky surat bilen görkezilýär. Şeýlelik bilen, faýl serwisiniň goşundylary işlenende, goşundy tarapyndan generirlenen trafikiň depginligi nola çenli düşüp bilýär, şonda faýllar iberilmeýär, hem-de diňe toruň mümkinçilikleri bilen çaklandirilýan maksimal elýeterlikli baha çenli galyp bilýär, şonda faýl serweri faýly geçirýär.

Pulsirleýji trafik. Goşundylaryň toparlary

Umuman aýdanyňda, hyzmat etmegiň hiliniň üç sany häsiýetnamalarynyň bahalarynyň arasynda (maglumatlary geçirmegiň tizligini öňünden çaklamaklyk, paketleriň saklanyşyna bolan trafikiň duýgurlygy, paketleriň ýitgiligine we üýtgedilmegine bolan trafikiň duýgurlygy) berk özara baglanyşyk ýok. Ýagny deňölçegli akymly goşundy hem-ä asinhron, hem-de sinhron bolup, şeýle hem meselem, sinhron goşundy paketleriň ýitgilerine hem duýgur, hem-de duýgur bolman hem bilýär. Emma tejribelik şol üç häsiýetnamalaryň bahalarynyň mümkin bolan utgaşyklygynyň tutuş dürli köplüğinden häzirki wagtda ulanylýan goşundylaryň köp bölegini tutýanlaryň birnäçesi bar.

Meselem, goşundynyň häsiýetnamalarynyň şeýle utgaşygy - «döredilýän trafik — deň ölçegli akym, ýitgilere durnukly izohron goşundysy» IP-telefoniýa, wideokonferensiýalary goldaýyş, Internet arkaly audioaýtdyryş ýaly meşhur goşundylara gabat gelýär. Goşundynyň mysalyny getirmeklik kyn bolan häsiýetnamalaryň utgaşyklary hem bar, meselem: «döredilýän trafik — deň ölçegli akym, ýitgilere duýgur bolan asinhron goşundysy».



Goşundylaryň kesgitli toparyny teswirleýän häsiýetnamalaryň durnukly utgaşyklary beýle bir kân däl. Şeýlelik bilen, ilki başdan trafigiň dürli görnüşlerini goldamak üçin işlenip düzülen ATM tehnologiýasy standartlaşdyrylanda goşundylaryň 4 topary kesgitlenildi: A, B, C we D. Her topar üçin QoS häsiýetnamalarynyň öz toplumyny ulanmaklyk maslahat berilýär. Mundan başga hem, şu toparyň birine-de goşulmadyk goşundylaryň hemmesi üçin X tpary kesgitlenildi, onda goşundynyň häsiýetnamalarynyň utgaşygy islendik bolup biler.

ATM toparlanylyşy häzirkî wagtda has jikme-jik we umumy bolup durýar, ol bizden trafigiň şu görnüşleriniň geçirilmegi üçin tehnologiýany bilmekligi talap etmeýär, şol sebäpli ony şu ýerde getireliň (Aşakdaky tablisa).

Trafigiň toparlary

Trafigiň topary	Häsiýetnamalar
A	Hemişelik bitdäki tizlik, saklanyşlara bolan duýgurlyk, birleşmäni gurnamaklyk bilen geçiriş (meselem, ses trafigi, telewizion şekiliň ýaýlymy). QoS parametrleri: maglumatlary geçirmegiň iň ýokary tizligi, saklanyş, jitter
B	Üýtgeýän bitdäki tizlik, saklanyşlara bolan duýgurlyk, birleşmäni gurnamaklyk bilen geçiriş (meselem, kompressirlenen ses, kompressirlenen wideo şekil). QoS parametrleri: maglumatlary geçirmegiň iň ýokary tizligi pulsasiýa, maglumatlary geçirmegiň ortaça tizligi, saklanyş, jitter
C	Üýtgeýän bitdäki tizlik, elastiklik, birleşmäni gurnamaklyk bilen geçiriş (meselem, kompýuter torlarynyň trafigi, olarda ahyrky düwünler protokollar boýunça birleşmäni gurnamaklyk bilen işleýärler — frame relay, X.25, TCP). QoS parametrleri: maglumatlary geçirmegiň iň ýokary tizligi, pulsasiýa, maglumatlary geçirmegiň ortaça tizligi
D	Üýtgeýän bitdäki tizlik, elastiklik, birleşmäni gurnamazlyk bilen geçiriş (meselem, kompýuter torlarynyň trafigi, olarda ahyrky düwünler protokollar boýunça birleşmäni gurnamazlyk bilen işleýärler — IP/UDP, Ethernet). QoS parametrleri kesgitlenmedik
X	Trafigiň görnüşi we onuň parametrleri ulanyjy tarapyndan kesgitlenýär

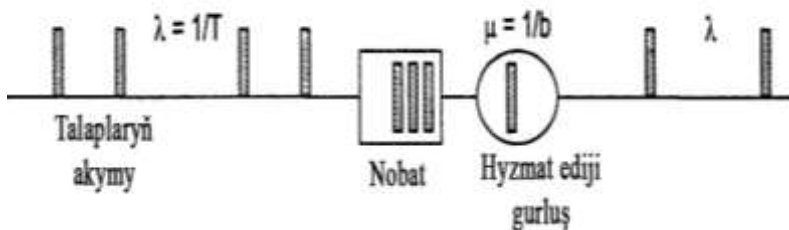
M/M/1 model bilen tanyşlyk

Amaly matematikanyň nobatlaryň döreýiş proseslerini öwrenýän şahamçasý bar. Bu ders edil şolar ýaly hem atlandyrylýar — **nobatlaryň teoriýasy**. Biz bu teoriýanyň matematiki esaslaryna çuňlaşmays, diňe seredilýän QoS problemany degip geçýän onuň birnäçe netijelerini getireris.

Aşakdaky suratda nobatlar teoriýasynyň iň ýönekeý modeli getirilen, ol M/M/1 ady bilen tanyşalyň.

Modeliň esasy elementleri bolup aşakdakylar durýar:

- hyzmat etmeklige abstrakt sargytlaryň giriş akymy;
- bufer;
- hyzmat ediş gurluş;
- hyzmat edilen sargytlaryň çykyş akymy.



M/M/1 modeli.

Sargytlar buferiň girişine wagtyň tötänleýin pursatlarynda barýar. Eger sargydyň baran mahaly buffer boş we hyzmat ediji gurluş hem boş bolsa, onda sargyt şol bada şol gurluşa hyzmat edilmek üçin iberilýär. Hyzmat edişlik hem tötänleýin what dowam edip bilýär.

Eger sargydyň baran mahaly buffer boş bolsa, emma hyzmat ediji gurluş mundane öň gelen sargyda hyzmat etmek bilen meşgul bolsa, onda sargyt onuň tamamlanmagyny bufferde garaşýar. Hyzmat ediji gurluş nobatdaky sargydyň hyzmat edişini tamamlan mahaly, ol çykyşa iberilýär, abzal bolsa buferden indiki sargydy saýlaýar (eger bufer boş bolmasa).

Hyzmat ediji gurluşdan çykýan sargytlar çykyş akymyny emele getirýärler. Bufer üznüksiz diýlip hasaplanylýar, ýagny sargytlar hiç-haçan buferiň sygymlygy dolandan soň sebäpli ýitmeyärler.

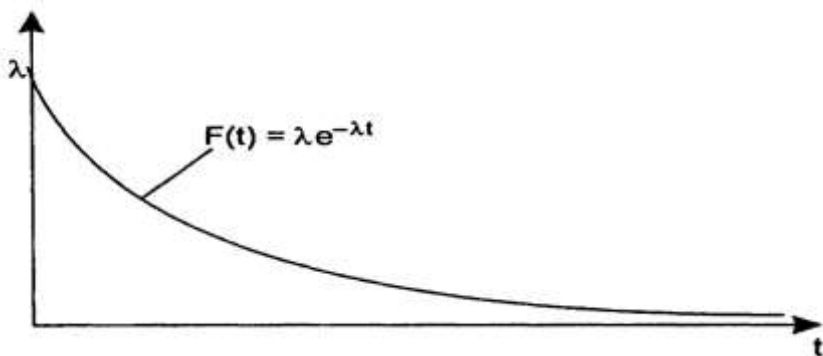
Eger indiki sargyt gelende bufer boş bolmasa, onda ol nobata durýar we hyzmat edilnäge garaşýar. Sargytlar nobatdan olaryň gelen tertibine laýyklykda saýlanylýar, ýagny **birinji geldi – birinji hyzmat edildi** tertibi berjaý edilýär (First-In, First-Out, FIFO).

Nobatlar teoriýasy bu model üçin nobatyň ortaça uzynlygyny we sargydyň nobatda garaşmagynyň ortaça wagtyny giriş akymyň we hyzmat etmegiň wagtynyň häsiýetnamalaryna laýyklykda kesgitlemegi mümkin edýär.

Sargytlaryň gelmeginiň arasyndaky ortaça wagty belli we ol T deň diýip hasap edeliň. Bu bolsa, nobatlar teoriýasyndan däpden gelşi ýaly λ simwol bilen belgilenýän sargytlaryň gelmeginiň depginliginiň aşakdaka deň bolýandygyny aňladýar

$\lambda = 1/T$ sekundda sargytlaryň sany.

Sargytlaryň gelmeginiň tötänleýin prosesi bu modelde sargytlaryň gelmeginiň arasynda wagt aralyklary paýlamagyň funksiýasy bilen teswirlenýär. Kompakt seljerme netijeleri almaklygy aňsatlaşdyrmak üçin adatça şol wagt aralyklary **markyň** paýlamasy (onuň başga ady - **puassonyň**) arkaly teswirlenýär diýip hasap edýärler, onuň dykyzlygy Aşakdaky suratda görkezilen. Suratdan giriş akymyň degerli derejede pulsirleýji bolup durýandygy görünýär, sebäbi sargytlaryň arasyndaky wagt aralygy örän uly bolmajakdygynyň, nola golaý boljakdygynyň, şeýle hem onuň örän uly boljakdygynyň nola däl bolmadyk ähtimallygy bar. Wagt aralyklaryň ortaça gyşarmasy hem T deň, şol sebäpli standart gyşarma $T/T = 1$ deň.



Giriş akymynyň paýlanylmagynyň dykzlygy

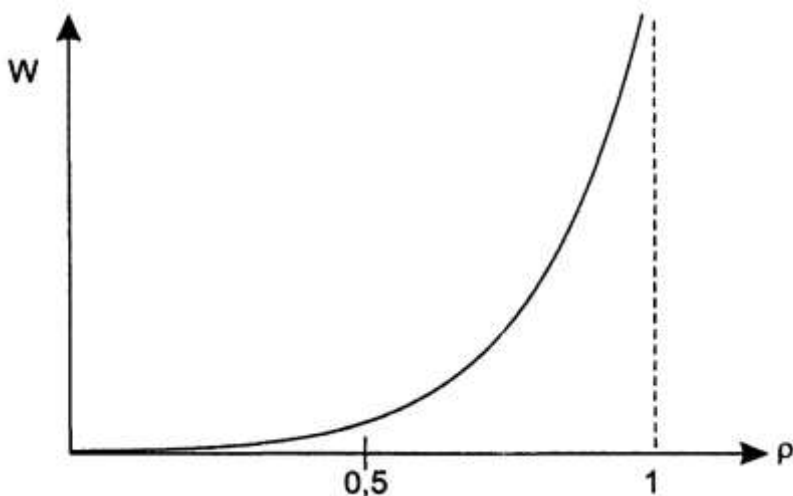
Şeýle hem, sargydyň hyzmat edilmeginiň ortaça wagty b deň diýip hasap edeliň. Bu bolsa, hyzmat ediji abzalyň sargytlary çykyşa $1/b = \mu$ depginlik bilen iberip biljekdigini aňladýar. Ýene-de seljerme netijäni almak üçin hyzmat ediş wagty – puassonyň paýlanyş dykzlykly tötänleýin ululyk diýip hasap edýärler.

