

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

E.Orazberdiýewa

TELEMEHANIKA

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

E.Orazberdiyewa, Telemehanika.

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

SÖZBAŞY

Garaşsyz baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde geljegimiz bolan ýaşlaryň dünýäniň in ösen talaplaryň 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 zaman milli bilim ulgamyndaky döwrebap özgertmeler ýaş nesliň ýokary derejede bilim almagyna we terbiýelenmegine, giň dünýägaraýyşly, edep- terbiýeli, tämiz ahlakly, kämil hünärmenler bolup ýetişmeklerine uly ýardam edýär.

Hormatly Prezidentimiz ýygnaqlarda, uly Döwlet maslahatlarynda milli maksatnamada göz önünde tutulan meseleleriň çözülişleri, durmuşa geçirilişini esasy üns merkezinde saklaýar. Milli maksatnamada ilaty elektrik energiýasy bilen üpjün etmegi gowulandyrmak barada önde goýulan wezipeleri üstünlikli durmuşa geçirmek üçin, energetika ulgamlarynda işlejek ýokary bilimli hünärmenleri dünýä derejesinde taýýarlamak esasy mesele bolup durýar. “Senagat desgalarynyň we tehnologiýa toplumlaryň elektroherketlendirilişi hem-de awtomatlaşdyrylyşy hünäri üçin” hünäri boýunça bilim alýan talyp ýaşlaryň Türkmenistanyň syýasy – ykdysady ösüşlerini göz önünde tutup, Watanmyzyň gülläp ösmegi, halkymyzyň hal – ýagdaýynyň gowulanmagy üçin ýokary derejeli hünärmenleri taýýarlamagy esasy bolup durýanlygy aýdyňdyr.

Hususy soraglardan energiýany ösdürmegiň häzirki zaman çeşmeleriniň, ulgamlarynyň işleýşi, ulanylyşy, olary kämilleşdirmek baradaky meseleleri çözmäge ukyply talyplaryň nazary pikirlerini ösdürmek meselesi dersiň esasy bolup durýar.

GIRIŞ

Energetiki ulgamlaryň sazlaşykly işlemekleri, halk hojalygynda ýerlikli peýdalanmak, energiýany hasaba almak, energetiki resurslary ulanmaklygyň ähmiýetliligini, tygşytllygyny talyplara öwretmek dersiniň esasy tutýarlar.

Häzirki döwürde ekologiki taýdan arassa, ykdysady taýdan arzan, konstruksiýasy boýunça ýönekeý energetiki enjamlary gurmaklygyň, peýdalanmaklygyň tehnikalary öwredilýär. Okatmagyň esasy usuly hökmünde umumy sapak ulanylýar. Amaly we tejribe sapaklarynda bolsa desgalaryň bölekleri, olaryň berkligi, ýüze çykýan näsazlyklaryň önüni almak ýaly meseleleriň toplumyna seredilýär.

Häzirkizaman tehniki prosesiniň häsiýetli aýratynlygy, mikroprosessor tehnikasynyň serişdeleri bilen üpjün edilen bütinleý senagat kärhanalary we aýratyn tehnologik proseslary dolandyrmagyň awtomatizirlenen ulgamlarynyň döredilmegine aýratyn esbaplaryň (agregatlaryň) we operasiýalaryň awtomatizirlenmeginden sehleriň we tehnologik prosesleriň toplumlaýyn awtomatizasiýasyna geçmek bolup durýar.

Dolandyrmagyň awtomatlaşdyrylan ulgamlarynyň ösmegi we girizilmegi bilen, hemişe özgerýän we täzelenýän telemehanika serişdeleri hem giňden ulanylşy gazandylar.

Telemehanika, arabaglanşyk kanallary peýdaly ulanmak üçin signallaryň ýörite özgerdijilerini ulanmak bilen obýektleri aralykdan dolandyrmagyň we gözegçiliginiň tehniki serişdelerini we teoriýasyny öz içine alýan tehnikanyň we ylmyň pudagyny özünden emele getirýär.

Häzirki zaman çeşmeleriniň, ulgamlarynyň işleýşi, ulanylyşy, olary kämilleşdirmek baradaky meseleleri çözmäge

ukyply talypalaryň nazary pikirlerini ösdürmek meselesi dersiniň esasy bolup durýar

I. Telemehanikanyň taryhyndan maglumatlar

1.1. Önümçilik serişdelerini awtomatlaşdyrmakda telemehanikanyň ulanylyşy

Telemehanika termini 1905-nji ýylda girizilip, ol iki sany grek sözündenemele gelendir: tele- aralyk (uzaklyk) we mechanike – ussatlylyk ýa-da maşynlar baradaky ylym (başgaça onuň terjimesini täsir etme, süýşürme we ş.m görnüşlerde hem kabul edilen ýerelerei bardyr).

Telemehanika- signallary ýörite özgerdijileri ulanmak bilen aragatnaşyk kanallary arkaly uzaklykda ýerleşen obýektleri dolandyrmak we gözegçilik etmek üçin gerek bolan tehniki serişdeleri gurşap alýan ylymdyr.

Telemehanika- awtomatikanyň, radioelektronikanyň we aragatnaşygyň bazasynda dörän we çalt ösýän ylmyň-tehnikanyň bir oblastydyr.

Ilkinji gezek telemehanika XX asyryň 30-njy ýyllarynda energetiki ulgamlaryň ýüze çykmany bilen bagly ulanylyp başlandy. Ilki bada teleäleş (TÖ), soňra telesignal beriş (TSB) we teledolandyrylyş (TD) ulgamlaryny stansiýalardaky generatorlary merkezleşdirilen dolandyrylyşa geçirmek we podstansiýalardaky ýagly öçürijileri dolandyrmak hem-de enjamlaryň düzüw işlerine gözegçilik etmek üçin ulanylyp başlandy.

50-nji ýyllara çenli telemehanikanyň elementleri we enjamlary elektromehaniki releden hem-de elektron lampaly gurluşlardan ybaratdy. Bu enjamlaryň haýal täsirli we pes ygtybarly bolansoň, kontaktsyz elementleriň döredilip we ulanylyp başlamagy bilen öz orunlaryny ýarymgeçiriji elementler, magnitli elementler we ş.m bilen çalyşdylar.

Mikroprosessor tehnikasynyň döremegi we ösmegi bilen integral mikroschemaly enjamlary ulanmak we olaryň bazasynda telemehanikanyň ösýän ulgamyny döretmek başartdy. Eýýäm 2000-nji ýyllarda energetiki obýektler üçin telemehaniki

ulgamlarda ýokary hilli wajyp görkezijiler alnyp başlandy. Ol görkezijiler:

- Häzirki zaman mikroprosessorly gurluşlary döräp, olar gözegçilik edilýän punktlar üçin ulanylyp başlandy. Şeýle telemehaniki ulgam öz bahasyny çalt ödeýändir.
- Energoulgamlarda telemehaniki ulgamlaryň funksional mümkinçilikleri we ygtybarlylyklary ýokarlandy.

Eger-de önümçilik prosesiniň tutýan meýdany has giňäberse, onda ýerli awtomatikany telemehaniki ulgamlar bilen kämilleşdirmeli bolýar. Şeýle edilende prosesleriň geçişi baradaky maglumatlary gözegçilik-ölçeg serişdeleriň kömegi bilen dispetçer tarapyndan alnyp, şoňa görä hem önümçilik dolandyrylýar.

Obýektleri dolandyrmaklyk teledolandyrylyşyň we telesazlanylyşyň maglumat buýrukлары esasynda ýerine ýetirilýär. Obýektlere gözegçilik bolsa, teleölçeg we telesignal beriş esasynda ýerine ýetirilýär.

Telemehanikada maglumatlary geçirmek adam gatnaşmazdan ýa-da onuň gatnaşmagynda dolandyryş punktynda bolup geçýär.

Telemehanikadan başga-da maglumatlary alyş-çalyş etmeklik üçin telefon, telegraf, telewideniýe we ş.m tehniki pudaklar bardyr. Telemehanikanyň bu pudaklardan artykmaçlyklary aşakdakylardyr:

- 1) teleölçegde maglumatlaryň ýokary takyklykda geçirilişi zerur (0,05% -e çenli).
- 2) Dolandyrylyşda geçirilýän maglumatlaryň gijä galmalary bolmaly däl, çünki gijä galyp gelýän maglumat awariýanyň ýüze çykmasyna getirip biler.
- 3) Maglumat buýrukлары geçirilende ýokary ygtybarlylyk zerur, çünki ýalňyş maglumat awariýanyň ýüze çykmasyna getirip biler. Ýalňyş buýrukларыň ýüze çykmak ähtimallygynyň ygtyýar berilýän bahasy 10^{-10} tertipde bolmalydyr.

- 4) Giriş-çykyş gurluşlary tapawutlydyr. Telemehanikada maglumat çeşmeleri bolup datçikler, açarlar hyzmat edýärler, çykyşda bolsa signalizasiýa, rele ýa-da beýleki enjamlar oturyýdyr.
- 5) Maglumatlary geçirmeklik merkezleşdirilendir. Telemehanikada maglumatlaryň geçirilişi obýektlerden dolandyryş punktyna (dispetçere ýa-da hasaplaýjy maşyna) we tersine dolandyryş punktlardan obýektlere bolýar.

Telemehanikada maglumatlar geçirilende aşakdaky problemalar ýüze çykyp bilýär:

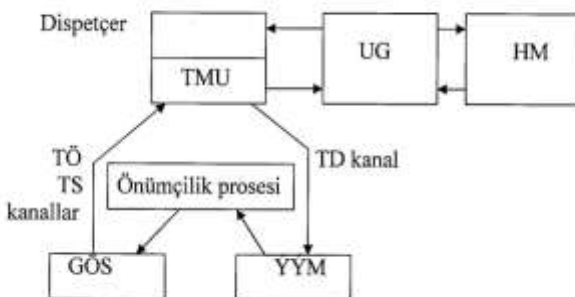
- 1) päsgelçilikleriň täsirleri sebäpli aragatnaşyk kanallarda we enjamlarda signallaryň ýoýulmagy bolup bilýär. Oňa signallaryň gyşarmalary diýilýär.
- 2) Aragatnaşyk kanallary bilen köp mukdardaky maglumatlary geçirmekde enjamlary oňat saýlamaklygyň we ulanmaklygyň problemalary. Oňa effektiwlik problemalary hem diýip bilner.
- 3) Ýönekeý we arzan düşýän enjamlary ulanmak bilen bagly problemalar. Bu problemalara başgaça tygşytlylyk problemalary diýip bileris.

Ýerli awtomatikany telemehaniki ulgamlar bilen kämilleşdirilende esasy artykmaçlyklary sanap geçeliň:

- a) Önümçiligi dolandyrmak üçin adam degişli enjamlary-buýrujy açarlary bolan dolandyryjy pultlary, signal beriji enjamlary we ş.m ygtybarly peýdalanyp bilýär.
- b) Maglumatlar iki taraplaýyn, ýagny adam bilen önümçilik prosesi we tersine önümçilik prosesi bilen adam arasynda alyş-çalyş edilip bilinýär.

Eger-de önümçilik prosesleri has giň we çylşyrymly bolsa, onda dispetçer ýetişiş bilmez. Şular ýaly ýagdaýlarda hasaplaýjy maşynlaryndan peýdalanmaly bolýar. Bu ýagdaýda telemehaniki ulgamlar (TMU) bilen hasaplaýjy maşynlarynyň

(HM) arasynda teleinformasiýa ulgamy (TIU) gerek bolýar. Bu ulgamyň strukturasy 1.1.1-nji çyzgyda görkezilendir.



1-1-1-nji çyzgy.

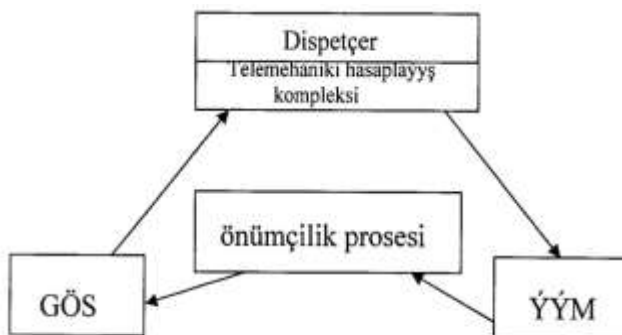
GÖS-gözegçilik ölçeg serişdeleri, ÝYM- Ýerine ýetiriji mehanizmler, UG-utgaşdyryjy gurluşlar, HM-hasaplaýjy maşynlar (EHM-ler) TÖ we TS – deňişlilikde teleölçeg we telesignal kanallary hem-de TD-teledolandyrylyş kanaly.

TIU-larda obýektlerden gelýän maglumatlaryň bir bölegi dispetçeriň dolandyryjy pultuna gelýär, agramly bölegi bolsa ilki bada HM-ler tarapyndan işlenilip bejerilip, soňra dispetçere berilýär. Şeýle edilende dolandyrylyş üçin ýalňyş buýruklaryň ulanylmak ähtimallygy azalýar we effektivlik artýar. Bu aýdylanlary göz önünde tutsak, onda TIU-larda HM-ler maşyn-maslahatçy hökmünde ulanylýar diýip aýdyp bileris.

Mikroprocessorlaryň we mikroEHM-leriň ulanylmagy telemehaniki ulgamlary has-da ösdürdi. Bu gurluşlar iki ýagdaýda işläp bilýärler:

- 1) Hasaplaýyş tehnikasynyň gurluşlaryny we ýokary hilli bloklaryny (deşifratorlary, şifratorlary, yasaba alyjylary, registrleri we ş.m) ulanmak bilen;

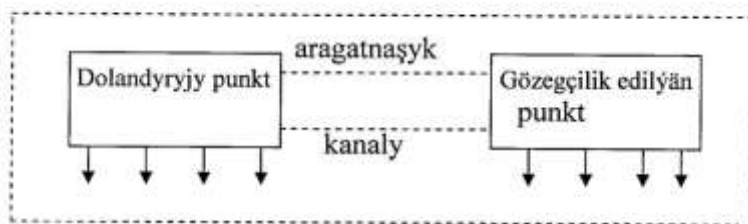
- 2) Hasaplaýyş tehnikasynyň gurluşlarynyň bloklary we hasaplaýyş maşynlarda aýry-aýry funksiýalary ýerine ýetirýän düwünleri ulanmak bilen. Bu usulda işledilende, TMU-laryň mümkinçilikleri giňeýär, parametrleri ýokarlanýar we ygtybarlylyk artýar. Şeýle ýagdaýda bolsa telemehaniki kompleks emele geldi diýilýär (1.1.2-nji çyzgy).



1-1-2-nji çyzgy

Telemehanikada obýektleri dolandyrmak üçin maglumat buýruklary obýektlere ýörite kanallar arkaly iberilýär. Ol kanallara aragatnaşyk kanallary diýilýär. Şunda obýektleri dolandyryjylar bolup teledolandyrylyş (TD) we telesazlaýyş (TS hyzmat edýärler. Gözegçilik üçin bolsa telegözegçilik (TG) we telesignal beriş (TSB) ulgamlar hyzmat edýärler.

Şeýlelikde telemehaniki ulgamlary umumy görnüşde aşakdaky ýaly strukturada görkezmek bolar (1.1.3-nji çyzgy)



1-1-3-nji çyzgy.

Suratdan görnişi ýaly TMU dolandyryjy we gözegçilik edilýän punktlardan (DP we GP) hem-de aragatnaşyk kanallaryndan ybaratdyr. DP-gözegçilik edilýän obýektleri dolandyrmak we olaryň ýagdaýlaryna gözegçilik etmek üçin gerek bolup ol ýerde dispetçer, hasaplaýjy maşynlar we ş.m – ler ýerleşýändirler. GP bolsa telemehanikanyň dolandyryan we gözegçilik edýän enjamlary bilen üpjün edilen dolandyrylmaly punktdyr. Şeýle punktlaryň sany birnäçe bolup biler.

1.2. Telemehanikanyň esasy düşüňjeleri

Telemehaniki ulgamlaryň görnüşleri (klassifikasiýasy)

Telemehanikada birnäçe terminlerdir-düşüňjeler bar bolup olaryň käbirlerine biz seredip hem geçdik. Bu düşüňjelere aýry-áýrylykda kesgitlemeler bereliň we giňişleýin düşünmäge çalşalyň.

1. Dispetçeriň berýän buýruklary esasynda ýerine ýetiriji mehanizmler önümçilik proseslerini dolandyryar. Şeýle etmeklige telemehanikada **teledolandyrylyş (TD)** diýilýär.

2. **Teledolandyrylyş ulgamy (TDU)** -haýsydyr bir mehanizmi öwürmek ýa-da işe girizmek baradaky buýrukly berip bilýän ulgamdyr. Buýruklar dispetçer ýa-da EHM tarapyndan ýerine ýetiriji mehanizmlere berilýär.
3. **Teleölçeg (TÖ)**-uzak aralyklarda ýerleşen obýektlerde bolup geýýän prosesler baradaky maglumatlary gözegçilik ölçeg serişdeleriniň kömegi bilen üznüksiz alyp durmak.
4. **Teleölçeg ulgamy (TÖU)**-gözegçilik edilýän önümçilik proseslerinden degişli parametrleri (tok, napryaženiye, kuwwat, ýygylk we ş.m) dispetçere berip bilýän ulgam.
5. **Telesignal beriş (TSB)**- gözegçilik edilýän punktlarda bolup geýýän prosesler baradaky maglumatlary ses ýa-da ýagtylyk signallary arkaly dispetçer punktyna bermekdir.
6. **Telesignal beriş ulgamy (TSBU)**- gözegçilik edilýän punktdan dispetçer punktyna gözegçilik edilýän punktda ýerleşen enjamlaryň ýagdaýlary (ara üzüjileriň, awtomatiki gurluşlaryň we ş.m ýagdaýlary) baradaky maglumatlary ses ýa-da ýagtylyk signallary görnüşde geçirmek üçin gerek bolan ulgamdyr.
7. **Telesazlanýş (TS)**-gözegçilik edilýän punktlarda sazlaýjy gurluşlara dispetçer tarapyndan berilýän buýruklar esasynda parametrleri sazlamakdyr.
8. **Telesazlanýş ulgamy (TSU)**- dispetçer tarapyndan berilýän “uly-kiçi” ýa-da “köpeltmeli-azaltmaly” görnüşli buýruklar bilen sazlaýjy enjamlara täsir edip, gözegçilik edilýän punktlardaky degişli parametrleri sazlap durmaklygy amala aşyrýan ulgamdyr.
9. **Awtoteledolandyrylyş (ATD)**- Bir awtomatdan beýleki bir awtomata dolandyrylyş baradaky maglumatlary bermekdir. Oňa podstansiýadan uzakda ýerleşen hususy kuwwat öwürijisi bolmadyk awtomatdan öwürmek baradaky buýrugy podstansiýany iýmitlendiriji

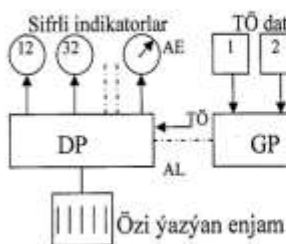
öçürijiniň işini dolandyryňan awtomata berýän teleöçüriş ulgamyny mysal edip getirip bolar.

10. **Awtoteledolandyrylyş ulgamy (ATDU)-** Bir awtomatdan beýleki bir awtomata dolandyrylyş baradaky maglumatlary bermekligi üpjün ediji ulgamdyr.
11. **Awtotelesazlanyş (ATS)-** obýektiň iş režimlerine gözegçilik ediji awtomatdan, energoulgamyň başga bir punktynda ýerleşen we degişli sazlaýjylaryň işini dolandyryp bilýän awtomatlara maglumatlary geçirmekdir.
12. **Awtotelesazlanyş amala aşyryňan ulgama Awtotelesazlanyş ulgamy (ATSU)** diýilýär.
13. **Awariýa-duýduryjy signal ulgamy (ADSU)-** TSBU-nyň giňeldilen ulgamy bolup, gözegçilik edilýän obýektlerden dispetchere “awariýa”, “duýduryş” görnüşli signallaryň çäkli mukdaryny berip bilýän ulgamydyr.
14. **Telemehanikanyň gurluşlary-** telemehaniki dolandyryjy we gözegçilik edilýän punktlarda ýerleşdirilýän tehniki enjamlardyr.
15. **Telemehaniki gurluşlaryň kompleksi-** telemehaniki ulgamlarda ýerli ulanylyş üçin niýetlenen DP we GP gurluşlaryň jemidir.
16. **Aragatnaşyk kanaly-** aragatnaşyk liniýasy boýunça bir wagtda biri-birlerine bagly däl maglumatlary geçirmekligi üpjün edýän tehniki serişdeleriň toplumlarydyr. Bu kanallar iki hili bolýar: diskret we analog kanallar. Diskret kanallardan diňe diskret signallar analog kanallardan bolsa diňe üznüksiz signallar geçirilýär.
17. **Telemehaniki tor-** Telemehaniki gurluşlaryň we olary özara birikdiriji aragatnaşyk kanallaryň toplumlarydyr.

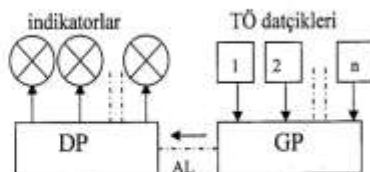
Telemehaniki ulgamlaryň görnüşlerini dürli ýagdaýlarda, ýagny:

a) ýerine ýetirýän funksiýasy boýunça b) aragatnaşyk liniýasynyň (kanalynyň) häsiýetleri boýunça c) gözegçilik edilýän (dolandyrylýan) obýektleriň ýerleşişleri boýunça we d) dolandyryjy obýektleriň häsiýetleri boýunça bölmek mümkindir. Olara aýry-aýrylykda seredip geçeliň:

- a) Ýerine ýetirýän funksiýasy boýunça; TÖU (1.2.1-nji çyzgy.)), TSBÜ (1.2.2-nji çyzgy), TDU (1.2.3-nji çyzgy), TDU-TSBÜ (1.2.4-nji çyzgy) we TÖU-TSBÜ.



1-2-1-nji çyzgy



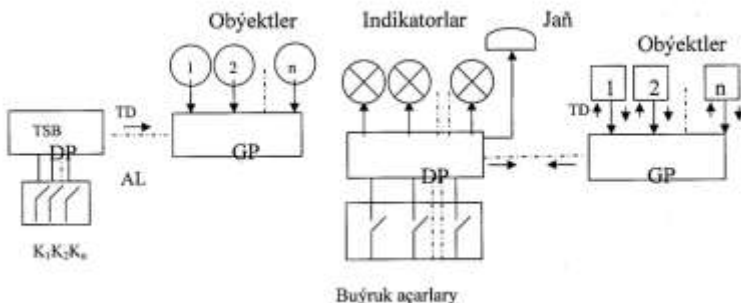
1-2-2-nji çyzgy

Suratlarda AE- analog enjam, AL-aragatnaşyk liniýasy, TÖ-teleölçeg.

1.2.1-nji we 1.2.2-nji çyzgylardan görnüşi ýaly dolandyryjy punktda sifrli indikatorlar (indikatorlar) we özi ýazýan enjamlar, gözegçilik edilýän punktda bolsa teleölçeg datçikleri ýerleşýärler. GP-niň 1, 2,...n obýektleri boýunça TÖ datçiklerinden gelýän maglumatlara DP-däki sifrli indikatorlar ýa-da özi ýazýan enjamlar tarapyndan gözegçilik edip bolýar.

1.2.3-nji çyzgyda bolsa dolandyryjy punktlarda K açarlar ýerleşip olara mehanizmleri öçürmek ýa-da işe girismek üçin buýruklar berilýär. Buýruklar dispetçer ýa-da EHM tarapyndan berlip bilner. Bu buýruklar aragatnaşyk liniýalary boýunça GP-e geçirilmek bilen ol ýerde 1, 2,...n obýektler dolandyrylar.

1.2.4-nji çyzgydan görnüşi ýaly maglumatlaryň bir bölegi jaňnyň kömegi bilen alynýar we şol bir wagtda ulgam dolandyrylyşa eýe bolýar.



1-2-3-nji çyzgy.

1-2-4-nji çyzgy.

b) aragatnaşyk liniýasynyň (kanalynyň) häsiýetleri boýunça; simli, elektroöpjün edilişli, swetowod (optiki) we radioaragatnaşyk liniýaly TMU-lar bolup bilerler.

TMU-larda birnäçe maglumatlary çeşmelerden bir wagtda bermek gerek bolýar. Şeýle ýagdaýlarda aragatnaşyk liniýasy deregine aragatnaşyk kanaly ulanylýar.

ç) gözegçilik edilýän (dolandyrylýan) obýektleriň ýerleşişleri boýunça;

TMU-larda konstruktiw gurnamalar we täsir edilişin usullary gözegçilik edilýän we dolandyryjy obýektleriň özara ýerleşişlerine hem baglydyr. Olaryň biri-birlerinden belli bir daşlykda ýerleşişleri esasynda TMU-nyň territoriýasy kesgitlenýär. Şoňa görä hem TMU iki hili bolup biler: **bir ýerde jemlenen** we **bir ýerde jemlenmedik** (dagynyk) obýektleri bolan TMU-lar.

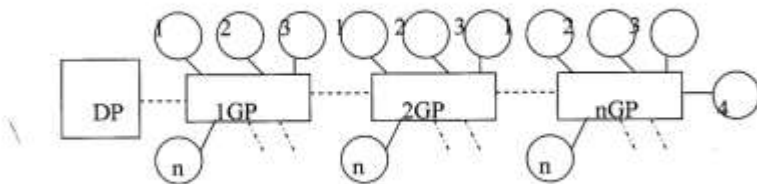
Bir ýerde jemlenen obýektleri bolan TMU-larda 1 sany DP we 1 sany hem GP bolýar. Oňa mysal edip bir jaýda ýerleşen köp sanly ýagly öçürijileri telemehaniki

dolandyryjy punkt tarapyndan öçürip-işe girizip bolýan elektrik podstansiýany alyp bileris.

Bir ýerde jemlenmedik obýektleri bolan TMU-larda 1 sany DP we birnäçe sany GP bolýar. Oňa mysal edip dürli bölümçelerinde basyşyna, sarp edilişine we ş.m gözegçilik edilmesi gerek bolan ýüzlerçe kilometrlere uzap gidýän nebit-gaz geçirijileri we ş.m alyp bileris.

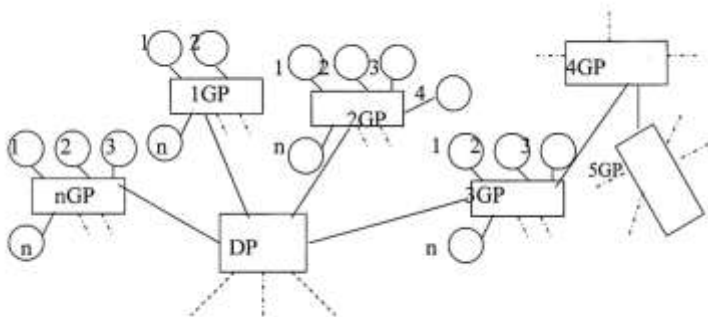
Obýektleriň ýerleşişleri, öz aralarynda aragatnaşyk kanallar boýunça birikmeleri dürli-dürli bolup biler. Bu bolsa şeýle ulgamlarda telemehaniki ulgamlaryň hem biri-birlerinden tapawutly boljakdygyny aňladýar. Bu tapawutlar telemehaniki toruň strukturalaryny kesgitleýär. Telemehaniki toruň strukturalary: Köpnokatly, zynjyrlaýyn, radial, radial-zynjyrlaýyn, halkalaýyn strukturaly we ş.m görnüşlerdedirler. Olara seredip geçeliň.

- 1 Köp nokatly strukturasy bolan telemehaniki tor-gözegçilik edilýän telemehaniki punktlaryň iki ýa-da birnäçe gurluşlary telemehanikanyň gurluşlary bilen DP-de aragatnaşyk kanallary arkaly birikýärler.
- 2 Zynjyrlaýyn strukturaly telemehaniki tor-gözegçilik edilýän telemehaniki punktlaryň gurluşlary DP-niň gurluşlary bilen umumy aragatnaşyk kanallarynyň arkaly birikýän köp nokatly strukturaly ulgam (1.2.5-nji çyzgy).



1-2-5-nji çyzgy

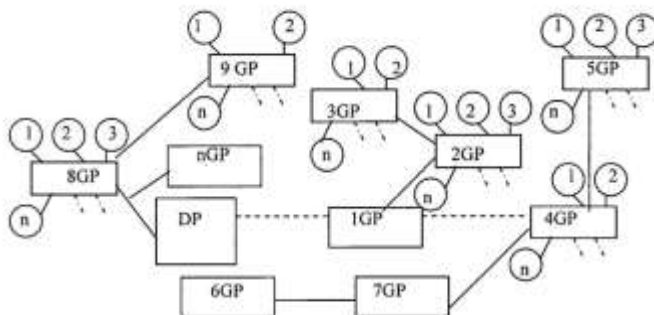
- 3.** Radial strukturaly telemehaniki tor- telemehanikanyň DP-däki gurluşlarynyň GP-leriň her bir gurluşy bilen aýry-aýry AK-lar arkaly baglanyşygy bolanköpnokatly strukturaly telemehaniki tordyr (1.2.6-njy çyzgy).



1-2-6-njy çyzgy.

- 4.** Radial-zynjyrly strukturaly telemehaniki tor- telemehanikanyň gurluşlaryny DP-de ulanmak bilen radial we zynjyr strukturalaryň kombinasiýalary alynýan telemehaniki tordur (1.2.6-njy çyzgyda 3GP bilen birikýän 4GP we 5GP-li bölümçeler).

- 5.** Halkalaýyn strukturaly telemehaniki tor- aragatnaşyk kanallar boýunça halka emele getirilýän we şunda telemehaniki DP her bir GP bilen iki sany aýry-aýry ýol arkaly birigip biljek strukturany emele getirýän telemehaniki tordur (1.2.7-nji çyzgy).



1-2-7-nji çyzgy.

- d) Dolandyrylýan obýektleriň häsiýetleri boýunça: TMU-lar biri-birlerinden häsiýetleri boýunça hem tapawutlanýarlar. Obýektler häsiýetleri boýunça stasionar (gozganmaýan) we stasionar däl (gozganýan) görnüşlerde bolup bilerler. Senagat obýektleriniň agramly bölegi stasionar obýektlere degişlidirler. Olara esasan zawod-fabrikler, kombinatlar, elektrostansiýalardyr-podstansiýalar we ş.m degişlidirler. Gozganýan obýektlere mysal hökmünde uçýan obýektleri , kran mehanizmini we ş.m aýdyp bolar.

1.3. Maglumat barada umumy düşünje

Maglumaty äkidijiler. Telemehaniki signalyň fiziki häsiýetleri

Telemehaniki maglumatlar aragatnaşyk kanallary boýunça iberilýär. Bu kanallar dürli aragatnaşyk liniýalaryndan emele getirilýändir.

Önümçilik prosesleri dolandyrylanda hemişe awtomatiki gurluşa ýa-da personala geçirilmeli habar döreýär. Bu habarlar dürli hadysalaryň esasynda döreýär. Telemehanikada hadysa – diýip, enjamlaryň we telemehaniki gurluşlaryň ýagdaýyna ýa-da ýagdaýynyň üýtgemesine düşünilýär.

Hadysa barada habarlar dürli bolup biler. Meselem, çig malyň düzüminiň üýtgemesi baradaky habary teleölçeg esasynda berilse, obýektleriň ölçmesi ýa-da täzeden işe goýberilmesi baradaky habarlary telesignal berliş bilen berip bileris. Teleölçegler boýunça alnan birnäçe habarlar operatora ýa-da hasaplaýjy maşyna ahyrky netijelere gelmek üçin gerekli maglumatlary berip biler. Olaryň käbirleri eýýäm belli, käbirleri bolsa täzelikleri saklap bilýändir.

Eger önümçilik prosesiniň gidişi (hadysa) barada berlenleri habar diýip alsak, onda, maglumat diýp kabul edijä (operatora ýa-da maşyna) belli bolmadyk habarlaryň täzelikleri saklaýan bölegine düşüneris. Bu täzelikler elbetde operator ýa-da hasaplaýjy maşyn tarapyndan tapylýar we gözegçilik edilýär. Mysal üçin, operatora laboratoriyadan kesgitli wagtdan peçde demiriň ereýşi barada habar gelip dur. Her habar berlişdeşol birmeňzeş maglumatlar gaýtalanyp durandyr. Habaryň bu bölegi operatoryň ünsini özüne az çeker, ýöne eredilişiniň komponentleriniň prosent düzümi birden üýtgäýse, onda ol üýtgame operator tarapyndan duýulyp mundan bu ýana önümçiligi dolandyrmaklygyň maglumaty bolup hyzmat eder. Aragatnaşygyň teoriýasynda habar we maglumat düşünjesi hatyň ýa-da telegrammanyň mysalynda has aýdyň görünýär. Hat alanymyzda sözleriň ýarysyndan köpüsi adaty sözler bolar (salam, sag bol we ş.m.) ýöne hatyň ýa-da telegrammanyň bir bölegi täzelik bolar, mysal üçin uly utuş, myhmanyň geläýjek wagty... şeýlelik-de, hat (telegramma) ön kabul edijä näbelli bolan täzelik görnüşdäki maglumaty özünde saklaýan habar bolup durýar.

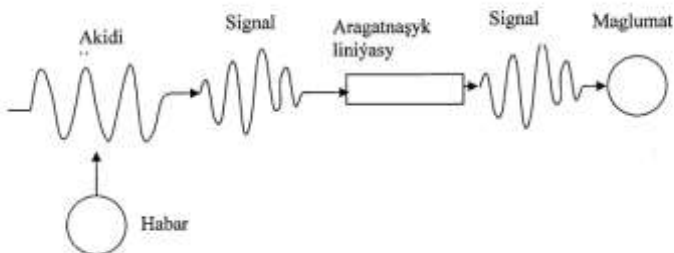
Habar ýa-da maglumat nähili görnüşde berilýär? Hatyň we telegrammanyň mysalynda olaryň ikisi hem birmeňzeş; ikisi

hem kagyza ýazylýar. Ýöne, soňra haty kabul edijä äkidiji bolup poýezd ýa-da samolýot hyzmat edýär, telegrammany – elektrik ýa-da elektromagnit yrgyldylar äkiderler. Awtomatiki gurluşlarda habarlaryň zynjyryň bir zwenosyndan beýleki zwenosyna signal görnüşinde berilýär. Signaly geçirmekde fiziki prosesleriň giňişlikde geçirijilik häsiýetleri ulanylýar: ses, elektrik ýa-da elektromagnit yrgyldylar; howa akymynyň hereketi we ş.m. Bulara maglumaty äkidijiler diýilýär. Äkidiji habaryň täsiri astynda formasyny we parametrini üýtgedip bilmeli. Äkidijiniň özi signal bolup bilmeýär, ýöne, äkidijä habar bilen belli ýagdaýda täsir edilende (ýüklenende), ol signala öwürilýär.

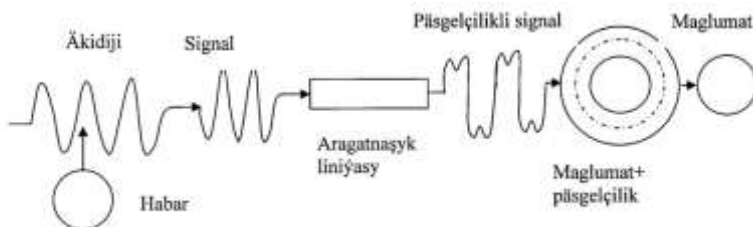
Signal – bu habar ýa-da maglumat ýazylan (girizilen) äkidiji. Habarlaryň köplügi sebäpli, signallaram köp bolmaly, ýöne äkidiji ýeke bolandygy üçin signallar biri-birinden tapawutlanmaly we geçirilýän habarlara gabat gelmeli. Bu bolsa signallaryň belli bir kanynalaýyklykda döredilýändigini aňladýar.

Şeýlelikde, kabul ediji bolup geçen hadysany biler ýaly, ýa-da täze maglumat alar ýaly zynjyr döredilmeli: *hadysa – maglumatly habar – signal*. Signal aragatnaşyk liniýasyna berilip kabul edijä eltilýär, ol ýerde signal ýene-de habara we maglumata özgerdilýär, sebäbi kabul edijä signalyň özi däl-de, onuň getirýän maglumaty gerek.