Şeýle çaklamalaryň kabul edilmegi sargydyň nobatda garaşmagynyň ortaça wagty üçin, ony biz w edip belgileýäris, ýönekeý netijäni berýär:

$$w = \rho \frac{b}{1 - \rho} \quad (1)$$

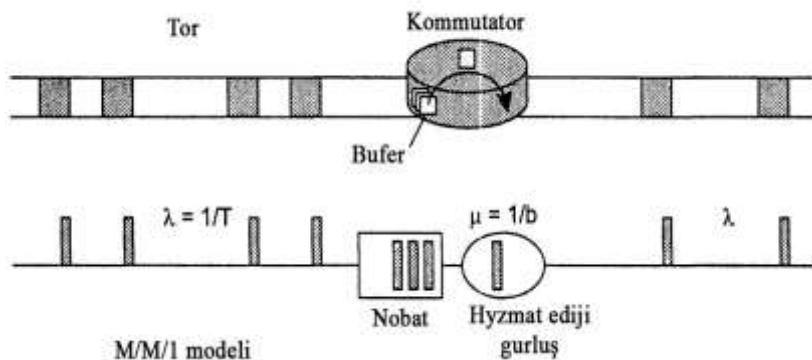
Bu ýerde ρ bilen λ / μ gatnaşygy belgilenen.

ρ parametri hyzmat ediji abzalyň **ulanyş koeffisienti** (utilization) diýip atlandyrylar. Wagtyň islendik döwri üçin şol görkeziji hyzmat ediji abzalyň boş bolmadyk wagtyň şol döwrüň ululygyna bolan gatnaşygyna deň.



**Sargydyň garaşmagynyň ortaça wagtyňyň resursy
ulanmagyň koeffisientine baglylygy.**

Sargydyň garaşmagynyň w ortaça wagtyňyň p ululyga bolan baglanyşygy Ýokardaky suratda görkezilen. Egriniň özüni alyp baryşyndan görnüşi ýaly p parametric nobatyň döremeginde esasy roly oýnaýar. Eger p ululygyň bahasy nola golaý bolsa, onda garaşmagyň ortaça wagty hem örän nola golaýdyr. Bu bolsa, sargytlaryň hiç-haçan buferde hyzmat edilmeklige garaşmaýandygyny (olaryň gelen mahaly bufer boş bolýar) hem-de şol wagt hyzmat ediji gurluşa barýandygyny aňladýar. Hem-de tersine, eger p 1-a golaýlaşsa, onda garaşmagyň wagty örän tiz we çyzykly däl ýagdaýda ösýär (hem-de aňryçäkde tükeniksiz deň). Nobatyň beýle özüni alyp barmagy düşüňikli, sebäbi p — bu giriş akymynyň orta depginliginiň onuň hyzmat edilmeginiň orta depginligine bolan gatnaşygy. Paketleriň arasyndaky wagt aralyklaryň bahasy näçe hyzmat etmegiň ortaça wagtyna golaý bolsa, şonça hem hyzmat ediji gurluşa ýüklenilişi başarmak çylyşyrymly.



M/M/1 modeliniň toruň elementlerine gabat gelmegi

M/M/1 paketleri işläp bejermeginiň modeli hökmünde

M/M/1 modeli arkaly paketleriň kommutasiýasy bolan tory modelirmek mümkin (Ýokardaky surat).

Goý sargytlaryň giriş akymy kommutatoryň interfeýsiniň girişine baryan paketleriň akymynyň roluny oýnasyn, modelin buferi kommutatoryň giriş interfeýsiniň buferine gabat gelsin, abstrakt hyzmat ediji gurluşy bolsa paketleri işläp bejerýän we olary çykyş interfeýse iberýän prosesor modelirlesin. Şeýlelik bilen, sargydyň hyzmat edilmeginiň ortaça wagty kommutatoryň prosesorynyň paketleri giriş buferinden çykyş kanallyna çenli itermeginiň ortaça wagtyna gabat gelýär.

Ters aragatnaşyk. Ters aragatnaşygyň gatnaşyjylary.

Ters aragatnaşygyň maglumaty

Ters aragatnaşyk

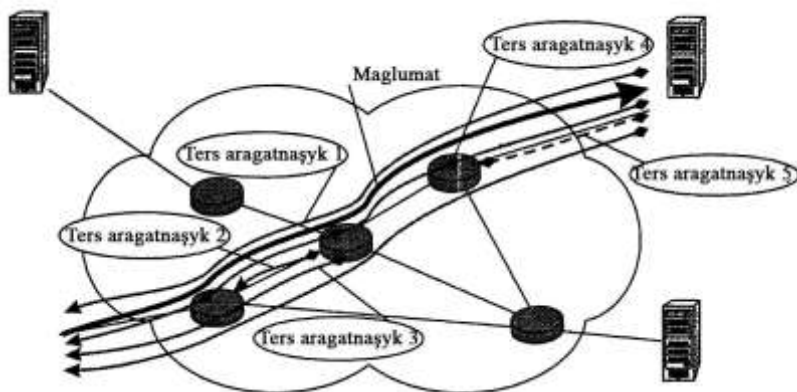
Esasy sözleriň sanawy: aş aýuklenmegiň mehanizmi, aş aýuklenmegiň önüni amaklygyň mehanizmi, akymyň gözegçiligi, aş aýuklenmegiň alamaty, geçirmegiň maksimal tizligi.

Ters aragatnaşygyň mehanizmi – toruň aş aýuklenen düwüne aş aýuklenmeklige täsirlenip, akymlyryň (ýa-da bir

topara degişli akymalaryň) gitmeginiň marşrudynyň ugrunda ýerleşen özünden öňki düwünlerden trafigiň tizligini wagtlaýyn peseltmegi soramaga kömek berýän mehanizm. Berlen düwünde aşa ýüklenme ýitenden soň, ol maglumatlary ibermegiň tizligini ýokarlandyrmaga rugsat berýän başga habary iberýär.

Ters aragatnaşygyň gatnaşyjylary

Ters aragatnaşygyň birnäçe mehanizmleri bar. Olar ters aragatnaşyk boýunça iberilýän maglumat bilen, şeýle hem şol maglumaty generirleýän düwüniň görnüşi we şol maglumata kimiň täsirlenýärdigi bilen – ahyrky düwün (kompýuter) ýa-da araky düwün (kommutator ýa-da marşrutizator) bilen tapawutlanýar.



Ters aragatnaşygyň gatnaşyjylary.

Ýokardaky suratda ters aragatnaşygy gurnamagyň dürli görnüşleri görkezilen.

Ters aragatnaşyk 1 toruň iki sany ahyrky düwünleriniň arasynda gurnalan. Bu tora düşýän ýüklenmeleri peseltmegiň iň radikal usuly, sebäbi diňe ahyrky düwün tora maglumatlaryň barmagynyň tizligini peseldip bilýär.

Ters aragatnaşyk 2 – iki sany goňşy kommutatorlaryň arasynda gurnalan.

Ters aragatnaşyk 3 araky kommutator we düwün-çeşmäniň arasynda gurnalan. Ters aragatnaşygyň habarlary toruň birnäçe kommutatorlary arkaly düwün-çeşmäniň ugrunda iberilýän hem bolsa, emma olar oňa täsirlenmeýär.

Ters aragatnaşyk 4. Bu ýerde edil ters aragatnaşyk 1 ýagdaýyndaky ýaly, aş a yüklenmeklik baradaky habar belleniş düwün bilen döredilýär we düwün-çeşmä iberilýär.

Köplenç emeli usul ulanylýar — aş a yüklenme baradaky habaryň belleniş düwüne berilmegi, ol ony ters aragatnaşygyň habaryna özgerdýär we gerekli ugurda iberýär, ýagny çeşmň tarap ugurda. Bu görnüş suratda *ters aragatnaşyk 5* hökmünde görkezilen.

Ters aragatnaşygyň maglumaty

Ters aragatnaşygyň häzirki wagtda ulanylýan usullarynda habarlaryň aşadaky esasy görnüşleri ulanylýar:

- aş a yüklenmegiň alamaty;
- ibermegiň maksimal tizligi;
- maglumatlaryň maksimal göwrümi (karz);
- gytaklaýyn alamatlar.

Resurslaryň rezerwirilenmegi

Esasy sözleriň sanawy: nobatlara hyzmat etmegiň mehanizmi, resurslary rezerwirlemegiň protokoly, signal protokoly, trafigiň profili, wirtual kanalyň gurnalmagynyň protokoly, trafigiň konsionirlenmegi, trafigiň toparlanylyşy, trafigiň profilirlenmesi, trafigiň döredilmegi.

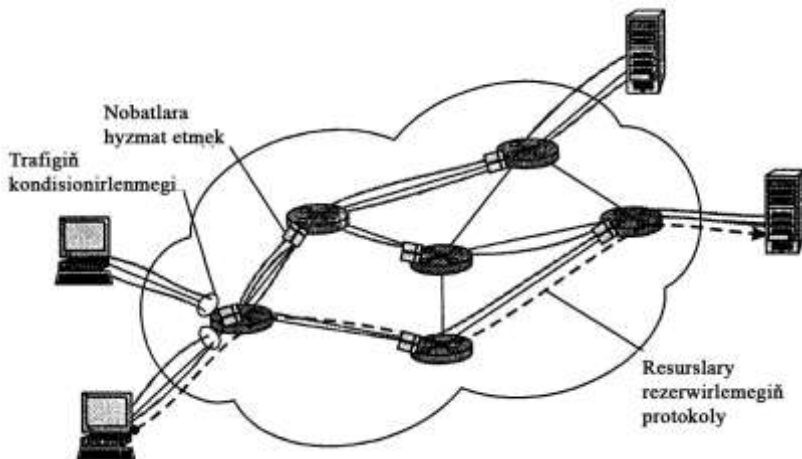
Yokarda aýdyşymyz ýaly torda aş a yüklenmegiň önüni almaklygyň ters aragatnaşygy bilen bir hatarda ýene bir usul bolup resurslaryň rezerwirilenmegi çykyş edýär. Rezerwirlemegiň esasy pikiri aş a yüklenmegiň derejesini käbir oňaly ululyk bilen çäklendirmekden ybarat.

Rezerwirlemede esaslanan hyzmat etmekligiň hilini üpjün etmegiň ulgamlary

Hyzmat etmekligiň hilini üpjün ediş ulgamy paýlaýjy häsiýete eýe, sebäbi onuň elementleri paketleri süýşürýän hemme tor gurluşlarda bolmalydyrlar: kommutatorlarda, marşrutizatorlarda, serwerlerde. Başga tarapdan, aýry tor gurluşlaryň QoS häsiýetnamalaryny goladamak boýunça işini hyzmat etmekligiň hili tutuş ýoluň ugrunda birsydyrgyn bolmagy üçin ugrukdyrmaly. Şol sebäpli QoS gullugy şeýle hem merkezleşdirilen dolandyrmagyň elementlerini öz içine almalydyr, lar arkaly toruň administratory QoS häsiýetnamalaryny goldamaklygyň mehanizmlerini toruň aýry gurluşlarynda ylalaşykly konfigurirlemegi mümkin.

Resurslaryň rezerwirlemede esaslanýan hyzmat etmekligiň hilini üpjün ediş ulgamy birnäçe görnüşli kömekçi ulgamlaryndan ybarat (Aşakdaky surat):

- ❖ nobatlara hyzmat etmegiň mehanizmi;
- ❖ resurslary rezerwirlemegiň protokoly;
- ❖ trafigi kondisionirlemegiň mehanizmleri.



Rezerwirlemede esaslanan hyzmat etmekligiň hilini üpjün etmegiň ulgamlaryň arhitekturasy.

Trafigiň inžiniringi. Marşrutizasiýanyň öňden gelyän usullarynyň kemçilikleri

Trafigiň inžiniringi

Esasy sözleriň sanawy: trafigiň inžiniringiniň usullary, hyzmat etmegiň hili, alternatiw marşrutlar, akymyň paralleleşdirilmegi, «balyk» topologiýasy, tekliplenen ýüklenme, agregirlenen akymlar, trafigiň toparlary, fon we işjeň düzgünler.

Rezerwirlemede esaslanan hyzmat etmegiň hilini üpjün ediş ulgamyna seredilende biz akymlaryň toruň üsti bilen gitmeginiň marşrutlarynyň soragyna degip geçmedik. Has takyk aýdylsa, biz olar belgilenen tertipde saýlanandyr diýip hasaplaýardyk, özem şol saýlaw QoS talaplary hasaba almazdan amala aşyrylýardy diýip hasap edýärdik. Hem-de marşrutlaryň berlendigiň şertlerinde biz şol marşrutlar boýunça QoS talaplarynyň berjaý edilişini kepillendirmek mümkin bolan akymlaryň toplumlarynyň geçmegini üpjün etmäge ymtylýpdyk.

QoS talaplaryny goldamagyň meselesini trafigiň gitmeginiň marşrutlary fiksirlenen dälde, saýlawa degişli diýip hasap etmek arkaly has netijeli çözüp boljakdygy görünip durandyr. Bu tora onuň şol bir häsiýetnamalarynda QoS kepillendirmeleri bilen has köp akymlara hyzmat etmäge mümkinçilik bererdi.

Akymlar (ýa-da toparlar) üçin QoS talaplaryny berjaý etmegi göz önünde tutmak bilen marşrutlaryň saýlanylmagynyň meselesini **trafigiň inžiniringiniň usullary** çözüär (Traffic Engineering, TE). Şol usullar arkaly ýene bir maksady gazanmaklyga ymtylýarlar — mümkindigiçe toruň hemme resurslaryny maksimal we balanslanan ýagdaýda ýüklemekligi, özem tor hyzmat etmegiň hiliniň berlen derejesinde has ýokary jemleýji öndüriljilige eýe bolmalydyr.

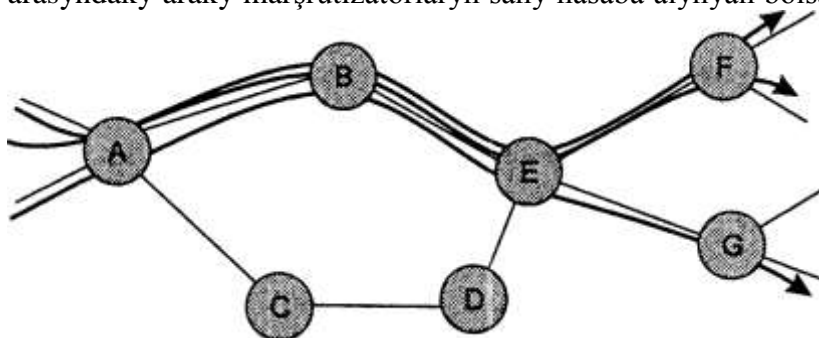
TE usullary, edil beýlekiler ýaly resurslaryň rezerwirlemeginde esaslanan. Ýagny olar diňe akym üçin rejeli marşrudy tapmagy mümkin etmän, eýsem onuň üçin şol

marşrudyň ugry boýunça bolan toruň resurslarynyň geçiriş ukyplygyny ätiýaçlandyryrlar.

Marşrutizasiýanyň öňden gelýän usullarynyň kemçilikleri

Paketleriň komutasiýasy bolan torlarda marşrutizasiýa protokollarynyň işiniň esasy düzgüni bolup eýýam uzak wagtlap toruň topologiýasynyň esasynda onuň şol wagtky ýüklenilişi baradaky maglumaty hasaba almazdan marşrudyň saýlanylmagy çykyş edýär.

Her bir «çeşmäniň salgysy — bellenilen ýeriň salgysy» taýy üçin şeýle protokollar toruň üstünden geçýän maglumat akymlyryna üns bermän, ýeketäk marşrudy saýlaýarlar. Netijede toruň ahyrky düwünleriniň taýlarynyň arasyndaky hemme akymlar *iň gysga* (belli bir metrika laýyklykda) marşrudy boýunça gidýärler. Saýlanylan has rejeli bolup biler, meselem, eger aragatnaşyk kanallaryň nominal geçiriş ukyplary ýa-da olar tarapyndan girizilýän saklanyşlar hasaba kabul edilse, ýa-da has rejesiz bolup biler, eger diňe başlangyç we ahyrky düwünleriň arasyndaky araky marşrutizatorlaryň sany hasaba alynýan bolsa.



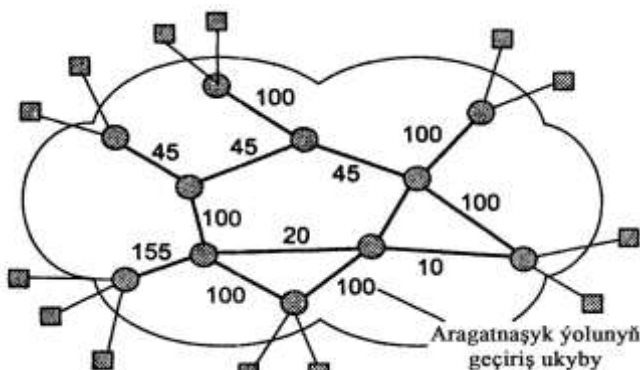
Şeýle çemeleşmäniň netijesizdiginiň klassiki mysaly bolup «balyk» diýlip atlandyrylýan — aşakdaky suratda getirilen topologiýaly tor çykyş edýär. A we E kommutatorlaryň arasyndan iki ýoluň bardygyna garamazdan (ýokarky — B kommutatoryň üsti bilen we aşaky — C we D kommutatorlaryň üsti bilen), A kommutatordan E kommutatora çenli bolan

hemme trafik marşrutizasiýanyň döpden gelýän düzgünlerine laýyklykda ýokarky ýol boýunça iberilýär. Diňe bir, aşaky ýoluň ýokarky ýoldan azajyk uzynrak (bir retranslýasiýa parça) bolany sebäpli, ol ulanylmaýar, eýsem ol ýokarky ýol bilen „parallel“ işläp bilerdi.

Gysga ýollaryň netijeli dældigi.

Şeýle çemeleşme gysga ýol doly ýüklenen hem bolsa, paketler şonda hem şol ýol boýunça iberilmegine getirýär. Şeýlelik bilen, aşakdaky suratda görkezilen torda, ýokarky ýoluň, eýsem A kommutatordan E kommutatora çenli trafige hyzmat etmek üçin onuň resurslary ýetmezçilik edip başlasa hem ulanylmagy dowam eder, aşaky ýol bolsa işlemän boş durar, emma welin B we C kommutatorlaryň resurslarynyň şol trafigi ýokary hilde geçirmek üçin üçin ýeterlikli bolmagy hem mümkindir.

Toruň resurslarynyň paýlanylmagynyň usulynyň netijesizligi ýüze çykýar – käbir resurslary doly ýüklenişli işleýärler, beýlekiler bolsa eýsem ulanylmaýar. Doly ýüklenmeler bilen göreşmegiň döpden gelýän usullary bu meseläni çözüp bilmeýär, düýpgöter hili boýunça başga çözümler gerek.



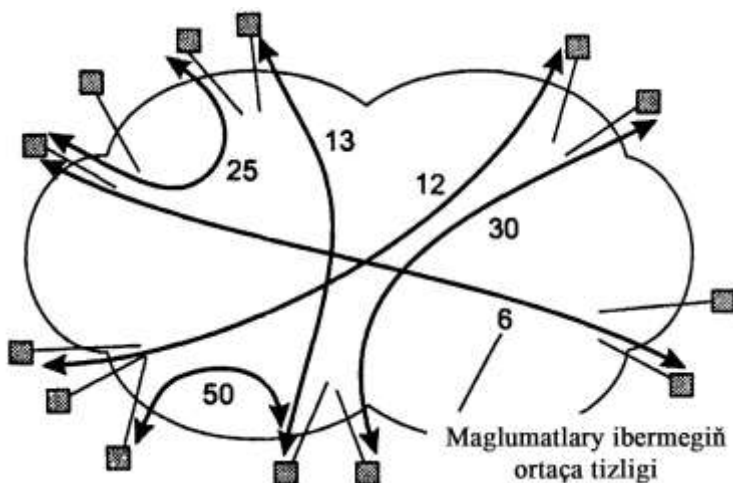
Trafigiň inžiniringiniň usullary

Toruň topologiýasy we onuň resurslarynyň öndürijiligi

Trafigiň inžiniringiniň usullary üçin başlangyç maglumatlar bolup aşakdakylar çykyş edýär:

- geçirýän toruň häsiýetnamalary — onuň topologiýasy, şeýle hem ony düzýän kommutatorlaryň we aragatnaşyk ýollarynyň öndürijiligi (Ýokardaky surat);
- toruň teklip edilen ýüklenmesi baradaky maglumatlar, ýagny toruň özüniň araçägindäki kommutatorlarynyň arasynda ibermeli trafigiň akymlary baradaky maglumatlar (Aşakdaky surat).

Goý her kommutatoryň prosessorynyň öndürijiligi onuň hemme giriş interfeýsleriniň trafiklerine hyzmat etmek üçin ýeterlik bolsun, özem trafik interfeýse mümkindigiçe maksimal, interfeýsiň geçiriş ukybyna deň bolan tizlik bilen barýan bolsun. Şol sebäpli resurslaryň ätiýaçlandyrylýşynda resurs diýip aragatnaşyk ýollarynyň kommutatorlarynyň arasyndaky geçiriş ukybyny hasap edeliň, ol şeýle hem şol ýol bilen birleşdirilen iki interfeýsiň geçiriş ukybyny kesgitleýär.