Maglumatlar päsgelçiliklere gabat gelmeýär we olaryň geçirilişinde ýitgiler bolmaýar diýen ideal ýagdaýda doly awtomatlaşdyrylan prosese seredeliň. Bu ýagdaýda telemehaniki maglumatyň geçiriliş shemasy 1.3.1-nji çyzgydaky ýaly bolar.



1-3-1-nji çyzgy.



1-3-2-nji çyzgy.

Datçikler we ölçeg serişdeleri tarapyndan gerekli maglumatlar alynýar. Ol maglumatlar äkidijilere täsir edenlerinde signal emele gelýär we ol signallar aragatnaşyk liniýasyna berilýär. Kabul edýän bölekde bolsa signaldan maglumaty saýlap alýarlar.

Real şertlerde bolsa aragatnaşyk liniýasyna päsgelçilikler täsir edip (1.3.2-nji çyzgy) signaly durşuna ýa-da bölekleyin üýtgedip bilýär.

Habarlary bermekligiň has effektiw bolmagyny gazanmak üçin birinjiden signalyň mümkinçiliklerini oňat peýdalanmaly,

ikinjiden bolsa aragatnaşyk kanalyňyň maksimal goýberme ukyplylygyny üpjün etmeli. Soňky ýagdaý aragatnaşyk kanalyňa diňe bir energetiki nukdaý nazardan garaman, eýsem onuň aragatnaşyk liniýasynyň giriş we tolkunlanç garşylyklaryny , signallary öndüriji generatoryň PTK-syny we ş.m hasaplamak esasynda dogry çemeleşmelidigini aňladýar. Elbetde bularyň hemmesi telemehanikada käbir bahalara eýe bolmalydyrlar. Aragatnaşyk kanalyndan esasy talap , ol hem ondan wagt birliginde berilýän signalaryň mukdarynyň köp we ýalňyşsyz bolmagydyr.

Maglumatlaryň mukdary diýip nämä düşünmeli diýen soraga jogap bermezden öň onuň dolandyrylyş prosesleri bilen nähili baglydygyny öwreneliň.

Dolandyrylyşyň esasynda saýlama ýatýar. Eger proses berlen kanundan öň geçse onda dolandyrmak gerek hem bolmaz. Mysal üçin otly bir stansiýadan beýleki bir stansiýa hiç hili päsgelçilige gabat gelmezden we ýolunu üýtgetmezden gitse onda otlyny dolandyrmak barada buýruklary bermek gerek hem bolmazdy. Emma, otlynyň ýolunda ýolunyň üýtgedilmesi baradaky bellik goýlan bolsady, onda ýoly ugratmaklyk üçin otlyny dolandyrylyşa sezewar etmek gerek bolardy.

Signal ýönekeý we çylşyrymly bolup biler. Çylşyrymly signal birnäçe elementar (ýönekeý) signallardan ybaratdyr. Iki sany habary (signaly) ibermek üçin bir sany elementar signal, dört sany habary ibermek üçin iki elementar signal , umuman N habary ibermek üçin 2^N sany elementar signal gerek bolýar.

Berlen mukdardaky habarlary ibermek üçin gerek bolan elementleriň mukdary- n , aşakdaky ýaly kesgitlener:

$$n = \log_2 N \quad (1.3.1)$$

bu ýerde - golaý bitin sana çenli tegelenmegini aňladýar.

Şeýle görnüşde elementar signallaryň maglumat mümkinçiligini, ýagny geçirip bolýan habarlaryň mukdaryny

kesgitläp bolýar. Umuman habarlaryň sany dolandyrylýan ulgamyň real ýagdaýynyň sanyna gabat gelýär. Şonuň üçin ulgamyň maglumat sygymyny kesgitläp bolýar. Ulgamyň maglumat sygymyny C_m , onuň bolup biläýjek ýagdaýynyň (M) logarifmi bilen kesgitlenýärler:

$$C_m = \log_2 M \quad (1.3.2)$$

Maglumatlaryň mukdar birligi deregine 1 bit (iňlis dilinde binary digit-ikilik sifr) kabul edilendir.

Maglumaty topłaýjy gurluş hökmünde releleri, triggerleri gönüburçly gisteresiz halkaly magnit elementleri we beýleki durnukly ýagdaýy alyp bilýän gurluşlary ulanylýar. Bir rele, bir trigger maglumatyň mukdarynyň bir birligini saklap bilýär. Bir birlige bit diýilýär. Poýezdi iki deň güýçli ugurdan birine ugratmak üçin 1 bit maglumaty geçirmek gerekdir.

1 bit saklaýan gurluşa 2-lik ýaçeýka diýilýär. Eger, maglumat saklaýan ulgamyň 32 ýagdaýy bar bolsa , onuň maglumat sygymy $C = \log_2 32 = 5$ deň, ýagny 5 sany 2-lik ýaçeýka deňdir.

Maglumaty ibermek üçin ony aragatnaşyk liniýasy boýunça ýaýradyp biljek bir fiziki proses gerek bolar. Telemehanikada informasiýany äkidijiler hökmünde adatça üýtgeýän tok ýa-da impuls görnüşdäki elektromagnit yrgyldylaryndan peýdalanýarlar.

1) Maglumat äkidiji-üýtgeýän tok :

Bize belli bolşy ýaly üýtgeýän tok:

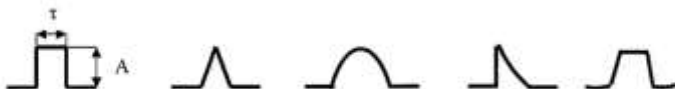
$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi) \quad (1.3.3)$$

bu ýerde i -toguň pursat bahasy, I_m -toguň amplituda bahasy, $\omega = 2\pi f$ -burç ýygylýk we φ -başlangyç faza.

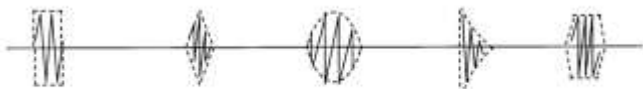
Üýtgeýän tok amplituda, faza, ýygylýk bilen häsiýetlendirilýär. Bu parametrlerini onuň üstüne maglumatlary ýüklemek, ýagny modulirlemek esasynda üýtgedip bolar.

2) Maglumaty äkidiji- impuls yzygiderlilikleri ýa-da impuls görnüşli elektromagnit yrgyldylar:

Telemehanikada impuls diýip elektrik togunyň ýa-da naprýaženiýäniň nähilidir bir shema ýa-da gurluşa gysga wagtlaýyn täsir edişine düşünilýär. Olary wideoimpulslara (1.3.1-nji çyzgy) we radioimpulslara (1.3.2-nji çyzgy) bölmek mümkin.



1-3-1-nji çyzgy.



1-3-2-nji çyzgy.

Çyzgyda görnüşi ýaly impulslar dürli formaly bolup bilýärler, mysal üçin göniburçly forma (suratlarda birinji impulslar), üçburç forma, kosinusoidal forma, eksponensial forma we ş.m. Impulslaryň esasy parametrleri bolup olaryň dowamlylygy ýa-da ini – τ we amplituda bahalary- A hyzmat edýärler. Bulardan başga-da wideoimpulslaryň formalarunyň emele gelşi ýygylk zolagy diýlip atlandyrylýan ΔF ululyga baglydyr. Bu ululyk τ boýunça aşakdaky ýaly kesgitlener:

$$\Delta F = \frac{\mu}{\tau} \quad (1.3.4)$$

Bu ýerde μ -impuls formasynyň emele geliş koeffisiýenti bolup, bu koeffisiýent 2-den uly bolmaýar, ýagny $\mu \leq 2$. Eger-de

uly saýlanaýsa, onda talap edilýän forma alynmaz. Şonuň üçin ony telemehanikada ortaça 1-2 aralyklarda saýlaýarlar, çünki telemehanikada köp gurluşlar impulsalaryň formalaryna däl-de eýsem, amplitudalary boýunça duýgurdyrlar.

1.4. Maglumatyň görnüşleri we kwantirleme Dereje boýunça kwantirleme. Diskretleşdirme.

Telemehäniki habarlary ibermeklik üznüksiz hem-de diskret signallaryň üsti bilen amala aşyrylýar. Telemehanikada esasan, diskret signallar köp ulanylýar. Diskret signallary ibermeklik päsgelçilige has ýokary durnuklygy we has ýokary takyklygy üpjün edýär, ýöne teleölçeg ulgamlarynda datçiklerden alynýan ilkinji ululyklar köplenç ýagdaýda üznüksiz bolýar we olary diskret ýagdaýyna özgertmek zerur bolup durýar. Üznüksiz ululyklary diskret ululyklara özgertmeklik kwantirlemekligiň üsti bilen amala aşyrylýar.

Önümçilik proseslerini häsiýetlendirýän ululyklar, adatça tötänleýin bahalary alyarlar, ýagny tötänleýin ululyklar hasplanylýar. Eger-de, tötänleýin ululyklar gutarnykly bahany alyp bilýän bolsa, onda oňa diskret diýilýär, has takygy köplükde diskret diýilýär. Eger-de tötänleýin ululyklar bahalaryň tükeniksiz sanyny alyp bilýän bolsa, onda oňa üznüksiz ýa-da köplükde üznüksiz diýilýär. Dolandyryşda we gözegçilikde tötänleýin ululyklar barada habarlar geçirilse, onda önümçilik prosesiniň dürli görkezijileri baradaky geçirilýän habarlary öz häsiýetleri boýunça iki uly topara: üznüksiz we diskret toparlara böleris. Meselem: nebit saklanýan bazadaky rezerwuarlarda saklanýan we sarp ediljilere goýberilýän önümiň (benzin, nebit we ş.m.) derejesi maksimal takyklyk bilen ölçenilýär. Sebäbi 10-12 metr diametrli 2000-5000 tonna benzin ýerleşýän sisternada 1mm. ölçegde ýalňyşlyk goýberilse, onda ol ýerde 0,5 tonn tapawut bolýar. Şeýle uly takyklyk, düzgün bolşy ýaly üznüksiz habarlar geçirilende talap edilýär. Eger-de önümiň derejesi barada diňe

birnäçe bahany – minimal (rezerwuar boş), maksimal (rezerwuar doly) we birnäçe aralyk maglumatlar gerek bolsa, onda bu habarlar diskret görnüşinde dolar.

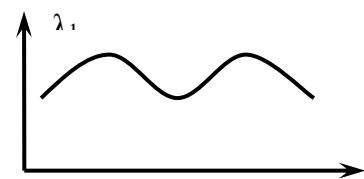
Umumy ýagdaýda habarlar wagtyň tötänleýin funksiýasy hökmünde görkezilýär. Funksiýalar görnüşleri boýunça indiki habarlara bölünýärler:

1. Köplük we wagt boýunça üznüksiz ýa-da ýöne üznüksiz maglumatlar (1.4.1-nji a-çyzgy). Şeýle habarlary görkezýän $\lambda_1(t)$ – funksiýa üznüksiz köp bahaly bolýar we wagt boýunça üznüksiz üýtgeýär. Telemehanikada şeýle habarlar bolup häzirki wagtdaky bolup geçýän teleölçegler hyzma ederler.

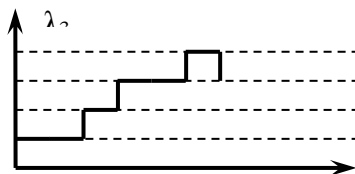
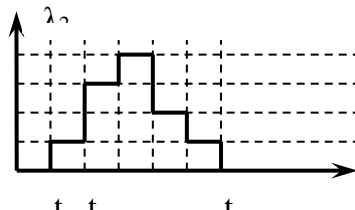
2. Köplük we wagt boýunça diskret ýa-da ýöne diskret (1.4.1-nji çyzgy) $\lambda_2(t)$ – funksiýa (t_1, t_2, t_3, \dots) wagtyň öň berlen momentinde kesgitli bahalary kabul edip biler. Köplenç ýagdaýda telemehanikada şeýle habarlar ikipozisiýaly habarlar bolýar. Meselem, eger-de ýagdaýyň üýtgemesi wagtyň diskret momentinde bolup geçse, onda „açyk - ýapyk“, „doly - boş“ ýaly telesignallary ýa-da „öçürmeli - birikdirmeli“ ýaly teledolandyryşy kabul etmek bolar.

3. Wagt boýunça üznüksiz we köplük boýunça diskret (1.4.2-nji çyzgy). $\lambda_3(t)$ – funksiýa öň berilen bahany alyp biler we olary wagtyň dürli momentinde üýtgedip biler. 1, 2, 3, ... nokatlardan başga bahalary, ýagny, şu nokatlaryň arasynda ýerleşýän bahalary funksiýa kabul edip bilmeýär.

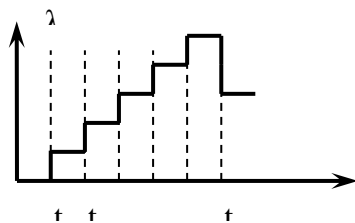
4. Köplük boýunça üznüksis we wagt boýunça diskret (1.4.1-nji d-çyzgy). $\lambda_4(t)$ – funksiýa wagtyň bellenen kesgitli ($t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$) momentinde özüniň bahalaryny üýtgedýär we ol islendik bahany kabul edip biler. Şunda wagt boýunça dowamlylyk saklanýar.



a)



ç)



d)

1-4-1-nji çyzgy.

a – köplük we wagt boýunça üznüksiz, b – köplük we wagt boýunça diskret, ç – wagt boýunça üznüksiz we köplük boýunça diskret, d – köplük boýunça üznüksiz we wagt boýunça diskret.

Eger-de üznüksiz signallary diskret signallara özgertmek gerek bolsa, onda kwantirleme usulyndan peýdalanmak gerek bolýar. Bu usul boýunça üznüksiz funksiýalar ilki bilen diskret funksiýalara özgerdilýär we soňra diskret signal edilip iberilýär. Bu usul esasanam telemehanikanyň kod-impuls teleölçeçlerinde zerurdyr. Diskret signallar üznüksiz signallara garanyňda päsgelçiliklere durnukly we takyk hasaplanýarlar.

Kwantirlemäniň dürli görnüşleri bardyr. Olardan dereje boýunça, wagt boýunça we differensial kwantirleme usullary has köp ulanylýan görnüşleridir. Olara aýry-aýrylykda seredip geçeliň.

Dereje boýunça kwantirleme.

Dereje boýunça ýa-da parametrleri boýunça kwantirleme – belli bir interwal (dereje) boýunça üznüksiz funksiýany oňa galtaşýan biri birine ýakyn derejeleriniň bahalary bilen çalyşmakdyr. Her bir alnan baha diskret baha diýilip kabul edilýär. Diskret bahalaryň aralyklary-q diýsek, onda bu aralyklar kwantirlenmäniň ädimleri bolup hyzmat ederler we bu ädimler kwantirlenmede iki hili ýagdaýda bolup biler: birmeňzeş ädimli we dürli ädimli. Eger-de dereje boýunça kwantirlenme birmeňzeş ädimli bolsa, ýagny $q_1=q_2=...=q_n$ onda dereje boýunça deňölçegli kwantirlenme ýerine ýeter, eger-de $q_1 \neq q_2 \neq ... \neq q_n$ bolsa onda dereje boýunça deňölçegsiz kwantirlenme ýerine ýeter.

a) Dereje boýunça deňölçegli kwantirlemek. $\lambda(t)$ funksiýanyň derejesi boýunça kwantirlenme prosesi 2-nji a suratda görkezilen. Ordinatalar oky boýunça oň saýlanyp alnan q kwantirleme ädimi ýza süýşirilýär we kwantirleme derejesini aňladýan wagt okuna parallel liniýalar geçirilýär. Bir derjeden beýleki derejä geçmeklik haçanda funksiýanyň bahasy kwantirleme interwalynyň ortasynda ýerleşende bolup geçýär. Şunda dereje boýunça kwantirlemäniň $\Delta_{k,y}$ ýalňşlygy :

$$\Delta_{k,y,\max} = \pm q/2 \quad (1.4.1)$$

Bu ýerde $+q/2$ – kwantirlemäniň maksimal položitel ýalňşlygy, meselem: b nokatdan 2-nji derejä çenli, $-q/2$ – kwantirlemäniň maksimal otrisatel ýalňşlygy, meselem: b nokatdan 3-nji derejä çenli bolýar.

1.4.2-nji 6- çyzgyda kwantirlemäniň ýalňşlygy görkezilen, ýagny wagt oky boýunça funksiýany kesip geçýän

kese geçirilen, kwantirlemäniň ýalňyşlygy görkezilen. Görnüşi ýaly n we a nokatlaryň arasyndaky funksiýa 2-nji nokady kesip geçýär. Bu funksiýa funksiýanyň n -a bölegi görnüşinde t okda ýerleşdirilen . a - b bölekde funksiýa derejelerden birini hem kesip geçenok, şoňa görä-de ol 1-nji derejä ýakyn geçýär, bu derejäniň bölegi hem wagt okunda ýerleşdirilýär. Bu bölekde a nokatdan b nokada çenli ýalňyşlyk 1-nji derejeden hasaplanylýar we ol diňe položitel bolar. Beýleki böleklerde položitel bolşy ýaly, ýalňyşlyk otrisatel hem bolup biler.

Şeýle görnüşde kesgitli kanun boýunça döredilen $\lambda(t)$ kwantirleme funksiýasy onuň a , b , c , ... nokatlardaky diskret bahalarynyň hatary bolýar.

1-4-2-nji a-çyzgyda görnüşi ýaly, N kwantirleme derejesiniň sany interwallaryň sanyndan bir birlik köpdür . Eger-de $\lambda(t)$ habarlar λ_{\min} -dan λ_{\max} -a çenli diapazonda çäklendirilse, onda

$$N-1 = (\lambda_{\min} - \lambda_{\max})/q \quad (1.4.2)$$

$\lambda_{\min}=0$ bolanda,

$$N-1 = (\lambda_{\max}/q)+1 \quad (1.4.3)$$

boýar.

Özgertmäniň (kwantirlemäniň) takyklygy $\delta_{k.y.}$ getirilen otnositel ýalňyşlyk (prosentlerde) görnüşinde berilýär.

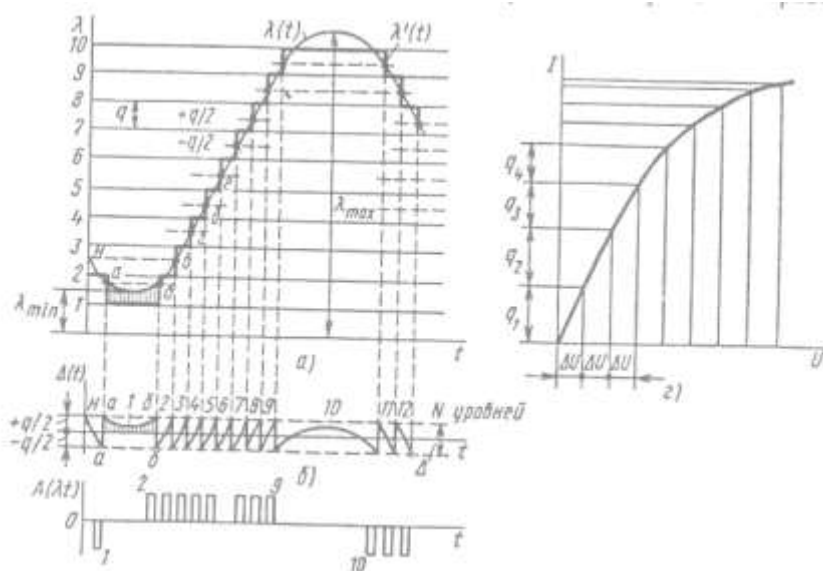
Kesgitleme boýunça, $\delta_{k.y.} = \frac{\Delta_{ky}}{\lambda_{\max} - \lambda_{\min}} 100$. Ýazylan usul

boýunça ýalňyşlyk $q/2$ –den ýokary bolup bilmez. Eger $\lambda_{\min}=0$ diýsek, onda:

$$\delta_{k.y.} = \frac{q}{2\lambda_{\max}} 100 \quad (1.4.4)$$

Bu ýerden kwantirleme ädimi:

$$q = 2\lambda_{\max} \frac{\delta_{ky}}{100} \quad (1.4.5)$$



1-4-2-nji çyzgy.

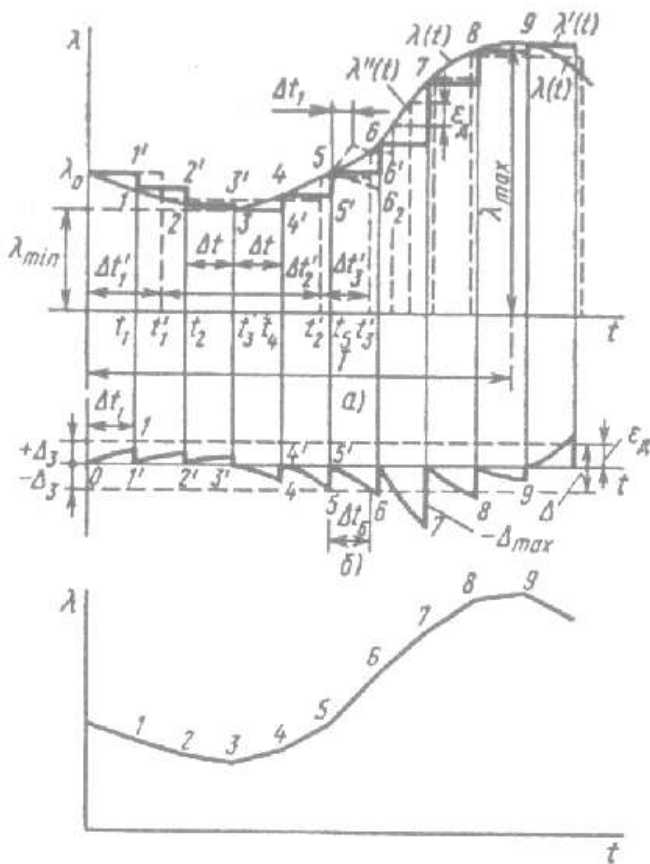
Habarlary dereje boýunça kwantirlemek.

a- hemişelik ädim bilen kwantirlemek, δ - kwantirlemäniň ýalňyşlygy, b- diskret modulýasiýasyndaky signal, r- üýtgeýän ädimli kwantirlemek.

b) Dereje boýunça deňölçeşsiz kwantirleme. Ýokarda seredilen kwantirleme q hemişelik ädim bilen döredildi, şonuň netijesinde kwantirlenen funksiýa beýiklik basgançagy boýunça birmeňzeş derejelerden düzüldi. Emma, kwantirlemä degişli birnäçe funksiýalar üýtgeýärler, ýagny: tutuşlygyna dürli artýan derejeli (kwantirlemäniň üýtgeýän q_1, q_2, q_3, \dots ädimleri bilen) kwantirlenýär. 1.2.2-nji r-çyzgyda I-toguň U-napryženiýa göniçyzykly däl baglansygy görkezilen. Eger-de, ölçeg geçirilende mümkin boldugyça napryženiýanyň deňölçeqli skalalary alynsa, onda tok boýunça hasaplamalar amplituda

ösüşü kiçelýän q – üýtgeýän ädimler bilen hasaplanýlar. Kwantirlemäniň ädimleriniň üýtgeýşiniň başga wariantlary hem bolup biler. Meselem, eger-de, kwantirlenýän funksiýanyň haýsy-da bolsa bir böleginiň has takyk bahasyny almak zerur bolsa, onda şu diapazonda kwantirleme ädimini kiçeltmeli bolar.

Wagt boýunça kwantirlemek. Eger-de, üznüksiz funksiýalary onuň wagtyň kesgitli pursatynda döredýän aýratyn bahalaryna çalşyrylsa, onda bu prosese wagt boýunça kwantirlemek ýa-da diskretleşdirme diýilýär. 3-nji a-suratda berlen üznüksiz funksiýanyň biri-birinden diňe bir we şol bir Δt hemişelik ädimi boýunça kwantirlenilişi görkezilýär. Kwantirlenýän funksiýa bilen kesişýänçä wertikal çyzyklar geçirilýär. Funksiýanyň bahalaryny λ_0 -dan başlap kesgitlemeli. Onuň bahalary 1,2,3,...9 nokatlarda belli ediler. Bu bolsa T interwalda $\lambda(t)$ üznüksiz funksiýanyň bahalarynyň tükeniksiz hatarynyň däl-de , eýsem diňe onluk bahalarynyň geçirilýändigini aňladýar. T wagtda näçe köp diskret bahalar geçirilse, ýagny Δt kwantirleme ädimi näçe kiçi bolsa, kabul edijiniň tarapynda $\lambda(t)$ funksiýa şonça-da ýokary takylyk bilen dikeldilýär. Emma, bu aragatnaşyk kanalyň geçirijilik zolagynyň giňeldilmegini talap edýär. Şol bir wagtda hem kwantirlemäniň çäksiz köp ädiminde döredilen funksiýa güýçli ýoýulýar.



1-4-3-nji çyzgy

Kwantirleme ädimini Kotelnikowyň ädiminden kesgitläp bolar. Ýagny: islendik üznüksiz funksiýa, F_{max} ýygylýk bilen çäklenen spektre eýe bolup, şol ýygylýkda wagt interwaly boýunça alnan ädim:

$$\Delta t \leq \frac{1}{2F_{max}} \quad (1.4.6)$$

Emma, telemekanikada geçirilýän habarlaryň wagtyňyň çäklidigi sebäpli bu teoremany praktiki ulanmak üçin birnäçe kynçylyklar ýüze çykýar. Wagıt boýunça çäklendirilen F_{\max} funksiýa üçin bahalary saýlamaklyk uly kynçylyklary döredýär.

Şeýlelikde praktikada ulanmak üçin Kotelnikowyň teoremasyna düzediş girizmeli bolýar. Ol düzediş girizilende :

$$\Delta t \approx \frac{1}{2\eta F_{\max}} \quad (1.4.7)$$

alynýar. Bu ýerde η -interpolýasiýa usulyna we funksiýanyň dikeldiliş takyklygyna bagly bolan ululyk bolup, bu ululyk

çyzykly interpolýasiýada $\eta_{\text{çyz}} = \frac{0.75}{\sqrt{\delta}}$ we basgançakly

interpolýasiýada bolsa $\eta_{\text{bas}} = (3-5) \eta_{\text{çyz}}$ edilip alnýar (δ -prosentde aňladylýan otnositel ýalňyşlyk).

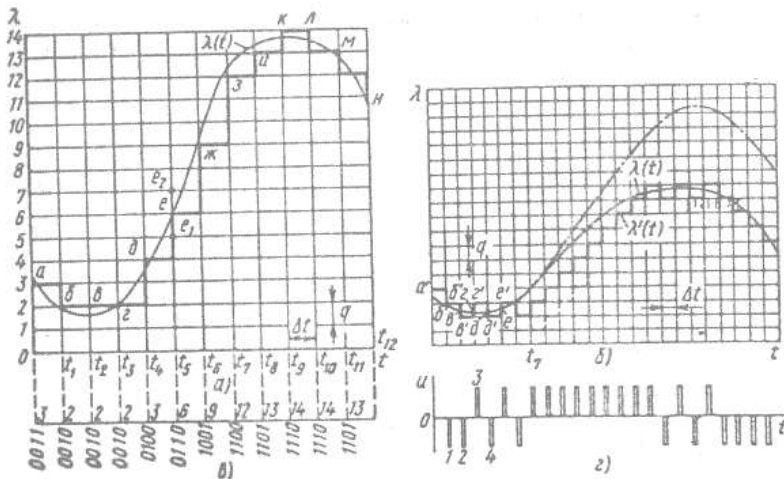
Seredip geçen usullarymyzdan başga-da kwantirlemäniň birnäçe usullary bardyr.

1.5. Signallary dereje we wagıt boýunça kwantirlemek Differensial kwantirleme

Dereje boýunça kwantirlemede bir diskret derejeden beýlekä geçilende wagtyň dürli interwaly emele gelýärdi. Diýmek iberilýän bahalar wagtyň dürli ädimlerinde ýerine ýeter. Wagıt boýunça kwantirlemede bolsa, üznüksiz funksiýanyň tapylan bahalary wagtyň diskret momentinde Δt boýunça kesgitli interwaly alýar, ýöne dürli derejelerde bolýar.

Kä halatlarda kwantirlemäni berlen ädime laýyklykda hem wagıt, hem-de dereje boýunça bir wagıtda ýerine ýetirýärler. 1-5-1-nji a çyzgyda $\lambda(t)$ funksiýanyň wagıt we dereje boýunça kwantirlenişi görkezilen. Ilki bilen λ oka parallel edip Δt ädim bilen çyzyklar geçirilýär, soňra wagıt okuna parallel edip q ädim boýunça çyzyklary geçirýärler. Kwantirleme Δt ädimiň üstünden $\lambda(t)$ bahalarynyň biri-birine ýakyn diskret derejelerinde amala aşyrylýar. Bu dereje hem funksiýanyň

bahasyny wagt momentiniň diskret bahalary bilen çalyşýan diskret bahasy bolup hyzmat edýär. Şunlukda kwantirleme funksiýanyň ýa-da onuň golaýyndaky nokatlaryň köplügi bilen çalşylýar. Bu nokatlary yzarlalyň.



1-5-1-nji çyzgy.

Ilki başda funksiýanyň ýakyn bahasy 3 derejä golaý a nokat bolar. t_1 wagtda 6 nokada – 2 dereje, t_2 -de ýene-de 2 derejä ýakyn bolany üçin b nokat-2 dereje, t_3 -de ýene-de 2 dereje (r-nokat) we ş.m yzygiderlilikler alnar. Şunlukda wagtyň her bir pursatynda funksiýanyň biri-birine ýakyn diskret bahalaryny saklamak ýerine ýeter. Bu derejeler suratdan görnüşi ýaly kesgitli derejelerdir, ýagny nokatlar gorizonta we wertikal çyzyklaryň kesişýän ýerlerinde goýlandyr (olaryň arasyna ýa-da funksiýanyň egrisiniň üstüne düşmeli däl). Şunda ýüze çykjak ýalňyşlyk az bolýar we bu ýalňyşlyk:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_d^2 + \Delta_w^2} \quad (1.5.1)$$

bu ýerde Δ_d - dereje boýunça ýalňyşlyk we Δ_w -wagt boýunça ýalňyşlyk.

Differensial kwantirleme Δ modulýasiýada peýdalanylýar. Dereje we wagt boýunça kwantirlenmedäki ýaly wertrikal we gorizontal çyzyklaryň esasynda tor emele getirilýär (Δt we q boýunça). Bir derejeden beýlekä geçiş Δt wagt interwaly boýunça şeýle düzgün esasynda ýerine ýetirilýär: eger-de $\lambda(t)$ funksiýanyň bahasy onuň diskret $\lambda'(t)$ bahasyndan uly bolsa onda geçiliş ýakyn has ýokary diskret derejä bolar. Eger-de $\lambda(t)$ funksiýanyň häzirki seredilýän bahasy onuň öň ýanyndaky ädimiň diskret bahaly derejesinden kiçi bolsa, onda has aşaky diskret derejä geçiliş amala aşýar.

1-5-1-nji δ çyzgydan görnüşi ýaly δ nokatda $\lambda(t)$ funksiýanyň bahasy a' nokatdaky $\lambda'(t)$ funksiýanyň bahasyndan kiçi. Şonuň üçin $\lambda(t)$ funksiýanyň diskret bahasy b' -e geçer, ýagny aşaky derejäni alar. r nokatda $\lambda(t)$ funksiýanyň bahasy b' nokatdaky $\lambda'(t)$ -den eýýäm ýokary bolýar. Şonuň üçin $\lambda'(t)$ funksiýa özüniň bahasyny r' -e ýokarlandyrar. Kwantirlenýän funksiýanyň ∂ nokatdaky bahasy $\lambda'(t)$ funksiýanyň a' nokatdaky bahasyndan kiçi we bu funksiýa ∂' -e böküş eder. e nokatda funksiýamyz ösüşe eýe bolýar we $\lambda'(t)$ diskret baha e' -de alynýar.

1-5-1-nji r çyzgydan görnüşi ýaly otrisatel impulsar otrisatel ýalňyşlyklarda, položitel impulsar bolsa položitel

ýalňyşlyklarda ýerleşdirilýär. Bu impuls hatarlary $\frac{d}{dt}(\lambda'(t))$

önüme gabat gelýär we şonuň üçinem differensial kwantirleme diýilýär, ýagny $\lambda(t)$ funksiýa Δ giňeltmeli kwantirlenýär.

$\lambda(t)$ funksiýanyň çalt üýtgeýän halatynda basgançakly funksiýanyň üznüksiz funksiýadan yza galmasy ýüze çykyp biler we netijede kwantirlemäniň şertine görä dereje we wagt boýunça kwantirlenmede tapawutly bir dereje ýokary geçmeklige rugsat berilmeýär. Egri näçe egremli boldugyça $\lambda'(t)$ funksiýanyň $\lambda(t)$ funksiýadan yza galmasy ulalýar. Ony

barlamak üçin 1.5.1-nji δ çyzgydaky ştrihlenen punktirli $\lambda(t)$ kwantirlenme bilen deňeşdirmekligi peýdalanyň bolar.

Yza galmany azaltmak üçin Δt -ni azaltmaly ýa-da q $-y$ köpeltmeli. Umuman differensial kwantirlemede ýalňyşlyklar beýleki görnüşli kwantirlenmedäki ýalňyşlyklardan elmydama ýokarydyr (ortaça dört esse töweregi). Şonuň üçin bu görnüşli kwantirlemäni diňe delta modulýasiýada ulanýarlar.

1.6. Kodirlemegiň esasy düşüňjeleri. Kod kombinasiýalarynyň berlişi. Ikilik sanlarda matematiki operasiýalar

Kodirleme prinsipine seredeliň. Goý örän köp sany maglumatlary ibermek gerek bolsun, mysal üçin iki sim boýunça teledolandyrylyşyň 1000 sany buýrugyny ibermeli diýeliň. Bir buýrugyň beýlekilerden tapawudynyň bolmagy üçin hasaplaýyşyň onluk ulgamynda olary belgiläp çykalyň, mysal üçin №5 belgi 5-nji maglumatyň, №999 belgi 999-njy maglumatyň we ş.m belgileri bolsun.

Buýruklaryň sany az bolsa, onda her bir buýruk üçin nähilidir bir formasy bolan impulsy ulanmak ýa-da impuls kombinasiýalaryny ulanmak ýeterlik bolar. Mysal üçin №1 buýrugy göniburçly impulslarda, №2 buýrugy trapesiýa şekilli impulslarda, №3 buýrugy kosinusoidal formaly impulslarda we ş.m, alnanda №12 buýrugy №1 we №2 ýagny göniburçly we trapesiýa formasy bolan impulslaryň kombinasiýalarynda ýerine ýetirmek mümkin. Şeýle usul boýunça kodirlemede mümkin bolan maglumatlaryň sany $N=10^n$ bolar, 10- kod kombinasiýasynyň esasy, ýagny onluk ulgam, n bolsa sözün uzynlygy bolýar. Eger-de №999 almak üçin $n=3$ bolmaly bolar. Şunlukda onluk ulgamda dürli formaly impulslaryň sany köp bolmaly bolar. Şeýle impulslaryň yzygiderlilikleri ýa-da kombinasiýalary bolsa buýruklaryň ýalňyş bolmamlaryna getirip biler.

Impulsyň görnüşlerini azaltmak üçin ikillik san ulgamyna geçmek amatlydyr. Şunda bary ýogy iki görnüşli impulslaryň ulanylyşy boýunça islendik buýrugy biri-birinden tapawutly edip aňladyp bolar. Şunda sözün dowamlylygy (uzynlygy) artýar, ýöne ýalňyşlyk azalýar (ýok bolýar). $n=10$, ýagny sözün uzynlygy 10-a deň bolanda şeýle uzynlykda $N=2^{10}=1024$ sany buýruk döredip bolar.

Şeýlelikde umumy görnüşde:

$$N=q^n \quad (1.6.1)$$

formula bilen kod kombinasiýalaryny alyp bileris. $q=2$ bolanda ikillik kod kombinasiýasy, $q=10$ bolanda onluk kod kombinasiýasy we ş.m ýerine ýetiriler.

Häzirki wagtda $q=2$, ýagny ikillik kod kombinasiýalary giňden ulanylýar. Şu kombinasiýalar üçin impulsyň haýsydyr bir formasyny ulanmak bolar (1-nji tablisa).

Ikillik kod kombinasiýalaryny diňe bir sifrlar bilen däl, eýsem harplar bilen hem berip bolar, mysal üçin 10101 ikillik kody harplarda a we b bilen çalşyp ony ababa diýip okap hem bolar.

Koduň dowamlylygy, ýagny uzynlygy birmeňzeş bolsa, şeýle kodlara deňölçegli ýa-da komplektlenen kodlar diýilýär. Telemehanikada diňe komplektlenen kodlar ulanylýar.

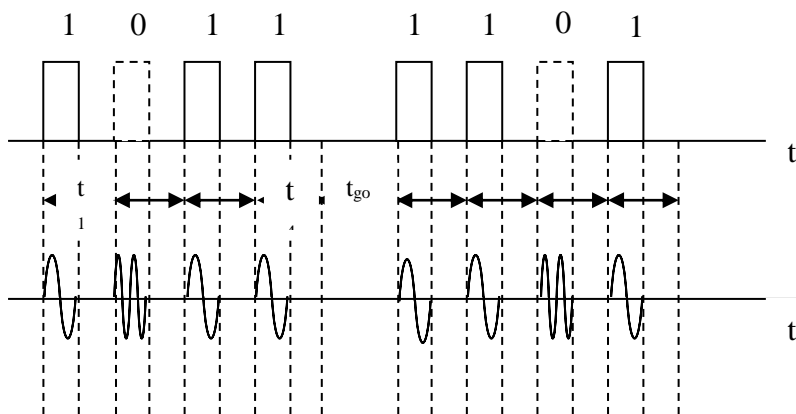
1-nji tablisa

	Impulsyň görnüşleri									
	Amplituda			Inine oňrã			polýarl	ýygvyga	Faza	
1										
0										

Ikilik kodlar üçin „koduň agramy“ diýlen düşünje hem ulanylýar. Bu „agram“ kod kombinasiýalaryndaky „1“ –likleriň sany bilen şertlenendir. Mysal üçin 101101 we 110100 kodlar üçin degişlilikde „koduň agramy“ 4-e we 3-e deňdir.

Kod kombinasiýalarynyň berlişi (geçirilişi) yzygider we parallel amala aşyrylyp bilner. Olara seredip geçeliň.

Ilki bilen kod kombinasiýalarynyň yzygider berlişine seredeliň. Aýdaly 1011 we 1101 kod kombinasiýalaryny 1-nji a çyzgyda görkezilişi ýaly yzygiderlilikde bermek gerek bolsun.













1-6-1-nji çyzgy.

Şunda her razrýad biri – birinden käbir t_{gorag} interwaly bilen bölünen wideoimpulslar ýa-da radioimpulslar görnüşinde berilýär. Bu mysalda amplituda manipulyasiýasy ulanylan, ýagny „1“ iberiliş f_1 ýygylýkda „0“ iberiliş bolsa f_2 ýygylýkda. Görnüşi ýaly iki kombinasiýa bir liniýa boýunça yzly yzyna t_{gorag} wagtny ara salmak bilen iberilýär.

Wagt boýunça parallel iberilişde bolsa her bir razrýadyň özüne degişli ýygylýgy (2-nji tablisa) bolmaly, ýagny kiçi razrýaddan başlap f_1 , f_2 ... f_n ýygylýklar.

2-nji tablisa

Razrýad belgisi we	t_1	t_2
1 	1 	1 
2- 	0 —	1 
3 	1 	0 —
4 	1 	1 

Bu tablisada hem sereden mysalymyzyň kombinasiýalary boýunça berlişiniň ýygylýga görä amala aşyrylyşy görkezilen. Birinji kombinasiýa t_1 wagt interwalynda f_1 , f_3 we f_4 ýygylýklar boýunça parallel, ýagny bir wagtda berilýär ikinji kombinasiýa bolsa t_2 wagtda f_1 , f_2 we f_4 ýygylýklarda parallel berilýär. Parallel berlişde birnäçe geçiriji simler gerek bolar ýa-da signallary ýygylýklary boýunça bölmekligi amala aşyrmak gerek bolar.

Kodlary gurmaklygyň usulýeti hasaplama ulgamlaryna baglydyr. Islendik hasaplama ulgamyny gurnamak onuň esasyňy saýlamakdan, ýagny kombinasiýalary boýunça islendik sany alyp boljak sifrleriň mukdaryny saýlamakdan başlanýar. Onluk ulgamda 0-9 sifrler bilen ikilik ulgamda bolsa „1“ we „0“ sifrler bilen islendik kod kombinasiýalary düzülýär. Bizi esasy gyzyklandyryjany hem ikilik ulgamdyr, çünki häzirki zaman hasaplaýyş tehnikaşy bu ulgama esaslanandyr.

Ikilik sanlardaky matematiki operasiýalara seredeliň.

- 1) Onluk sany ikilik sana we tersine ikilik sany onluk sana özgertmek.

29	2			
28	14	2		
1*	14	7	2	
	0*	6	3	2
		1*	2	1*
			1*	

Görnüşi ýaly onluk sany (biziň mysalymyzda ol 29-a deň) ikilik ulgamda aňlatmak üçin ony ikä bölüp gitmeli. Her bölünüşde netije bitin alynmaly. Bölüniji bilen netijäniň tapawudy ikilik ulgama geçmekligiň „0“ ýa-da „1“ bahasyny berer. Sany tä 1 bölüniji alynýança dowam etmeli. Alynýan kod yzygiderliligi ahyrky netijeden başlap yza gaýtmak bilen alynýar. Biziň mysalymyzda olar * belgilerde görkezilip , yzygiderlilik boýunça alsak yzdan öňe 11101 bolar. Onda $(29)_{10} + (11101)_2$ bolar.

Tersine özgertmede aşakdaky düzgün ulanylar:

$$(11101)_2 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 16 + 8 + 4 + 0 + 1 = (29)_{10}$$

2) Kod kombinasiýalaryny köpçlen görnüşde ýazmak.

Islendik sany hasaplama ulgamynda X esasly köpçlen görnüşde ýazyp bolýandyr. n razrýadly sany:

$$F(X) = a_n X^{n-1} + a_{n-1} X^{n-2} + \dots + a_2 X^1 + a_1 X^0 \quad (1.6.2)$$

görnüşde ýazyp bolar. Bu ýerde a- noldan X-1 aralykdaky sifrler. Ikilik ulgamda $X=2$ onluk ulgamda bolsa $X=10$. Şonuň üçin ikilik ulgamda $a=0$ we $a=1$, onlukda bolsa $a=0; 1; 2 \dots 9$ bolar. Goý $X=10$ bolsun we 4357 san berlen diýeliň. Köpçlende aňlatsak: $a_4=4$; $a_3=3$; $a_2=5$ we $a_1=7$ bolar. Onda:

$$F(10) = 4 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^1 + 7 \cdot 10^0 = 4357$$

Ikilikde bolsa a ululyk “1” we “0” bahaly bolmaly. Goý 10101001 berilsin. Bu kod onluk ulgamda:

$$F(2) = 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^0 = 169$$

Köpçlen görnüşde bolsa:

$$Q(X)=1*X^7+0*X^6+1*X^5+0*X^4+1*X^3+0*X^2+0*X^1+1*X^0=X^7+X^5+X^3+1 \text{ bolar.}$$

Şeýlelikde köpçleniň her çlenleri diňe „1“-ligiň barlygy bilen şertlenendir.

Köpçleniň üstündäki matematiki amallar:

a) Goşmak.

Köpçlenleriň üstünde hem matematiki operasiýalar ýerine ýetirilýär. Köpçlenler goşulanda sanlary ýokary razrýadlara süýşürmek (geçirmek) usuly ulanylýar, çünki şeýle edilse ýokary razrýadyň emele gelmegine getirer. Şonuň üçin „modul iki“ ikilik sanlaryň goşulma düzgünleri peýdalanylýar. Düzgüne laýyklykda $0+0=0$; $0+1=1$; $1+0=1$ we $1+1=0$ alynýar. Razrýad sanlary boýunça degişli derejeleriň goşulyşy amala aşyrylýar. Birnäçe birlikler goşulanda jübütlik emele gelse, onda „0“, täklik emele gelse „1“ alynýar. Şonuň üçin goşulyşyň tertibinde parh ýokdur. Kä halatlarda birnäçe sanlar goşulanda goşulyjylaryň haýsysy hem bolsa birinden kiçi ikilik sanda aňladylýar. Mysal üçin:

- 1) $X^6 + X^5 + X^3 + X^2 + X^0$
- 2) $X^5 + X^4 + X^2$
- 3) $X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X^2 + X^1 + X^0$

Köpçlenleri goşmaly bolsun. Düzgün boýunça:

$$\begin{array}{rcl}
 X^6 + X^5 + 0 + X^3 + X^2 + X^1 + X^0 & - & 1101101 \\
 + & & \\
 X^5 + X^4 + 0 + X^2 + 0 + 0 & - & 0110100 \\
 + & & \\
 X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X^2 + X^1 + X^0 & - & 1111111 \\
 \hline
 0 + X^5 + 0 + 0 + X^2 + X^1 + 0 & - & 0100110
 \end{array}$$

b) Köpeltmek operasiýasy:

Köpçlenler köpeldilende onuň derejesi boýunça razrýadlylygyň artmazlygy üçin simwoliki goşmak düzgünü peýdalanylýar ýa-da iki etapdan ybarat ikilik sanlaryň gutarnykly meýdançasynda köpeltmek düzgüninden peýdalanylýar. Birinji etap algebranyň adaty düzgünlerinde ýerine ýetirilýär, şeýle hem ikilik modul goşulyş düzgünini ulanýarlar. Iki köpçleni köpeldeliň. Goý bize $X^6 + X^5 + X^3 + X^2 + 1$ köpçleni $X^5 + X^4 + X^2$ köpçlene köpeltmek gerek bolsun.

$$\begin{array}{r} X^6 + X^5 + X^3 + X^2 + 1 \\ X^5 + X^4 + X^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} X^8 + X^7 + 0 + X^5 + X^4 + 0 + X^2 \\ X^{10} + X^9 + 0 + X^7 + X^6 + 0 + X^4 \\ X^{11} + X^{10} + 0 + X^8 + X^7 + 0 + X^5 \end{array}$$

$$X^{11} + 0 + X^9 + 0 + X^7 + X^6 + 0 + 0 + 0 + X^2 = X^{11} + X^9 + X^7 + X^6 + X^2$$

ýa-da 101011000100

Kod görnüşinde bolsa:

$$\begin{array}{r} 11001101 \\ X \\ 110100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1101101 \\ 0000000 \\ 1101101 \\ 1101101 \end{array}$$

$$101011000100$$

ç) Bölmek operasiýasy:

Goý $X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + 1$ köpçleni $X^5 + X^3 + X + 1$ köpçlene (ýa-da deňişli kod kombinasıýalary boýunça

110110101 kody 101011 koda) bölmek talap edilsin.
 Bölmekligi ýazgynyň köpçülenli formasy boýunça ýerine
 ýetireliň. Şunda aýyrmaklyga derek ikilik modul boýunça
 goşulyşy ulanarys.

$$\begin{array}{r|l}
 X^8 + X^7 + 0 + X^5 + X^4 + 0 + & X^5 + X^3 + X + 1 \\
 X^2 + 0 + 1 & \\
 \hline
 + & X^3 + X^2 + X \quad (1110) \\
 X^8 + 0 + X^6 + 0 + X^4 + X^3 & \\
 + & \\
 0 + X^7 + X^6 + X^5 + 0 + X^3 + X^2 + 0 + 1 & \\
 + & \\
 X^7 + 0 + X^5 + 0 + X^3 + X^2 & \\
 \hline
 & \\
 & X^6 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 1 \\
 & X^6 + 0 + X^4 + 0 + X^2 + X + 1 \quad (10111)
 \end{array}$$

d) Kod kombinasiýalarynyň matrisa görnüşde ýazlyşy.
 2^n dürli kombinasiýaly n razrýadyň ähli kombinasiýalarynyň 2^n
 setirli n sütünli matrisada ýazyp bolar. Mysal üçin 3 razrýadlu
 kod üçin ýazalyň:

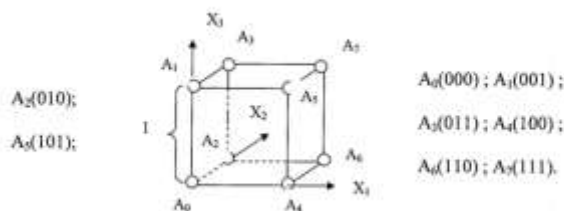
000
001
010
011
100
101
110
111

Şunda matrisanyň islendik iki kombinasiýasynyň ikilik
 modul usuly boýunça jemi beýleki setirlerdäki
 kombinasiýalaryň birini berýändir.

1.7. Korrektirleýji we ýygylýk kodlary Siklleýin kodlar

Korrektirleýji kodlar diýip kod kombinasiýalaryndaky ýalňyşlyklary tapyp we düzedip bilmäge ýardam berýän kodlara aýdylýar. Bu kodlara başgaça päsgelçiliklerden goraýjy kodlar hem diýilýär. Bu kodlary uly iki topara bölmek mümkin: 1) Ýalňyşlyklary tapýan kodlar 2) Ýalňyşlyklary tapýan we düzedýän kodlar.

Ýalňyşlyklary tapmak we düzetmek prinsipleri geometriki modeliň üsti bilen düşündirilip bilner. Islendik n elementli ikilik kody n ölçegli kub görnüşinde aňladylyp görkezilip bilner (1.7.1-nji çyzgy). Şunda her bir depesi kod kombinasiýasynyň şöhlelendirmeli we gapyrgasynyň uzynlygy bir birlige gabat gelmeli.



1-7-1-nji çyzgy.

Şeýle kubda kod kombinasiýalarynyň (depeleriň) arasyndaky uzaklyk olaryň arasyndaky gapyrgalaryň minimal sanlary bilen kesgitlenýär we d harpy bilen belgilenilip, oňa Hemmingiň kod aralygy diýilýär.

Şunlukda kod aralygy – islendik kod kombinasiýalarynyň arasyndaky bir-birlerinden tapawutly minimal elementleriň sanlarydyr. Mysal üçin 1011, 1101, 110 we 1100 kod kombinasiýalary üçin kesgitleseň, bu kodlary ikilik modul usuly boýunça goşamyzda d ululygy tapyp bolar. Birinji we ikinji

kombinasiýalar üçin $d=2$, birinji we üçünjiler üçin $d=2$, birinji-dördünji üçin $d=3$ we ikinji-dördünji hem-de üçünji-dördünji üçin $d=1$ alnar. Şunlukda $d_{\min}=1$ bolar.

Eger-de $n=1$ diýsek, n ölçegli kub uzynlygy $d=1$ bolan gönä öwrüler we onuň bir uýy 0 beýleki uýy 1 bilen görkeziler. $n=2$ diýemizde bolsa mümkin bolan $N=2^2=4$ kombinasiýalary kwadratnyň depelerinde ýerleşdirip bolar. Şunda 00 we 11, 10 we 01 kombinasiýalar bir-birlerinden iki razryad boýunça tapawutlanarlar, ýagny $d=2$ bolar.

Kub şeýle gurulýar:

Kubuň bir depesini başlangyç diýip kabul etmeli. Her bir depesinde kod kombinasiýalary aşakdaky düzgün boýunça ýazylmaly: Eger-de bu depäniň koordinatanyň i -nji okuna bolan proyeksiýasy nola deň bolsa, i -nji ýerde 0 goýulýar (kod kombinasiýasynyň i -nji ýeri), 1-e deň bolanda bolsa i -nji ýerde 1 goýmaly. Eger-de kubuň hemme depelerindäki ýazylyan sekiz sözi hem ulansaň $2^n=2^3=8$ ýagny üç razryadyň ähli kombinasiýalary alnar. Olaryň sanyny 8-den 4-e çenli azaltsak, onda bir ýalňyşlygyň döremek ähtimallygy ýüze çykar. Şu ýagdaýda $d=2$ aralyklarda ýerleşen kombinasiýalary, mysal üçin 000, 110, 011 we 101 saýlamaly, şonda galan kombinasiýalary ulanmarys we ol ulanmaýan kombinasiýalarymyzda bir ýalňyşlyk bar diýip bolar.

Sereden kombinasiýalarymyz kesgitli bir düzgün boýunça gurnalan, ýagny birlikleriň sany jübüt alnan. Beýleki alynmaýan kombinasiýalarymyzda olaryň täk sanlary bar, mysal üçin 100, 001, 010 we 111. Şonuň üçin täk sanly birlikleri bolan kombinasiýalar razryadlaryň haýsy hem bolsa bir kabuledilen kombinasiýasynyň nähilidir bir gyşarmasynda ýüze çykdy diýilýär we olary kesgitläp bolmaýar. Şeýle kodlara ýalňyşlyklary tapylan kodlar diýilýär.

Sereden kombinasiýalarymyzda $d=2$ şerti saklaýan başga-da kombinasiýalar bardyr, ýöne olar birlikleriň jübüt sanlaryny saklamaýarlar. Bu kombinasiýalary ýalňyşlyklary tapmak üçin

ulanyp bolar. Şeýlelikde bir ýalňyşlygy tapmak üçin mümkin bolan sekiz kombinasiýadan dördüsi (1 topar) garnaşyp biler. Galan ýagdaýlarda $d=1$ kod aralykly kombinasiýalaryň duşmagy bilen päsgelçiliklere durnuksyzlyk alnar.

Şeýlelikde korrektirleýji kodlarda rugsat berilýän we gadagan edilýän kombinasiýalar bardyr we olar kesgitli düzgünler esasynda düzülýändir.

Biziň sereden sekizlik razrýadly kod kombinasiýalarymyzda 111, 001, 010 we 100 rugsat berilýän (ýalňyşlyklary tapmaga) we beýlekiler gadagan edilýän kombinasiýalardyr. Kodlaryň korrektirleýjilik ukyby kod aralyklaryna baglydyr: a) $d=1$ bolanda ýalňyşlyk tapylmaýar b) $d=2$ bolanda bir ýalňyşlyk tapylýar c) $d=3$ bolanda bir ýalňyşlyk tapylýar we düzedilýär ýa-da iki ýalňyşlyk tapylýar. Umuman :

$$d=r+s+1 \quad (1.7.1)$$

bu ýerde d kod aralygynyň minimaly we r - tapylan, s - bolsa düzedilen ýalňyşlyklaryň sany bolmaly. Şunda $r \geq s$ şert zerurdyr. Biziň mysalymyzda $d=3$ we eger $r=s=1$ bolsa kod bir ýalňyşlygy tapýar we düzedýär. Eger-de $r=2$; $s=0$ bolsa onda kod iki ýalňyşlygy tapýar , ýöne düzedmeýär diýip düşünmeli. Iki ýalňyşlyk tapyp, birini düzetmegi üçin $d=4$, ikisini düzetmegi üçin $d=5$ bolmaly bolýar. Eger kod diňe ýalňyşlygy tapýan bolsa, onda $d=r+1$, diňe düzedilýän bolsa $d=2s+1$. şeýlelikde korrektirleýji kodlaryň kiçi razrýadlaryny ($n \leq 3$) geometrik modelde düşündirip bolýar. Eger-de $n > 3$ bolsa, onda başga usullardan peýdalanmaly bolar.

Ýalňyşlyklary tapylan kodlarda $d=2$ – den kiçi aralyk emele gelmeýär. Bu kodlary şertli iki topara bölmek mümkin:

- 1) Ulanylýan kombinasiýalaryň sanyny azaltmak ýoly bilen gurnalan kodlar.
- 2) Ähli kombinasiýalary ulanylýan, ýöne olaryň her birine kesgitli düzgün esasynda gözegçiligiň simwollary – m bilen üstüni ýetirýän usullar.

Ilki bilen birinji topara seredeliň.

Kombinasiýalarda birlikleriň we nolluklaryň hemişelik sany saklanylýan kodlar (Agramy hemişelik kodlar).

Agramy hemişelik bolan ikilik kodda aňladylýan kod kombinasiýalarynyň umumy sany:

$$N = C_n^L = \frac{n!}{L!(n-L)!} \quad (1.7.2)$$

Bu ýerde L- n uzynlykly sözdäki birlikleriň sany. Has köp ulanylýan görnüşi iki sany birlikli baş razrýadly kodlardyr- $C_5^2 = 10$ we üç sany birlikli ýedi razrýadly kodlardyr $C_7^3 = 35$ (1-nji tablisa).

1-nji tablisa

C_5^2		C_7^3	
11000	10010	1010100	we ş.m
01010	00011	0101010	
01100	01001	1110000	
00101	10001	0000111	
00110	10100	1001001	

Kabul edilýän kod kombinasiýalarynyň dogrulygy birlikleriň sany boýunça kesgitlenýär. Mysal üçin C_5^2 -de 2-den tapawutly sany (1 ýa-da 3) birlik bar bolsa, onda ol ýalňyşdyr, ýagny maglumatyň geçirilişi ýalňyş bolýar.

Paýlaýjyly kod C_n^1 . Bu hem agram hemişeligi 1-e deň bolan koddur, ýagny islendik n uzynlykly kod kombinasiýasynda diňe bir sany 1-lik bar. Bu ýagdaýda

$$N = C_n^1 = n \quad (1.7.3)$$

bolar.

Eger-de $n=6$ diýsek, onda 000001; 000010; 000100; 001000; 010000; 100000 kombinasiýalar bar. Bular üçin $d=2$ bardyr. Şonuň üçin şeýle kodlar telemehanikada giňden ulanylýandyr.

Jübütlilik barlaglary bolýan kodlar. Şeýle kod k informasion simwolly kodlara gözegçiligiň m simwolynyň

birini (1 ýa-da 0) goşmak esasynda alynýandyr. Şunlukda iberilýän kod kombinasiýasynyň uzynlygy $n=k+m=k+1$ bolýar. Kodlaryň jübütliliginiň barlagy 2-nji tablisada mysal hökmünde getirilip görkezilendir.

2-nji tablisa

1	2	3
11011	0	110110
10101	1	101011
00010	1	000101
11000	0	110000
11110	0	111100
11111	1	111111

Eger-de k jübüt birlikleri saklaýan bolsa $m=0$, täk birlikleri saklaýan bolsa $m=1$ alnyp, ol $n=k+m=k+1$ bir razrýad artar, ýöne iberiljek kombinasiýalaryň sany öňküligine galar. Şonuň üçin umumy kombinasiýalaryň sany:

$$N=2^{n-1} \quad (1.7.4)$$

diýip bileris. Şeýlelikde mysal üçin $N=2^6=64$ kombinasiýa deregine $N=2^{6-1}=32$ kombinasiýa ulanylyp bilner.

Gözegçilik simwollaryň goşulmagy bilen iberilýän kombinasiýalar üçin $d=1$ -den $d_{\min}=2$ çenli artdyrylma alynýar.

Ýokarda seredip geçen kodlarymyzdan başga-da birlikleriniň sany 3-e kratny ($m=2$) bolan kodlar; elementleri goşalandyrylan (1-e derek 10 we 0-a derek 01) kodlar; inwers kodlary (n derek $2n$ alnan kodlar) bardyr we ýalňyşlyklary tapmak üçin telemehanikada giňden ulanylýandyr.

Ýalňyşlyklary tapýan we düzedýän kodlara seredeliň. Şeýle kodlara mysal edip Hemmingiň kodlaryny we sikkleýin kodlary getirmek bolar.

Hemmingiň kodlary. Bu kodlar $d=3$ bolanda ähli ýekabara ýalňyşlyklary düzedýän, şeýle hem $d=4$ bolanda ýekebara ýalňyşlyklary düzedip, goşa ýalňyşlyklary bolsa tapýan, ýöne olary düzedip bilmeýän kodlardyr.

Goý bize informasion simwoly k bolan we m gözegçilik simwollary bilen üsti ýetirilýän $n=k+m$ kodirlenen kombinasiýany tapmak gerek bolsun.

Kodirleme: Gözegçilik simwollaryň sanyny kesgitlemek. Onuň üçin şeýle ediris. Kanal boýunça maglumat geçirilende şum bar diýeliň, ýagny maglumat şum bilen bilelikde geçirilýär. Şunda koduň m simwolynyň islendigi gyşaryp bilýär we $n+1$ emele gelýär diýeliň. m gözegçilik simwollaryň kömegi bilen 2^m wakany ýazyp bileris. Şunda:

$$2^m \geq n + 1 = k + m + 1 \quad (1.7.5)$$

şert ýerine ýetmelidir. 3-nji tablisada k bilen m arasyndaky baglylyk (1.7.5) formula esasynda düzülip görkezilendir.

3-nji tablica

K	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m	2	3	3	3	4	4	4	4	4

Gözegçilik simwollary ýerlemek: Umuman gözegçilik simwollar informasion simwollaryň önünde, yzynda ýa-da başaşa ýerleşdirilende-de tapawudy ýokdur, ýöne olaryň belli bir düzgün esasynda ýerleşdirilmezligi kabul edilýän kody barlamakda kynçylyk döreder. Süýşýän (gyşarmaly) ýalňyşlykly kodlaryň simwollaryny tapmak üçin olary iki derejä kratny ýerlerde – 1; 2; 4; we ş.m ýerleşdirmek amatly. Informasion simwollary bolsa galan ýerlerde ýerleşdirilýär. Şonuň üçi ,mysal üçin ýedi elementli kodirlenişde kombinasiýalary: $m_1, m_2, k_4, m_3, k_3, k_2, k_1$ görnüşde ýazyp bolar. Bu ýerde k_4 -kodirlenýän ikilik koduň uly razrýady we k_1 -kiçi razrýadydyr.

Gözegçilik simwollaryň düzümini kesgitlemek. Simwollaryň haýsysynyň gözegçilik pozisiýasynda (1 ýa-da 0) durmalydygyny jübütliligi barlamak esasynda bilip bolýar. Ony ýaňky mysalymyzda seredeliň ($m_1 m_2 k_4 m_3 k_3 k_2 k_1$).

4-nji tablisada üç razrýadly kod kombinasiýalaryny (000 kombinasiýadan başgalary) we sag ýanynda ýokardan aşaklygyna Hemmingiň kody ýazylan.

Bu tablica esasynda bolsa 5-nji jübütlilik tablisasyny düzüp bolýar. Onuň düzülişi şeýle kanunalaýyklykda ýerine ýetirilýär:

4-nji tablica

3(k ₃)	2(k ₂)	1(k ₁)	Kod simwollary	3(k ₃)	2(k ₂)	1(k ₁)	Kod simwollary
0	0	1	m ₁	1	0	0	m ₃
0	1	0	m ₂	1	0	1	k ₃
0	1	1	k ₄	1	1	0	k ₂
				1	1	1	k ₁

5-nji tablica

m ₁	+ k ₄	+ k ₃	+ k ₁
m ₂	+ k ₄	+ k ₂	+ k ₁
m ₃	+ k ₃	+ k ₂	+ k ₁

Birinji setirde 4-nji tablisadaky görkezilen ikilik kod kombinasiýalaryň birinji razrýadyndaky birlikleri bar bolan simwollar goýulýar, ýagny 001, 011, 101, 111 kombinasiýalarda birlikler kiçi razrýadlarda ýerleşen, şonuň üçin 5-nji tablisanyň 1-nji setirinde m₁ (garşysynda birlik ýerleşen) goýulýar. Ikinji setirde m₂ we ikinji razrýadyň „1“ – ligi saklaýan k simwollary goýulýar. Olar 010, 011, 110 we 111 bolar. Üçünji setir hem şol düzgüne görä üçünji razrýadyň „1“-likleri boýunça ýerleşdiriler.

Gözegçi simwollaryň düzümi şeýle kesgitlenilýär: Informasion simwollar ilki goşulýarlar (5-nji tablisada her bir setiri boýunça). Eger-de birlikleriň jemi jübüt bolsa, onda m=0, täk bolanda m=1 saýlanylýar. Bu iş her bir setir üçin ýerine ýetirilýär.

Dekodirleme: Kombinasıýanyň dogrulygynyň barlagy üçin ýene-de jübütlilik usuly ulanylýar. Eger-de kombinasiýada

hiç hili gyşarma (ýalňyşlyk) ýok bolsa, onda ikilik modul usuly boýunça birlikleriň jemi nola deň bolmaly, gyşarma bar bolsa ikilik modul goşulyşda birlikleriň jemi bire deň bolýar. Ähli jübütlik barlaglar esasynda alynýan 1 we 0 yzygiderlilikleriň jemi boýunça gözegçilik simwolyň ýalňyşlygy razryad sany ýaly görkezilýär. Mysal üçin barlagda $0; 1; 1$ alynsa onda $0*2^2+1*2^1+1*2^0=3$ kod kombinasiýasynyň 3-nji simwolynda gyşarma bar diýilip tapylýar.

Siklleýin kodlar. Bu kodlar blokly sistematiki kodlara degişli bolup, her bir kombinasiýa aýratynlykda kodirlenýär. Şunlukda k we m simwollar mydama kesgitli orunlarda ýerleşerler.

Siklleýin kodlar nazaryeti Galua meýdanynyň üstünde ýerine ýetirilýän köpçlenler algebrasynyň bazasynda jemlenendirler. Köpçleni $P(X)$ diýsek, bu köpçleni dürli derejelik köpçlenleriň jemleri ýaly alynýar. Şeýle köpçlenleri onluk sanlar ýa-da ikilik sanlar boýunça 6-njy tablisadaky ýaly ýazyp bolar ýa-da algebraik köpçlenler görnüşinde ýazylar.

6-njy tablisa

$P(X^1)=X+1 \rightarrow 3 \rightarrow 11$ $P(X^2)=X^2+X+1 \rightarrow 7 \rightarrow 111$ $P(X^3)=X^3+X^2 +$ $1 \rightarrow 13 \rightarrow 1101$ $P(X^4)=X^4+X +$ $1 \rightarrow 19 \rightarrow 10011$ $P(X^4)=X^4+X^3 +$ $1 \rightarrow 25 \rightarrow 11001$ $P(X^4)=X^4+X^3 +X^2+X+$ $1 \rightarrow 31 \rightarrow 11111$	$P(X^5)=X^5+X^2 + 1 \rightarrow 37 \rightarrow 100101$ $P(X^{10})=X^{10}+X^3 +$ $1 \rightarrow 2057 \rightarrow 10000001$ we ş.m
--	--

Siklleýin kodlaryň d kod aralyklaryň dürli bahalary üçin dürli kodlary bardyr.

Ýygylyk kodlary bir ýygylykly kodlar we iki ýygylykly kodlar görnüşlerde bolýarlar. Telemehaniki ulgamlarda buýruklaryň sany az bolanda bir ýygylykly kodlarulanylýar. Şunda her bir

maglumat radioimpulslar bilen kesgitli ýygýlyklarda berlip, sözleriň sany $N=q$ bolýar. Bu ýerde q -ýygýlyk sanydyr. Maglumat iberilişde beýleki ýygýlyklar ulanylmaýar (7-nji tablisa).

Buýruklaryň sany otnositel köp bolanda iki impulsly kodlar (ýygýlyklary bilen tapawutly) ulanylýar. Iki ýygýlyk parallel iberilýän bolsa, onda kod kombinasiýalarynyň sany:

$$C_q^2 = \frac{q(q-1)}{2} \quad (1.7.6)$$

formula bilen kesgitlener.

7-nji tablisa

Koduň ady		Wagt we kombinasiýa nomerleri					
		t_1 №1	t_2 №2	t_3 №3	t_4 №4	t_5 №5	t_6 №6
Bir ýygýlykly							
I K I Ý Y G Y L Y K L Y	P A R A L L E L						
	Y Z Y G I D E R	№1 		№2 		№3 	

Tablisadan görnüşine görä alty maglumatyň geçirilişi kombinasiýanyň umumy 15 sany ýygýlygynda ýerine ýetýär. Parallel geçirilişde iki impulsly koda C_q^2 kod ýaly seredilýär. Iki ýygýlyk zygider iberilende umumy kod kombinasiýasy $N = \frac{q}{(q-q_0)!}$ boýunça ýerine ýetýär. Bu ýerde q - elementleriň, mysal üçin ikilik kod üçin elementleriň sany, ýagny 1 we 0

bolany üçin ol 2-ä deňdir. Oňa başgaça koduň esasy diýilýär. Başgaça aýdylanda ol sözlemi emele getirmek üçin gerek bolan simwollaryň sanydyr. Şeýle hem q_0 - sözlemi düzmek üçin ulanylýan simwollaryň sanydyr. Bu sanlar ikilik degişli däldirler. Eger-de $q=5$ diýsek we olar a,b,c,d,e simwollar diýsek şeýle hem $q_0=3$ bolsa , onda emele gelen sözde 5 simwolyň üçüsi ulanylýar diýmekdir. Ýygylýk kodlary hem ikilik ýa-da ikilik däl kodlar bilen aňladylyp bilinýändir.

II. Signalyň üznüksiz modulýasiýasy

2.1. Amplituda, ýygylyk-faza we impuls modulýasiýalar hem-de demodulýasiýalar

Signallar haýsy görnüşine garamazdan uzak aralyklara äkidijileriň üstüne ýüklemek arkaly berilýär. Şeýle edilende iberiljek maglumatlaryň äkidijilere täsiri sebäpli signaly äkidijileriň parametrleri üýtgeýär. Şeýlelikde modulýasiýa düşünjesi girizilip, oňa aşakdaky ýaly kesgitleme berilýär.

Modulýasiýa – maglumatlaryň täsiri astynda äkidijiniň parametrleriniň üýtgetmesi bilen bagly signalyň döredilmesidir. Bize belli bolşy ýaly maglumatlar äznäksiz we impuls görnüşlerdedirler. Olaryň modulýasiýa usullary esasynda biz modulýasiýanyň üznüksiz we impuls usullaryna aýry-aýrylykda serederis.

Modulýasiýanyň üznüksiz usuly. Modulýasiýanyň üznüksiz usulynda äkidiji hökmünde sinusoidal yrgyldylar ulanylyp bilner. Sinusoidal yrgyldylaryň amplituda, ýygylyk we faza ýaly parametrlar bilen häsiýetlendirilýändigini üçin, modulýasiýanyň hem esasy üç görnüşini bolýar, ýagny: amplituda modulýasiýasy, ýygylyk modulýasiýasy we faza modulýasiýasy. Bu modulýasiýalaryň dürli görnüşlerini, şeýle-de köpgaýtalanýan modulýasiýa diýilýän dürli kombinasiýalary ulanýarlar.

Modulýasiýa sezewar etmezden hem aralyga berip boljak habarlar, ýagny äkidiji ulanmazdan iberip boljak habarlar bardyr. Olara pes ýygylygyň maglumatlary degişlidir, ýöne modulýasiýa habary bermekligiň mümkinçiligini aşakdaky sebäplere görä giňeldýändir:

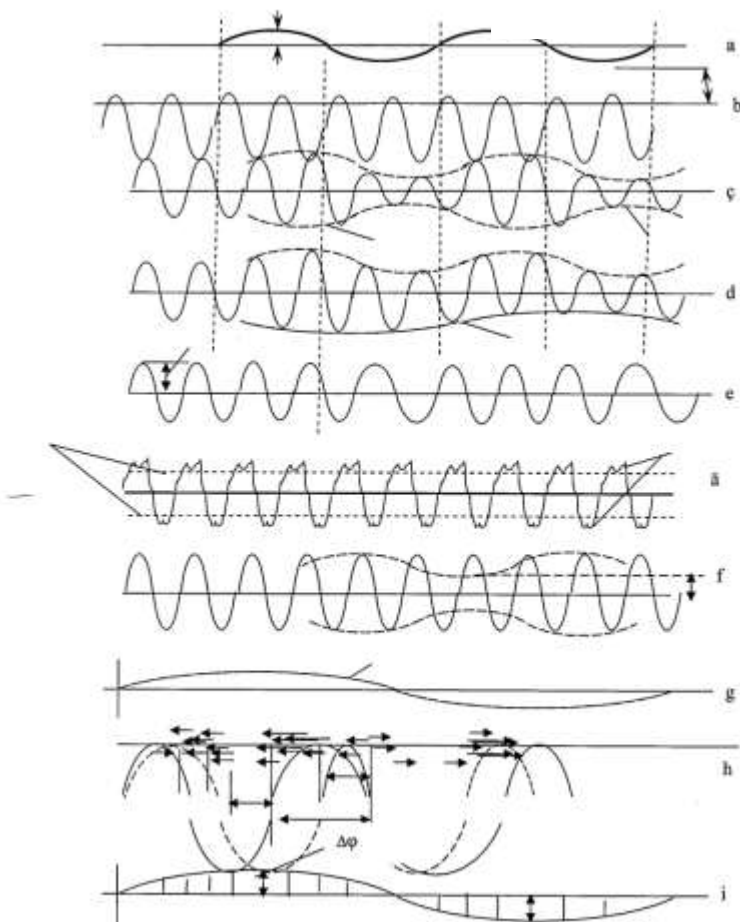
- a) Signallary ýygylygy boýunça bölme usuly ulanylýan bir aragatnaşyk kanalyndan iberiljek habarlaryň sanyny köpeltmäge ýardam berýär;

- b) Modulýasianyň päsgeçiligi durnukly görnüşleri ulanylanda berilýan signallaryň ygtybarlylygy artýar;
- c) Radiokanal boýunça iberilende signallaryň şöhlelenme effektivligi artaýar. Bu antennanyň ölçeginiň şöhlendirilýän signalyň tolkunynyň uzynlygynyň 1/10 bölegini tutýandygy bilen düşündirilýär. Meselem: 10 kHz ýygýlykly 30 km uzynlykly tolkunly habarlary bermek üçin 3 km uzynlygyndaky antenna gerek bolardy. Eger-de, bu habary 200 kHz-de bersek antenna 20 esse kiçelderdi (150 m).