Teklip edilen ýüklenme.

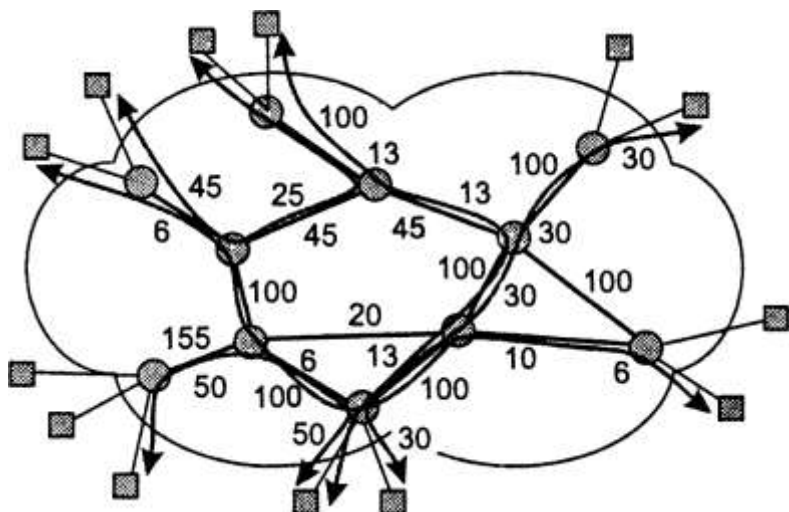
Her bir akym tora giriş nokady bilen, tordan çykyş nokady hem-de trafigiň profili bilen häsiýetlenýär. Optimal çözümleri almak üçin her bir akymyň jikme-jik teswirlenmesini ulanmak bolýar, meselem, trafigiň mümkin bolan pulsasiýasynyň ululygyny ýa-da QoS talabyny hasaba almak. Emma olaryň toruň işine bolan täsirine mukdarlaýyn baha bermek ýeterlikçe çylyşyrymly, şol parametrleriň QoS häsiýetnamalaryna bolan täsiri bolsa örän kiçi ähmiýetli bolandygy sebäpli akymlaryň toruň üstünden geçmeginiň ýollaryny suboptimal paýlanylyşyny tapmak üçin, kada bolşy ýaly, olaryň diňe maglumatlary geçirmegiň ortaça tizlikleri hasaba alynýar, şol hem ýokardaky suratda görkezilen.

Resurslary ulanmagyň maksimal derejesi doly ýüklenmeklige gözegçilik ediş mehanizmleri hyzmat etmekligiň talap edilýän hilini üpjün edip biler ýaly saýlanylmalydyr. Bu elastik trafigi üçin maksimal baha 0,9-dan uly bolman, saklanyşlara duýgur bolan trafik üçin bolsa 0,5-den uly bolman saýlanylýandygyny aňladýar. Rezerwirleme adatça hemme akymlar üçin geçirilmeyändigini sebäpli, geçiriş ukybyň bölegini erkin ulanyş üçin galdyrmak gerek. Şol sebäpli getirilen maksimal bahalary adatça 0,75 we 0,25 çenlä degişlilikde kiçeldýärler.

TE meselesiniň dürli formal matematiki kesgitlemeleri bar. Biz bu ýerde has ýönekeý kesgitleme bilen çäkleneris, sebäbi ol häzirki wagt tejribede has köp ulanylýar.

TE meselesiniň çözgüdi bolup, her akymyň gitmeginiň marşrudynyň ugrundaky resurslary ulanmagyň koeffisientleriniň hemme bahalary belli bir berlen K_{tax} çäğinden ýokary geçmeýän, trafigiň akymlarynyň köplügi üçin marşrutlaryň toplumy çykyş edýär.

Ýokardaky we aşakdaky suratlaryň görkezýän mysalyň mümkin bolan çözgüdiniň biri görkezilen. Tapylan marşrutlar islendik akym üçin islendik



Ýüklenmeleriň tor boýunça paýlanylyşy — ýollaryň saýlanylmagy.

ulanylmagynyň koeffisienti 0,6-dan ýokary geçmeýändigini kepillendirýär.

Trafigiň inžiniringiniň usullary häzirki wagtda diňe akymlyryň topary üçin tapylan çözüdi amala aşyrmagy kyn mesele bolup durmaýan, wirtual kanaly bolan torlarda ulanylýar. Her bir akyma (ýa-da deň bolan marşrutly akymlyryň toplumyna) wirtual kanal bölünip berilýär, ol saýlanylan marşruta laýyklykda geçirilýär. Trafigiň inžiniringiniň usullary wirtual kanallaryň tehnikasynyň esasynda işleýän ATM we Frame Relay torlarynda üstünlikli ulanylýar. IP-torlar hem TE usullaryna, olar, IP protokolyň esasynda düzülen düzümlerde işleýän ATM ýa-da Frame Relay torlarynda ulanylan mahaly daýanýar.

Paketleriň we kanallaryň kommutasiýasy. Kanallaryň kommutasiýasy. Paketleriň kommutasiýasy.

Paketleriň we kanallaryň kommutasiýasy

Bu bölümde telekommunikasion torlarynda kommutasiýanyň umumy düzgünleriň barlanylyşy dowam etdirilýär. Biz kommutasiýanyň iki esasy görnüşini – kanallaryň kommutasiýasyny we paketleriň kommutasiýasyny öwreneris we deňeşdireris.

Taryhy kanallaryň kommutasiýasy paketleriň kommutasiýasyndan has ir emele gelipdi we öz aslyny ilkinji telefon torlaryndan alýar. Fiziki kanalyň geçiriş ukybynyň dinamiki gaýtadan paýlanylmagynyň mümkin dälidigi paketleriň kommutasiýaly torlaryň prinsipial çäklendirilmesi bolup durýar.

Paketleriň kommutasiýasynyň düzgüni kompýuter torlaryny işläp düzüjileri tarapyndan oýlanyp tapyldy. Paketleriň kommutasiýasy kompýuter trafiginin aýratynlygyny hasaba alýar we telefon torlarynda ulanylýan kanallaryň kommutasiýasynyň däpden gelýän usuly bilen deňeşdirilende kompýuter torlary üçin kommutasiýanyň has netijelikli usuly bolup durýar.

Emma islendik tor tehnologiýalarynyň artykmaçlyklary we kemçilikleri - göräleýindir. Paketli torlaryň kommutatorlarynda bufer huşuň bolmagy pulsirleýji trafik geçirilende kanallaryň geçiriş ukybyny netijelikli ulanmagy mümkin edýär, emma welin paketleriň elilmeginde tötänleýin saklanyşlara getirýär, bu bolsa däpleýin kanallaryň kommutasiýasynyň tehnikasy tarapyndan geçirilýän hakyky wagtyň trafigi üçin kemçilik bolup durýar.

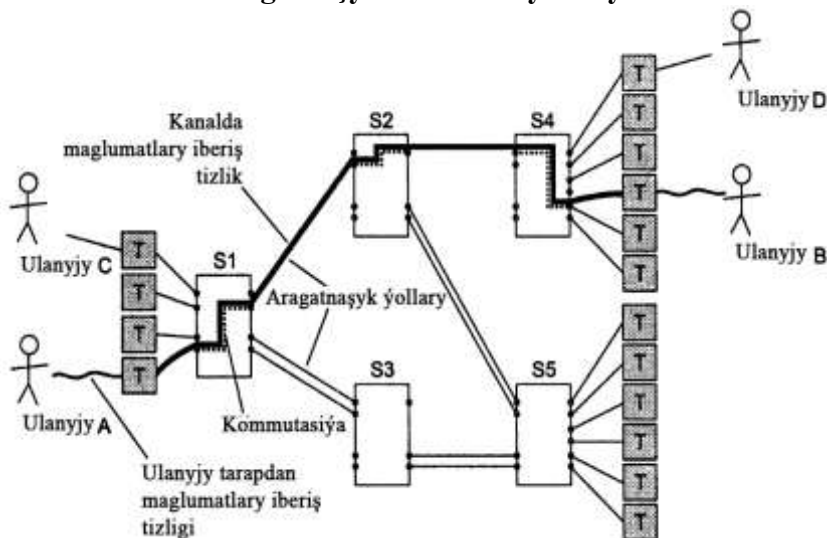
Bölümde paketleriň kommutasiýaly torlarda ulanylýan paketleriň iberilmeginiň üç usulyna seredilýär: deýtagrammaly geçiriş, logiki birleşmeleri gurnalmagy bilen geçiriş we wirtual kanallaryň tehnikasy.

Bölüm lokal torlarda giňden ulanylýan bölýän gurşawyň düzgünini öwrenmeklik bilen tamamlanýar.

Kanallaryň kommutasiýasy

Esasy sözleriň sanawy: aragatnaşyk ýoly, birleşmäni gurnamaklyk, talap, hakyky wagtyň trafıgi, kömekçi kanal, trafıgiň pulsasiýa koeffisienti.

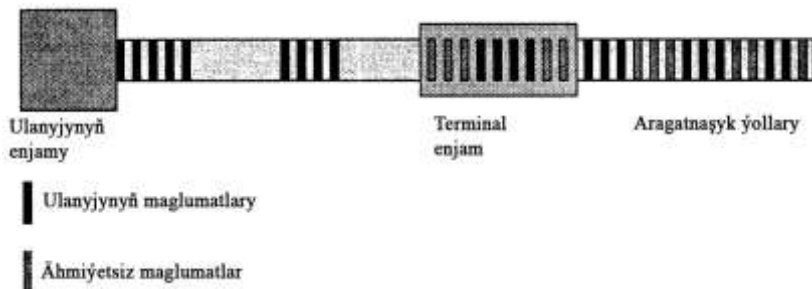
Kanallaryň kommutasiýasynyň esasy pikirini düşündirmek üçin ony maksimal ýöşnekeyleşdirilen görnüşde görüliň. Aşakdaky suratda görkezilişi ýaly, kommutasion tor özara **aragatnaşyk ýollary** bilen



birleşdirilen kommutatorlardan ybarat (S1, S2,..., S5). Her ýol şol bir geçiriş ukyba eýe.

Multipleksirleme bolmazdan kanallaryň kommutasiýasy.

Her abonent tora terminal gurluşy (T) arkaly birleşýär, ol bolsa maglumatlary tora hemişelik tizlik bilen iberýär, özem şol tizlik ýoluň geçiriş ukybyna takyk deň bolup durýar. Eger-de wagtyň käbir aralyklarynda



Ýoluň geçiriş ukybyna çenli akymyň doldurylmagy.

abonentde, onuň tora iberjek bolan maglumatyň tizligi (teklipl edilen ýüklenme) ýoluň geçiriş ukybyndan pes bolsa, onda terminal gurluşy torý naglumatlaryň hemişelik akymy bilen üpjün edýär we ulanyjynyň peýdaly maglumatyny „boş“ (ähmiýetsiz) maglumatlar bilen doldurýar (Yokardaky surat). Bitleriň akymynyň bir bölegi peýdaly maglumaty, beýlekisi bolsa „dolduryjy“ bolup durýandygyny kabul edijiniň terminal gurluşy bilýär, ol ähmiýetsiz gereksiz maglumaty taşlap, ulanyja diňe iberijiniň tora ugradan maglumatlaryny bermelidir.