Modulýasianyň bu artykmaçlyklary telemehaniki ulgamlaryň içinde aýlanýan (sirkulirlenýän) diskret signallary aragatnaşyk kanaly boýunça äkidijilerde berip başlanmagyna getirdi.

Amplituda modulýasiasy – Has pes ýygýlykly elektrik signalyň naprýaženiýesiniň ýa-da togunyň pursat bahalaryna proporsional bolan garmoniki yrgyldynyň amplitudasyny üýtgetmek bilen signalyň döredilmegine amplituda modulýasiýasy diýilýär.

Geçirilýän habar ýönekeý garmoniki yrgyldy $u_c = U_\Omega \cos \Omega t$ bolan (2.1.1-nji a-çyzgy) amplituda modulýasiýasyna garalyň. Bu ýerde: U_Ω - yrgyldynyň amplitudasy, Ω - burç ýygýlygy. Ýokary ýygýlykly äkidiji $u_n = U_{\omega_0} \cos \omega_0 t$, bu ýerde ω_0 - äkidijiniň burç ýygýlygy, U_{ω_0} - äkidijiniň amplitudasy (2.1.1-nji b-çyzgy).



2-1-1-nji çyzgy.
Üznüksiz modulýasiýa.

a , g— geçirilýän habar; b — äkidiji; ç, d, e — degişlilikde amplituda, polýar we ýgylyk modulýasiýalar; ä — päsgeleşiligi aýyrmak üçin ikitaraplaýyn çäklendirme; f —

ýygýlyk modulýasiýasynda üýtgemeyän ampletuda sebäpli geçirijiniň kuwwatynyň ampletuda modulýasiýasyndaka garanynda oňat ulanylýandygyny görkezpän grafik; h – faza modulýasiýasy (punktir çyzyk), habary äkidiji (tutuş çyzyk); i – habaryň täsiri astynda äkidijiniň (g-çyzgyda görkezilen) fazasynyň üýtgemesi.

Habaryň täsiri astynda göterijiniň ampletudasynda diňe ampletudasy üýtgeýän täze yrgyldy döredýär.

$$u_A = U_A \cos \omega_0 t \quad (2.1.1)$$

Göterijiniň ampletudasy göniçyzykly kanun boýunça üýtgeýär

$$U_A = U_{\omega 0} + k u_c = U_{\omega 0} + k U_{\Omega} \cos \Omega t = U_{\omega 0} (1 + m \cos \Omega t) \dots, \quad (2.1.2)$$

Bu ýerde k - proposionallyk koeffisienti,

$$m = k U_{\Omega} / U_{\omega 0} = (U_{\max} - U_{\min}) / (U_{\max} + U_{\min})$$

modulýasiýanyň koeffisienti ýa-da modulýasiýanyň çyňlygy (ol köpülenç prosentlerde aňlndylýar) diýlip atlandyrylýan göterijiniň ampletudasynyň otnositel üýtgemesi.

Eger-de modulirlenen yrgyldynyň ampletudasy göterijiniň ampletudasy bilen deňeşdirilende bahasy iki esse arta, onda modulýasiýanyň çuňlugy 100% bolýar. ampletuda modulirlenen yrgyldy 2.1.1-nji ç-çyzgyda görkezilen. (2.1.2)deňlemeden göterijiniň ampletuda bahasyny (2.1.1) deňlemede goýsak aşakdaky formulany alarys: $u_A = U_{\omega 0} (1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_0 t$ (2.1.3)

Skobkany açyp hasaplama geçirsek:

$$\cos \Omega t \cos \omega_0 t = \frac{1}{2} [\cos(\omega_0 + \Omega)t + \cos(\omega_0 - \Omega)t]$$

Netijede

$$u_A = U_{\omega_0} \cos \omega_0 t + m \frac{U_{\omega_0}}{2} \cos(\omega_0 + \Omega)t + m \frac{U_{\omega_0}}{2} \cos(\omega_0 - \Omega)t$$

(2.1.4)

(2.1.4) deňlemiden görnüşi ýaly ahyrky netijede alynýan yrgyldy ýa-da signal $U_{\omega_0} \cos \omega_0 t$ - göterijiniň esasy yrgyldysyndan we göterijiden Ω ýygylýkda tapawutlanýan iki sany yrgyldydan ybaratdyr.

II.4 deňlemiden görnüşi ýaly, esasy yrgyldy modulýasiýa prosesinde äkidijiniň ampletudasyny we ýygylýgyny saklaýan yrgyldy bolýar. 2.1.4 deňlemedäki ikinji çlen özüni $(m/2)U_{\omega_0}$ peselýän ampletudaly we $(\omega_0 + \Omega)$ artýan ýygylýkly sinusoýda hökmünde görkezýär we oňa ýokarky gapdal düzüji diýilýär. 2.1.4 deňlemedäki üçünji çlen hem peselýän ampletudaly, ýöne $(\omega_0 - \Omega)$ kiçelýän ýygylýkly sinusoýda bolýar we oňa aşaky gapdal düzüji diýilýär.

Ampletuda-modulirlenen signalyň spektri görkezilen, 2.1.1-nji a-çyzgydan görnüşi ýaly modulýasiýa prosesinde F_{Ω} habaryň spektriniň (punktir çyzyk bilen görkezilen) ω_0 ýygylýga deň interwalda süýşmesi bolup geçýär. Gapdal düzüji äkidijiniň ähli tarapy boýunça simmetrik ýerleşýär we onuň ampletudasy äkidijiniň ampletudasynyň ýarsyndan geçmeýär.

Amplituda-modulirlenen yrgyldynyň ähli spektri geçirilýärmi ýa-da onuň bir bölegi geçirilýärmi, şoňa baglylykda ampletuda modulýasiýasy iki usula bölünýär, ýagny: iki gapdal zolakly amplitudaly modulýasiýa we bir zolaklyly ampletuda modulýasiýasy.

Iki gapdal zolaklyly ampletudaly modulýasiýasy.

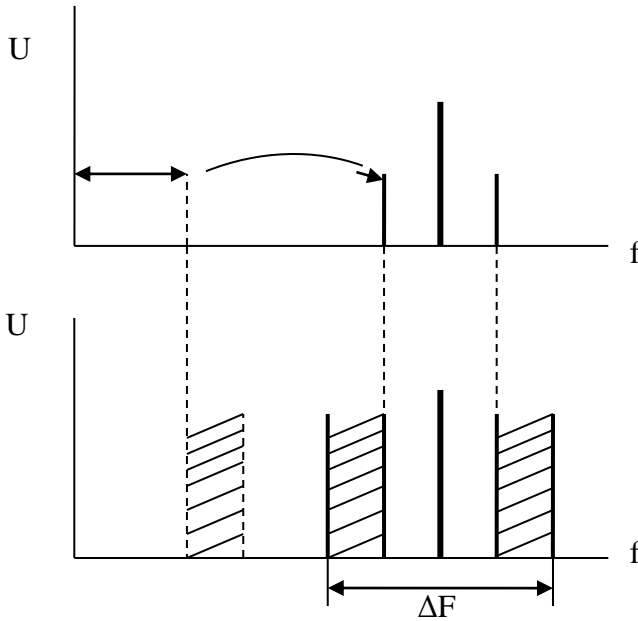
Modulýasiýanyň şeýle usulynda geçirilýän signal äkidijiden we

iki gapdal yrgyldydan (aşaky we ýokarky gapdal düzüjiden) durýar. Başgaça aýdanyňda iki gapdal polasaly ampletudaly modulýasiýada ampletuda-modulirlenen yrgyldynyň ähli spektri geçirilýär.

Şonuň ýaly-da gapdal düzüji äkidijiden F_{Ω} habaryň ýygylgynda, öz aralarynda bolsa $2F_{\Omega}$ habaryň ýygylgynda tapawut edýär (2.1.1-nji a-çyzgy), onda iki gapdal polasaly ampletudaly modulýasiýada ýygylgyň polasynyň giňligi geçirilýän habaryň ýygylgynyň iki essesine deňdir.

$$\Delta F_A = 2F_{\Omega} \quad (2.1.5)$$

Eger-de, meselem, äkidijiniň ýygylgy 1000 Gs-e deň, habaryň ýygylgy bolsa $F_{\Omega} = 50\text{Gs}$ bolsa, onda signaly geçirmek üçin ýygylgyň polasasy $\Delta F = 2 \cdot 50\text{Gs} = 100\text{Gs}$ (950-den 1050-ä çenli), ýagny modulirlenen signal özüniň geçirilmegi üçin ýygylgyň kesgitli polasasyny talap edýär. Şonuň ýaly-da $F_{\Omega} = 50\text{Gs}$ ýygylkly habary modulýasiýasyz geçirmek üçin diňe tükeniksiz kiçi ýygylkly polasa talap edilýär. Hakykatdan hem, 50 Gs ýygylkly sinusoýdal yrgyldy bilen, meselem 49; 49,1; 49,2,...49,999 Gs dyklyzlyga çenli ýygylkly sinusoýdal yrgyldyny geçirip bolýar, ýagny: ýygylk biri-biriniň yzyndan spektriň has kiçi interwalda gelip biler.



2-1-2-nji çyzgy.

Umumy ýagdaýda ampletuda modulýasiýasy habarlaryň geçirilmegi bolup durýar. $F_{\Omega 1} = F_{\Omega \min}$ -den $F_{\Omega 2} = F_{\Omega \max}$ -a cenli, ýagny: $\Delta F_{\Omega} = F_{\Omega \max} - F_{\Omega \min}$. Şunda ampletuda modulýasiýa prosesinde gapdal ýygylýgy dälde, eýsem ýygylýgyň polasasy: ýokarky gapdal we aşaky gapdal polasalar döreýär. (2.1.1-nji b-çyzgy).

ΔF_{Ω} ýygylýkly polasany eýeleýän habary geçirmek üçin ΔF ýokaryýygylýkly spektriň ýygylýk polasasy 2.1.1-nji b-çyzgydan şeýle kesgitlenip bilner, ýagny:

$$\Delta F = (F_{\omega 0} + F_{\Omega \max}) - (F_{\omega 0} - F_{\Omega \min}) = 2F_{\Omega \max} \quad (2.1.6)$$

Şonuň netijesinde, geçirilýän habaryň aşaky ýygylgy elmydama noldan ýokary bolýar, ýagny: $\Delta F_{\infty} \neq 0$ (2.1.1-nji b-çyzgy), äkidijide geçirmek üçin zerur bolan ýygylgyň polasasy mydama geçirilýän habaryň polasasyndan iki esseden hem köp ýokary bolýar.

$$\Delta F > 2\Delta F_{\Omega} \quad (2.1.7)$$

Birgapdal zolakly amplituda modulýasiýasy. (2.1.2) deňlemenden we 2.1.1-nji b çyzgydan görnüşi ýaly geçirilýän habar baradaky maglumat diňe amplituda modulirlenen yrgyldynyň ýygylgynyň gapdal polasasynda saklanýar. Bu bolsa habarlary diňe gapdal polasalaryň haýsy hem bolsa birinde (ýokarky ýa-da aşaky) geçirmäge mümkinçilik berýär. Birgapdal zolakly amplituda modulýasiýasynda ΔF_{Ω} - geçirilýän habaryň ýygylgynyň polasasy umumy polasanyň geçirijiligini giňeltmän ýokary ýygylgyň çäğine geçýär, ýagny:

$$\Delta F_{BPM} = \Delta F_{\Omega} \quad (2.1.8)$$

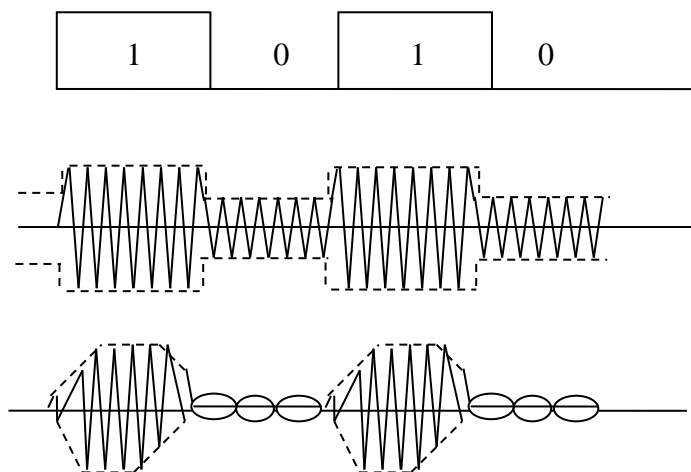
Birgapdal zolakly amplituda modulýasiýasynda indiki artykmaçlyklary bardyr, ýagny:

- 1) Ýygylgyň zolagy iki esse ýa-da ondan hem köp gysgaldylýar. Bu bolsa geçirilýän habarlaryň sanyny artdyrmaga mümkinçilik berpär.
- 2) BZM-da äkidiji ýygylgyň naprýaženiýesi we ýygylgyň haýsy hem bolsa bir gapdal polasasy berilýär. Bu bolsa geçirijiniň kuwwadyny diňe bir polasada jemlemäge mümkinçilik berýär we geçirilýän signalyň derejesini artdyrýar (naprýaženie boýunça iki esse, kuwwat boýunça dört esse utuş edilýär). Has kuwwatly signal ýokary derejede päsgelçilige durnuklylygy üpjün edýär. Emma, BMP-da geçirmekligi peýdalanmak ony kabul etmekligiň çylşyrymlylygy bilen kynçylyk döretýär.

Amplituda manipulýasiýasy. Eger-de geçirilýän habarlar gönüburçly impulslaryň yzygiderligi görnüşinde bolsa, ýagny diskret habar bolsa (2.1.1-nji a çyzgy), onda signal döredilende äkidiji (göteriji) bary-ýogy iki bahany kabul edýär ,

ýagny ýagny ampletuda manipulyásiýasy bolýar. Köpülenç manipulyásiýa diskret modulýásiýasy hem diýilýär.

m – koeffisientiň bahasyna baglylykda ampletuda manipulyásiýasy iki topara bölünýärler, 1) $m < 1$ – bolanda impulsalaryň ideallaşdyrylan formasy görkezilen 3-nji b-surat we 2) $m = 1$ bolanda (filtrleriň çykalgasynda real impulsalaryň formasy 3-nji ç-suratda görkezilen). Ampletuda manipulyásiýasy telemehanikada giňden ulanylyşy ýalytelegraf signallary geçirilende aragatnaşykda hem giňden ulanylýar. Ampletuda modulýásiýasynda bolşy ýaly ampletuda manipulyásiýasynda hem ýygylyň spektrini göterijiden başga-da ýygylygyň ýokarky we aşaky gapdal polasasy saklaýar. Ýokarky gapdal düzüji $F_{\omega_0} + k/t$ ýygylygy, aşaky göteriji bolsa $F_{\omega_0} - k/t$ ýygylygy saklaýar. $K=1,2,3,\dots$.



2-1-3-nji çyzgy.

Düzüjiniň ampletudasy m -modulýásiýa koeffisintine baglydyr. Şonuň ýaly-da modulirlenmedik yzygiderlikde

spektriň her bir лепестикinde garmonikanyň sany artýar, onuň amplitudasy bolsa kiçelýär.

Ýygylýk modulýasiýasy. Ýygylýk modulýasiýasynda habaryň mgnowen bahasy (tok ýa-da naprýaženie) äkidijiniň (göterijiniň) ýygylýgyny üýtgedýär, onuň amplitudasy bolsa üýtgemän galýar. 2.1.3-nji e-çyzgyda habaryň mgnowen bahasy ýokarlananda göterijiniň ýygylýgy artýar, otrisatel ýarym tolkunda bolsa habar kiçelýär.

Eger-de ω - modulirlenen yrgyldynyň (signalyň) burç ýygylýgy, ω_0 - äkidijiniň burç ýygylýgynyň orta bahasy we Ω - habaryň burç ýygylýgy bolsa, onda aşakdaky formulany ýazyp bolar:

$$\omega = \omega_0 + m_y \Omega \cos \Omega t \quad (2.1.9)$$

Bu ýerde

$$m_y = \Delta \omega / \Omega \quad (2.1.10)$$

m_y - ýygylýk gyşarma koeffisienti, ýa-da ýygylýk modulýasiýasynyň çuňlugy;

$\Delta \omega$ - burç ýygylýgynyň dewiasiýasy, ýa-da äkidijiniň ýygylýgynyň hakyky bahasyndan gyşarmasy.

Ýygylýk dewiasiýasy modulirlenýän habarlaryň amplitudasyna bagly bolýar, (2.2.1-nji çyzgy). Habaryň amplitudasy ýokarlananda $F_{\omega 0}$ - äkidijiniň ýygylýgy artýar, kiçelende (2.2.1-nji a-çyzgyda habaryň otrisatel ýarym tolkuny) – peselýär. Dewiasiýanyň ýygylýgy we modulýasiýanyň indeksi aşakdaky indek boýunça baglanşdyrylýar $F_{dew.} = m_y F_{\Omega}$

Eger-de başlangyç fazany nola deň diýp ($t=0$ -da) alynsa, onda ýygylýk modulýasiýasynda signalyň deňlemesini şeýle ýazyp bolar, ýagny:

$$U_{y.m} = U_{\omega 0} \cos(\omega_0 t + m_y \sin \Omega t)$$

2.1.2-nji w-d çyzgylarda ýygylýk modulýasiýasynyň spektri görkezilen. Ýygylýk modulýasiýasynda spektri tükeniksiz uly we geçirilýän habary takyk döretmek üçin tükeniksiz giň polasasy gerek.... Ýygylýk modulýasiýasynda ýygylýgyň polasasy indiki deňleme bilen aňladylýar:

$$\Delta F_{\dot{y}.m} = 2F_{\Omega \max} (m_{\dot{y}} + 1) = 2(F_{\Omega \max} + F_{dew})$$

Teleölçeglerde $m_{\dot{y}}$ - optimal bahasy geçirmekligiň talap edilýän takyklygyna baglydyr. Şeýle-de teleölçeg ulgamlary üçin ýalňyşlyk $\delta = 1\%$, ýygylýk modulýasiýasynyň optimal indeksi $m_{\dot{y}.opt.} = 5$. Takyk teleölçeg ulgamlary üçin $\delta = 0,1\%$
 $m_{\dot{y}.opt.} = 15$.

Faza modulýasiýasy. Faza modulýasiýasynda geçirilýän habar äkidijiniň (göterijiniň) φ - faza bahasyny üýtgedýär. Şeýle görnüşde φ - göteriji faza modulirlenýän habaryň togunyň ýa-da naprýaženiýesiniň mgnowen bahasyna proporsionallykda üýtgeýär. 2.2.1-nji h-çyzgyda göteriji punktir çyzykly, tutuş çyzykda bolsa şol bir göteriji, ýöne habaryň faza boýunça onuň modulýasiýasyndan soň (2.2.1-nji g-çyzgy). Bu ýerde Ω ýygylýgyň (habaryň) togunyň ýa-da naprýaženiýesiniň bahasy ýokarlananda $\Delta\varphi \sin \Omega t$ faza boýunça öňe gidýär. $\Delta\varphi$ - faza boýunça maksimal süýşme fazanyň dewiasiýasy bolýar. Fazanyň yrgyldysy 2.2.1-nji i-çyzgyda görkezilen.

Fazamodulirlenýän yrgyldynyň bahasy:

$$u_{FM} = U_{\omega 0} \cos(\omega_0 t + m_1 \sin \Omega t) \quad (2.1.11)$$

(2.1.11) deňleme 1.16 deňlemä meňzeş bolup, diňe faza modulýasiýasynyň indeksinde tapawut bolýar

$$m_1 = \Delta\varphi \quad (2.1.12)$$

2.1.1-nji h-çyzgydan görnüşi ýaly, faza modulýasiýasynda diňe bir faza üýtgemän, eýsem göterijiniň mgnowen ýygylgy hem üýtgeýär. Edil şonuň ýaly-da ýygylgy modulýasiýasynda göterijiniň fazasy hem üýtgeýär. Şeýle görnüşde faza ýygylgy modulýasiýalary haýsydyr bir ölçegleri boýunça meňzeş, olar biri birinen diňe ýerine ýetiriliş usullary boýunça tapawutlanýarlar. $\Delta\omega$ - burç ýygylgynyň dewiasiýasy faza dewiasiýasy bilen aşakdaky gatnaşyk boýunça baglanyşýarlar.

$$\Delta\omega = \Omega\Delta\varphi \quad (2.1.13)$$

Faza boýunça äkidiji modulirlenen ýygylgyň polasasy:

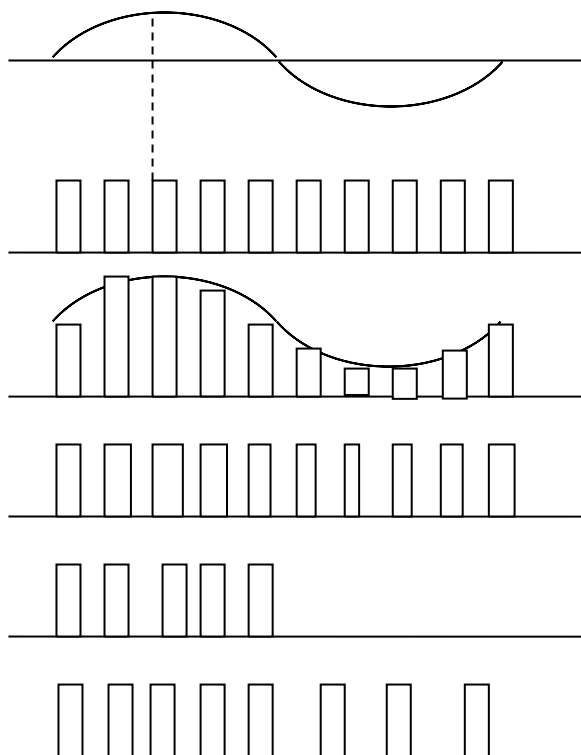
$$\Delta F_{FM} = 2F_{\Omega}(m_f + 1) \quad (2.1.14)$$

Ýygylgy modulýasiýasynda laýyklykda modulýasiýanyň indeksi habaryň ýygylgynyň artmagy bilen kiçelýär, faza modulýasiýasynda şeýle baglanyşyk ýok onda faza modulýasiýasynda ýygylgyň polasysynyň giňligi ýygylgy modulýasiýasyndaka garanyňda has giň bolýar.

Impulsyň seriýalary amplituda, dowamlylyk, impuls sanlary we ş.m boýunça häsiýetlendirilendir.

Impuls seriýalaryny äkidiji hökmünde ulanyp, bu parametrleri maglumatlaryň täsir etmelerinde üýtgedip bolar. Şeýle etmeklige impuls modulýasiýasy diýilýär. Bu äkidiji köp parametre eýe. Şonuň üçin modulirlemekligiň impuls usuly hem ýeterlik köpdür.

Amplituda-impuls modulýasiýasy. Aşakdaky 2.1.4-nji a çyzgyda iberilýän maglumat, 2.1.4-nji b çyzgyda bolsa maglumaty äkidiji görkezilendir. Äkidiji göniburçly görnüşdedir.



2-1-4-nji çyzgy.

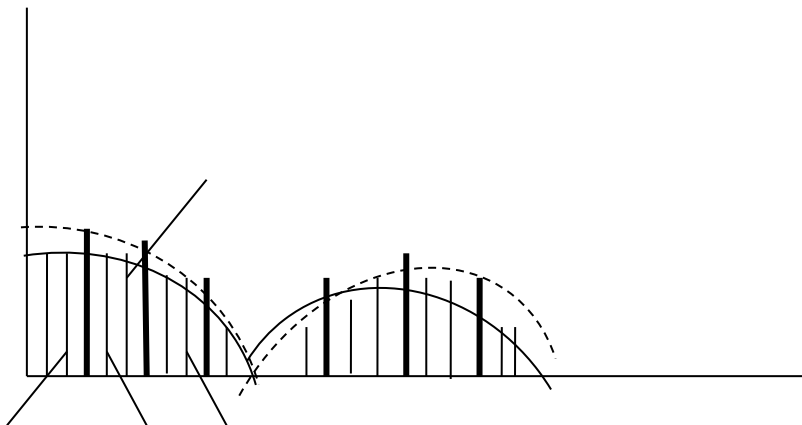
Maglumatyň (toguň ýa-da naprýaženiýäniň) pursat bahasynyň täsiri netijesinde äkidijiniň amplitudasy üýtgeýär (2.1.4-nji çyzgy). Bu ýagdaýda:

$$U_M = U(1 + m_a \sin \Omega t) \quad (2.1.15)$$

Ýazyp bileris. Bu ýerde U_M -modulirlenen impulsyň amplitudasy; U -modulirlenmedik impulsyň amplitudasy; m_a -

amplituda boýunça impuls modulýasiýasynyň çuňlugy we Ω -maglumatyň burç ýygylgy.

Amplituda boýunça modulirlenen impulslar modulirlenmedik impulslardan spektrleri boýunça hem tapawutlanýarlar, ýagny modulirlenmedik impulslaryň her bir düzüjisiniň töwereklerinde $f_k \pm f_{\text{maglumat}}$ gapdal ýygylýklar emele gelýär (2.1.5-nji çyzgy).



2-1-5-nji çyzgy.

Bu ýagdaýda ýygylýk zolagynyň ini – ΔF impulslaryň dowamlylygyna bagly we modulirleýji ýygylgyga gowşak bagly, ýagny $\Delta F = \mu/\tau$. Päsgeçilige durnuklylygynyň ýaramsyzlygy we ýalňyşlygynyň barlygy sebäpli (Şuňa aragatnaşyk kanalynyň geçiriş koeffisiýentiniň üýtgemesi sebäp bolýar) bu görnüşli modulýasiýa teleölçeğerlerde diňe modulýasiýa teleölçeğerlerde diňe modulýasiýanyň aralyk görnüşleri ýaly, mysal üçin amplituda impuls modulýasiýasy-ýygylýk modulýasiýasay ýaly ulanylýar.

Inli-impuls modulýasiýa. 2.1.5-nji d çyzgyda maglumatyň pursat bahasy täsir edende impuls dowamlylygynyň üýtgeýşi görkezilendir, ýagny äkidijiniň impuls dowamlylygy ini boýunça üýtgeýär. Maglumatyň pursat bahasynyň artmasynda bu dowamlylyk hem artýar we

kemelmesinde hem kemelýär (gysylýar). Inli impuls modulýasiýada ýygylýk we amplituda üýtgemän galýar. Bu görnüşli modulýasiýada päsgeçiliklere durnuklylyk amplituida modulýasiýasynyňkydan ýeterlik ýokarydyr. Şonuň üçin bu usul boýunça modulýasiýany amala aşyrmak telrölçeg ulgamlarynda giň orny eýeleýändir.

Inli impuls modulýasiýa üçin $\Delta F = 1/\tau_{\min}$, ýagny iň kiçi impuls dowamlylygynda kesgitlenilip bilner. Spektrleri amplituda-impuls modulýasiýasynyňka meňzeşdir, ýöne her bir garmonikanyň töwereginde iki sany däl-de, gapdal ýygylýyklaryň birnäçe jübütleri bolýandyr.

Faza-impuls modulýasiýasy. Inli impuls modulýasiýasy bilen faza – impuls modulýasiýasy wagt impuls modulýasiýasy düşünjesi arkaly biri-birleri bilen birikýändirler. 2.1.5-nji e çyzgydan görnüşi ýaly impuls saga Δt süýşýär (haçan-da maglumatyň pursat bahasy artanda), maglumatyň pursat bahasynyň azalmasynda bolsa Δt çedpe süýşýär. Maglumatyň sinusoidal görnüşi üçin :

$$\Delta t = \Delta t_{\max} \sin \Omega t \quad (2.1.16)$$

Wagt impuls modulýasiýasynda ýygylýk zolagy modulýasiýa prosesinde üýtgemeyän impuls dowamlylyk boýunça kesgitlenilýändir.

Ýygylýk-impuls modulýasiýa. 2.1.5-nji f çyzgydan görnüşi ýaly maglumatyň pursat bahasynyň artmagy bilen impulsyň ýygylýgynyň artyp, azalýan pursatlarynda bolsa kemelýändigini görkezilýär. Şunlukda ýygylýk boýunça impuls modulýasiýasy ýerine ýetýär diýip bileris. Bu modulýasiýada impuls dowamlylyklary üýtgemän, olaryň arasyndaky interwal üýtgeýändir. Ýygylýk zolagynyň ini impuls dowamlylygy boýunça kesgitlenilýär.

Kod-impuls modulýasiýasy. Modulýasiýanyň bu görnüşini amala aşyrmak üçin maglumatlary dereje we wagt boýunça

kwantirlemeli, soňra hem her bir diskret derejeleri wagtyň diskret momentlerindäki kodlary bilewn ibermeli.

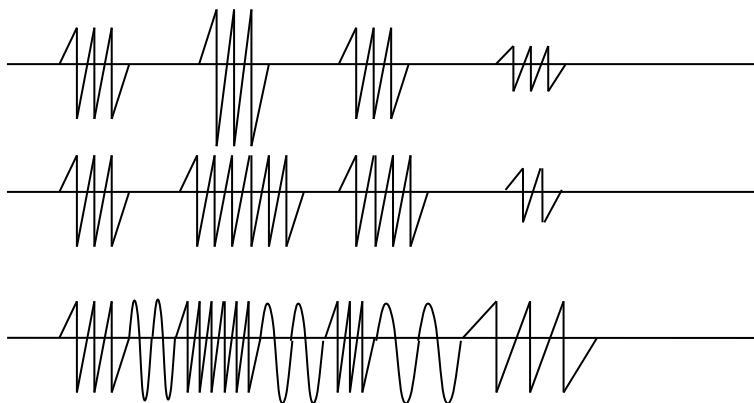
Beýleki impuls modulýasiýalary ýaly kod impuls modulýasiýasynyň hem ýygylýk zolagy impuls dowamlylygy boýunça kesgitlenýär we teleölçeglerde giňden ulanylýar.

Delta modulýasiýa (Δ -modulýasiýa). Wagtyň berlen pursatynda ýa-ha položitel, ýa-da otrisatel alamatly impulslar iberilip bilner (differensial kwantirleme). Şunlukda kwňantirlenmäniň islendik sany bolan derejesinde iki diskret signalyň geçirilişi amala aşýar diýip bileris. Şundan ugur alsak, Δ modulýasiýada maglumat iberilişiniň çalttäsirliligini gazanmak mümkinçiligi bardyr we ol teleölçegde wajyp orunlary eýeleýändir.

Hakykatdan hem kod-impuls modulýasiýada her bir ölçenilýän ululyk köp razýadly kodlarda iberilýär, Δ modulýasiýada bolsa diňe bir impuls bilen iberilýär. Bu bolsa kod razýadynyň sanyny n diýsek, iberilişiniň tizligini n esse artdyrylýar diýiligidir. Bu görnüşli modulýasiýanyň kemçilikleri hem bardyr, ol hem wagtyň geçmegi bilen ýalňyşlyklaryň emele gelme ähtimallyklarynyň ýokary bolmagydyr.

Modulýasiýanyň köp kratnylyk usullary. Maglumatlar birnäçe gezek yzly-yzyna modulirlenip emele getirilen çylşyrymly signal görnüşde hem berlip bilner. Adatça şeýle signal iki kratny modulýasiýa sezewar edilýändir: 1) impuls boýunça modulirlenen 2) üznüksiz modulirlenen.

Üç kratny modulýasiýada bolsa ilki bilen impuls modulýasiýa, soňra ikinji we üçünjide üznüksiz modulýasiýa bolýar. Kä halatlarda iki gezekleýin modulýasiýa hem ulanylýar. Şunda ilki bilen amplituda-impuls modulýasiýa soňra inli-impuls modulýasiýa we ondan soňra hem äkidijiniň üznüksiz modulýasiýasy ýerine ýetirilýär. Netijede bolsa amplituda impuls modulýasiýa-wagt (inli) impuls modulýasiýa-amplituda modulýasiýa (AIM-IIM-AM) we ş.m ýerine ýetip bilner.



2-1-6-njy çyzgy:

a) AIM-AM b) IIM-AM ç) AIM-ÝM

2.1.6-njy çyzgyda modulýasiýanyň iki kratny görnüşiniň käbir wariantlary görkezilendir.

2.2. Telemehaniki maglumatlary bermekligiň ygtybarlygy. **Päsgelçilikler we synagyň päsgelçilige** **durnuklylygy**

Biziň bilşimiz ýaly aragatnaşyk liniýalary ýa-da kanallary boýunça signallar iberlende päsgelçilikler we dürli gyşarmalar ýüze çykyp biler. Şeýle päsgelçilikleriň we gyşarmalaryň haýsy görnüşleri bolup bilýär we olara garşy göreşmekligiň nähili usullary bar diýen soraglara jogap tapmak biziň esasy meselämiz bolsun, çünki päsgelçiliklere garşy göreşmek bilen maglumatlary ibermekligiň ygtybarlylygyny gazanmak bolar.

Ygtybarlylyk diýip iberilen informasiýa bilen kabul edilen informasiýanyň biri-birlerine gabat gelme derejelerine aýdylýar. Ygtybarlylygy häsiýetlendirmek üçin **ygtybarlylyk ýitgisi** diýen düşüňjeden peýdalanylýar, ýagny:

$$h_{\text{ýal}} = n_{\text{ýal}} / n_{\text{um}} \quad (2.2.1)$$

bu ýerde **n_{um}** – iberilýän informasiýa simwollarynyň umumy sany;

n_{ýal} – kabul edilýän informasiýa simwollaryndaky ýalňyş simwollaryň sany.

Iberilen we kabul edilen informasiýalaryň arasyndaky nätakyklyklara, ýagny gabat gelmezliklerine aşakdaky ýagdaýlar bilen bagly birnäçe gyşarmalar sebäp bolup bilýär:

1. Iberilýän informasiýanyň signal emele getirilişiniň we tehniki reallaşdyrylyşynyň kämil däldigi.
2. Signallary ibermekligiň we kabul etmekligiň usullarynyň we olary tehniki ýerine ýetirmekligiň kämil däldigi.
3. Kabul edilýän signalyň maglumatlara özgerdiliş usullarynyň we ony tehniki ýerine ýetirmegiň kämil däldigi.
4. Aragatnaşyk kanaly boýunça signalyň ýaýramak aýratynlyklary.
5. Signalyň päsgeleşige durnuklylygynyň ýeterlik däldigi.

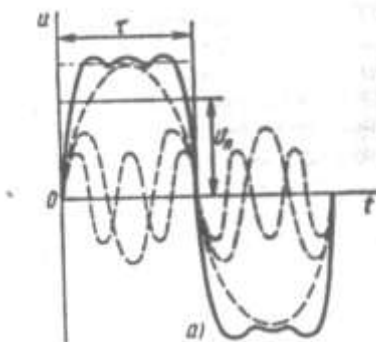
Bu sebäplerin ählisi geçirilýän signallaryň ýoýulmasynyň (gyşarmasynyň) 3 görnüşe bölünmegine getirýär, ýagny çyzykly, çyzykly däl we tötänleýin.