Biziň hemmämiz – telefon torunyň ulanyjylary bolup durýandygymyz sebäpli, ol bolsa kanallaryň kommutasiýaly torlaryň has ýaýran görnüşi bolýandygy sebäpli, biz öz düşündirmelerimiz *telefoniýa* ugrundan bolan mysallar bilen utgaşdyrarsy.

Birleşmäni gurnamaklyk

Maglumatlaryň alyş-çalşygy birleşmäniň deslapdan gurnalmagyndan başlanýar.

Goý iki sany abonent A we B biri-birine käbir maglumatlary geçirmegi isleýän bolsunlar (Yokardaky surata seret). Maglumatlary tora goýbermezden öň, A abonenti kommutasion tora talaby iberýär, şol talapda B abonentiň salgysy (telefon belgisi) görkezilýär. Talabyň iberilmeginiň maksady — A we B abonentleriň birleşmesini maglumat kanaly

arkaly gurnamaklyk, şol kanalyň häsiýetleri üznüksiz aragatnaşyk ýolunyň häsiýetlerine meňzeş: öz tutuş uzynlygynyň dowamynda ol maglumatlary şol bir tizlik bilen iberýär. Bu tranzit kommutatorlarynda ulanyjylaryň *maglumatlaryny buferlemek zerurlygynyň* ýokdugyny aňladýar.

Şeýle kanaly döretmek üçin talap A–dan B çenli ýolda ýerleşen kommutatorlaryň yzygiderliginden geçmelidir, hem-de hemme ýoluň hemme zerur kesimlerini (aragatnaşyk ýollaryň) şol mahal boşdugyna göz ýetirmelidir. Mundan başga hem, birleşmäni üstünlikli gurnamak üçin B ahyrky düwüni beýleki birleşmede ulanylmaýan bolmagy mümkin. Birleşmäni fiksirlmek üçin, A-dan B çenli ýolda ýerleşen her bir kommutatorda deňişli aragatnaşyk ýolunyň A we B abonentleriň birleşmesi üçin berilendigi (rezerwirilenendigi) barada maglumat saklanylýar. Her bir kommutatorda maglumatlaryň geçmeginiň marşrudyna gabat gelýän interfeýsleriň içerki birleşmesi ýerine ýetirilýär.

Kepillendirilen geçiriş ukyby

Şeýlelik bilen, A we B abonentleriň birleşmesi guralan. Indi olaryň (hem-de diňe olaryň) ygtyýarynda fiksirlenen geçiriş ukybyna eýe bolan kanal bar. Bu bolsa, birleşmäniň tutuş wagtynda olaryň tora şol tizlik bilen maglumatlary ibermelidigini hem-de toruň şol maglumatlary çagyrylýan abonente ýitgisiz hem-de şol wagt torda beýleki birleşmeleriň bardygyna garamazdan şol tizlik bilen kepillendirilen ýagdaýda iberjekdigini aňladýar. Abonent maglumatlary tora aragatnaşyk ýolunyň geçiriş ukybyndan ýokary geçýän tizlik bilen iberip bilmeýär, emma tor hem ulanyjylaryň maglumatlaryny ibermegiň tizligini peseldip bilmeýär.

Amatly ýagdaý bolup, toruň maglumatlary saklanyşyň pes we hemişelik derejesi bilen eltilmegi blup durýar, bu bolsa saklanyşlara duýgur bolan maglumatlary (şeýle hem **hakyky wagtyň trafigi** diýlip atlandyrylýan) – sesi, wideony ýokary hilde geçirilmegini mümkin edýär.

Multipleksirleme

Içinde her fiziki ýol maglumatlary şol bir tizlikde geçirýän, teswirlenen kanallaryň kommutasiýaly tory netijeli däl işleýär.

Birinjiden, şeýle torda ulanyjylar umuman öz işleýän almaly zatlaryny almaýarlar. Hakykatdan, hem olary, tora maglumatlary elmydama ýeketäk rugsat edilen tizlik bilen geçirýän uniwersal standart ulanyjy bolmaklyga mejbur edýärler.

Ikinjiden toruň özi şeýle ýagdaýda öz resurslaryny netijeli däl peýdalanýar. ýokardaky suratda görkezilen torda kommutatorlaryý arasynda aragatnaşyk ýollarynyň ýeterlik dældigi görünip durandyr.

Paketleriň kommutasiýaly torlarda netijeligi ýokarlandyrmak üçin multipleksirlemegi ulanmagy başladylar; bu bir wagtda her bir fiziki kanalyň üsti bilen birnäçe logiki birleşmeleriň trafisini geçirmegi mümkin etdi. Paketleriň kommutasiýaly torlarda multipleksirlemeklik öz aýratynlyklaryna eýe. Şeýlelik bilen, her aragatnaşyk ýolunyň geçiriş ukyby *deň böleklere* bölünýär, kömekçi kanal diýlip atlandyrylanlarynyň deň sanyny döredip (aňsatlaşdyrmak üçin olara ýöne kanal diýilýär). Adatça ulanyjyny tora birleşdirýän ýol, kommutatorlary birleşdirýän ýollardan tapawutlykda kömekçi kanallaryň az sanyny goldaýar, — bu ýagdaýda ret etmegiň ähtimallygy peselýär. Meselem, ulanyjy ýoly 2, 24 ýa-da 30 kömekçi kanaldan, kommutatorlaryň arasyndaky ýol bolsa — 480, 1920 kömekçi kanaldan ybarat. Sanly kömekçi kanalyň häzirki wagtda has ýaýran tizligi bolup 64 Kbit/s tizlik çykyş edýär, ol sesiň ýokary hilde sanly geçirilmegini üpjün edýär.

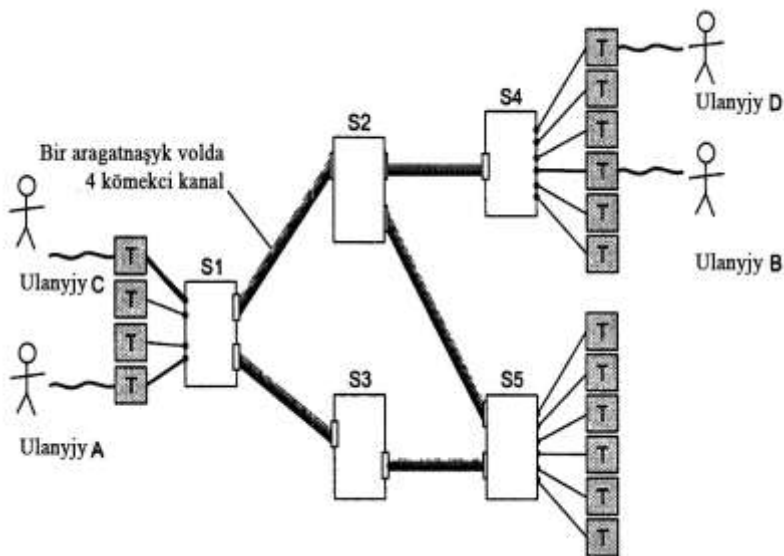
Kanallaryň kommutasiýaly torlarmultipleksirleme mehanizmi bilen goşmaça enjamlaşdyrylandan soň onuň işiniň ülnisi käbir üýtgemelere eýe boldy. Ibermekden öň abonent tarapyndan berlen logiki birleşmäni gurnamaklyga bolan talap tutuşlaýyn aragatnaşyk ýollaryny dälde, olaryň diňe kömekçi kanallaryny rezerwirleýär. Şeýlelik bilen, birleşme aragatnaşyk

ýollaryň derejelerinde dälde, kömekçi kanallaryň derejesinde gurnalýar. Birnäçe kömekçi kanallar bir kanalyň geçiriş ukyby ýetmeýän ýagdaýynda ulanylýar. Bu bolsa ulanyja maglumatlary geçiriş tizligi hakyky gerek bolana iň golaý bolan kömekçi kanaly (kömekçi kanallary) rezerwirlemegi mümkin edýär. Mundan başga hem, multipleksirleme kommutatorlaryň arasynda aragatnaşyklary has tygşytly guramagy mümkin edýär. Hakykatdan hem, ret etmegiň ähtimallygyny peseltmek üçin birnäçe aragatnaşyk ýollaryň deregine indi logiki kömekçi kanallaryň köp mukdary bolan bir fiziki derejäni ulanmaklyk ýeterlik.

Kanallaryň kommutasiýaly torlarda multipleksirlemegiň ýagdaýynda birleşmede gurnalan düzüm kanal öňki ýaly deň geçiriş ukyply bolan aragatnaşyk ýollardan ybarat, emma aragatnaşyk ýollaryň roluny kömekçi kanallar oýnaýar.

Multipleksirlemede trafigiň kommutatorlar tarapyndan işlenip bejerilme prosedurasynyň çylşyrymlaşýandygy aýdyň – degişli interfeýsleriň kommutasiýasynyň ýönekeý we düşüňikli prosedurasynyň deregine indi maglumatlary gerek bolan kömekçi kanala ibermek gerek. Wagtlaýyn multipleksirlemede ol iki sany maglumat akymlyaryň ýokary derejeli sinhronizasiýasyny, ýygylly multipleksirlemede bolsa — ýygyllylaryň özgerdilmegini talap edýär.

Aşakdaky suratda kanallaryň kommutasiýasy we multipleksirleme bolan tor görkezilen. Torda iki birleşme gurnalan A-B we C-D, olaryň biri her aragatnaşyk ýolda bir kömekçi kanaly, ikinjisi bolsa – iki kömekçi kanaly peýdalanýar. Şeýlelik bilen, berlen toruň ýokardaky suratda görkezilen tor ýaly şol bir fiziki düzüm gurluşyna eýe bolandygyna garamazdan, ikinji çagyryşyň (C-D) böwetlenmegi bu ýerde bolup geçmeýär, sebäbi kommutatorlar multipleksirlemegi goldaýarlar.

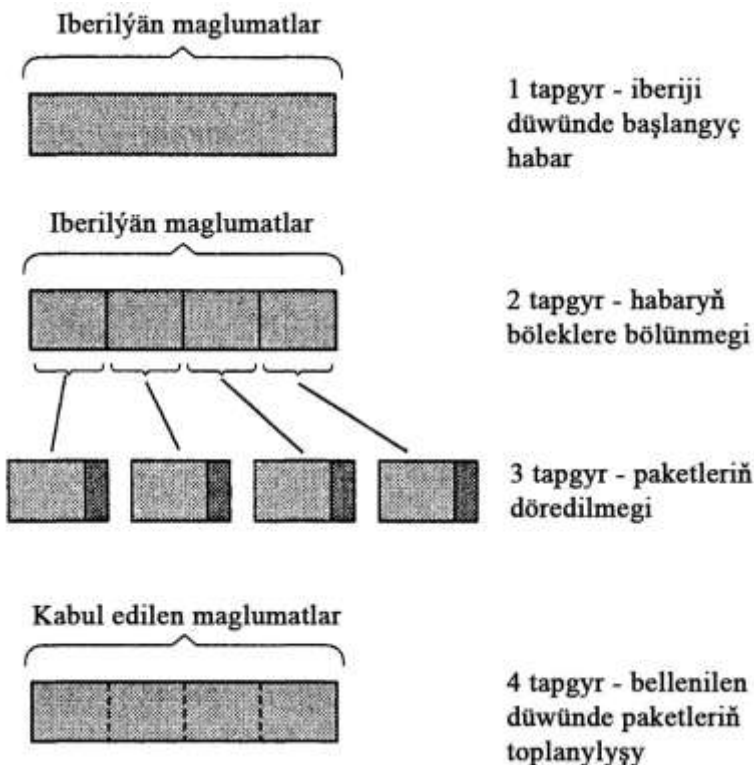


Multipleksirleme bilen kanallaryň kommutasiýasy.