Çyzykly ýoýulma - signalyň spektrorynda ýygylýk düzüjileriniň döremesi bolmaýan ýoýulmalardyr. Çyzykly ýoýulma ýygylýk we faza boýunça ýoýulma bölünýär.

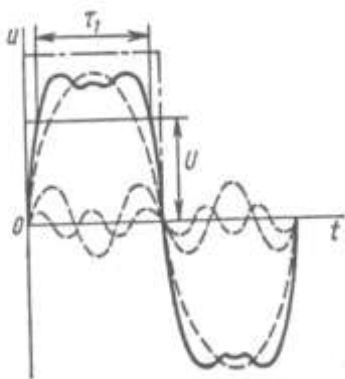
Ýgylyk ýoýulmasy elektrik zynjyryndan geçende signalyň aýry-aýry garmoniki düzüjileriniň amplitudalarynyň deňölçeşsizligini döredýär. Ýgylyk ýoýulmasy elektrik zynjyrynda ýgylyga bagly bolan reaktiw garşylygyň bardygy sebäpli döredýär. Yokary ýgylykly elektromagnit energiýasy aragatnaşyk liniýasy boýunça ýaýranda pes ýgylykly elektromagnit energiýasyny garanynda has köp pese gaçma döredýär.

2.2.1-nji a çyzgyda 3 garmonikanyň (1, 3 we 5-nji) we hemişelik düzüjiniň gönüburçly impuls formasynyň döredilişi görkezilen. Amplituda – ýgylyk ýoýulmasy impulsyň amplitudasyny üýtgedýär we onuň formasyny bir az ýoýýar (2.2.1-nji b çyzgy).

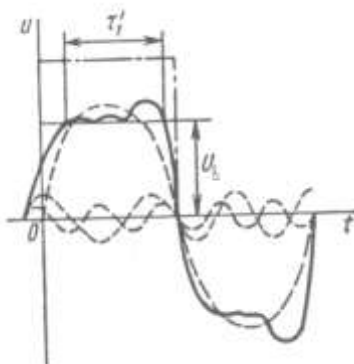
Faza ýoýulmasy elektrik zynjyryndan geçende signalyň aýry-aýry garmoniki düzüjileriniň wagt boýunça birmeňzeş bolmadyk otnositel süýşmelerini döredýär. Onuň döremeginiň aragatnaşyk liniýasy boýunça energiýanyň ýaýraýyş tizliginiň gutarnykly bolmagy sebäp bolýar. Signalyň spektr düzüjisiniň pese gaçmasy hem deňölçeşsiz bolýar we şunuň netijesinde impulsyň başlangyjy süýşýär we onuň formasy ýoýulýar (2.2.1-nji ç çyzgy). Şeýlelikde kabul ediji gurluş haýsy-da bolsa bir impulsynyň U_B – bosaga naprýaženiýesinde işläp başlaýar. Onda çyzykly ýoýulmanyň netijesinde impulsyň dowamlylygy hem kiçelýär. (τ deň däl τ_1 we τ_2).



a)



b)



ç)

2-2-1-nji çyzgy.

1. **Çyzykly däl ýoýulma** – spektrinde täze garmoniki düzüjileriň däremegi bilen şertlenen ýoýulmalar bolup, olar telemehaniki enjamlarda we aragatnaşyk enjamlarynda çyzykly däl garşylyklaryň barlygy bilen şertlenendirler. Bu ýoýulmalar hem signalyň formasyny üýtgedýändir.
2. **Tötänleýin ýoýulma** – aragatnaşyk kanalyndaky we enjamlaryndaky döreýän ýoýulma. Päsgeçilikler ýalňyş signallary döredip bilýär. Şunda signalyň formasy, dowamlylygy, amplitudasy ýa-da fazasy üýtgäp biler.

Maglumaty ibermekligiň ygtybarlylygyny ýokarlandyrmak biziň esasy meselämizdir. Onuň aşakdaky usullary bar:

- 1) **Öwranlaýyn baglanyşyksyz iberiliş usuly.** Şunda informasiýa diňe bir tarapa iberilýär. Ibermeklik islendik kodda ýerine ýetirilip bilner.
- 2) **Öwranlaýyn baglanyşykly iberiliş usuly.** Kabul ediji bilen iberijiniň arasynda öwranlaýyn baglanyşygy amala aşyrmak üçin iberijä kabul edilişin şertleri ýa-da netijeleri barada maglumat

bermek üçin öwranlaýyn kanal zerur bolup durýar. Öwranlaýyn baglanyşykly iberiliş hem öz gezeginde birnäçe topara bölünýär, ýagny: informasion öwranlaýyn baglanyşyk, netijeleýji (aýgytlaýjy) öwranlaýyn baglanyşyk we kombinirlenen (çylşyrymly) öwranlaýyn baglanyşyk.

- 3) ***Diskret signally iberiliş usuly.*** Telemehanika-da diskret signallar, esasanamislendik usul boýunça modulirlenen wideo we radio impulslaryň kodly kombinasiýalary görnüşinde berilýän diskret, aýratyn hem ikilik signallar giňden ulanylýandyr. Diskret signallar üznüksiz signallara garanyňda päsgelçiligiň täsirine has durnuklydyr. Şonuň üçin telemehanikada ýokary päsgelçilige durnukly diskret signallary has köp ulanylýar.

Päsgelçilik diýip – iberilýän signallaryň ýoýulmasyna getirýän tötänleýin täsirlere aýdylýar. Eger-de päsgelçilik tötänleýin bolman hemişelik bolsa, (meselem, radiostansiýalaryň geçirişi), onda ony gerekli filtrlriň kömegi bilen aradan aýryp bolar.

Päsgelçilikleriň görnüşleri.

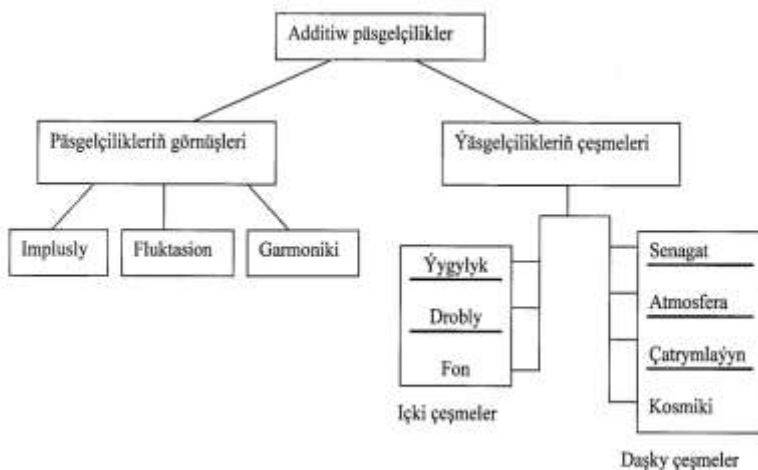
Signala päsgelçilik iki görnüşde täsir edip biler. Eger-de $\xi(t)$, päsgelçilik $s(t)$ signal bilen goşulsa, onda kabul edijiniň girişinde onuň jemi bahasy täsir eder:

$$x(t) = \xi(t) + s(t) \quad (2.2.2)$$

Bu päsgelçilige additiw päsgelçilik diýilýär. Eger-de netijeleýji signal päsgelçiligiň we geçirilýän signalyň dördelmegine deň bolsa, onda:

$$x(t)=\xi(t)*s(t) \quad (2.2.3)$$

onda şeýle päsgelçilige **multiplikativ päsgelçilik** diýilýär. Multiplikativ päsgelçilikler aragatnaşyk kanalyň häsiýetiniň üýtgemesi, napryaženiýe çeşmesiniň yrgyldysynda shemanyň güýçlendirme koeffisientiniň üýtgemesi, radiogatnaşykda signalyň sönmesi we ş.m. ýagdaýlarda döreyär. Şoňa görä-de senagat tehnikasynda berilýän habarlaryň köpüsi geçiriji liniýalar boýunça berilýär. Sebäbi päsgelçilikler bu elektrik zynjyrynda multiplikativ päsgelçiligi döredmeýär. Berilýän signallara täsir edýän päsgelçilikler additiw häsiýete eýe bolýar. 2.2.2-nji çyzgyda additiw päsgelçilikleriň görnüşleri we çeşmeleri görkezilen.



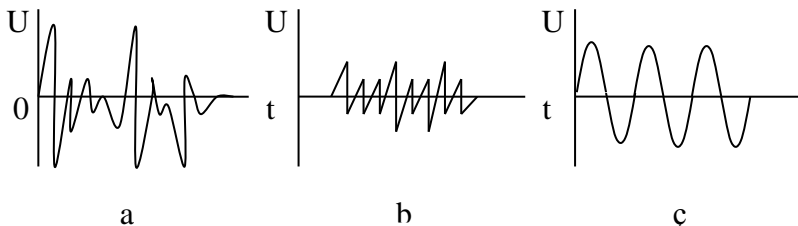
2-2-2-nji çyzgy.

Additiw päsgeçiligiň görnüşleri we onuň çeşmesi

Additiw päsgeçilikler formasy boýunça wagtda jemlenen ýa-da impulsly, fluktasion ýa-da tekiz, garmoniki ýa-da ýygylyk görnüşlere bölünip bilner.

Impulsly päsgeçiliklerde (2.2.3-nji a çyzgy) indiki impulsly päsgeçilikleri ýüze çykýança, öň ýanyndaky impulsly päsgeçilikleri aradan aýrylyp ýetişýär. Umuman impulsly päsgeçilikler tötän amplitudaly, dowamly we aýratyn impulsly päsgeçilikleri ýüze çykma momentleri bolýan impulsly päsgeçilikleri bolýarlar.

Fluktasion päsgeçilikler (köplenç oňa ýylmanak päsgeçilikler ýa-da galmagallar (şum) hem diýilýär) (2.2.3-nji b çyzgy). – üznüksiz tötän üýtgeýän yrgyldy görnüşinde bolýarlar. Olaryň esasy häsiýetnamalary bolup päsgeçilikleriň kuwwaty, amplitudanyň paýlanyş kanuny, energetiki spektrleriniň görnüşi ýa-da korektsiýanyň funksiýasy hyzmat edýär. Köplenç amplitudasy adaty bölüniş düzgünine boýun egýän päsgeçilikler duş gelýändir. Fluktasion päsgeçilikleriň bolsa, hemişelik düzüjisi ýokdur, ýagny päsgeçilik hemişelik bolmaýar.



2-2-3-nji çyzgy

Fluktasyon päsgeçililikleriň effektiw naprýaženiýeleri aragatnaşyk liniýasynda päsgeçililikleriň spektrleri ýygylýk boýunça deňölçegli bolan halatynda $\sqrt{\Delta F}$ -e, kuwwaty bolsa ΔF -e proporsional bolýarlar. Impulsly päsgeçililiklerde bolsa päsgeçililikleriň kuwwaty we amplitudasy ΔF -e proporsionaldyr. Şeýlelikde fluktasyon päsgeçililikleriň effektiw naprýaženiýesi dört esse azaldylsa, ΔF iki esse, impuls päsgeçililiklerinde bolsa dört esse azalar, kuwwatlary bolsa birmeňzeş azalyşa eýe, ýagny dört esse azalyşa eýe bolarlar.

Aýdylanlardan ugur alsak, goýberme zolagy (ΔF) kabul ediji gurluşlaryň çykyşyndaky päsgeçililiklere berk täsirini ýetirýändir. Aragatnaşyk liniýasyndaky şol bir ýäsgeçililikde insiz zolakly Kabul edijiniň çykyşynda päsgeçililikler fluktasyon häsiýetli, inli zolaklylarda bolsa impuls häsiýetli bolýarlar.

Päsgeçililikleriň energetiki spektrleri ýygylýk zolagynda olaryň kuwwaty boýunça paýlanyşlaryny häsiýetlendirýärler. “Ak galmagal” görnüşli päsgeçililikler deňölçegli spektrlidir. Olaryň spectral dyklylyklary kanalyň ýygylýk zolaklarynyň çäklerinde ýygylýklara bagly bolmaýar. Deňölçegli energetiki spektrlerde 1 Hz ýygylýk zolagyna getirilen päsgeçililiğiň udel kuwwaty düşünjesi girizilýär.

Päsgeçililikleriň çeşmeleri: Enjamlarda we zynjyrlarda içki galmagallar we daşky täsirler päsgeçililikleriň çeşmeleri bolup durýar.

Içki päsgeçililiklere geçirijide we rezistorlarda erkin elektronlaryň tertipsiz hereketleri netijesinde döreýän ýygylýk galmagallary we ýarymgeçirijili enjamlarda drob effektlere bilen şertlenen galmagallar degişlidirler. Drob effektinde tok hemişelik bolmaýar we orta bahasyna otnositel fluktirlenýär. Içki päsgeçililikler mydama bardyrlar we olar fluktasyon päsgeçililikleriň esasy çeşmeleri bolup hyzmat edýärler.

Aragatnaşyk kanalynda esasy täsirleri daşky päsgeçililikler berýärler. Olar hem senagat (emeli) we atmosfera (tebigy) päsgeçililiklere bölünýärler.

Senagat päsgeľçiliklerini dürli gurluşlar: elektrik transportlary, elektrosawkalar, awtomobilleriň zažiganiýe sistemalary, medisina enjamlary we ş.m döredýärler. Esasy sebäp hem uçgun emele gelme prosesleri bilen baglydyr. Senagat päsgeľçilikleri fluktasion we impuls häsiýetli bolup bilerler. Olar TM gurluşlara antennalaryň, şeýle hem ýymitlendiriji zynjyrlaryň, sygym we induktiw baglanyşyklaryň üsti bilen ýanaşýarlar. Howa liniýalarynda päsgeľçilikleriň çeşmeleri bolup kabelleriň metal örtükleriniň ýere birikdiriliş gurluşlary hem hyzmat edip bilerler.

Atmosfera päsgeľçilikleri atmosferada bolup biljek elektrik zaryadlaryň süýşmeleri (ýyldyrym çakma we ş.m) bilen bagly bolýar.

Senagat we atmosfera päsgeľçiliklerinde esasy energiýa tolkunlaryň pes ýygylýklaryndaky diapazonlarynda bolýar. Ýygylýgyň artmasy bilen päsgeľçilikleriň derejeleri peselýändir. Seredip geçen päsgeľçiliklerimize **aktiw päsgeľçilikler** diýilýär. Passiw päsgeľçilikler hem bardyr. Olara kosmiki päsgeľçilikler, aragatnaşyk liniýasynyň geçirijilik koeffisiýentiniň üýtgemesi we ş.m sebäp bolýarlar.

Päsgeľçilige durnuklylyk bolanda päsgeľçiliklere garamazdan informasiýalaryň dogry Kabul ediliş ukybyny üpjün etmeklige düşünilýär. Fluktasion we impuls päsgeľçiliklere durnuklylyklara seredeliň.

Elementar signalyň fluktasion päsgeľçiliklere durnuklylygy W. A. Kotelnikow tarapyndan işlenilip düzüldir.

Elementar signal diýip “1” simwola gabat gelýän islendik $A_1(t)$ ýa-da “0” simwola gabat gelýän islendik $A_2(t)$ signala düşünilýär. Şeýle signal bolup wideo we radio impulslar hyzmat edip bilerler.

Telemehaniki maglumatlaryň transformirlenmesi-maglumatlar iberilende päsgeľçilikleriň täsirinde hiç hili üýtgemeler ýa-da ýalňyş buýruklaryň ýüze çykmany bolmaýan

maglumat iberilişdir. Teledolandyrylyş-Telesignal berlişini (TD-TSB) köp sanly senagat gurluşlarynda bir sany radio ýa-da wideo impulsyň iberilişi bir buýrugy ýa-da TSB-niň bir signalynyň iberilişini aňladýandyr. Eger-de “1” signala degişli buýruk päsgelçilige düş geläýse, onda ol “0” signala transformirlenýär we tersine. Olaryň transformirlenme ähtimallygy TSB-de P_{01} we P_{10} diýilip (“1” bilen “0”-yň çalyşma ähtimallygy) belgilenilýär.

Şeýlelikde elementar signallaryň iberilişinde iki ýagdaý bolup biler:

- a) Dogry iberiliş (geçiriliş) $1 \rightarrow 1$, $0 \rightarrow 0$ geçýär we P_{11} hem-de P_{00} diýilip belgilenilýär.
- b) Nädogry iberiliş $1 \rightarrow 0$, $0 \rightarrow 1$ geçýär we P_{10} hem-de P_{01} diýilip belgilenilýär.

Olaryň aralarynda şeýle baglanyşyklar bardyr:

$$P_{11} + P_{10} = 1$$

$$(2.2.4)$$

$$P_{00} + P_{01} = 1$$

Fluktasion päsgelçiliklerde elementar signallar iberilende päsgelçiliklere durnuklylyk. Has ýokary durnuklylygy Kotelnikowyň ideal Kabul ediji gurluşy üpjün edýär. Şunda rugsat berilýän çäkli päsgelçilige durnuklylyk ideal Kabul ediji gurluş tarapyndan üpjün edilýär. Bu gurluşy gurmaklygyň prinsipi 4-nji suratda görkezilendir.

Nusgalyk $A_1(t)$ we $A_2(t)$ signallar generatorlar tarapyndan öndürilýär. Berilýän $A_1(t)$ we $A_2(t)$ signallar deňeşdiriji gurluşlarda (shemalarda) nusgalyk signallar bilen deňeşdirilýär we netijede $I_2 - I_1$ görnüşde alynýar. Eger-de $A_1(t)$ we $A_2(t)$ signallar τ dowamlylyk bilen iberilen bolsa, onda Kabul edilýän tarapda aşakdakylary hasaplamak zerur bolar:

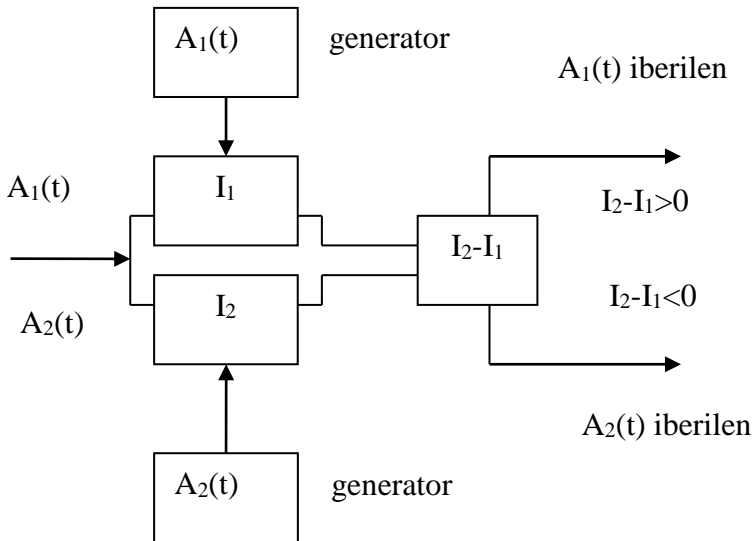
$$I_1 = \int_0^{\tau} [X(t) - A_1(t)]^2 dt$$

(2.2.5)

$$I_2 = \int_0^{\tau} [X(t) - A_2(t)]^2 dt$$

$A_1(t)$ we $A_2(t)$ signallar Kabul edilýän tarapda öňden belli bolmaly. Eger-de $I_2 - I_1 > 0$ bolsa, onda $A_1(t)$ kabul edilen diýlip hasap edilýär, $I_2 - I_1 < 0$ bolanda bolsa $A_2(t)$ kabul edilen diýlip hasap edilýär.

Haçan-da $A_2(t)$ – e derek $A_1(t)$ -niň we tersine $A_1(t)$ – e derek $A_2(t)$ -niň Kabul ediliş howpy bolaýsa, onda $I_2 - I_1$ ululygy ideal kabul ediji gurluşymyz hasaplamaly bolar. Bu tapawut käbir β ululyk bilen deňeşdirilende $I_2 - I_1 > \beta$ bolsa onda $A_2(t)$ ýa-da $I_2 - I_1 < \beta$ bolsa onda $A_1(t)$ kabul edilýär.



2-2-4-nji çyzgy.

Päsgelçilikleriň parametrleri Kabul edijiniň goýberme zolagyna berk baglydyr. Onuň üçin ideal päsgelçilik düşünjesi girizilýär:

$$\sigma_0 = \frac{U_p}{\sqrt{\Delta F}} \quad (2.2.6)$$

bu ýerde U_p - päsgelçiligiň orta kwadratiki bahasy bolup, napryaženiýe görnüşinde aňladylandyr.

Ideal Kabul edijiniň päsgelçilige durnuklylygy Kotelnikowyň formulasy boýunça aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$\begin{aligned} P_{10} &= V(\alpha_0 \sqrt{2} - \beta) \\ P_{01} &= V(\beta) \end{aligned} \quad (2.2.7)$$

$$\text{bu ýerde } \alpha_0 = \frac{1}{\sigma_0} \sqrt{\int_0^t [A_1(t) - A_2(t)]^2 dt} \quad \text{we } \beta = \frac{U_{\text{bosaga}}}{U_p}$$

$$\text{bolup simmetrik kanallarda } \beta = \frac{\alpha_0}{\sqrt{2}} \quad \text{we } P_{10} = P_{01} = V\left(\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}\right)$$

bolýar.

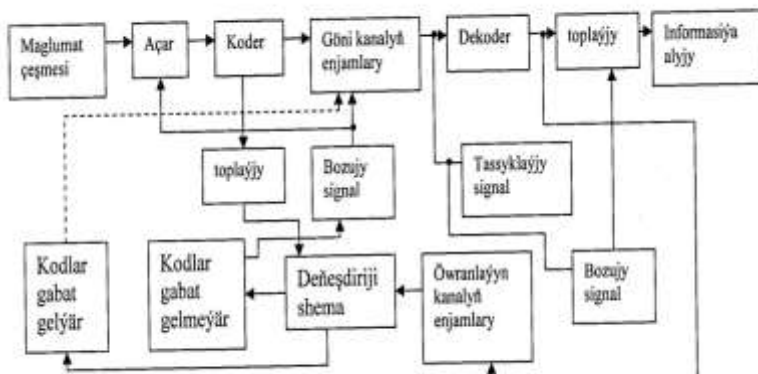
Kod kombinasiýalary görnüşinde iberilýän signallaryň päsgelçiliklere durnuklylygyny hasaplamak üçin $1 \rightarrow 0$, $1 \rightarrow 1$, $0 \rightarrow 0$, $0 \rightarrow 1$ geçirilişlere görä P_{10} ; P_{11} ; P_{00} we P_{01} hasaplanylmaladyr. Mysal üçin:

$11011 \rightarrow 10101$ bolsa onda $P(11011 \rightarrow 10101) = P_{11} P_{10} P_{01} P_{11}$ köpeltmek hasyllary kesgitlenilýär.

Öwranlaýyn baglanyşykly maglumat iberilişinde (ÖBI) göni kanal düşünjesi, ýagny iberijiden kabul edijä tarap (DP-den GP-e) çekilen kanal düşünjesi girizilýär. Öwranlaýyn (ters) kanal bolsa onuň tersine bolar, ýagny GP-den DP-e çekilen kanal

boluup, bu kanal boýunça berlen buýrukларыň ýerine ýetirilişi, maglumatларыň doly kabul edilmegi we ş.m baradaky aragatnaşyklary gurnamak üçin gerekli kanaldyr.

Şeýle kanallarda informasiýalary ibermek gerek bolanda ilki bilen bu kod kombinasiýalary päsgelçiliklere durnukly bolar ýaly **päsgelçiliklere durnukly kodlara** özgerdilmelidir. Ony bolsa kodirleýji gurluşlarda ýerine ýetirýärler. Kodirleýji gurluş bolup registrler hyzmat edýär we olar ýönekeý parallel kodlary yzygider kodlara özgerdýärler. Göni kanal boýunça maglumat iberilende şol bir wagtda ol maglumatларыň toplaýjylarynda ýatda hem saklanýar (2.2.5-nji çyzgy).



2-2-5-nji çyzgy

GP-de kabul edilýän maglumat dekodirlenýär we toplaýjy ýatda saklanýar. Kabul edijä maglumat şo bada berilmeýär, ilki bilen ol öwranlaýyn kanal bilen DP-e barýar. DP-däki deňeşdiriji shemada kabul edilýän maglumat iberilen maglumat bilen deňeşdirilýär. Eger-de olar gabat gelseler „Tassyklandy“ signaly formirlenýär we indiki iberiliş ýerine ýetip başlaýar. Gabat gelmedik halatynda bolsa „Bozmaly“ signaly formirlenip, bu signal açary ýapýar we nobatdaky

signallaryň iberilişiniň önüni kesýär, ýagny GP-niň toplaýjysynda ýatda saklanan maglumatlary bozmaklygy üpjün edýär. Soňra DP-den toplaýjydaky ýatda saklanan maglumatlaryň gaýtadan iberilmesi talap edilýär.

2.3. Signallary ibermekde päsgeçililiklere garşy göreşmekligiň usullary Filtrleme we integrirleme usullar

Päsgeçililiklere garşy göreşmekligiň käbir usullaryna seredip geçeliň. Ilki bilen bellemeli zat, ol hem päsgeçililiklere garşy göreşmekligiň özi şol bir wagtda iberilýän signallaryň päsgeçililiklere durnuklylygyny ýokarlandyrmak hem bolup durýanlygydyr.

Päsgeçilikleriň energiýasyny azaltmak usullary päsgeçilikleriň çeşmelerini, olaryň ýerleşýän ýerlerini kesgitlemek we şöhlelenişiniň kuwwatyny azaltmak bilen baglydyr. Aşakdaky ýagdaýlara seredeliň:

- 1) **Päsgeçilik çeşmelerini aragatnaşyk kanalyndan daşlaşdyrmak.** Onuň üçin kanalyň golaýyndan güýç we informasion kabelleri geçirmeli däl, ýagny uzaklaşdyrmaly. Eger-de şeýle etmeklik mümkinçiligi ýok bolsa, onda geçiriljek kabeller kanallara parallel däl-de mümkin bolan 90^0 -a golaý burçlarda alnyp gidilmeli.
- 2) **Päsgeçilik çeşmelerini ekranlaşdyrmak.** Ekranlaşdyrmak päsgeçilikleriň çeşmeleriniň elektrostatiki we elektromagnit meýdanlaryny gowşadýar. Şu maksat bilen päsgeçilikleri şöhlelendiriji güýç kabelleri metallik korpusly (bronirlenen) edilip saýlanmaly we olary turbanyň içinden geçirmeli.
- 3) **Ýere birikdirilişi dogry ýerine ýetirmek.** Ýere birikdirme uly kese-kesikli şinaly ýerine ýetirilmeli.
- 4) **Päsgeçilikleri basyp ýatyryjy shemalary peýdalanmak.** Şeýle shemalara filtrlar, uçgun öçüriji

zynjyrlar we rezistiw şuntlar degişlidirler. Bu shemalar kontaktlara parallel birikdirilýändirler.

- 5) **Päsgelçilik çeşmeleriniň zynjyry bilen informasiýany iberiji kanallaryň arasyndaky zyýanly (parazit) baglylyklary azaltmak.** Bu ýagdaýlar dogry montaj ediliş we beýleki çäreler , mysal üçin päsgelçilik signallarynyň kuwwatyny hem-de äygylygyny azaltmak çäreleri we ş.m bilen baglydyr. Dogry montaj edilişde esasan simleri gysga saýlamak, kiçi diametrli towly jübüt simleri ulanmak we ş.m göz önünde tutulyp bilner.
- 6) **Informasiýany iberiji kanallarda zynjyrlary galwaniki bölmek.** Bu bölüniş päsgelçilikleriň zynjyrlara galtaşmalary bilen şertlenen. Iki pozisiýaly signallary ibermek üçin rele we kontaktsyz açarlar , analog signallary ibermek üçin bolsa transformatorlar, modemler ulanylýar. Galwaniki bölüniş üçin optronlary hem peýdalanýarlar. Olar elektrik signalyň ýagtylyk signallaryna, soňra bolsa ýagtylyk akymyny elektrik signala özgerdýärler. Şeýle edilende zynjyrlar galwaniki bölünişe eýe bolup bilerler.

Iberilýän signallaryň päsgelçiliklere durnuklylygyny artdyrmak usuly. Bu usulda iberilýän signalyň energiýasy ýokarlandyrylýar we ol signalyň päsgelçilige durnuklylyk koeffisiýenti ýokarlanýar

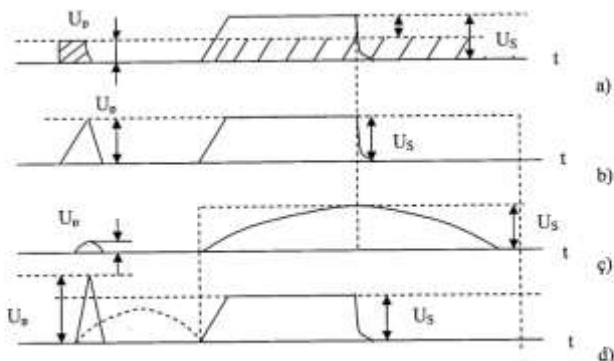
Signalyň we päsgelçilikleriň parametrleriniň dürliligini almak usuly impulsly päsgelçilikler üçin ulanylýar. Olar aşakdakylardyr:

- 1) **Aşaklygyna çäklendirmek usuly.** Bu usul eger-de päsgelçiligiň amplitudasy U_P , signalyň amplitudasyndan ýeterlik kiçi bolanda ulanarlyklydyr (2.3.1-nji a çyzgy). Aşaklygyna çäklendirmeden soňra signalyň we päsgelçiligiň ştrihlenen bölegi aýrylýar we diňe signal galýar.
- 2) **Filtroleme usuly.** Bu usul eger-de päsgelçiligiň amplitudasy signalyň amplitudasy bilen deňeçer bolanda

ulanylýar (2.3.1-nji b çyzgy). Şunda päsgelçiligiň dowamlylygy signalyň dowamlylygyndan ýeterlik kiçi bolmaly. Bosaga gurluşynyň önünden insiz zolagyň filtri goýulýar. Bu filtr iberilýän signalyň frontuny amplitudasy azalmaýan derejesine çenli zawaliwaýet. Şunda impulsly päsgelçilikleriň amplitudasy ýeterlik kiçeler (II.3.1-nji ç surat), ýagny onuň dowamlylygy signalyň dowamlylygyndan birnäçe esse kiçi. Bosaga gurluşy impuls ýäsgelçilikleriň peselmedik amplitudaly signalynda işe girişýär.

- 3) **Inli zolak-çäklendiriji-insiz zolak usuly:** bu usul insiz impuls päsgelçiliklerini basyp ýatyrmak (aradan aýyrmak) üçin amatlydyr. Hat-da päsgelçiligiň bu görnüşiniň amplitudasy signalyň amplitudasyndan uly bolanda-da bu usul ulanarlyklydyr. Eger-de filtriň girişinde inli zolak ýok bolsa, onda päsgelçiligi çäklendirijä diňe bir amplitudasy peseldilen däl, eýsem dowamlylygy boýunça ýeterlik uzaldylan päsgelçilik gelse (2.3.1-nji d çyzgy), onda şeýle päsgelçilikden filtrleme usuly arkaly gaça durup bolmaz.

Seredýän usulymyz eger päsgelçiligiň dowamlylygy signalyň dowamlylygy bilen deňeşdirilende deňeçer ýa-da uly bolsa, onda bu usul ulanarlykly däldir.



2.3.1-nji çyzgy

Seredip geçen usullarymyzdan başga-da aýratyn toparlara bölüp bolmaýan , bir-birlerinden berk tapawutlanýan usullar bardyr. Bu usullar effektiv hasaplanýan usullardandyr we olar aşakdakylardyr:

1) Päsgeçilikleri bölmek we olary gelýän signalyň düzüminden aýyrmak.

Eger-de päsgelçiligiň ýygylgy belli bolsa, onda olar rezonans güýçlendirijiler bilen bölünip aýrylýar. Şunda rezonans päsgelçiligiň ýygylgyna sazlanan bolýar.

Peýdaly signal bilen päsgelçilikden ybarat bolan giriş signalyndan päsgelçilikler rezonans güýçlendiriji tarapyndan aýrylýar, umuman ýok edilýär.

2) Öňden aýdylanlary boýunça signaly kabul etmek.

Eger-de iberilýän signallar haýal üýtgeýän bolsalar, onda olarda wagtyň ýakyn interwallarynda onuň bahasynyň nähilidigini öňden aýdyp bolýar. Eger-de kabul edilýän signal öňden aýdylan signaldan ýeterlik tapawutly bolsalar, onda ol kabul edilmez , ýagny ol gyşarmaly, päsgelçiligiň täsiri netijesinde üýtgän diýlip kabul ediler.

3) Integrirleme usuly.

Eger-de haýal üýtgeýän peýdaly signala garmoniki päsgeçilik düşen bolsa, onda päsgeçiligiň periodyna kratny wagt boýunça integrirleme esasynda päsgeçilikleri aradan aýryp bolar.

III. Maglumaty bermekligiň görnüşleri

3.1. Pes ýygylýklarda maglumaty bermek Telemehaniki maglumatlary elektrik üpjünçilikli kanallar boýunça ibermek

Maglumaty ibermek üçin aragatnaşygyň dürli görnüşli kanallaryndan peýdalanylyp bilner. Maglumaty bermekligiň görnüşleri diýip hem biz aragatnaşygyň dürli görnüşlerinde telemehaniki informasiýalary ibermekligi gurnamaklyga düşüneris. Aragatnaşygyň liniýalary bolup, öň hem belleýşimiz ýaly simli geçiriji liniýalar, elektroüpjünçiligiň liniýalary, radioreleli liniýalar we optiki aragatnaşyk liniýalary degişlidirler. Senagat telemehanikasynda esasan simli aragatnaşyk liniýasy giňden ulanylýar. Şonuň üçin esasy ünsi şol liniýalara bereris.

Diňe telemehaniki maglumatlary ibermek üçin ulanylýan simli liniýalara aragatnaşygyň fiziki simli liniýasy diýilýär. Howa ýa-da ekranirlenen jübüt simlerini signallary wagt ýa-da ýygylýk boýunça bölmek usulynda birnäçe signallary ibermek üçin ulanmak bolar.

Düzgüne laýyklykda sim boýunça telegraf, telefon, fototelegraf, ses habarlary we ş.m informasiýalar berilýär. Telemehanikada kesgitli ýygylýk zolagy bilen bölünen telegraf ýa-da telefon aragatnaşyklary ulanylýar.

Uly bolmadyk tizliklerde (50-75 Bod) telemehaniki ýa-da beýleki diskret maglumatlary ibermek üçin telegraf kanallar ulanylýar, ondan ýokary 4800 Bod tizlige çenli bolsa telefon

kanaly ulanylýar. Has ýokary tizliklerde telewizion kanallar ulanylýandyr.

Telemehaniki maglumatlary ýygylgyň dürli diapazonlarynda ibermek mümkindir. Ol diapazonlar: 40-300 Hz tonalasty, 300-3400 Hz tonal, 3400-5300 Hz tonalüsti we 5300 Hz we ondan ýokary bolan ýokary ýygylklaryň diapazonlary.

Telemehaniki maglumatlary diňe simli liniýalar bilen däl, eýsem elektroüpjünçilikli ýa-da radio liniýalar boýunça hem gurnap bolýar.

Simli aragatnaşyk liniýalary hem ikä bölünýär: howa we kabelli aragatnaşyk liniýalary.

Aragatnaşygyň howa liniýasy. Bu liniýalar sütünlerde ýörite armaturalarynda izolýatorlaryň kömegi bilen asylan metal simlerden ybaratdyr. Daşky şertlere görä olaryň dört tipi bardyr: ýeňil, kadaly, güýçlendirilen we aýratyn güýçlendirilen şertleriň howa liniýalary. Sim hökmünde diametrleri a) 5; 4; 3; 2,5; 2; 1,5 mm bolan polat b) 4; 3,5; we 3 mm bolan mis c) 4; 3; 2; 1,6 mm bolan bimetal polat-mis we d) 2,6-6,5 mm diametrli bimetal polat-alýumin simler ulanylýar.

Polat simleri bolan howa liniýalary 30 kHz ýygylga çenli goýberýändir. Hili boýunça mis simleri bolan howa liniýalary oňatdyr. Şeýle liniýadan 180 kHz çenli ýygylklary goýberip bolýar.

Howa liniýalarynyň ýetmezçilikleri: pes ygtybarlylygy, az ynamlylygy, atmosfera şertlerine baglylyk häsiýetleri, daşky päsgelçilikleri çalt duýmasy, material çykdajylarynyň ýokarylygy we ş.m. Temperaturanyň 80° S üýtgemesi (mysal üçin -40° S-dan $+40^{\circ}$ S-a üýtgände) onuň aktiw garşylygyny 1,5 esse üýtgemesine getirip biler.

Aragatnaşygyň kabelli liniýasy. Biziň bilşimiz ýaly kabeller simmetrik we koaksial bolýarlar. Koaksial kabeller ýokary ýygylkly kabellerdir. Olaryň ýygylkly zolaklary 60 kHz-den başlaýar. Umuman kabeller ýokary ýygylkly we pes ýygylkly bolýarlar. Pes ýygylkly 10 kHz çenli, ýokary ýygylkly 10 kHz-den ýokary. Koaksial kabelleriň goýberme

zolagy birnäçe megagerse ýetýär. Telemehanikada simmetrik, köp žilaly kabeller ulanylýar.

Aragatnaşygyň liniýalarynyň esasy parametrleri: R-aktiw garşylygy; L-induktivligi we C-sygymydyr. Ikilenji parametri bolup tolkunlanç garşylyk hyzmat eder- Z_t .

$$Z_t = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} \quad (3.1.1)$$

ýygylgyň 10 kHz-den ýokary bahalarynda G we R, ωC we ωL bilen deňeşdirilende has kiçiligi üçin :

$$Z_t = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (3.1.2)$$

kabul edip bolar.

Mis simli howa liniýasy üçin $Z_t = 600-900 \, \Omega$ bolýar. Liniýanyň başynda ölçenen

$$Z_{gir} = \frac{U_{gir}}{I_{gir}} \quad (3.1.3)$$

garşylyga giriş garşylygy diýilýär we bu ýerde U_{gir} , I_{gir} ululyklar degişlilikde liniýanyň girişinde naprýaženiýe we tok.

Eger-de ýüküň garşylygy $Z_{yük}$ diýsek, onda $Z_{yük} = Z_{gir}$ bolanda giriş garşylyk tolkunlanç garşylyga gabat gelýär. Diňe şu ýagdaýda hem elektromagnit energiýasynyň iň gowy geçirilişi ýerine ýetýär, çünki bu ýagdaýda tolkunlaryň serpişmesi ýitýär. Liniýanyň başynda tok I_1 naprýaženiýe U_1 , ahyrynda bolsa I_2 we U_2 diýsek, onda:

$$I_2 = I_1 e^{-\alpha l} \quad \text{we} \quad U_2 = U_1 e^{-\alpha l} \quad (3.1.4)$$

bu ýerde: α -toguň ýa-da naprýaženiýäniň azalmasynyň häsiýetlendirýän koeffisiýent, l -liniýanyň uzynlygy.

Bu ýerden :

$$\alpha = \ln \frac{U_1}{U_2} = \ln \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (3.1.5)$$

bolar. 1 km üçin:

$$\alpha = \ln \frac{U_1}{U_2} = \ln \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (3.1.5')$$

α -nyň ölçeg birligi 1[Np] (neper) ýa-da 1[Db] (desibel). Olaryň arasyndaky baglanyşyk $8,686 \text{ Np} = 1 \text{ Db}$ bolýar.

Telemehaniki signallary ibermek üçin elektroüpjünçilikli liniýalary ulanmak has amatlydyr. Bu liniýalar mehaniki berkligi, oňat izolýasiýasy, hyzmat edilşiniň ýeňilligi şeýle hem onuň ugrunyň telemehaniki signallaryň iberiljek ugry bilen gabat gelmegi bilen tapawutlanýandyrlar.

Elektroüpjünçilikli liniýalaryň telemehaniki signallary ibermekde iki görnüşü ulanylýar: 1) Elektrogeçirilişiň ýokary woltly liniýalary we 2) Naprýaženiýesi 380 V bolan senagat ýa-da paýlaýjy güýç torlary.

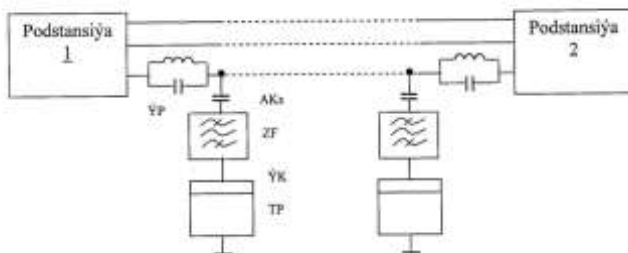
Ýokary woltly liniýalar boýunça aragatnaşyk kanaly.

Bu kanallar boýunça energoulgamlarda obýektleri dolandyrmaklyk ýerine ýetirilýär. Soňky döwürlerde ýokary woltly liniýalar ýerli elektrostansiýalary telemehaniki dolandyrmak maksady bilen oba hojalygynda hem peýdalanylýa başladylar. Ýokary woltly liniýalarda päsgelçilik derejeleriniň ýokary bolýanlygy göz önünde tutulyp, maglumatlary iberiliş 35-500 kHz ýygylklarda signalyň ýeterlik kuwwatynda (10 V çenli) amala aşyrylýar. Ýokary woltly liniýalarda ýokary derejeli päsgelçilikleriň emele gelmegine daşky päsgelçiliklerden başga-da ýokary ýygylgyň ähli spektrlerinde spesifiki elektrik päsgelçilikleriň hem ýüze çykmalary sebäp bolýandyr. Bu päsgelçilikler izolýatorlaryň üstündäki emele gelýän razrýadlar, ýokary naprýaženiýe sebäpli simleriň golaýynda howada emele gelýän razrýadlar, liniýanyň utgaşdyrylyş-ýazdyrylyşlarynda şeýle hem ýokary woltluň enjamlarynyň ulanylmasynda öçüriliş-işe goýberiliş we ş.m bilen bagly ýüze çykyrlar.

Daşky howa şertleri hem öz täsirini ýetirýär. Mysal üçin doňaklygyň täsiri uly bolýar, 1 sm galyňlykly buz gatlagy emele gelende 100 kHz ýygylkda α koeffisiýent 110 we 220

kV naprýaženiýeli liniýalarda takmynan iki esse (10 Np-den 20 Np-e çenli) ulalýar.

Ýygylýgyň artdyrylmasy bilen hem α koeffisiýent ulalýar. Ýokary woltly liniýalarda ýokary ýygylýkly aragatnaşyk enjamlarynyň simlere birikdiriliş shemalary: faza-faza, faza-ýer, iki faza-ýer we ş.m bolup bilýär. Şularyň içinde has giňden ýaýran görnüşi faza-ýer shemasy bolup, şunda telemehaniki maglumatlaryň berlişi 3.1.1-nji çyzgyda görkezilşi ýaly bolýar.



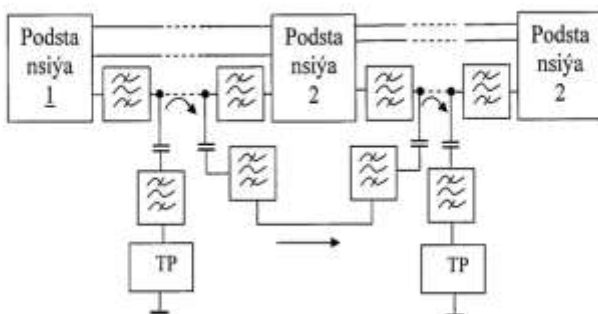
3-1-1-nji çyzgy.

TP-telemehaniki post ýokary woltly liniýa bilen ÝK-ýokary woltuň kabelleri arkaly birikýär. Ýokary wolt naprýaženiýäniň täsirini aradan aýyrmak üçin TP ýokary woltuň liniýasyndan AKs aragatnaşyk kondensatorlary bilen bölünýär (110 kV naprýaženiýeli ýokary woltly liniýalarda onuň sygymy 2200 pK), çünki bu kondensator 50 Hz ýygylýkly üýtgeýän toga örän uly garşylyk döredýär, telemehaniki signallara bolsa az garşylyk döredýär (sebäbi telemehaniki signallaryň ýygylýklary has ýokary). ZF birikmäniň filtrlri we AKs bilen bilelikde zolaklaýyn filtrlri emele getirýärler we filtrlr telemehaniki signallaryň ýygylýgyna sazlanandyr. Ýokary ýygylýgyň päsgelçilik gurujylary – Ýp, telemehaniki

signallaryň 1-nji we 2-nji podstansiýalara tarap akmasyna böwet bolýar. Üýtgeýän toguň 50 Hz ýygylgy üçin onuň garşylygy ujypsyzdyr.

Päsgelçiliklere durnuklylygy üpjün etmek üçin ýokary woltly liniýalaryň faza-faza shemasyny işläp bejerýärler.

3.1.2-nji çyzgyda iki podstansiýanyň golaýlarynda ýerleşen 1 we 3 podstansiýalar arasynda aragatnaşygyň ýokary ýygylkly kanalynyň gurnalşynyň shemasy görkezilen.



3-1-2-nji çyzgy.

Aragatnaşyk toklarynyň 2-podstansiýadaky ýokary woltly enjamlary bilen şuntirlenmezligi üçin öwrülme ýollary döredilýär.

Paýlaýjy güýç torlary boýunça telemehaniki kanallar (PGT). PGT-ler esasan simli liniýalaryň çekilmesi kynýa-da gymmat düşýän ýerlerinde mysal üçin, şahtalarda we ş.m ýerlerde ulanylýar. PGT-niň ulanylşy telemehanikada hem giň orny tutýar. Şeýle aragatnaşyk kanalnda päsgelçilikleriň derejeleri ýokary bolýar, çünki PGT-lere köp sanly ýükler birikditiýär. Bu ýükler bolsa telemehaniki signallar bilen şuntirlenip biler. Ony aradan aýyrmak bolsa gymmata düşýär.

Şonuň üçin mümkin bolan wariantlarda çäkli ulanylyş amala aşyrylýar. Bu mümkin ýagdaýlar: ýygylýk zolagy insiz bolmaly (10 Hz töweregi), giriş signalyny birnäçe watta çenli peseltmeli. Şeýle edilende elbetde çalttäsirlik peseler, ýagny maglumatlary bermeklik millisekundlarda däl-de, sekundyň ondan bir böleklerinde ýerine ýeter.

Telemehaniki signallary ýokary ýygylýklarda hem berip bolar. Ýygylýgyň artmasy päsgelçilikleriň derejesini azaladar. Başga bir tarapdan seretseň, ýygylýgyň ýokarlanmasy α koeffisiýentiň artmasyna getirer. Päsgelçilikleriň derejesiniň peselmesi we α koeffisiýentiň artmasy deňölçeşsiz ýerine ýeter. Şonuň üçin ýygylýgyň optimal diapazonyny kesgitlemek we saýlamak kynçylyklary döreyär. Bu ýagdaýlar seredilýän kanaly gurnamagyň we ulanmagyň çäklerini kesgitleýär.

3.2. Signal iberiji modemler

Radiokanallar we swetowodlarda aragatnaşyk kanallary

Telemehaniki maglumatlar wideo we radio impulslar formasynada adaty fiziki zynjyrlar boýunça uzak bolmadyk aralyklara ugradylyp bilner. Düzgüne laýyklykda telemehaniki informasiýalar birnäçe ýygylýklarda bir kanal bilen iberilýär we şonuň üçin iberilýän tarapda modulýasiýa, kabul edilýän tarapda bolsa demodulýasiýa amala aşyrylýandyr. Telemehaniki maglumatlar iki tarapdan hem iberilýär, mysal üçin gözegçilik edilýän punktdan dolandyrys punktyna teleölçeşleriň we telesignal berlişleriň maglumatlary we tersine dolandyrys punktundan gözegçilik edilýän punktlara teledolandyrylyş buýruklyry iberilýär. Şonuň üçin şol bir punktda hem modulýator, hem-de demodulýatorulanylmaly bolar. Bulara modemler diýilýär. Başgaça modulýatorlara iberijimodemler, demodulýatorlara bolsa kabul ediji modemler hem diýilýär.

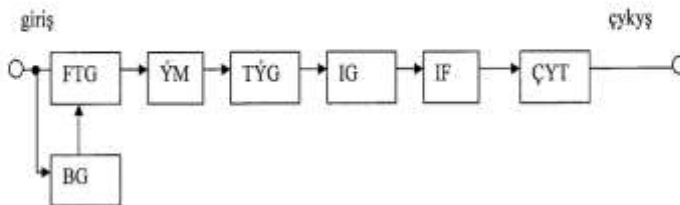
Modemler seriýalaýyn goýberilýär we olaryň häsiýetnamalary boýunça dürli klaslary bar. Ol häsiýetnamalar:

maglumatlary ibermekligiň tizligi. Modulýasiýanyň tipi we ş.m. Modemleri işläp düzmek elektron hasaplaýjy maşynlaryň „Ýeketäk ulgamy“ boýunça ylalaşandyr. Käbir modemleriň görnüşlerini mysal getirip sanap geçeliň:

- 1) Modem-200. Maglumatlary iberme tizligi 200 bit/s; ýygylýk modulýasiýa usulynda maglumatlary iberýär.
- 2) Modem-1200. Maglumatlary iberme tizligi 600-1200 bit/s; ýygylýk modulýasiýa usulynda maglumatlary iberýär.
- 3) Modem-2400. Maglumatlary iberme tizligi 600-1200-2400 bit/s; goşalaýyn otnositel faza modulýasiýa usulynda maglumatlary iberýär.
- 4) Modem-4800. Maglumatlary iberme tizligi 2400-4800 bit/s; faza modulýasiýa usulynda maglumatlary iberýär.

Bulardan başga-da dürli tipli , pes tizlikleriň modemleri bardyr. Olardan“ TAT-65 (Maglumatlary iberme tizligi 50 bit/s), АПТ-100 (Maglumatlary iberme tizligi 100-200 bit/s), СПИ-122 we ş.m. Bu modemler diňe diskret signallary ibermek üçin ulanylýandyr.

Iberiji modemleriň funksional shemasyna seredeliň 3.2.1-nji çyzgy.



3-2-1-nji çyzgy.

FTG-formirleýji trigger gurluşy; ÝM-ýgylyk modulýatory; TÝG-tonal ýgylygyň generatory; IG-iberilişi güýçlendiriji; IF-iberilişi filtrleýji; ÇYT-çyzykly ylalaşdyryjy transformator; BG-bosaga gurluşy.

Bu funksional shema hemme modemler üçin bir dälär. Mysal üçin CIII tipli modemlerde BG we ÇYT bloklar ýokdur ýa-da KMK tipli modemleriň funksional shemasynda ÇYT blogy ýokdur we ş.m. Şeýlelikde dürli modemler üçin dürli funksional shemalar bolup biler, hat-da her bir düwüniň (bloguň) dürli gurluşy bolup biler. Seredýän funksional shemamyz ATII tipli modemler üçindir.

Bu shemada ÇYT çykyş garşylygynyň (IF-niň) telemehanikanyň toparlaýyn kanallarynyň giriş garşylyklary bilen ylalaşygyny üpjün edýär. Telemehanikanyň toparlaýyn kanaly diýip saýlanyp alnan ýgylyk zolagy boýunça maglumatlary ibermek üçin gerek bolan ähli aragatnaşyk enjamlarynyň elementleriniň jemlerine aýdylýar. IF bolsa ýgylyk boýunça modulirlenen signalyň ýgylyk zolagyny çäklendirmek üçin niýetlenendir. Çäklendirmeklik esasynda bolsa signalyň ýgylyk düzüjileriniň aragatnaşygyň beýleki kanallaryna täsiri aýrylýar ýa-da azaldylýar.

Telemehaniki maglumatlary ibermekde radio aragatnaşygyň ilkinji nobatda simli aragatnaşygy gurnap bolmajak obýektleri üçin ulanylýar. Şeýle obýektler bolup uçýan obýektler, hereketdäki senagat obýektleri-kranlar, otly we ş.m degişlidirler.

Dürli informasiýalary ibermek üçin gerekli ýgylyk diapazonlary (telewideniýe, telefon, telegraf, telemehaniki we ş.m.) 1-nji tablisada getirilip görkezilendir. Bu ýgylyk diapazonlary standartlara laýyk alnandyr. Biziň bilşimiz ýaly tonalasty, tonal, tonalüsti we beýleki ýgylyk diapazonlary bardyr. Bu ýgylyk diapazonlar tablisada 1 diapazonda we has pes ýgylykly diapazonlarda ýerleşendirler. 2, 3 we 4 diapazonlarda radio alnyp beriliş, 5-de telewideniýe

ýerleşdirilendir. 5, 6 we 7 hemmesi birigip ultra gysga tolkunatlary bilen berlendir.

1-nji tablisa

Diapazon №	Tolkun diapazonynyň ady	Tolkun uzynlygy	Yrgyldy ýygylgy
1	Aşa uzyn (miriametr)	10-100 km	3-30 kHz
2	Kilometr uzynlykly	1-10 km	30-300 kHz
3	Orta gektometrli	100-1000 km	300-3000 kHz
4	Gysga dekametrli	10-100 m	3-30 MHz
5	Ultra gysga metrli	1-10 m	30-300 MHz
6	Desimetrli	10-100 sm	300-3000 MHz
7	Santimetrli	1-10 sm	3-30 GHz
8	Millimetrli	1-10 mm	30-300 GHz
9	Dessimetrli	0,1-1 mm	300-3000 GHz
10	Optiki diapazonly	-	-

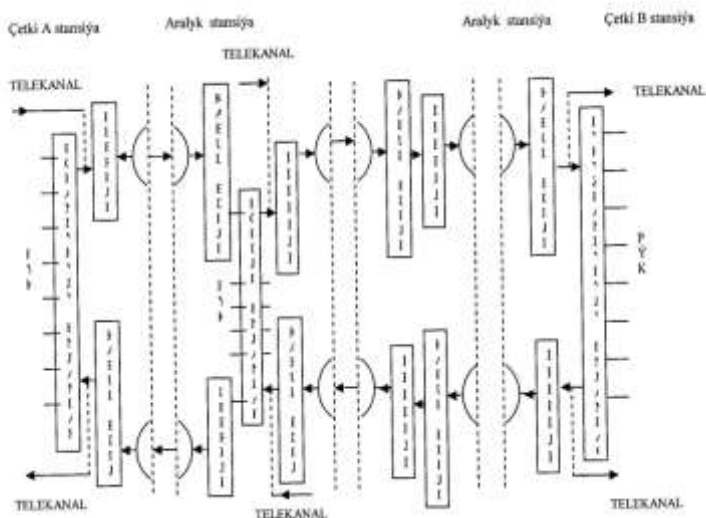
Optiki diapazon bölekleyin 9-njy diapazona degişli, ýagny onuň bir bölegi ýaly we ondan hem ýokary ýygylklary 10^{15} Hz çenli eýeleýär.

Sim geçirijili kanallary radiokanallar bilen çalşylanda aragatnaşyk liniýasynyň aýrylmany onuň artykmaçlygy bolup dursa-da birnäçe kynçylyklara hem eltýändir. Esasan hem radiotolkunlaryň köp diapazonlarynda aragatnaşygyň hili ýylyň, günüň dürli wagtlarynda meterologiki şertlere, ionosferanyň ýagdaýlaryna we ş.m bagly bolup durýar. Bu bolsa ygtybarlylygy peseldýär. Bu aýdylanlar esasanam uzyn tolkunlara we gysga tolkunlara degişli. Bu diapazonlar 30-50 km aralyklarda ulanylýar. Has ynamly aragatnaşyk ultra gysga tolkunlarda bolýar. Bu diapazonyň ini müňlerçe maglumatlaryň bir-birlerine täsirini ýetirmezden iberilmesini üpjün edýär.

Aragatnaşygyň radioreleli liniýalary: Ultragysga tolkun diapazonynyň tolkunlary gysga we uzyn tolkunlaryňkydan göni geometrik gözyetimde ýaýramasy bilen tapawutlanýandyr, ýagny olar ionosferadan serpikmeýärler we şonuň üçin ýer üsti boýunça aýlawlylygy amala aşyrmaz. Diýmek, şeýle diapazonlar ulanylsa, onda ýerli relefe görä kabul ediji we ediji antennalaryň aralaryndaky uzaklyklar belli bir çäkde

bolmalydyrlar. Antenna sütüniň beýikligi 100 m bolanda bu aralyk 40-70 km töwereklerde bolýar. Şonuň üçin uzak aralyklarda bu diapazonlar bilen aragatnaşyk gurnaljak bolsa, onda retranslýasiýa ulanylmaly bolar. Şeýle liniýalara radioreleli liniýalar-RRL diýilýär.

Şeýlelikde RRL aragatnaşygynda bir-birlerinden belli bir uzaklykda ýerleşen, her birlerinde signallary kabul ediji , güýçlendiriji we iberiji gurluşlary bolan radiostansiýalaryň zynjyry ulanylar. 3.2.2-nji çyzgyda iki stansiýa üçin RRL shemasy görkezilen.



3-2-2-nji çyzgy.

A stansiýada toparlaýyn f_1 ýygylýkly modulirlenen signallar antenna-fider gurluşlary arkaly şöhlendirilip aralyk stansiýa iberilýär. Bu ýerde ol signal güýçlendirilýär we f_2 ýygylýk görnüşinde şöhlendirilýär. Ýygylýgyň şunuň ýaly üýtgedilmesi iberijiniň öz stansiýasyndaky kabul edijisine täsiri bolmazlygy üçin gerek, çünki ol f_1 -e sazlanyp goýlan. Ikinji

aralyk stansiýada f_2 ýygýlykly signal kabul edilenden soň ýene-de f_1 ýygýlyga özgerdilýär we şöhlelendirilýär. Birinji aralyk stansiýada pes ýygýlygyň kanallaryny bölüji enjamlar oturdylan. Bu ýerde telemehaniki informasiýalaryň we beýleki maglumatlaryň goşmaça amala aşyrylyşy bolup bilmez. RRL-leriň birnäçesini parallel ulanmak bilen köp stwolly RRL-i emele getirip bolar. Şeýle liniýalar boýunça bolsa tonal ýygýlyklaryň 2700-e çenli kanallaryny ýerleşdirip bolýar.

Maglumatlaryň mukdarynyň has hem köp bolmagy olary ibermek üçin ýygýlyklaryň ýetmezçiligine getirýär. Ulanylýan elektromagnit tolkunlarynyň az bolmagy päsgeçilikleriň hem azalmasyna getirer, ýöne şol bir wagtda radiotolkunlaryň atmosferada ýaýramasynda ýa-da koaksial kabeller boýunça iberilişinde energiýa ýitgileri artýar.

Lazer ýagtylyk çeşmeleriniň , ýagny generatorlarynyň döremegi we aragatnaşygyň aýna swetowod görnüşiniň ýüze çykmagy optiki diapazony döretmäge ýardam berdi.

Lazer-ýygýlygy örän fiksirlenen bahada bolan , daşky täsirleri az duýýan elektromagnit yrgyldysynyň çeşmesi bolup, geometriki ýaýrama giňligi örän kiçi ölçeglidir. Lazer aragatnaşygyny amala aşyrmak mümkin bolmaýar, çünki ol aragatnaşyk ýagyşda, tumanda we garda bozulýar.

Aýna swetowody ikigat aýna süýümi bolup, onuň içki bölegi (žilasy) daşky gabygynyňkydan dykzylygy boýunça kiçidir. Žilanyň ýagtylygy döwme koeffisiýenti gabygyňkydan uly bolýar. Şonuň üçin ýagtylygyň inçejik dessesi ondan goýberilende ýagtylyk gabyk bilen žilanyň araçäginde doly serpikmä sezewar bolýar we bu hadysa ol ýagtylygyň diňe žila boýunça ugrukmasyny , onuň daşa ýaýramazlygyny üpjün edýär.

Diametri ortaça 0,1 mm bolan süým swetowodlaryndan swetowod kabelleri düzülýär. Bu kabelleriň plastmassadan gorag gatlagy bolýar. Swetowodlar elektromagnit päsgeçiliklerini duýmaýarlar we şonuň üçinem metal ekranlara mätäç dälirler. 200 we ondan hem köp sany swetowodlary

saklaýan kabeller işlenilip düzüldi. Her bir jübüt swetowody bilen 672 telefon gepleşigini gurnap bolýar, ýöne her bir jübüt swetowodyň potensial sygymy 10000 töweregidir.

Swetowodlar boýunça maglumatlar iberilende signallaryň wagt boýunça bölüniş usulyndan peýdalanylýar. Bu maglumatlar sifrlí formada iberilýär.

Lazeriň şöhlelenme intensiwliginiň dolandyryjy shemasy bardyr. Şol shema elektrik signal berlip, maglumaty äkidiji ýagtylyk signalyňa özgerdilýär. Kabul edilýän ýerinde bolsa ol ýagtylyk signallary ýene-de elektrik signallaryna özgerdilýär. Bu özgertme fotoelementler bilen ýerine ýetirilýär.

Maglumatlaryň iberilişleri impulsar bilen ýerine ýetirilýänligi üçin regeneratorlary ulanmak bilen güýçlendiriliş ýerine ýeter. Regenerator bosaga gurluşlardan we signallaryň generatoryndan ybaratdyr. Bosaga gurluşlary signal kesgitli bir kuwwatdan geçiberende işe girişýär. Kabul edilen signal generatora utgaşdyrylyp standart impulsar görnüşinde indiki punkta iberilýär. Impulsalaryň aralarynda hiç zat iberilmeýär we bu iberilişiň päsgelçilige durnuklylygyny artdyrýar. Şunlukda impuls ýa-da sifrlí iberilişde signallar güýçlendirilmän, dikeldilýändirler. Şonuň üçin päsgelçilikler hem güýçlenmezler.

3.3. Telemehanikada elektron we logiki elementler

Islendik awtomatiki, telemehaniki gurluş ýa-da ulgam birnäçe bloklardan we düwünlerden ybarat bolup, öz gezeginde ol bloklar we düwünler hem dürli görnüşli elementlerden düzülendir. Telemehanikada şeýle elementler bolup esasan elektromehaniki, elektron we logiki elementler hyzmat edýärler.

Ähli elementleri esasan üç topara bölmek mümkin: 1) kontaktsyz elementler 2) kontaktly elementler we 3) nakal sapakly elementler.

Telemehanikada ulanylýan kontaktly elementlere elektromehaniki releler degişlidirler we olar häzirkí günlerimizde hem ulanyşdan doly galan dälidirler. Kontaktsyz

elementlere bolsa ýarymgeçiriji enjamlar, ferromagnit elementler we ş.m degişlidirler. Bu elementler häzirki wagtda telemehanikanyň elementleriniň agramly bölegini eýeleýän elementler bolup durýar. Olar telemehanikada öňki ulanylyp gelen elektron lampalaryny dolulygyna aradan aýyrdy diýip bellesek ýalňys bolmaz. Bu elementleriň ulanylmasy telemehanikanyň taryhynda uly öwrülişikler dörettdi. Enjamlaryň hili, iş ygtybarlylyklary we ş.m artdy.

XX asyryň 70-nji ýyllarynda telemehanikada enjamlar tranzistorlaryň we integral mikroshemalaryň bazasynda täzelendi. Bu enjamlar häzirki günde hem telemehanikanyň giňden ulanylýan tehniki gurluşlary bolmagynda galýar.

Häzirki zaman telemehanikasynyň esasy gurluşlaryň biri bolup **integral mikroshemalar** (IMS) hyzmat edýärler.

Integral mikroshemalar- elementleriň özara birikmesiniň ýokar dykzylygynda taýýarlanan, maglumatlary toplamaga we signallary işläp bejermäge ýardam berýän elektron gurluşlardyr. Olaryň element bazalary bolup tranzistorlar, diodlar, rezistorlar, kondensatorlar we birikdiriji simler hyzmat edýärler. Bu birikmeler bolsa umumy korpusda ýerleşendirler.

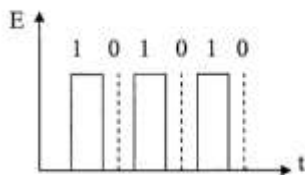
Taýýarlanylş tehnologiýasy boýunça integral mikroshemalar ýarymgeçirijili, örtükli we gibril görnüşli bolýarlar. Funksional niýetlenilişi boýunça sifrli (logiki) we analog (çyzykly) IMS-lere bölünýärler. Sifrli IMS-ler telemehanikada has giňden ulanylýandyr. Bu IMS-ler iki sany durnukly ýagdaýlydyrlar, ýagny rele režimde işleýärler. Olaryň esasynda kontaktsyz açarlar we shemalar düzülip, logiki „Ýa-da – Ýok“ we „We-Ýok“ funksiýalar ýerine ýetirilýär.

Rele täsirli elementleriň ýa-da shemalaryň çykyşynda alynýan signallaryň olaryň girişine berilýän signallara baglylygy logiki funksiýalarda aňladylýar. Bu funksiýalar diňe „1“ we „0“ bahalara eýe bolup bilýärler. Şeýle funksiýalary almaga ýardam berýän elementlere bolsa **logiki elementler** diýilýär.

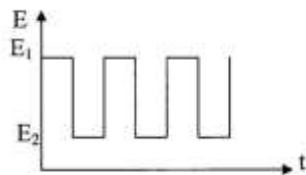
Logiki elementler telemehanikada maglumatlaryň üstündäki operasiýalary ýerine ýetirmek üçin giýden ulanylýar. Olar impulsly ýa-da potensially signallarda işleýärler.

Impulsly signallar signallaryň dinamiki ukyplylygyny üpjün edýärler we şunda impulsyň barlygy logiki „1“, ýoklugy bolsa logiki „0“ signaly aňladýar.

Potensially signallar signallaryň statiki ukyplylygyny üpjün edýärler we şunda naprýaženiýäniň E_1 ýokary derejesi logiki „1“-i (3.3.1-nji a çyzgy) we pes E_2 derejesi bolsa logiki „0“ signaly aňladýandyr (3.3.1-nji b çyzgy).



3-3-1-nji a, çyzgy.



3-3-1-nji b, çyzgy.

Şeýle signallaryň has giňden ulanylýan görnüşi hem potensially signallardyr.

Potensially signallarda işleýän shemalarda logiki elementler („We“, „Ýok“, „Ýa-da“...) biri-birleri bilen hemeşelik tok boýunça birikýärler. Şeýle shemalarda çykyşda potensial hemeşelik bahasyny saklaýar (girişinde „1“ ýa-da „0“ bar bolsa). Signal üýtgände potensial bir bahadan beýleki bir baha üýtgeýär.

Telemehanikada ulanylýan gurluşlaryň içinde giňden ulanylýan sifrli logiki elementler aşakdaky 1-nji tablisada görkezilendir.

1-nji tablisa

Elementiň ady	Logiki funksiýa	Hakykat tablisasy	Grafiki aňladylyşy															
Gaýtalaýjy	$Y = x$	<table><tr><td>x</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	x	Y	0	0	1	0										
x	Y																	
0	0																	
1	0																	
Inwertor	$Y = \overline{x}$	<table><tr><td>x</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	x	Y	0	1	1	0										
x	Y																	
0	1																	
1	0																	
„We“-gabat gelme shemasy	$Y = x_1 x_2$	<table><tr><td>x_1</td><td>x_2</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	x_1	x_2	Y	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
x_1	x_2	Y																
0	0	0																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																
„Ýa-da“-jemleýji shema.	$Y = x_1 + x_2$	<table><tr><td>x_1</td><td>x_2</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	x_1	x_2	Y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
x_1	x_2	Y																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	1																
Implikator	$Y = \overline{x_1} + x_2$	<table><tr><td>x_1</td><td>x_2</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	x_1	x_2	Y	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	
x_1	x_2	Y																
0	0	1																
0	1	1																
1	0	0																
1	1	1																

„Yok“- gadagan ediji shema	$Y=x_1\overline{x_2}$	<table><tr><td>x_1</td><td>x_2</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	x_1	x_2	Y	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	<div><div><div><div>x_1</div><div>1</div><div>\oplus</div></div><div><div>x_2</div><div></div><div></div></div><div><div>Y</div><div>$\&$</div></div></div></div>
x_1	x_2	Y																
0	0	0																
0	1	0																
1	0	1																
1	1	0																

Gaýtalaýjylar haçan-da signallary birnäçe ugurlar boýunça bermeli bolanda , ýa-da ol signallary güýçlendirmeli bolanda ulanylýar. Inwertorlar bolsa signallaryň maglumat parametrlerini üýtgetmek zerurlyklary ýüze çykanda işläp bejermek üçin gerek bolýar. Olaryň „We“ , „Ýa-da“ shemalarda ulanylmasy bilen „We-Ýok“ , „Ýa-da-Ýok“ elementleri döredip bolýar. Beýleki logiki elementler bolsa signallary işläp bejermekde giňden ulanylýar.

Elementiň çykyşynda „1“ signalyň bolmagyny üpjün edýän dürli logiki elementleriň girişinde talap edilýän signal aşakdaky 2-nji tablisada görkezip bolar.

2-nji tablisa

Logiki elementiň çykyşynda alynýan signalyň şerti.	Elementiň görnüşi.
1) Ähli girişinde „1“ bolmaly.	„We“
2) Ähli girişinde „1“ ýok bolmaly	„We-Däl“ , „Ýa-da-Däl“ , „Ýa-da“
3) Iň bolmanda bir girişinde „1“ bolmaly.	Implikator
4) Birinji girişde „1“ bolmaly däl ýa-da ikinji girişde „1“ bolmaly.	„Ýok“

5) Birinji girişde „1“ bolmaly, Şol bir wagtda hem ikinjisinde „1“ bolmaly däl.	„Ýa-da“
6) Diňe bir girişinde „1“ bar bolmaly.	

Logiki elementler diskret komponentalardan (diodlardan, tranzistorlardan) we integral mikroshemalardan ýerine ýetirilib bilner. Häzirki wagtda mikroshemalarda ýerine ýetirilen logiki elementler köp ulanylýar.

Triggerler – signalyň täsiri netijesinde bir haldan, mysal üçin „utgaşykly-açyk“ haldan beýleki bir „ýazdyrylgy-ýapyk“ hala geçip bilýän gurluşlar bolup, bu gurluşlar häzirki zaman telemehanikasynda we hasaplaýyş tehnikaşynda mikroshemaly ýerine ýetirilen görnüşde giňden ulanylýandyr. Olaryň dürli görnüşleri bardyr. Olardan: RS-trigger, D-trigger, JK-trigger we ş.m .

Iş prinsipleri boýunça triggerler **bir durnukly haldaky** we **iki durnukly haldaky** häsiýetli bolup bilýärler.

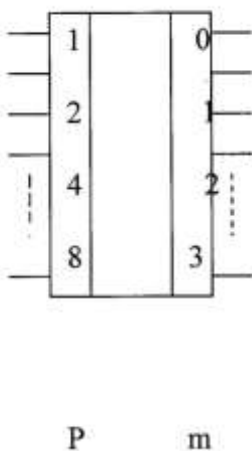
Bir durnukly haly bolan triggerlerde daşky dolandyryjy signalyň täsiri netijesinde trigger başky ýagdaýyna özbaşdak dolanyp bilýär.

Iki durnukly haly bolan triggerlerde bolsa dolandyryjy signalyň täsiri netijesinde trigger başga bir ýagdaýa geçip bilýär, ýöne başky ýagdaýyna dolanmagy üçin hökmany suratda yza gaýtaryjy signalyň täsiri gerek bolýar. Bu hili triggerler telemehanikada esasan ýatda saklaýjy elementler, ýygylgy bölüji elementler, impulsary formirleýjiler we ş.m hökmünde giňden ulanylýar.

Deşifratorlar- kod kombinasiýalaryny toga (ýa-da naprýaženiýä) özgerdiji we individual zynjyrlar boýunça paýlaýjy gurluşlardyr. Bu gurluşlar telemehanikanyň esasy düwünleri bolup hyzmat edýärler.

Deşifratorlarda kodlaryň kombinasiýalarynyň berilýän girişleri (hatarlar boýunça) we individual zynjyrlar boýunça çykyşlary (çykyş hatarlary) bolýar (3.3.2-nji çyzgy).

Deşifratorlaryň giriş-çykyş sanlary kod kombinasiýalarynyň razrýad sanyna bagly. Eger-de 5 razrýadly kodlary 10-luk kod özgertmeli bolsa, onda girişiniň sany 5-e çykyşynyň sany bolsa $2^5=32$ sany bolmaly bolar.



3-3-2-nji çyzgy.