Paketleriň kommutasiýasy

Esasy sözleriň sanawy: pakediň ady, pakediň ahyrlaýjysy, gözegçilik jemi, giriş bufer, ibermeklik bilen ýatda saklamaklyk, giriş nobaty, buferiň dolmagy, toruň aşa ýüklenmegi, deýtagramma, pakediň identifikatory, birleşmäniň ýagdaýy baradaky maglumat, wirtual kanal, bellenen ýeriň salgysy, kommutasiýa tablisasy, ýüklenmäniň balansy, maksimal güýç sarpa etme bilen eltme, pakediň belligi, birleşmäniň gurnalýş pakedi.

Paketleriň kommutasiýasynyň tehnikaýy ýörite kompýuter trafigini netijeli ibermek üçin işlenip düzülipdi. Paketleriň kommutasiýasynda toruň ulanyjysy tarapyndan ibirilýän hemme maglumatlar başlangyç düwünde deňeşdirilmekde uly bolmadyk böleklere bölünýär, olar paketler, kadrlar, ýa-da öýjükler diýlip



Maglumat akymynyň paketlere bölünişi.

atlandyrylýar – berlen kontekstde bu adalgalaryň manysyndaky tapawutlar düýpli däl (aşakdaky surat).

Her paket **at** bilen üpjün edilýär, onda bellenilen düwüne pakedi eltmek üçin zerur bolan salgy görkezilýär. Her paketde salgynyň bolmagy paketleriň kommutasiýasynyň tehnikasynyň wajyp häsiýetleriniň biri bolup durýar, sebäbi her paket kommutator tarapyndan maglumat akymynyň beýleki paketlerden garaşsyz işlenip bejerilip bilinýär.

Atdan başga paketde ýene bir goşmaça meýdana eýe bolýar, ol adatça pakediň ahyrynda ýerleşýär we şol sebäpli **ahyrлаýjy** diýlip atlandyrylýar. Ahyrлаýjyda **gözegçilik jemi** ýerleşdirilýär, ol tor rakaly geçirilende maglumatyň üýtgändigini

ýa-da üýtgemändigini barlamagy mümkin edýär.

Paketler tora kanallaryň kommutasiýaly torlarda edilýän ýaly *aragatnaşyk ýollarynyň deslapdan rezerwirlenmegi bolmazdan* hem-de *öňünden fiksirlenmedik berlen tizlik bilen*, çeşmäniň olary generirleýän depginde barýarlar. Paketleriň kommutasiýaly torlar kanallaryň kommutasiýaly torlardan tapawutlykda ahyrky düwünden gelýän pakedi elmydama kabul etmäge taýyn diýip göz öňünde tutulýar.

BELLIK

Geçiriş ukybynyň rezerwirlenme prosedurasý paketli torlarda hem ulanylyp bilýär. Emma şeýle rezerwirlemegiň esasy pikiri kanallaryň kommutasiýaly torlarda geçiriş ukybyň rezerwirleme pikirinden prinsipial tapawutlanýar. Şol tapawut, paketleriň kommutasiýaly toruň kanalynyň geçiriş ukyby dinamiki ýagdaýda her akymyň şol wagtky zerurlyklaryna baglylykda maglumat akymalaryň arasynda gaýtadan paýlanylyp bilýär, muny bolsa kanallaryň kommutasiýasynyň tehnikasy üpjün edip bilmeyär. Şeýle rezerwirlemegiň jikme-jik bölekleri bilen mundan beýläkde tanyş ediler.

Bufeler we nobatlar

Paketleriň kommutasiýaly torlary, edil kanallaryň kommutasiýaly torlary ýaly, fiziki aragatnaşyk ýollary bilen baglaşdyrylan kommutatorlardan ybarat. Emma kommutatorlar şol torlarda dürli işleýärler. Esasy tapawut şundan ybarat: paket kommutatorlary paketleri wagtlaýyn saklamak üçin *içki bufer huşuna eýe*. Hakykatdan hem, paket kommutatory öz huşunda pakede eýe bolman ony süýşürmek barada çözüdi kabul edip bilmeýär. Kommutator gözegçilik jemi barlaýar, hem-de eger gözegçilik jemi pakediň maglumatlarynyň üýtgedilmändigi barada habar berse, onda ol pakedi işläp başlaýar we bellenen ýeriň salgysy boýunça indiki kommutatory kesgitleýär. Şol sebäpli *her bir* paket yzygiderli bit boýunça **giriş buferine** ýerleşdirilýär Şol häsiýeti göz önünde tutmak bilen, paketleriň kommutasiýaly torlary **ibermeklik bilen ýatda saklamaklyk** tehnikasyny (store-and-forward) ulanyandygy barada gürrüň edýärler. Bu maksat üçin bir pakediň ölçegi bolan bufer eýe bolmak ýeterlikdigini bellemek bolar.

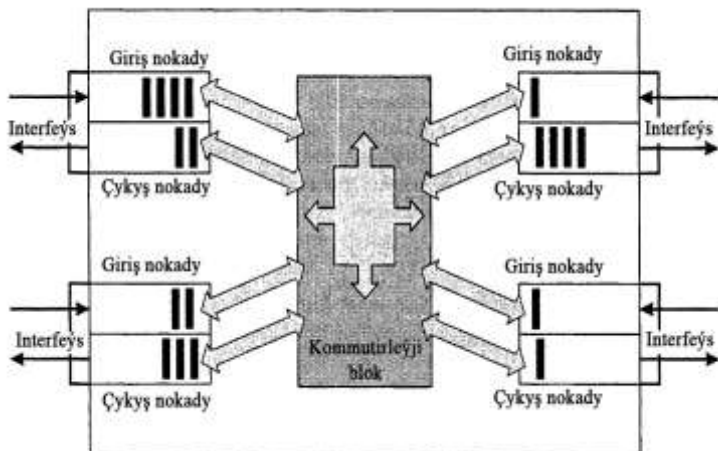
Buferizasiýa paket kommutatoryna şeýle hem *paketleriň barmagynyň tizliginiň olaryň kommutasiýa tizligi bilen ylalaşmaklygy üçin* gerek bolýar Eger kommutirleýji blok paketleri işläp bejermegi yetişmeýän bolsa, onda kommutatoryň interfeýslerinde **giriş nobatlary** emele gelýär. Giriş nobadyny saklamak üçin buferiň göwrümi bir pakediň ölçeginden uly bolmalydyr. Kommutirleýji blogy gurmaklyga dürli çemeleşmeler bar. Däpden gelýän usul bir merkezi prosessorda esaslanýar, ol kommutatoryň hemme giriş nobatlaryna hyzmat edýär. Gurmagyň şeýle usuly uly nobatlara getirip bilýär, sebäbi prosessoryň öndürjiligi birnäçe nobatlaryň arasynda bölünýär. Kommutirleýji blogy gurmagyň häzirki zaman usullary köp prosessorly çemeleşmede esaslanan, şonda her interfeýs paketleri işläp bejermek üçin özüniň gurnalan prosessoryna eýe bolýar. Mundan başga hem, interfeýs prosessorlaryň işini ugrukdarýan merkezi prosessor bar. Interfeýs prosessorlaryň ulanylmagy kommutatoryň öndürjiligini ýokarlandyrýar we

giriş interfeýslerde nobatlary azaldýar. Emma şeýle nobatlar şonda hem emele gelip bilýär, sebäbi merkezi prosessor öňki ýaly „dar“ ýer bolup durýar. Kommutatorlaryň içki gurluşynyň soraglary has jikme-jik mundan beýläkde seredilýär.

Ahyryn, buferler, paket kommutatoryna birikdirilen kanallarda maglumatlary ibermegiň tizliklerini ylalaşmak üçin gerek bolýar. Hakykatdan, eger paketleriň bir kanaldan gelmeginiň tizligi belli bir döwrüň dowamynda şol paketleriň barmaly kanalyň geçiriş ukybyndan ýikary geçýän bolsa, onda, paketleriň ýitgisiniň önüni almak üçin maksatlaýyn interfeýsde çykyş nokadyny gurnamak gerek (aşakdaky surat).

Paketleriň kommutasiýaly torlarda aýry abonentleriň trafiginin pulsasiýalary uly sanlaryň kanunyna laýyklykda olaryň pikleri köplenç gabat gelmeýän ýagdaýda wagt boýunça paýlanylýar. Şol sebäpli kommutatorlar elmydama hem-de ýeterlikçe deň ölçegli ýagdaýda iş bilen ýüklenen, eger olar arkaly hyzmat

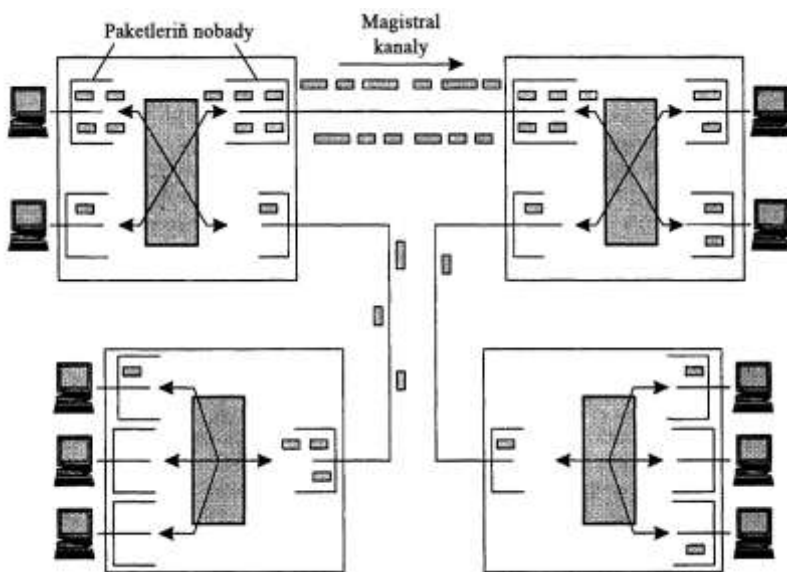
Paket kommutatoryndaky nobatlar.



edilýän abonentleriň sany hakykatdan köp bolsa. Aşakdaky suratda kommutatorlara her bir ahyrky düwünlerden gelýän

trafiğiň wagt boýunça deň örän ölçegsiz paýlanandygy görkezilen. Emma aşaky derejäniň kommutatorlaryň arasyndaky birleşmelere hyzmat edýän, iýerarhiýanyň has ýokary derejeli kommutatorlary has deň ölçegli ýüklenen, hem-de ýokary derejäniň kommutatorlaryny birleşdirýän magistral kanallar maksimal baha golaý bolan ulanyş koeffisientlere eýe bolýarlar. Buferizasiýa pulsasiýalary deňleýär, şol sebäpli magistral kanaldaky pulsasiýanyň koeffisienti abonent elýeterliligiň kanallaryňkydan ep-esli pes bolýar.