Mysal: $11001=1*2^4+1*2^3+0*2^2+0*2^1+1*2^0+25$ we $2^5=32$,
onda girişine gelýän 11001 kod kombinasiýasyny çykyşynyň 25-njisinde „1“, galanlarynda bolsa „0“ alnar.

Deşifratorlaryň dürli görnüşleri bardyr. Olardan:

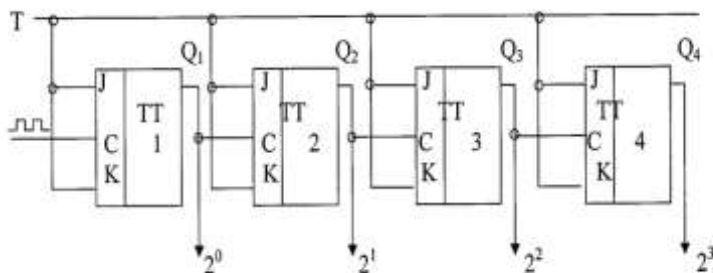
- 1) Çyzykly deşifrator- örän ýönekeý deşifrator hasaplanyp, „We“ we „Ýok“ elementleriň bazasynda döredilýär. Bu deşifratorlaryň iki sany girişi we 4dört sany hem çykyşy bolýar.
- 2) Göniburçly deşifrator (başgançakly deşifrator hem diýilýär.

- 3) İkilik koduñ deşifratorlary.
- 4) İkilik-onluk kodlaryñ deşifratorlary we ş.m.

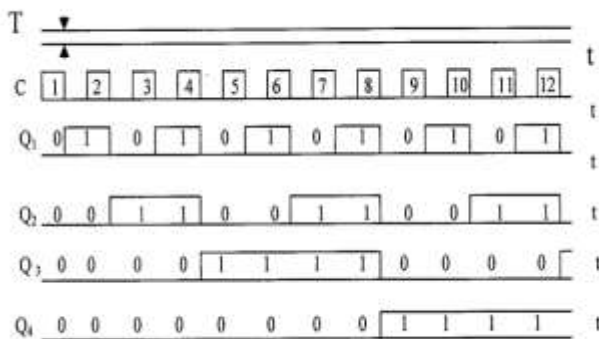
Hasaplaýjylar – impulsalary sanamak üçin niýetlenen gurluşlar bolup, telemehaniki ulgamlarda dürli görnüşli düwünleri döretmek üçin giňden ulanylýar.

Hasaplaýjylar triggerlerden düzülýärler. Olar **asinhron** (yzygiderli) we **sinhron** (parallel) görnüşlerde bolýarlar. Asinhron hasaplaýjylaryň çalttäsirliligi sinhron hasaplaýjylaryňkydan azrakdyr. Şol sebäpli asinhron hasaplaýjylarda triggerleriň gezekli-gezegine utgaşmalary, sinhron hasaplaýjylarda bolsa triggerleriň bir wagtda utgaşmalary bolup geçýändir.

JK triggerlerden düzülen asinhron hasaplaýjynyň funksional shemasyna (3.3.3-nji a çyzgy) we onuň işiniň wagtdiagrammasyna (3.3.3-nji b çyzgy) seredeliň.



3-3-3-nji a, çyzgy.



3-3-3-nji b, çyzgy.

Biziň seredýän hasaplaýjymyza takt impulsar diňe „1“ belgili triggere berilýär. Ilkinji impuls onuň C girişine berlende TT1 trigger dönderilýär. „1“ ýagdaýdan „0“ ýagdaýa geçilýän momentde (1/0) triggeriň Q₁ çykyşynda 0001 kombinasiýa emele gelýär. Ikinji impuls 1/0 geçiliş momentinde C girişde TT1 triggeri „0“ hala dönderip, TT2-de „0“-dan „1“-e dönderilişi goldar we 0010 kombinasiýa emele geler we ş.m. Şu prinsip esasynda hem impulslaryň sanalmasy amala aşar.

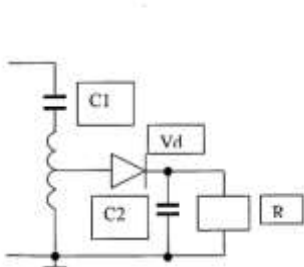
IV. Telemehanikada ýygylýk saýlaýjylar we komparatorlar

Ýygylýk saýlaýjylar – elektrik we elektromehaniki rezonans prinsipleri esasynda gelýän elektrik yrgyldylaryny kesgitli bir ýygylýkda reagirleýän gurluşlardyr. Olara aýry-äýrylyklarda seredeliň.

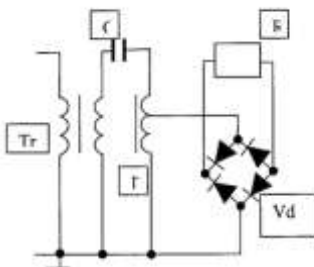
1. **Elektrik rezonansy prinsipine esaslanýan ýygylýk saýlaýjylary.** Bu saýlaýjylar rezonans ýygylýgyna sazlanan elektrik zynjyrlarydyr. Şeýle zynjyrlar ähli ýygylýklardan diňe bir kesgitli ýygylýgy rezonans dörende saýlap bilýär. Olar rezonans konturyndan (ýa-

da zolaklaýyn filtrlr) we rele elementlerinden durýarlar. Bu görnüşdäki ýygylýk saýlaýjylaryň hem dürli görnüşleri bardyr:

- a) **Bir ýygylýgyň saýlaýjylary (ýeketäk konturlar).** Bu tipli saýlaýjylaryň in bir ýönekeýiniň biri LC rezonans kontury bilen yzygider birikdirilen ýygylýk relesidir 4.1-nji a çyzgy. Konturyň induktiw bölegine adaty göneldijiniň üsti bilen rele utgaşdyrylýar. 4.1-nji b çyzgyda şol kontur aragatnaşyk liniýasyna ylalaşdyryjy transformatoryň üsti bilen birikdirilýär, rele bolsa köpri görnüşli göneldijiniň üsti bilen birikýär.



4-1-nji a, çyzgy.



4-1-nji b, çyzgy.

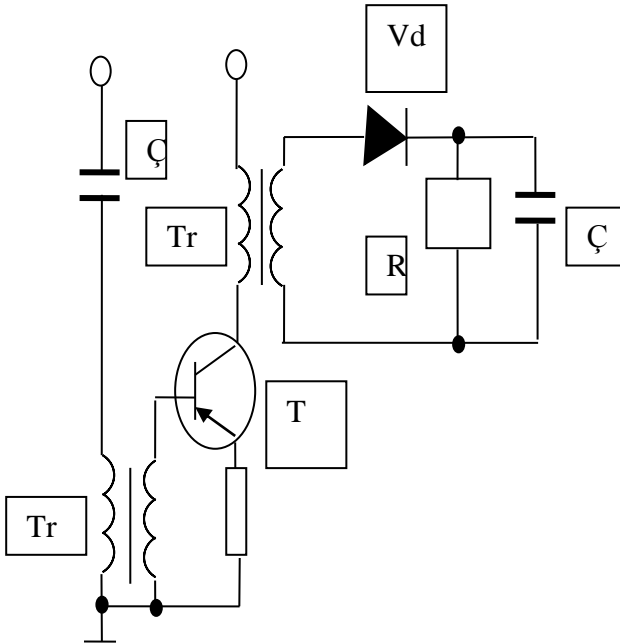
Şular ýaly shemalar üçin berilýän signalyň ýokary kuwwatlylygy talap edilýär, çünki rele ýerli çeşmäniň hasabyna däl-de signalyň energiýasynyň hasabyna işe girişýär.

Bu shemanyň mümkinçiligini T tranzistorly shemalardan peýdalanmak bilen gazanmak bolar. Şeýle shema bolup bize 4.2-nji çyzgyda görkezilen tranzistorly güýçlendirilişi bolan LC rezonans konturly releli shema hyzmat eder.

Bu filtriň goýberme zolagy:

$$\Delta F = \frac{f_r}{Q} \quad (4.1)$$

Bu ýerde f_r -rezonans ýyglygy we $Q=X/R$ – filtriň gowulygy, X - reaktiw garşylyk.

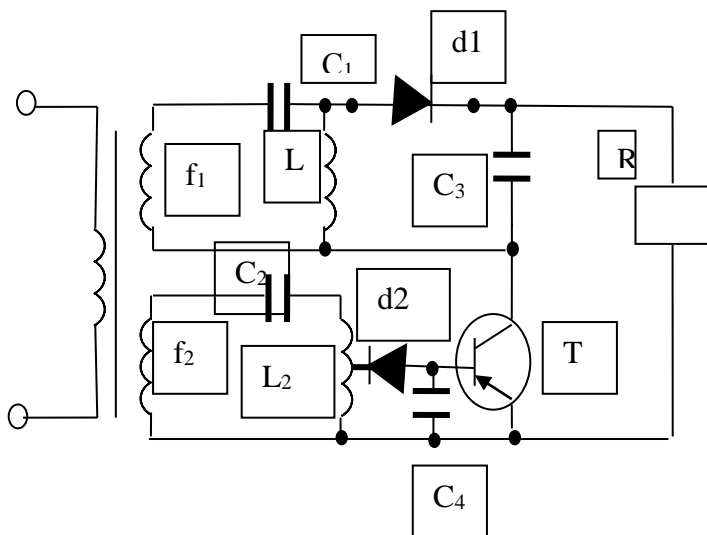


4-2-nji çyzgy.

Ýönekeý elektrik yzygider konturlaryň gowulygy 15-50 aralyklarda bolýar. Bu bolsa esasanam ýokary ýyglyklarda insiz goýberme zolagynyň emele gelmegine ýol bermez. Has çylşyrymly shemalarda gowulyk ýüzlerçe hem bolup bilýär.

Seredip geçen konturlarymyz telemehanikada ulanmak üçin amatly hasaplanmaýar, çünki goýberme zolagynyň ýeterlik derejelerini alyp bolmaýar.

b) **İki ýygylkly saýlaýjylar.** İki ýygylkly koduň iki sany ýygylgyny saýlamak üçin ulanylýan shema IV.3-nji suratda görkezilendir. Şunda L_1C_1 we L_2C_2 iki sany konturlar degililikde f_1 we f_2 [ygylklara sazlanandyr. L_1C_1 konturda yrgyldynyň emele gelmegi üçin oňa f_1 ýygylkly naprýaženiýe täsir etmeli. Şunda D_1 diodyň üsti bilen C_3 kondensator zarýadlanar. R reläniň işe giriřmegi üçin kondensatordaky energiýa ýeterlik bolýar, ýöne rele zynjyra birikdirilen tranzistoryň ýapyk ýagdaýynda işe giriřip bilmez.



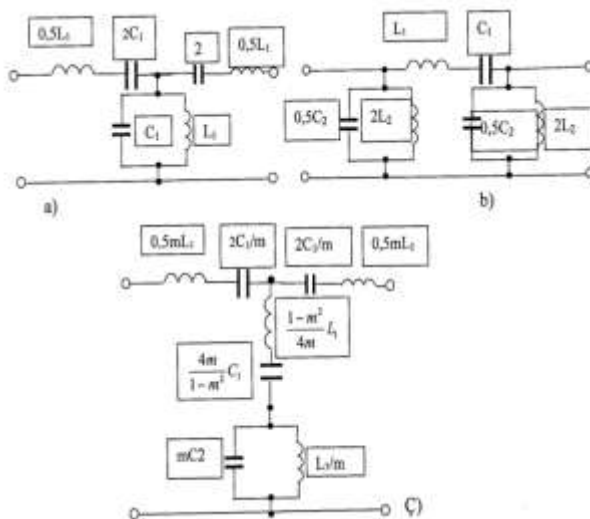
4-3-nji çyzgy.

f_2 ýygylkly naprýaženiýäniň L_2C_2 kontura gelmegi bilen D_2 diod bilen otirisatel ýarym periodlary göneldilýän C_4 -i zarýadlandyryjy yrgyldy döreýär we C_4 -iň zarýadlanmasy bilen tranzistoryň bazasynda otirisatel potensial goldanar. Tranzistor açylar we C_3 kondensator zarýadсызlanar (reläniň we tranzistoryň üsti bilen) we rele işe giriřer. Eger-de ilki bilen f_2 soňra f_1 ýygylklar kabul edilse, onda bu berlen deřifratorymyz

işlemez, çünki f_2 ýygylýk tranzistory C_3 kondensator zarýadlananda açýar. Bu shemada elementleriň iň bolmanda biriniň zaýalanmasy ýygylýklaryň haýsýsy gelende-de reläniň işe girişmezligine getirer. Hakykatdanam d1 diodyň zaýalanmasy 1 we 2 nokatly gysga birikmäni emele getirer we toguň gönelmesi bolup geçmez. Bu bolsa C_3 kondensatoryň gerekli energiýany toplam bilmejek ýagdaýyna elter. Tranzistoryň zaýalanmasynda 3 we 4 nokatlar gysga birigerler we kondensator gerekli energiýany alyp bilmez, çünki bu ýagdaýda tranzistor signalymyzy güýçlendirmez, ýagny adaty bir sime öwürer. Eger-de rezonans ýygylýklaryň mukdary n diýsek, onda şeýle deşifratorlaryň kömegi bilen ýygynalan obýektleriň sanlary $N=n(n-1)$ bolar.

Ç) **Zolaklaýyn filtrlr.** Bu saýlaýjylar ýygylýk zolagyny ulanmaklygyň effektiwligini artdyýarlar. 4.4-nji çyzgyda k we m tipli zolaklaýyn filtrlriň shemalary görkezilen. Şeýle filtrlr telemehanikada has köp ulanylýandyr. Olara seredip geçeliň.

k tipli filtrlr: bu tipli filtrlr 4.4-nji a we b çyzgylarda görkezilendir.



4-4-nji çyzgy.

Bu filtrlrde gapdal we kese eginler öwranlaýyn iki polýuslyklardan düzülen, ýagny $\mathbf{Z}_1\mathbf{Z}_2 = \mathbf{k}^2$. bu ýerde \mathbf{Z}_1 we \mathbf{Z}_2 degişlilikde gapdal we kese eginleriň häsiýetnama garşylyklarydyr ($\frac{\sqrt{L}}{C}$). Şonuň üçin k ululyga k tipli filtrlriň häsiýetnama garşylyklarynyň nominaly diýilýär.

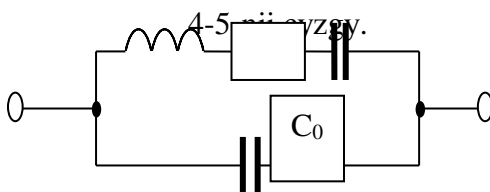
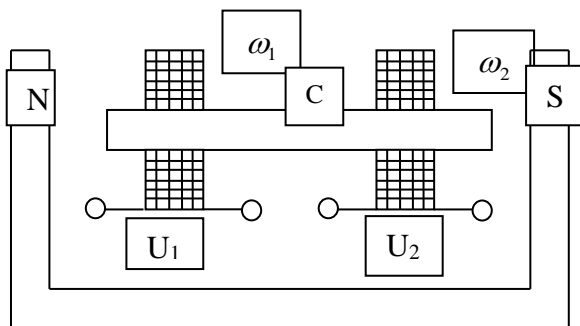
Bu filtrlr özleriniň ýönekeýlikleri bilen tapawutlanýandyrlar, ýöne olaryň häsiýetnama garşylyklarynyň goýberme zolagynda ýyglyga bagly bolmaklygy, olaryň ýük bilen ylalaşyklaryny gazanmakda kynçylyk döredýär.

m tipli filtrlr: Bu filtrlr (4.4-nji çyzygy) k tipli filtrlriň kämilleşdirilen görnüşidir. Olarda elektrik häsiýetnamalar hasaplamanyň m parametrlerine baglydyr. Goýberme zolagynda az üýtgeýän häsiýetnama garşylygy bolan m tipli filtrlri almak üçin m ululygy 0,5-0,6 aralyklarda saýlaýarlar.

2. Elektromehaniki rezonans prinsipine esaslanan ýyglyk saýlaýjylary.

Elektromehaniki rezonans mehaniki ulgamyň hususy ýyglygy bilen, oňa täsir edýän yrgyldynyň ýyglygynyň gabat gelmesinde döreýär. Häzirki wagtda şeýle mehaniki ulgam hökmünde pýzeoeffekti we magnitstriksiýany berýän elementler ulanylýar. Şunlukda magnitstriksiýaly we pýzeoelektrik filtrlr barada gürrüň etmeli bolarys.

a) **Magnitstriksiýaly ýyglyk saýlaýjylar:** Täsir prinsipi magnitstriksiýa effekteine esaslanandyr (kýbir ferromagnit materiallar-inwar, elwar we ş.m öz magnit häsiýetlerini mehaniki ýagdaýlarynyň üýtgemegi bilen üýtgedýärler we tersine, magnit häsiýetleriniň üýtgemegi netijesinde özleriniň mehaniki ýagdaýlaryny üýtgedýärler). Şeýle saýlaýjy 4.5-nji çyzygyda görkezilendir.



4-6-njy a, çyzgy



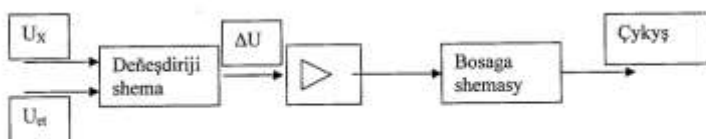
4-6-njy b, çyzgy.

C steržen üýtgeýän meýdanyň täsiri bilen (w_1 saryma berilýän u_1) mejbury yrgyldyny ýerine ýetirýär. Onuň geometriki ölçegleri üýtgeýär we magnit ýagdaýy üýtgeýär. Bu bolsa w_2 sarymda u_2 EHG-ni dýredýär, ýagny u_2 , u_1 -e bagly bolýar. Bu saýlaýjylaryň gowulygy uly (10000-e ýetýär), ýöne bu effektiň temperatura bagly bolmagy onuň kemçiligidir.

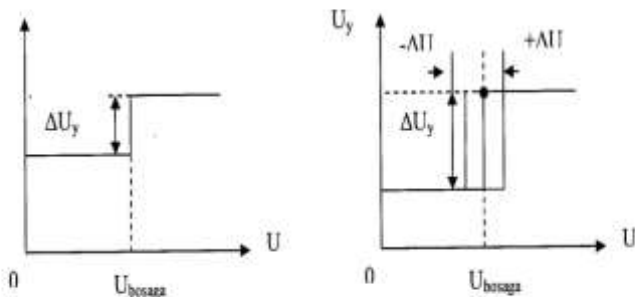
b) **Pýezoelektriki ýygylýk saýlaýjylar:** Bu bolsa pýezoeffekte esaslanyp öz funksiýasyny ýerine ýetirip bilýän gurluş. Tebigy we sintetiki kristallara mehaniki täsirlere goýlanda, olaryň üstlerinde zaryadlar emele

gelýärler. Goýlan naprýaženiýä baglylykda kristallaryň gysylmasy-giňelmesi ýüze çykýar (kwars köp ulanylýar). 4.6-njy a çyzgyda görkezilen kwars rezonatory, 4.6-njy b çyzgydaky C_0 -a yzygider birikýän shema ekwiwalentdir. Konturyň gowulygy 500 000-e ýetýär. Temperaturany az duýýar. $L=0,1-100$ H we sygym 0,01 pF-den onlarça pF –e çenli bolup bilýär. R garşylyk ortaça 100Ω týweregi edilip saýlanylýar.

Komporatorlar-iki togy ýa-da iki naprýaženiýäni deňeşdirmek hem-de olaryň aratapawut alamatlaryny kesgitlemek üçin ulanylýan gurluşdyr. Onuň struktura shemasy 4.7-nji a çyzgyda görkezilendir.



4-7-nji a , çyzgy.

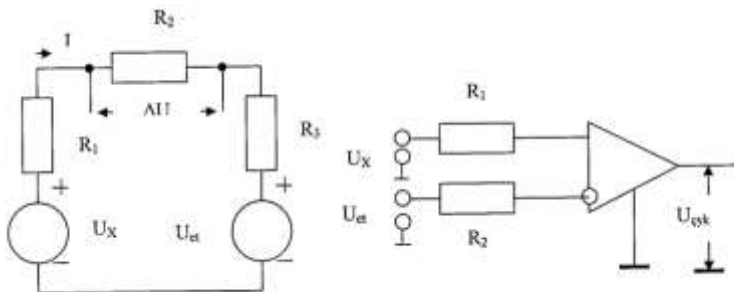


4-7-nji b, çyzgy.

4-7-nji ç, çyzgy.

Bu ýerde U_X - giriş naprýażeniýe bolup, o; U_{et} -etalon naprýażeniýe bilen deňeşdirilýär. Komparatoryň ideal häsiýetnamasy rele häsiýetli bolýar (4.7-nji b çyzgy). Beýle diýildigi U_X - giriş naprýażeniýäniň bahasy U_{et} -etalon naprýażeniýeden ýokary geçende deňeşdiriji gurluşyň çykyşynda U_y böküşli üýtgame alnar diýilidigidir. Şeýlelikde deňeşdiriji shemanyň parametrleri üýtgar. Şonuň üçin gurluşyň işe girişmesi $U_X = U_{bosaga}$ naprýażeniýede däl-de , eýsem $U_X = U_{bosaga} + \Delta U$ bahada bolup geçer (4.7-nji ç çyzgy). ΔU tapawuda komparatoryň statiki ýalňyşlygy diýilýär.

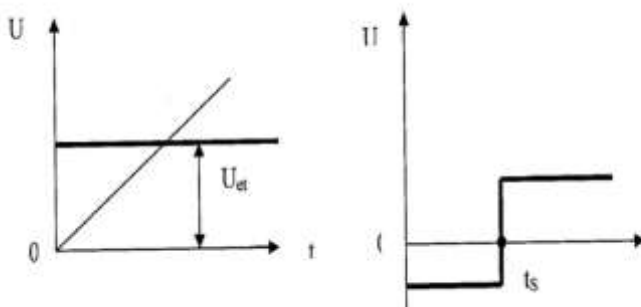
Komparatoryň esasy jogapkärçiligi çekýän bölegi bolup deňeşdiriji shemasy hyzmat edýändir. 4.8-nji a çyzgyda rezistorlarda we 4.8-nji b çyzgyda bolsa operasion güýçlendirijilerde ýerine ýetirilen deňeşdiriji gurluşlar görkezilendir.



4-8-nji a, çyzgy.

4-8-nji b, çyzgy.

Operasion güýçlendirijileriň bazasynda döredilen komparatoryň inwertirlemeýän girişine U_{et} -etalon naprýażeniýe bilen deňeşdirilmeli U_X naprýażeniýe berilýär. Käbir t_s deňeşdirilme wagta çenli (4.9-njy a çyzgy) çykyşda otrisatel naprýażeniýe alnar (4.9-njy b çyzgy). Naprýażeniýeleriň deňleşme momentinden başlap (t_s), çykyşda çalt ösýän položitel naprýażeniýe ýüze çykýar.



4-9-njy a, çyzgy.

4-9-nji b, çyzgy.

Komparatorlar senagatda mikroshema görnüşinde goýberilýär. Şeýle mikroshemalarda operasion güýçlendirijili goşalandyrylan komparator oturandyr. Komparatorlaryň her biri deňeşdirilişin funksiýasyny ýerine ýetirýändirler.

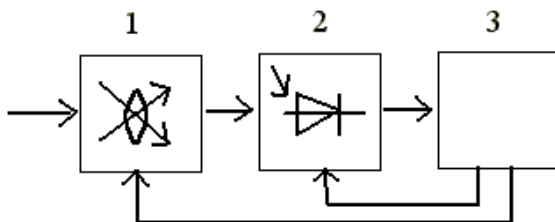
4.1. Görüşin esasy häsiýetnamalary

Görüşin analizatory barada gysgaça maglumatlar

Görüş analizatory (GA) – adamyň gözi şekili iberiji ulgamlaryň köpüsiniň diýen ýaly in soňky bölümidir, ýagny maglumaty kabul edijidir. Onuň häsiýetnamalary ŞIU-yň gurnalyşyna, onuň tehniki parametrlerine uly täsirini ýetirýändir.

Adamyň görüşi – görüş analizatory (GA) örän çylşyrymly biologik ulgamdyr we ony dürli ugurlarda işleýän alymlar-lukmanlar, psihologlar, fiziologlar öwrenýändirler. Emma oňa garamazdan GA doly öwrenilen däl. Umumylaşdyrylan görnüşde GA-ny aşakdaky ekwiwalent shema görnüşde bermek

bolar (4.1.1-nji çyzgy). Onuň esasy bölekleri: optiki ulgam 1, ýagtylygy duýgur bölek 2, görülen maglumaty işleýji bölek 3. Bu bölekler göni we ters baglanyşyklar duýgur bölegiň häsiýetnamalary dürli şertlere uýgunlaşmaga ukyplydyr.



4-1-1-nji çyzgy.

Görej ulgamyň ekwiwalent, gurluş shemasy

Adamyň gözüniň optiki ulgamynyň esasy elementleri krustalik bn göreçdir. Beýniden gelýän dolandyryjy signallaryň täsiri netijesinde krustaligiň öz egriligini üýtgetmesine akkomodasiýa diýilýär. Şunlukda dürli uzaklykda ýerleşen abýektleri görmekligiň iň amatly şertleri üpjün edilýär. Şunlukda olaryň fokal tekizlikdäki optiki şekilleri gözün ýagtylyga örän duýgur setçatkasynyň üstüne düşýär. Görejiň ölçegine baglylykda göze düşýän ýagtylygyň mukdary üýtgeýär. Görejiň we hrustaligiň häsiýetnamalarynyň üýtgemesi fotoapparatlarda diafragmanyň we obýektiwiň fokus aralygynyň üýtgemekligine deňdir.

Setçatka örän köp sanly, ýagta duýgur bölejikleriň iki görnüşinden – taýajyklardan we kolbajyklardan ybaratdyr (takmynan degişlilikde 130 we 7 million). Olaryň her birinde fohimiki reaksiýa netijesinde optiki şekiliň degişli elementleriniň ýagtylygynyň ýitiligi elektrik impulsyna

özgerdilýär we olar görüş nerwiň süýümleri boýunça beýnä berilýär.

Görüş nerwiň süýümleriniň umumy sany 5 million töweregi bolany sebäpli kolbajyklar we taýajyklar toparlara birleşýärler. Şeýlelikde ýagtylyga duýgur bölek diskret we parallel kabul ediji kanallary bolan, optiki maglumatlary kabul etmek üçin niýetlenen köp kanally fotokabulediji gurluşa meňzeşdir. Kolbajyklaryň we taýajyklaryň toparlarynyň setçatkanyň üstünde paýlanyşy deňölçegsidir: olaryň iň dykyz ýerleşen ýeri setçatkanyň sary menek diýip atlandyrylýan ýeridir. Bu ýer görejiň iň ýiti görýän (iň ýokary çözüp bilijiligi) ýeridir. Bu ýerde ýerleşen kolbajyklaryň (taýajyklar ýokdur) her birine görüş nerwiniň özbaşdak süými birleşýär, süýmleriň sany bu ýerde birnäçe münä ýetýär.

Kolbajyklaryň ýagtylygy duýgurlygy pesdir we olar esasan hem gündizine görmek üçin niýetlenendir. Ýöne kolbajyklaryň ýokary çözüp bilijilik ukyby we reňkleri saýgarmak ukyby bardyr. Taýajyklaryň ölçegleri kolbajyklara görä uludyr we olaryň çözüp bilijiligi pesdir, reňkleri saýgarýan däl, ýöne ýagtylygy duýgurlygy örän ýokarydyr we alagaraňkyda görmekligi üpjün edýändir.

Seredilýän predmetiň ýagtylygynyň ýitiliginiň orta bahasy L_{orta} üýtgände gözüň ýagtylyk duýujylygy örän giň çäklerde üýtgäp ýagtylygyň ýitiligi kemelende gözüň ýagtylygy duýujylygy artýar we tersligine, artanda – duýujylyk peselýär.

Ters baglanyşyk boýunça beýniden gelýän signallar boýunça kolbajyklaryň we taýajyklaryň ýagtylyk duýujy maddasynyň dykyzlanmagy we görejiň ölçegleriniň üýtgemesi arkaly amala aşyrylýar. Gözüň bu häsiýetine uýgunlaşma (adaptasiýa),

$L_{orta} = L_{ad}$ - bolsa uýgunlaşmanyň ýitiligi diýlýär.

Ýagtylygyň ýitiliginiň kabul edilişiniň öz boluşlygy

Görüş analizatorynyň häsiýennamalaryny kesgitlemegiň esasy usuly psihometrik usuldyr. Bu usul synag şekiliň ortaça gözegçide ýüze çykarýan reaksiýasyna baha bermeklige esaslanandyr. Bu ugurda ilkinji synaglar XIX asyryň ortalarynda E.Weber tarapyndan geçirilen. Olar ýeterlik uly burç ölçegleri bolan, gözegçilik edilýän goňşy meýdançalaryň ýagtylygynyň ýitiliginiň üýtgemesini ($L_1 = L$ we $L_2 = L + \Delta L$) gözün duýujylygyna baha berýär.

Diňe $\Delta L / L = K_{cak}$ bolanda goňşy meýdançalaryň ýagtylygynyň ýitiligini tapawutlandyryp bolýandygy ýüze çykarylýar. K_{cak} ululyga çäk, bosaga kontrast diýilýär.

Eger $\Delta L / L < K_{cak}$ bolsa, onda deňeşdirilýän meýdançalaryň ýagtylyklary ýitiligi boýunça tapawutlanmaýarlar. Kino we telewizion gepleşikler seredilende mahsus bolan ýagtylygyň ýitiliginiň orta bahalarynyň çäklerinde ($10-1000 \text{ kd/m}^2$). $K_{cak} = 0.02 - 0.05$. Bu tejribeleriň esdasynda ýagtylygyň ýitiliginiň artma duýgusy ΔB ýagtylygyň ýitiliginiň üýtgemesine proporsionaldyr. Onda

$$dB = k(dL / L) \quad B = \int dB = k \int dL / L = k \ln L + C \quad (4.1.1)$$

bu ýerde k we C - hemişelik koeffisiýentler.

Weber Fehneriň psihofiziologiň kanuny diýip atlandyrylan (4.1.1) aňlatma ýagtylygyň ýitiliginiň üýtgemesiniň döredýän subýektiw duýgusynyň üýtgame çäkleri abýektiň ýagtylygynyň ýitiliginiň abýektiw üýtgame çäklerinden kiçidir. Bu kanun ýagtylygynyň ýitiligi 10^{-16} kd/m^2 (agşamyna) 10^4 kd/m^2 (çyranyň gözünü gapyp barýan ýitiligi) bolan abýektleriň şekilini kabul etmek üçin gözün uýgunlaşma mümkinçiliklerini görkezýär.

Seredilýän şekiliň aýry-aýry bölekleriniň ýagtylyklarynyň ýitilikleriniň tapawudyny ýagtylygyň maksimal L_{\max} we minimal L_{\min} ýitiligi we olaryň gatnaşygy $K = L_{\max} / L_{\min}$ bilen, ýagny şekilň kontrasty bilen häsiýetlendirýärler. Hakyky obýektleriň kontrasty 100-200 – den uly däldir, kinoda, telewideniýede we suratlarda olar has hem azdyr 20-50.

Weber-Fehner kanunyna laýyklykda kontrasty K deň bolan şekili kabul edilende gözün kabul edip biljek ýagtylygyň ýitiilginiň gradosiýalarynyň maksimal sanyny kesgitläp bolýar. Goý $L_1 = L_{\min}$ birinji gradasiýa bolsun, onda indiki gradasiýalar

$$L_2 = L_1(1 + \Delta L_1 / L_1) = L_1(1 + K_{cak});$$

$$L_3 = L_2(1 + \Delta L_2 / L_2) = L_2(1 + K_{cak}) = L_1(1 + K_{cak})^2 \dots$$

bu ýerden

$$k = \frac{L_{\max}}{L_{\min}} = (1 + K_{cak})^{m-1}; \quad (4.1.2)$$

$$m = 1 + \frac{\ln K}{\ln(1 + K_{cak})} \approx 1 + \ln K / K_{cak}$$

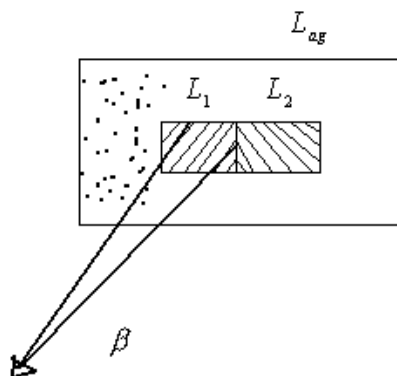
Mysal üçin, $K = 100$ we $K_{cak} = 0.05$ bolanda (4.1.2) aňlatmada gradosiýalaryň sanyny $m=93$ alarys. Emma tejribeleriň görkezişi ýaly hakyky obýektlere seredilende seljerilýän gradasiýalar birnäçe esse azdyr.

Gradasiýalaryň sanyny täsir edýän ululyklaryň ýene biri olar hem tejribeden kesgitlenen çäk kontrastyň deňeşdirilýän meýdançalaryň ölçeglerine baglylygydyr. 3-nji suratda görkezilen tejribede deňeşdirilýän meýdançalaryň burç ölçegleri β üýtgedilende alnan netijeleri aşakdaky görnüşde aňlatmak mümkin:

$$k_{cak.min}(\beta) = k_{cak.o}(1 + 24/\beta^{1/2}) \quad (4.1.3)$$

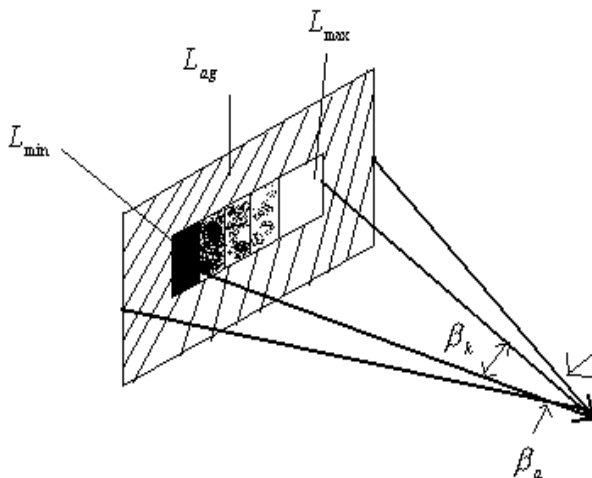
bu ýerde: β –burç ululygy, minutlarda aňladylan;

$k_{cak.o}$ –iri bölekleriň (detallaryň) çäk



kontrasty (200 min uly burç ölçegli).

Şekili iberiji ulgamlarda gepleşikleriň ýagtylygyny ýitiliginiň gradasiýalarynyň hilini barlamak üçin gradasiýalarynyň sany biolsa 10 deňdir we olar çäk netijelere ýakyndyr.



3. Gözüň bilijilik ukyby

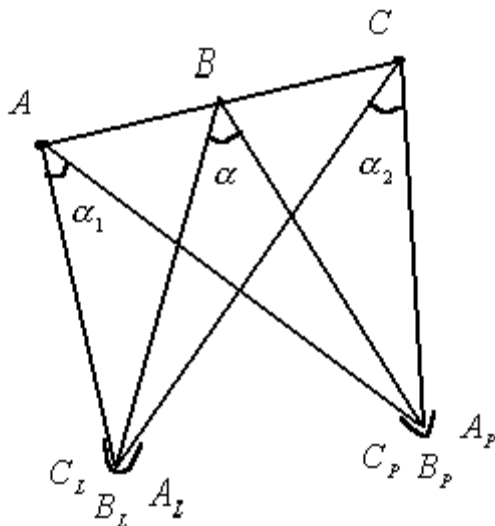
Gözüň giňişlik böýunça görüp bilijilik ukyby iki sany ýagtylanýan nokadyň (çyzygyň) aýry-aýry bolup görünýän in kiçi φ_{gor} maksimal burçy bilen bahalandyrylýar. Görüp bilijilik ukyby şeýle hem bir millimetre ýa-da gradusa ýerleşýän, örän inçejik, seljerip bolýan çyzyklaryň jübüdiniň sany N_{gor} bilen kesgitlenýär.