Paketleriň kommutasiýaly torlarda trafikiň pulsasiýasynyň düzlenmegi



Buferleriň göwrümi kommutatorlarda çäklenendigi sebäpli, käwagt toruň bir bölegi **aşa ýüklenende buferleriň dolmagy** sebäpli paketleriň ýitgisi bolup geçýär, şonda birnäçe maglumat akymlaryň pulsasiýa döwürleri biri-birine gabat gelýär. Paketleriň ýitgisi paketleriň kommutasiýaly torlaryň aýrylmaz bölegi bolup durýandygy sebäpli, şol torlaryň kadaly

işlemegi üçin şol netijäniň öwezini doldurýan birnäçe mehanizmler işlenip düzülen. Hyzmat etmegiň hilini üpjün etmegiň we trafigiň inžiniringiniň usullary diýip ady göterýän bu mehanizmler mundan beýläkde seredilýär.

Paketleri ibermegiň usullary

Gelen pakedi haýsy interfeýse ibermek baradaky çözgüt paketleri ibermegiň üç sany usulyň içinden biriniň esasynda kabul edilýär:

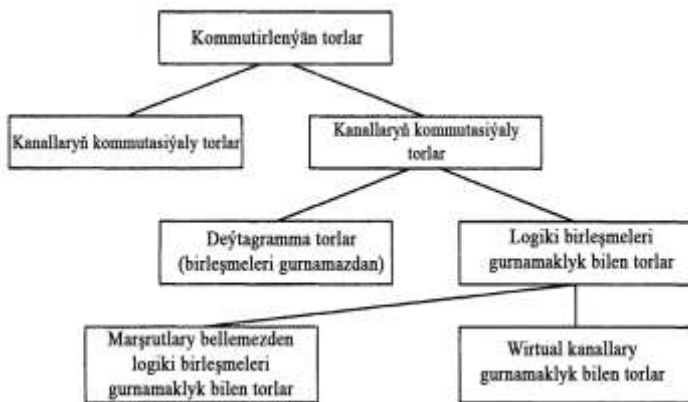
- *Deýtagramma iberişde* birleşme gurnalmaýar, we hemme geçirilýän paketler şol bir kadalaryň esasynda biri-birine *garaşsyz* iberilýär (toruň bir düwüninden beýlekä geçirilýär). Pakedi işläp bejermegiň prosedurasy diňe onuň özüniň içinde göterýän parametrleriň bahalar, hem-de toruň ýagdaýy bilen kesgitlenýär (meselem, onuň ýüklenmesine baglylykda paket hyzmat edilmek üçin nobatda köp ýa-da az wagt durup bilýär. Emma tor arkaly eýýäm iberilen paketler baradaky hiç-hili maglumatlar saklanylmaýar we nobatdaky paket işlenip bejerilende hasaba alynmaýar. Ýagny her aýry paket tor arkaly geçirmegiň düýpgöter garaşsyz birligi – **deýtagramma** hökmünde seredilýär.
- *Logiki birleşmäni gurnamaklyk bilen geçiriş* seanslara, ýa-da logiki birleşmelere bölünýär. İşläp bejermegiň prosedurasy diňe bir aýry paket üçin dälde, eýsem her birleşmäniň çäginde geçirilýän paketleriň tutuş köplügi üçin kesgitlenýär. Dürli bitleşmelere degişli bolan paketleriň differensirlenen hyzmat edişini amala aşyrmak üçin, tor, birinjiden, her birleşmä **identifikatory** bellemeli, ikinjiden, birleşmäniň parametrlerini, ýagny şol birleşmäniň çäginde paketleriň işlenip bejerilmeginiň prosedurasyny kesgitleýän bahalary ýatda saklamalydyr. Bu maglumat **birleşmäniň ýagdaýy baradaky maglumat** diýlip atlandyrylýar. Fiksirlenen marşrut birleşmäniň hökmany parametri bolup durmaýar. Şol bir birleşmä degişli bolan, eýsem ibermegiň we barmaly ýeriniň şol bir salgylaryna eýe bolan paketler, dürli biri-

birine garaşsyz marşrutlar boýunça hereketlenip bilýär.

- *Wirtual kanaly gurnamaklyk bilen geçiriş.* Eger birleşmäniň parametrleriniň sanyna marşrut *giryän* bolsa, onda, şol birleşmäniň çäginde geçirilýän hemme paketler görkezilen ýol boýunça geçmelidirler. Paketleriň kommutasiýaly torlarynda ahyrky düwünleri birleşdirýän, şeýle ýeketäk önünden geçirilen fiksirlenen marşrut **wirtual kanal** diýlip atlandyrylýar (virtual circuit, или virtual channel).

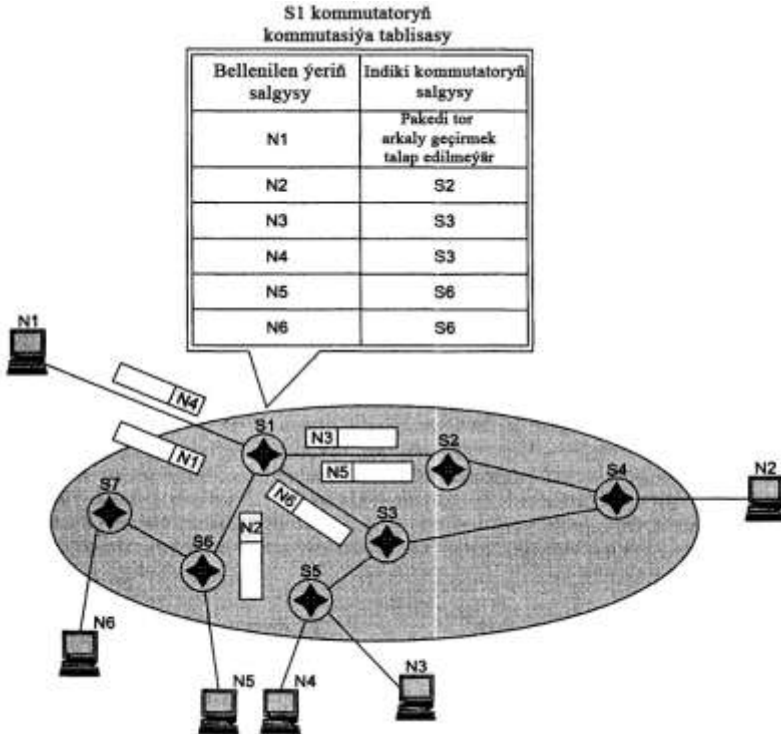
Kommutasiýanyň usularynyň toparlanylyşy ýokardaky suratda görkezilen.

Şol bir tor tehnologiýasynda maglumat alyş-çalşygynyň dürli usullary ulanylyp bilner. Şeýlelik bilen, IP deýtagramma protokoly Interneti düzýän aýry torlaryň arasynda maglumatlaryň iberilişi üçin ulanylýar. Şol bir wagtda hem şol toruň ahyrky düwünleriniň arasynda maglumatlaryň ygtybarly eltilmegini üpjün etmeklik bilen marşrudy bellemazden logiki birleşmeleri gurnaýan TCP protokoly meşgul bolýar. Hem-de ahyryn, Internet wirtual kanallaryň tehnikasyny ulanýan toruň bir mysaly bolup durýar, sebäbi Internediň düzümine wirtual kanaly goldaýan sany az bolmadyk ATM we Frame Relay torlary girýar.



Kommutirlenýän torlaryň taksonomiýasy.

Deýtagramma geçiriş



Paketleri geçirmegiň deýtagramma düzgüniniň görkezilişi.

Şeýlelik bilen, maglumatlaryň geçirişiniň deýtagramma usuly iberilýän paketleriň biri-birine garaşsyz işlenip bejerilmeginde esaslanan diýlip atlandyrylypdy. Gelen pakedi ibermeli interfeýsiň saýlanylmagy diňe pakediň adynda saklanylýan **bellenilen ýeriň salgysy** esasynda geçirilýär. Pakediň belli bir maglumat akymyna degişliligi hiç-hili hasaba alynmaýar.

Pakediň iberilmegi baradaky çözgüt **kommutasiýanyň tablisasynyň** esasynda kabul edilýär, ol bellenen ýerleriň salgylaryny we anyk marşrut boýunça indiki (tranzit ýa-da ahyrky) düwüni kesgitleýän salgý maglumatyny saklaýar. Dürli tehnologiýalarda ýokarda funksional maksada eýe bolan

tablisalary belgilemek üçin başga adalgalar (marşrutizasiýanyň tablisasy, gitmegiň tablisasy we b.) ulanylyp bilýär. Mundan beýläk ýönekeýleşdirmek üçin diňe ahyrky düwüniň belleniliş salgysynyň esasynda deýtagramma geçiriş üçin ulanylýan şeýle tablisalary umumylaşdyryp atlandyrmak üçin „kommutasiýanyň tablisasy“ diýen adalgany peýdalanarys.

Deýtagramma torunyň kommutasiýa tablisasy kommutatoryň interfeýsine barýan paketleriň iberilip bilinjek hemme salgylar baradaky ýazgylary saklamalydyr. Olar bolsa umumy ýagdaýda toruň islendik düwünine iberilip bilner. Tejribelikde tablisada ýazgylaryň sanyny azaldýan usullar ulanylýar, meselem, iýerarhiki salgylanma. Bu ýagdaýda kommutasiýanyň tablisasy salgylaryň diňe uly böleklerini saklap bilýär, olar aýry düwünlere dälde, düwünleriň belli bir toparyna gabat gelýär (olary belgilemek üçin köplenç „kömekçi tor“ adalgasyny peýdalanýarlar). Eger poçta salgylaryna meňzetme hökmünde ýüzlensek, onda salgynyň şeýle uly bölekleri hökmünde ýurtlaryň we şäherleriň atlary bolup durýar, olary sany köçeleriň, jaýlaryň we aýry adamlaryň atларыnyň sanyndan ep-esli az.

Iri torlarda (meselem, Internetde) iýerarhiki salgylanmanyň ualanylmagyna garamazdan, kommutatorlar sany birnäçe münden ýokary geçýän girişi bolan tablisalara eýe bolup bilýärler. Ýokardaky suratda deýtagramma torunda kommutasiýanyň tablisasynyň nähili bolup biljekdigi görkezilen.

Şol bir bellenen ýeriň salgysy üçin kommutasiýanyň tablisasynda degişlilikde indki kommutatoryň dürli salgylaryna görkezýän birnäçe ýazgylar saklanylyp bilner. Şeýle çemeleşmä **ýüklenmäniň balansy** diýilýär we ol toruň öndürilijini we ygtybarlylygyny ýokarlandyrmak üçin ulanylýar. Ýokardaky suratda görkezilen mysalda N2 salgylary bellenen düwün üçin S1 kommutatora barýan paketler ýüklenmäniň balansy maksady bilen iki sany indiki kommutatorlaryň — S2 we S3 arasynda paýlanylýar, bu bolsa olaryň her birine düşýän ýüklenmäni peseldýär, şeýlelik bilen bolsa nobatlary azaldýar we eltilmegi

tizleşdirýär. Bellenilen ýeriň şol bir salgysy bolan paketleriň oruň üsti bilen gitmeginiň belli bir derejede „ýuwulandygy“ deýtagramma usulyna mahsus bolan, her pakediň garaşsyz işlenip bejerilmeginiň gönümel netijesi bolup durýar. Bellenilen ýeriň şol bir salgysy boýunça barýan paketler hem oňa çenli toruň ýagdaýynyň üýtgemegi sebäpli, meselem, araky kommutatorlaryň ret etmegi sebäpli dürli ýollar arkaly baryp bilýär.

Deýtagramma usuly tiz işleýär, sebäbi maglumatlaryň iberilmeginden öň hiç-hili deslapdan amallary geçirmeklik talap edilmeyär. Emma bu usulda pakediň nellenilen düwüne eltilendigini barlamak kyn. Bu usul pakediň eltilmegini kepillendirmeyär, ol iný özüniň mümkinçiligine görä edýär – şeýle häsiýeti teswirlemek üçin **maksimal güýç satp etme bile eltme** diýen (best effort) adalga ulanylýar.

Logiki birleşme

Logiki birleşmäni gurnamaklyk bilen geçiriş alyş-çalyşyň „öňüsyraşyny“ bilmeklige esaslanan. Bu deýtagramma usuly bilen deňeşdirilende hasa rejeli paketleri işläp bejermegi mümkin edýär. Meselem, ondan öňki birnäçe paketleriň ýitgisinde ondan soňky gelyänleriň iberilmeginiň tizligi peseldilip bilner. Ýa-da paketleriň belgilenmegi hem-de iberilen we kabul edilen paketleriň belgilerini yzarlama arkaly ygtybarlygy dublikatlary zyňmagyň, gelen paketleriň tertipleşdirmeginiň we ýitirilen paketleriň iberilmegini gaýtalamagyň kömegi bilen ýokarlandyrmak mümkin.

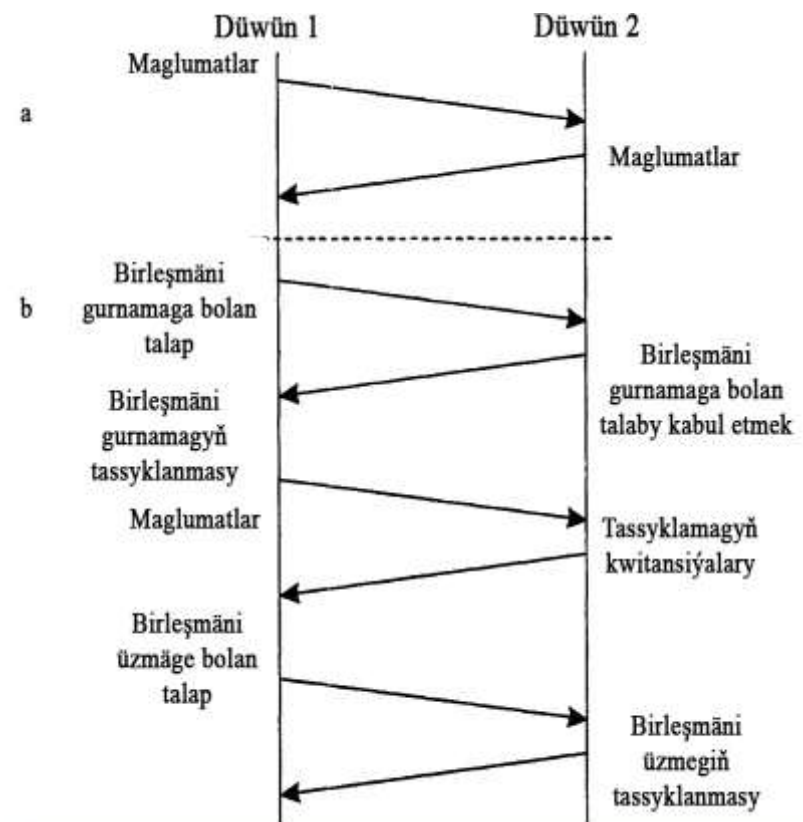
Birleşmäniň parametrleri tutuň birleşmäniň dowamynda hem hemişleik (meselem, pakediň maksimal ölçegi), hem-de üýtgeýän, birleşmäniň şol wagtky ýagdaýyny dinamiki görkezýän bolup biler (meselem, ýokarda agzalan paketleriň yzygiderli belgileri). Iberiji we kabul ediji täze birleşmäniň başyny *fiksirlän* ýagdaýynda, olar, ilkibaşda, alyş-çalyş prosedurasynyň parametrleleriniň başlangyç bahalary barada

„ylalaşýarlar“ hem-de diňe şondan soň maglumatlaryň iberilşini başlaýarlar.

Birleşmäni gurnamaklyk bilen bolan geçiriş has ygtybarly, emma maglumatlaryň iberilişi köp wagty hem-de ahyrky düwünlerinden hasaplaýyş çykdaýylaryny talap edýär, bu bolsa aşakdaky suratda görkezilen.

Birleşmäni guranamak bilen bolan geçirişde düwün-kabul edijä ýörite formatly gulluk kadry birleşmäni gurnamak baradaky tekliplä bilän barýar, ol aşakdaky (b) suratda görkezilen. Eger düwün-kabul ediji şonuň bilen razy bolsa, onda ol jogap hökmünde birleşmäniň gurnalmagyny tassyklaýan hem-de berlen logiki birleşmäniň çäginde ulanyljak käbir parametrleri tekliplä edýän başga gulluk kadry iberýär.

Olar bolup, meselem, birleşmäniň identifikatory, kadrlaryň maglumat meýdanynyň uzynlygynyň maksimal bahasy, tassyklamasyz ugradup boljak kadrlaryň sany we ş.m. Birleşmäniň düwün-iniatory birleşmäni gurnamak prosessini üçünji gulluk kadry ibermek bilen tamamlap bilýär, şol kadrda ol tekliplä edilýän parametrleriň oňa gabat gelýändigini barada habar berýär. Şunda logiki birleşme gurnalan diýlip hasap edilýär. Logiki birleşme maglumatlaryň hem bir ugurda – birleşmäniň iniatoryndan, hem-de iki ugurda geçirilşine hasaplanylýp biler. Maglumatlaryň belli bir tamamlanan toplumy, meselem, kesgitlenen faýly, geçirilenden soň, düwün-iberiji degişli gulluk kadry ibermek bilen berlen logiki birleşmäniň üzülmegini inisiýrleýär.



Birleşme gurnalmazdan (a) we birleşme g urnalyp (b) bolan geçiriş.

Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusíýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň “Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin” Milli maksatnamasy, Aşgabat, 2007.
8. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” Milli Maksatnamasy, “Türkmenistan” gazetini, 2003-nji ýylyň 27-nji awgusty.
9. “Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy”. Aşgabat, 2006.
10. В.Г. Олифер, Н.А.Олифер “Коипьютерные сети”, 3-издание, Москва, Питер, 2006 г.
11. Джеймс Трулав “Сети – технологии, прокладки, обслуживание”, 3-издание, Москва, 2008 г.
12. Хологоров В. "Основы web-Мастерства", С-Петербург, Питер, 2001.
13. Олифер В.Г. "Компьютерные сети". Принципы, технологии, протоколы. Москва, 1998.

14. Крупнин К. "Краткий Курс Dreamweaver" С-Петербург, Питер, 2002.
15. Фролов А.В., Фролов Г.В. Глобальные сети компьютеров. Практическое введение в Internet, E-mail, FTP, WWW, HTML, программирование для Windows, Sockets. –Диалог – МИФИ, 1999.
16. Браун С. “Мозаика” и “Всемирная паутина” для доступа к Internet. Пер. с англ. - М .: Мир: Малип: СКПресс, 1999.
17. An Introduction to Computer Securiti: The NIST Handbook Draft. – National Institut of Standarts and Tehnology, Tehnology Administration, U.S.Department of Commerce, 1999.
18. Гольдштейн Б.С. Системы коммутации: Учебник для ВУЗов. 2-е изд. - СПб.: БХВ - Санкт-Петербург, 2004. - 314 с.
19. Гончарок М. Х., Крюков Ю. С. Построение системы защиты информации в цифровых АТС и выбор класса защищенности // Защита информации. Москва, 2004.

MAZMUNY

Sözbaşy	7
Maglumatlary goramak barada umumy düşünje.	
Maglumatlary goramagyň görnüşleri.....	8
Aragatnaşyk ýollary. Aragatnaşyk ýollarynyň toparlanylyşy. Başlangyç torlar, aragatnaşygyň ýollary we kanallary. Maglumatlary ibermegiň fiziki gurşawy.....	11
Maglumatlary ibermegiň fiziki gurşawy.	
Aragatnaşyk ýolunuň düzümi.....	13
Maglumatlary iberiş gurşawlaryň görnüşleri.....	15
Maglumatlary iberiş enjamlary.....	16
Aragatnaşyk ýollarynyň häsiýetnamalary.	
Aragatnaşyk ýollarynda signallaryň spektral analizi.	19
Aragatnaşyk ýollarynda signallaryň spektral analizi	19
Öçmeklik we tolkunlaýyn garşylyk	22
Päsgelçilige durnuklylyk we hakykatlylyk.	
Geçiriş zolagy we geçirijilik ukyby	28
Päsgelçilige durnuklylyk we hakykatlylyk	28
Geçiriş zolagy we geçirijilik ukyby	32
Goşundylar we hyzmat etmekligiň hili.	
Maglumatlary geçirmegiň tizligini göräleýin	
öňünden çaklanylmagy	39
Hyzmat edişiň hilini üpjün etmegiň usullary	39
Dürli görnüşli goşundylara hyzmat etmegiň	
hiline bolan talaplar	37
Maglumatlary geçirmegiň tizligini göräleýin	
öňünden çaklanylmagy	38
Pulsirleýji trafik. Goşundylaryň toparlary	39
M/M/1 model bilen tanyşlyk	42
M/M/1 paketleri işläp bejermegiň modeli hökmünde.....	46
Ters aragatnaşyk. Ters aragatnaşygyň gatnaşyjylary.	
Ters aragatnaşygyň maglumaty	46
Ters aragatnaşygyň gatnaşyjylary	47
Rezerwirlemede esaslanan hyzmat etmekligiň	
hilini üpjün etmegiň ulgamlary	49

Trafigiň inžiniringi. Marşrutizasiýanyň	
öňden gelýän usullarynyň kemçilikleri	50
Trafigiň inžiniringi	50
Marşrutizasiýanyň öňden gelýän usullarynyň	
kemçilikleri.....	51
Trafigiň inžiniringiniň usullary	53
Paketleriň we kanallaryň kommutasiýasy.	
Kanallaryň kommutasiýasy.	56
Paketleriň we kanallaryň kommutasiýasy	56
Kanallaryň kommutasiýasy	57
Birleşmäni gurnamaklyk	58
Kepillendirilen geçiriş ukyby	59
Multipleksirleme	60
Paketleriň kommutasiýasy	62
Buferler we nobatlar	65
Paketleri ibermegiň usullary	68
Deýtagramma geçiriş	70
Logiki birleşme	72
Edebiýatlar	75