φ_{gor} we N_{gor} ululyklaryň bahalary ýagtylygyň ýitiligine, kontrasta, seljerilýän bölejikleriň (detallaryň) reňkine we gözegçiniň hususy häsiýetlerine baglydyr. Ortaça gözegçi üçin ak-gara şekile ýagtylygyň ýokary ýitiliginde we uly kontrastynda $P_{gor} \cong 1,5 - 2'$. Şunlukda, bir gradusa düşýän periodlaryň (çyzyklaryň jübütiniň) sany $N_{gor} = 30 - 40 \text{ per/grad}$. Bu ýerde L gözegçilik edilýän aralyk (mm). In oňaly aralyk $L = 250 \text{ mm}$ hasaplanaýar, onda

$$N_{gor} \approx 6,9 - 9,2 \text{ per/mm (çyzykl.jüb./mm)} \quad \text{ýa-da}$$

$$N_{gor} = 13,8 - 18,4 \text{ yzyk/mm}.$$

Görüşin impulslaýyn häsiýetnamalaryny bilip, hasaplamalaryň kömegi bilen görüş analizatorynyň ol ýa-da beýleki synag şekillerine reaksiýasyny kesgitlemek mümkindir.



Predmetleriň göwrümliligini kabul etmegiň mehanizmine seredeliň. Adam B nokada seredende gözleriniň görüş oklary kesişip konwergensiýa diýip atlandyrylýan α burçy emele getirýärler. Adam nazaryny B nokatdan C nokatda geçirende α burç kiçelýär we C nokadyň B nokatdan uzanda ýerleşendigini kesgitleýäris. Edil sonuň ýaly hem A-nyň B-den ýakyndygyny kesgitleýäris. Dürli uzaklykdan A we C nokatlara gözegçilik edilende her nokadyň konwergensiýa burçy α_1 we α_2 dürlidir we parallatik diýip atlandyrylýandyr. Bu burçlaryň tapawudy $\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$ burç parallaksy diýip atlandyrylýar

we ol predmetleriň ýerleşişiniň çuňlugyny, göwrümliligini berýär.

Göwrümleýin ýa-da stereoskopik görüşiň bosagasy iň minimal çuňlugy seljerip bolýan iň kiçi burç parallaksy bilen kesgitlenýär, onuň ortaça bahasy 10-20”.

Görüşiň wagt häsiýetnamalary

Görüşiň inertliligini wagt boýnça çözüp bilijilik ukyby we wagt boýunça ýygylyk-kontrast häsiýetnamalary bilen kesgitlenilýär. Göze ýagylyk impulsy täsir edende ýagtylygyň duýulýan ýitiligi takmynan 0,1 sekuntda artýar, pese düşmesi bolsa uzak wagt aralygynda bolýar. Bu prosesleriň dowamlylygy ýagtylygyň ýitiligine, ýagtylyk çeşmesiniň spektral düzümine, gözüň uýgunlaşma derejesine we ş.m. baglydyr.

Gyzyl reňkiň täsiriniň döredýän duýgusdy iň çalt artýandyr we pese düşýändir, soňra ýaşyl we gök reňklerden gözüň inertliligi biri-birinden hereketiň bazasy boýunça tapawutlanýan hereketsiz aýry-aýry kadrlaryň seriýasy yzygider bermek arkaly telewideniýede hem edil kinodaky ýaly hereket effektiv döretmäge mümkinçilik berýär.

Bu hereketsiz şekilleriň yzygiderli gaýtadan dikeldilmegi gözüň inertliligi sebäpli bir bitewi, endigan hereket ýaly kabul edilýär, eger-de kadrlaryň ýygylygy $f = 16k / s$. . Bular ýaly ýygylyk bilen kinosöýüjileriň kinoapparatlary işleýändir.

Ýagtylyk çeşmesi üznüksiz ýagtylanýan, ýagny ýagtylanyjylygy üygemeýän ýaly bolup görünmegi üçin onuň ýalpyldamasynyň ýygylygy kritiki ýygylykdan uly bolmalydyr. Bu ýygylyk şekiliň burç ölçeginden, ýagtylygyň ýitiliginiň üýtgame kanundan, uýgunlaşma meýdançasynyň ýagtylygynyň ýitiliginden baglydyr. Kinoda we telewideniýede ülanlyýan ýagtylygyň ortaça ýitiligi üçin $f_{kr} \geq 46gs$ deňdir. Talbotyň kanunyna görä ýalpyldama ýygylygy

f_{kr} uly bolan ýagdaýynda ýagtylygynyň duýulýan ýitiligi üznükli ýagtylyga gözegçilik edilýän бүтін wagт periodyň dowamlyndaky orta ýitiligine deňdir:

$$L = T^{-1} \int_0^T L(T) dT .$$

Telewideniýede kadrlaryň ýygylgynyň $f_k = 25 \text{ gs}$ bahasynda ýalpyldylary aýyrmagyň iň oňaly usuly şekili setiräşä açmakdyr.

4.2. Telewizion signallaryň formasy we spektri Doly telewizion signal

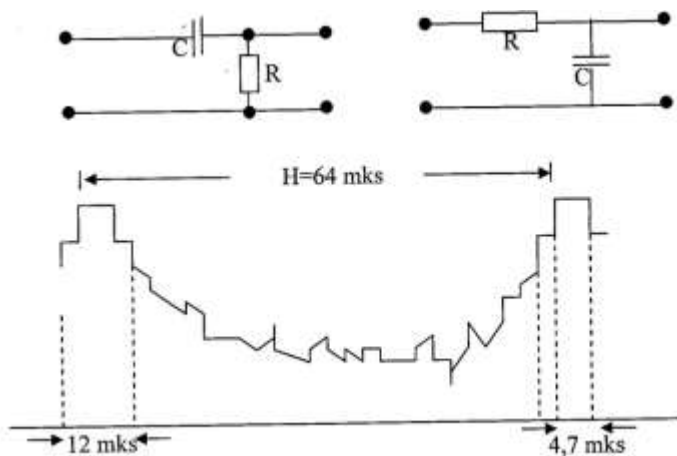
Telewizoryň ekranynda ýokary hilli, durnukly şekili almak üçin şekili iberiji ulgamlaryň (ŞIU) iberiji tarapynda şekiliň hususy signalyndan we birnäçe kömekçi impulslardan ybarat bolan doly telewizion signal emele getirmelidir.

Bir impulslaryň ýerine ýetirýän wezipelerine seredip geçeliň. Kabul ediji trubkanyň elektron şöhesi setir boýunça şekil açylandan soň ekranyň sagyndan indiki setiriň başlangyjyna-çepe hereket edende, kadr gutarandan soň indiki kadryň başlangyjyna tarap hereket edende ol ekranda zyýanly ýagtylanma döretmeli däl. Edil şonuň ýaly iberiji telewezion trubkada hem şöhle yzlygyna hereket edende nyşananyň potensial relýefini okamaly däl. Bu hadysalary aýyrmak üçin setir boýunça we kadr boýunça şöhle tersligine (yzlygyna) hereket edende zyýanly ýagtylanmany öçürýän setir öçüriji we kadr öçüriji impulslar ulanylýar. Bu impulslaryň dowamlylygy şöhläniň tersligine hereket etme wagtlaryndan uly bolmalydyr. Telewezion ulgamlaryň esasy häsiýetnamalaryna bildirilýän talaplara laýyklykda köpçülikleýin telewideniýede setir boýunça öçüriji impulsyň dowamlylygy bolsa 12 mks , kadr boýunça öçüriji impulsyň dowamlylygy bolsa 25 H ($H \approx 64$

mks-stir boýunça açma peridy). Diýmek, kadr boýunça öçürji impulsyň dowamlylygy 1600 mks deňdir. Setir we kadr boýunça şöhle yzyna gidende trubkany ynamly ýapmak üçin we sinhronlaýjy gurluşlary tötänleýin , päsgel beriji signallardan we şekiliň has gara ýerlerine degişli signallaryň täsirinden garamak üçin bu impulsalaryň amplitudasy gara reňke degişli signalyň amplitudasyndan tapawutlanmalydyrlar.

Iberiji we kabul ediji ulgamlaryň şekili açyjy gurluşlarynyň sinhron we sinfaz, ýagny sazlaşykly işlemeklerini üpjün etmek üçin doly telewizion signallaryň düzümine (DTS) setir we kadr sinhronlaşdyryjy impulsary goşulýarlar. Bu sinhroimpulsary şekiliň signalyňa täsir etmez ýaly we ýonekeý gurluşlaryň kömegi bilen doly telewizion signalyň düziminden bölüp alar ýaly olary öçürji impulsalaryň üstünde, ýagny “garadan gara” diýilýän çäklerde ýerleşdirýärler. Öçürji impulsalaryň sinhronlaşdyryjy impulsar üçin münber ýaly bolup hyzmat edýärler. Iberiji we kabul ediji gurluşlaryň sazlaşykly (sinhron we sinfaz) işlemeklerine üpjün etmekde esasy wezipäni sinhroimpulsaryň başlangyçlary eýeleýär. Sinhroimpulsaryň başlangyçlary näçe kert bolsa, şonça-da sinhronlaşdyрма takyk bolýar. Setir we kadr sinhroimpulsary dowamlylyklary boýunça düýpli tapawutlanýarlar, bu bolsa olary seljermeklege mümkinçilik berýär. Setir we kadr sinhroimpulsaryň dowamlylyklary degişlilikde 4,7 mks we 2,5 H = 160 mks deňdirler.

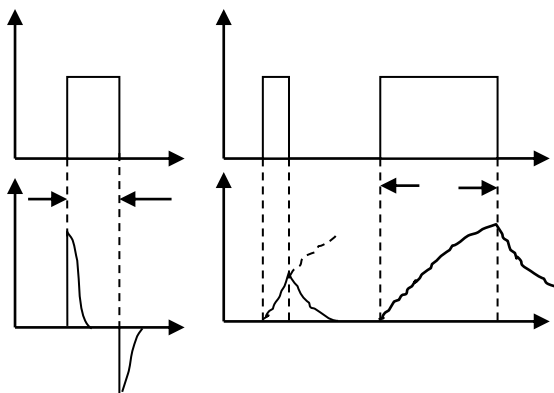
Bu sinhroimpulsaryň şekiliň signalyndan we öçürji impulsardan amplituda selektorynyň kömegi bilen bölünip aýrylýar. Setir sinhroimpulsary differensirleýji zynjyryň , kadr sinhroimpulsary bolsa integrirleýji zynjyryň kömegi bilen bölünip alynýar. (4.2.1-nji çyzgy).



4-2-1-nji çyzgy.

Doly telewezion signalyň görnüşi (bir setiriň böleginde).

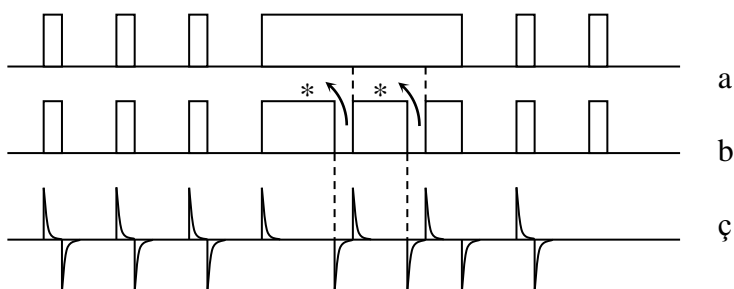
Setir sinhronlaşdyryjy impulsalary differensirleýji zynjyryň kömegi bilen bölünip alynýar. Bu zynjyryň wagt hemişeligi RC impulsyň dowamlylygyndan ep-esli az alynýar. Impuls zynjyrdan geçýänça C sygym doly zarýadsyzlanyp ýetişýär we zynjyryň çykyş R rezistoryndan naprýäženiýe nula çenli pese düşýär. Impulsyň ahyry geçýän pursatynda zynjyryň çykyşynda sinhronlaşdyryjy ulgamlaryň işleýşine täsir etmeýän, ters polýarlygy bolan naprýäženiýanyň zyňylmasy bolýar (4.2.2-nji çyzgy).



2-2-2-nji çyzgy

Kadr sinhroimpulsalary integrirleýji zynjyryň kömegi bilen bölünip alynýar (4.2.2-nji "b"). kadr boýunça sinhronlaryjy impulsyň täsir edýän wagt aralygynda C kondensator doly zarýadlanyp ýetişýär, ýöne setir sinhronlaşdyryjy impulsyň täsiri kondensatory kem-käsleýin zarýadlandyrylýar. Kadr boýunça açyjy impulsalary öndürijiniň işleýiş düzgünini saýlap almak bilen ol diňe amplitudasy uly bolan kadr sinhroimpulsalary boýunça sazlanýşykly işlemegini gazanyp bolýar.

Adatça kadr sinhroimpulsalarynyň dowamlylygy bir setiriň dowamlylygyndan köp bolýar we kadr sinhroimpulsalaryň täsir edýän wagty setir sinhroimpulsalary bolsa, setir boýunça açyjy impulsalaryň generatory awtoyrlygy düzgüne geçär we onuň sinhronlaşmasy ýitip biler. Bu ýetmezçilige aradan aýyrmak üçin kadr sinhronlaşdyryjy impulsalarynda ýygylgy setir sinhroimpulsalarynyň ýygylgyna deň bolan, otrisatel impulsalary-"oýulmalary" ýerleşdirýärler. "Oýulma" impulsalarynyň ahyrlary differensirleýji zynjyrdan geçenlerinde zynjyryň çykyşynda položitel impulsar kemala gelýär. Bu impulsar setir sinhronlaşdyryjy impulsalaryň öndirijisiniň işleýişini sinhronlaşdyrýarlar.



4-2-3-nji çyzgy.

Şekili setiraşa açma usulyna esaslanyp işleýän telewizion gurluşlar sinhronlaşdyrylanda her ýarymkadrda setirleriň bitin sany goşmak $\frac{1}{2}$ setir (ýarym setir) ýerleşmeli. Şol sebäpli ýarymkadrlaryň birinde ýarymkadr impulslary iň soňky setir impulsyndan soň H wagtdan soň başlar, beýleki ýarymkadrda bolsa $0,5H$ -dan soň başlanar. “Oýulmalar” kadr impulslarynyň dürli ýerlerinde ýerleşer, çylşyrymly ýarymkadr sinhroimpulslaryny integrirlemäniň netijesi dürli bolar.

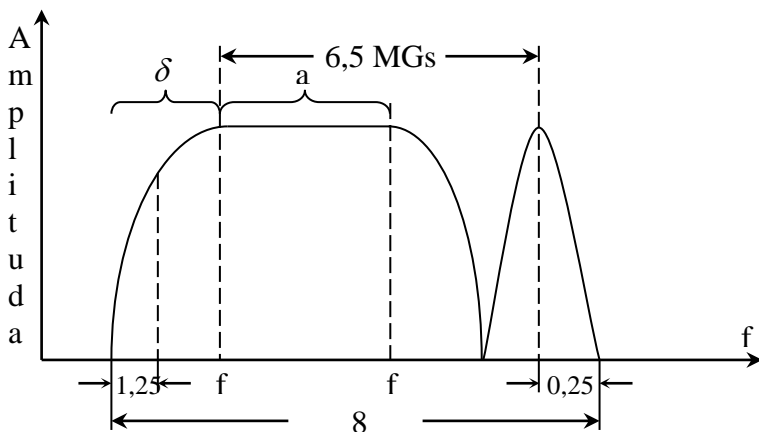
Goňşy ýarymdrlary sinhronlaşdyрма biri-birine görä Δ wagt ululygyna süýşirilen bolar, netijede jübüt setirler täk setirleriň takyk aralygynda ýerleşmez. Şeýlelikde setirleriň (birleşmesi) ýelmeşmesi bolar. Dikligiine takyklyk peseler. Eger $\Delta 0,5 H$ bolsa, onda jübüt setirler täk setirler bilen 312,5 setir alynar. Setirleriň birleşmesi (ýerleşmesini) aradan aýyrmak üçin sinhrogaryndylary integrirlenenden soň alynan goňşy ýarymkadr impulslary görnüşleri boýunça meňzeş bolmalydyr. Onuň üçin ýarymkadr sinhroimpulslaryna setir ýygylgynda iki essa uly ýygylkly “oýulmaları”-impulslary ýerleşdirýärler we ýarymkadr impulslarynyň önünden we soňundan deňleşdiriji impulslary girizilýär. Olaryň ýygylgy hem setir impulslarynyň ýygylgyndaniki esse uludyr.

Eger setir boýunça açygy impulslaryny öndürijiniň hususy ýygylgy setir sinhroimpulslaryň amplitudasy gaty uly bolmasa, onda setir boýunça açygy impulslarynyň öndürijä diňe

her bir ikinji sinhroimpuls täsir eder. Sinhronlaşdyrma ikä bölme düzgünde ýerine ýetiriler. Goňşy ýarymkadr impulslaryny integrirlemäniň netijesi birmeňzeş bolar.

Telewizion radiosignal

Belli bolşy ýaly şekiliň signalynyň iň ýokary ýygylgy 6,5 MGs deňdir. Bular ýaly giň spektirli signaly bermek üçin amplituda modulýasiýasyny ulanmak maksada laýykdyr. Amplituda modulýasiýasynda onuň tutýan ýygylk zolagy 13 MGs deň bolar. Amplituda modulýasiýasynda iki gapdal zolak emele gelýar, her biri şekiliň signaly barada doly maglumaty saklanýandyr. Standarta görä telewideniýede ýokarky gapdal zolak, äkidiji we aşaky gapdal zolagyň hem az bölegi berilýär. Bu ýagdaýda spektriň giňligi takmynan 7,5 MGs bolýar. Telewizion radiosignalyň görnüşi aşakdaky çyzgyda getirilendir.



Belli bolşy ýaly modulirlenen yrgyldylary äkidijiniň ýygylgy dolandyryjy (modulirleýji) signalyň spektriniň giňliginden 6-10 esse uly bolmalydyr. Şoňa görä şekili äkidiji signalyň ýygylgy 50 MGs we ondan hem uly bolmalydyr. Standarta görä 1 telewizion kanalyň şekili äkidiji signalynyň ýygylgy 49,75 MGs deňdir.

Kabul ediji telewizion gepeşikleriň şekil signallaryny we ses siganallaryny şol bir antenanyň kömegi bilen kabul edip bolar ýaly ses signallaryny äkidijiniň ýygylgygy şekil äkidijiniň ýygylgyna golaý alýarlar. $F_{\text{ses.äk}}=f_{\text{šek.äk}}+6,5 \text{ MGs}$. On bir TW kanalyň giňligi 8 MGs deň bolar.

$\Delta f=f_{\text{ses.äk}}-f_{\text{šek.äk}}=65 \text{ MGs}$ tapawut MGs merkezler tarapyndan ýokary takyklyk bilen saklanylýandyr.

Telewiozion gepeşikleriň ses signallaryny bermek ýygylgyk modulýasiýasy ulanylýar. Ýygylgyk modulýasiýasy berilýän sesiň hilini gowulandyrmaga mümkinçilik berýär.

4.3. Signal - ýagtylyk özgerdijiler

Signal - ýagtylyk özgerdijileri barada umumy maglumatlar

Signal-ýagtylyk özgerdijileri şekiliň signalynyň birölçegli funksiýasyny gaýtadan dikeldilen şekilde ýa-da beýleki optiki häsiýetnamalarynyň iki ölçegli funksiýasynyň paýlanyşygyna özgertmegi ýerine ýetirýärler. Fotoplennada agýtadan dikeldilen (reproduksiýa) şekiliň esasy optiki häsiýetnamasy geçiriş koeffisientiniň $\tau(x,y)$ ikiölçegli paýlanyşygydyr. Bu ululyk fotoplýonkanyň x,y koordinataly nokadyna düşýän ýagtylygyň haýsy böleginiň fotoplýonkadan geçýändigini görkezýär. Islendik görnüşli kagyza gaýtadan dikeldilen şekiliň (reproduksiýa) jemleýji häsiýetnamasy kagyzyň ol ýä-da beýleki bölegi daşky ýagtylyk çeşmesi bilen ýagtylandyrylanda serpikdirme koeffisientiniň $\rho(x,y)$ paýlanşygy bilen kesgitlenýär. Telewideniýede signal-ýagtylyk özgertmäniň netijesi bolup elektrooptiki özgerdijiniň – kineskopyň ekranynda aýry-aýry ýagtylanýan nokatlaryň ýitilginiň $L(x,y)$ iki ölçegli paýlanmasy hyzmat edýär.

Özgertmäniň hili birnäçe parametrlar we häsiýetnamalar bilen bahalandyrylýar. Olardan iň esasyly: derejeleri berme häsiýetnamasy – berlen x,y : nokatda L , ρ , τ ululyklaryň t: degişli wagt pursadyndaky elektrik signalynyň U pursatdaký

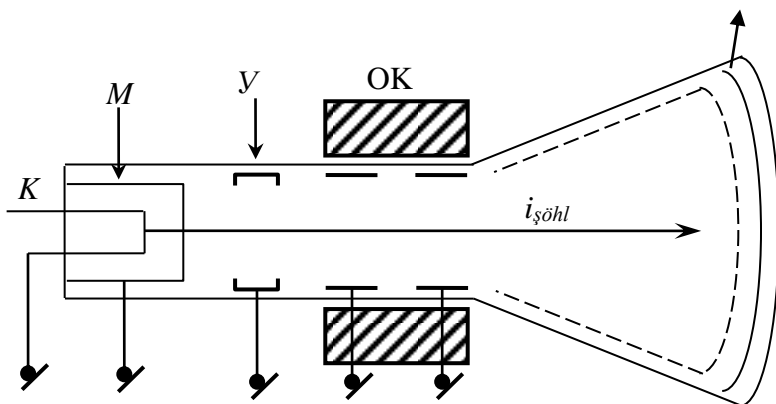
bahasyndan baglylygy; çözüp bilijilik ukyby – reproduksiýada seljerip bolýan çyzyklaryň maksimal bahasy; reproduksiýanyň kontrasty - L , ρ we τ ululyklaryň maksimal bahalarynyň minimal bahalaryna bolan gatnaşygy.

Ak-gara kineskopyň gurluşy

Telewizýon signaly hereket edýän şekili özgetmek üçin iki usul – göni we gytaklaýyn usullar peýdalanylýar. Göni usul telewizýon siganlyň naprýaženiýasyny gös-göni ýagtylyk energiýasyna öwürmesi, gytaklaýyn usul bolsa keseki ýagtylyk çesmesiniň ýagtylyk akymyny telewizýon signallary bilen modulirlemegi göz önünde tutýar.

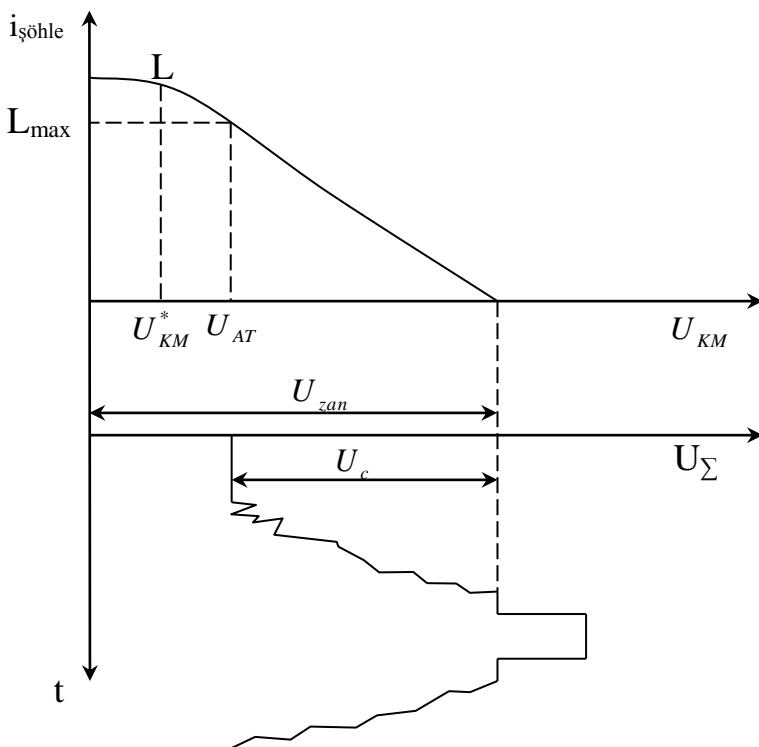
Birinji usula esaslanyp işleýän kabul ediji telewizýon trubkalar kineskop ady bilen bellidir. Kineskoplar ak-gara we reňkli telewideniýe üçin biri-birinden tapawutlanýandyrlar. Kineskopyň işleşiş katodolýunikenseksiýa hadysasyna esaslanandyr. Bu hadysa käbir maddalaryň elektron akymyň täsiri netijesinde ýagtylanmasydyr. Ol maddalara katodolýukinosferlar ýa-da lýuminosforlar diýilýär.

Aka-garakinoskop howasy sorulup çykarylan aýna kolbadan, katodolýuminiessent ekrandan we elektron-optiki ulgamdan baratdyr. Elektron-optiki ulgam elektron şöhlesini kemala getirýär we öz düzüminde termokatody K, dolandyryjy elektrony (modulýator) M, tizlendiriji elektrony TE, birinji anody A1, fokusirleýji elektrody FE, ikinji anody A2 saklaýar. Ikinji anod aýna kolbanyň konus şekilli bölegini içinden yapıyan, togy geçirýän gatlakdan ybaratdyr. Ekran kolbanyň düýbine çalynýan lyuminofor gatlagyndan L, ikinji anod bilen birleşdirilen ýükajyk alýumin plonkadan ybaratdyr.



4-3-1-nji çyzgy

Anod dapryženiýasynyň täsiri netijesinde ýokary tizliklere çenli tizlendirilen we fokusirlenen elektronlar ekrana baryp ýagty nokat görnüşünde onyň ýagtylanmasyny ýüze çykaryar. Byçgydiş görnüşli tok akýan gyşardyjy tegekler GT elektron şöhläniň gorizonta we wertika ugurlarda süýşmesini (hereketini) üpjün edýär. Netijede gorizonta çyzyklardan durýan ýagtylanýan raster emele gelýär. Telewizion signalyň polýarlygy öçürji we sinhronlaşdyrjy impulsar berilýän wagty ekranyň ýagtylygy iň minimal bolar ýaly edip saýlanýar. Katod bilen modulýatoryň arasyndaky U_{KM} hemişelik napryženiýany sazlamak bilen elektron şöhläniň orta dykzlygyny we degişlilikde ekranyň ýagtylygynyň orta ýitgini üýtgedip bolýar.



Foksirlenen we tizlendirilen elektron şöhläni almaklygy üpjün edýän we K,M,TE,FE elektronlardan ybarat bolan elektron – optiki ulgama elektron prožektor ýa-da puşka (top) diýilýär.

Kineskoplaryň ekranlarynyň ýagtylyk-tehniki häsiýetnamalary

Lýuminoforyň görnüşine (düzümine) wakuum kolbanyň düýbine çalnyşyna we electron şöhle bilen oýandyrylyş şertlerine bagly bolan ekranlaryň elektrooptiki häsiýetnamalary adatça aşakdaky parametrler bilen kesgitlenýärler: spektral häsiýetnama, ýagtylanyşynyň ýitiligi, ýagtylyk berijiligi, ýagtylanyjylygynyň inertliligi:

- a. Spektral häsiýetnama lýuminaforyň şöhlendirýän ýagtylyk tolkunlarynyň spektriniň optiki diapazonyň haýsy ýerine degişlidigini görkezýär. Ekranyň ýagtylanmasynyň reňki (ak, mawy, we ş.m) Bu häsiýetnama baglydyr.
- b. Ekranyň ýagtylanyşynyň ýitiligi kineskopyň niýetlenişine baglylykda bir inedördüli metre onlarçadan onlarça münň kandella aralykda üýtgäp biler. Hususy Kabul edijileriň kineskoplarynyň ýagtylygynyň ortaça ýitiligi $30-200 \text{ kd/m}^2$.
- c. Ekranyň ýagtylyk berijiligi (şöhläniň energiýasyny ýagtylyk energiýasyna öwürmekligiň effektiwligi) şöhlelenýän ýagtylygyň güýjüniň ony almak üçin harç edilýän eltron şöhläniň kuwwady-na bolan gatnaşygy bilen kesgitlenilýär. Telewideniýede ulanylýan lýuminaforlaryň ýagtylyk berijiligi $0,5-1 \text{ kd/wt}$ deňdir. Energiýany özgertmegiň peýdaly täsir koeffisiýenti $\sim 10\%$ deňdir.
- d. Lýuminofooryň ýagtylanyjylygynyň inertlilik häsiýetnamalary onuň otlalma (tutaşma) we öçürilenden soň ýagtylanma wagtlary bilen häsiýetlendirilýär. Tutaşma wagty, oýandyрма başlanandan lýuminafooryň ýagtylygynyň ýitiliginiň artma wagty birnäçe nanosekuntlara deňdir. Bu wagtyň şekiliň bir elementiniň electron şöhläniň täsiri astynda bolýan wagtyndan ep-esli kiçidir, şonuň üçin hem ony adatça hasaba almaýarlar. Öçürilenden soň ýagtylanma wagty lýuminofooryň düzümine baglylykda mikrosekundyň ülüşlerinden birnäçe sagatlara deň bolup bilýär. Bu ululyk ýagtylanyjylygynyň ýitiligi başlangyç oýandyrylýan ýagtylanyjylygynyň ýitiliginiň 1% -e çenli peselmegi üçin gerek bolan wagtdyr.

Köpçülikleýin telewideniýede ulanylýan lýuminoforlaryň öçürilenden soň şöhlelenmesiniň dowamlylygy takmynan bir kadry bermek üçin gerek bolan wagta

deňdir. Bular ýaly “ýadyň” bolmaklygy bir tarapdan electron şöhle bilen bombardirlenýän lýuminofaryň elementleriniň ýagtylanyşynyň maksimal ýitiligine bildirilýän talaplary gowşatmaga mümkinçilik berse, ikinji tarapdan hereket edýän obýektleriň aýry-aýry fazalarynyň ýoýulmasyz bermeklige we hereketiň bütewiligini gazanmagy üpçün edýär.

Kineskoplarda maksimal meýdany almak üçin gönüburçlyk görnüşli ekranlar ulanylýar. Kineskopyň gabara ölçegleri düzgün boýunça iki ululyk: ekranyň dioganalynyň D ölçegi we şöhläni gysartma burçy α bilen häsiýetlendirilýär. α burç näçe uly boldugyça trubkanyň konus şekilli böleginiň we bütin kineskopyň uzynlygy kiçi bolar. Telewizion tehnikanyň ösmegi bilen şöhläni gysartma burçy 40^0 , 70^0 , 90^0 deň boldy we häzir ol 110^0 deňdir.

Değişlilikde ekranyň diogonal boýunça ölçegi 35, 43, 47, 53, 59, 61 sm we häzir ol 65 we 67 sm deňdir.

Şekiliň ýagtylygynyň ýitiliginiň parametrleri – L_{\max} – maksimal we L_{\min} minimal ýitiligi, kontrast $K = L_{\max}/L_{\min}$ ýagtylygyň ýitiliginiň gradosiýalarynyň bermegiň dogrulygy kineskopyň statistiki modulýasiýa häsiýetnamalary boýunça ýagny ekranyň ýagtylygynyň ýitiliginiň modulýatora görälikde katoddaky süýşme napriženiýesine U_{KM} baglylygy boýunça bahalandyrylýar. $L = f(U_{KM})$ häsiýetnamanyň işçi interwaly şöhläni ýapma nokady U_{yapm} nokady we şöhläniň fokusynyň bozulmagy duýulyp başlaýan U_{KM} bahasy bilen kesgitlenýär. Şenil gaýtadan dikeldilende işçi nokady saýlananda aşakdaky şerti, ýagny gara reňkiň signalynyň derejesi U_{yap} nokada gabat gelmeli, agyň derejesi bolsa şöhläniň fokusirlenmesiniň bozulmasy ýolbererlik derejeden geçmeýän nokada laýyk gelmeli. Şonuň üçin signalyň gerimi U_s aşakdaky çäklerde bolmalay:

$$\left| U_{yap} + U_s \right| = \left| U_{I.W} \right| > \left| U_{KM}^* \right|$$

Adatça $U_{\text{ýap}} \cong (30-80)W$, $U_s \cong (20-60)W$, $L=f(U_s)$ häsiýetnama bolsa $L \cong mU_s \gamma_{tr}$ funksiýa ýokary takyklyk bilen suratlandyrylýar. $\gamma_{tr} \cong 2-3$ kabul ediji trubkanyň kontrastlyk koeffisiýenti, m - proporsionallyk koeffisiýenti. Daşyndan ýagtylandyryş täsirleri ýok wagty kinoskopyň ekranynyň kontrasty 100-200 deň. Real şertlerde $K \leq (50-70)$ kinoskopyň çözüp bilijilik ukyby şekiliň detalyň ýagtylygynyň wizkal ýitilginiň onuň ölçeglerine baglylygy bilen kesgitlenilýär. Detalyň ölçegi näçe kiçi boldugyça onuň toka görä görünýän kontrasty şonçada az bolýar. ownuk detallaryň kontrastynyň erbetleşmegi şöhläniň ölçegleriniň çäkleri bilen şertlenendir. Ekranynyň ölçegleri näçe uly boldugyça şöhläniň kese-kesiginiň meýdanyna deň bolan ýagtylanýan nokadyň diametri bilen deňeşdireniňde şekiliň elementleriniň geometriki ölçegleri şonçada uly bolar. Şunlukda kinoskobyň çözüp bilijilik ukyby artar. Telewizion kabul edijileriň ekranlarynyň diaganaly 30sm we ondan uly bolanda ekranynyň merkezi böleginiň dikligine we keseligine çözüp bilijilik ukyby 500 çyzyga deň bolar. Ekranynyň gyalarynda bolsa çözüp bilijiligi 50-70 çyzyga deňdir.

Uly ekranlarda şekili almak üçin köplenç proeksion kinoskoplar ulanylýar. Olaryň ekranlarynyň ýagtylanyjylygynyň ýitilgi $\sim 10^4$ kd/m², anod naprýaženiýesi bolsa ~ 40 kilowolta deňdir. Uly kuwwatly we özgertmäniň pes peýdaaly täsir koeffisiýenti lýuminoforyň çalt hatardan çykmagyna getirýär. Proeksion kinoskoplaryň hyzmat ediş möhleti uly däl. Proeksion kinoskoplaryň gurluşy adaty kinoskoplara meňzeşdir. Uly ölçegli şekilleri almak üçin zerurlygy ýüze çykýan ýagdaýynda ýagtylyk klapan ulgamlary ulanylýar. Bu usulda daşky ýagtylyk çeşmesiniň ýagtylyk akymyny TW signal bilen modulirleýärler. Modulýator bolsa TW signalyň täsiri netijesinde materialyň haýsy hem bolsa optiki häsiýetleriniň biri üýtgeýär.

Telewizion kabul ediji trubkalary ösüşi olaryň elektrik we ýagtylyk tehniki häsiýetnamalaryny kämilleşdirmek, ekranlaryň

ýitiligin we kontrastyny ýokarlandyrmak, operaturasyny we elektron optiki kemçiliklerini peseltmek, sarp edilýän kuwwatyny azaltmak, ygtybarlygyny we hyzmat ediş möhleti ýokarlandyrmak ugurda alnyp barylýar. Köpçülikleýin telewideniýede ulanylýan kinoskoplaryň esasy meselesi ekranyň ölçeglerini kiçeltmezden onuň ölçeglerini kiçeltmekdir.

Edebiýat

1. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin 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» gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Ильин В.А. Телеуправление и телеизмерение. М., Энергоиздат, 1982.
11. Митюшкин К.Г. Телемеханика в энергосистемах. М., Энергия, 1975.
12. Соскин Э.А., Киреева Э.А. Автоматизация управления промышленным энергоснабжением. М., Энергоатомиздат, 1990.
13. Тугевич В.Н. Телемеханика. М., Высшая школа, 1985.

14. Темников Ф.Е., Афонин В.А., Дмитриев В.И.
Теоретические основы информационной техники. М.,
Энергия, 1979.

Mazmuny

SÖZBAŞY	7
GIRIŞ	9
I. Telemehanikanyň taryhyndan maglumatlar.	11
1.1. Önümçilik serişdelerini awtomatlaşdyrmakda telemehanikanyň ulanylyşy.	
1.2. Telemehanikanyň esasy düşüňjeleri. Telemehaniki ulgamlaryň görnüşleri (klassifikasiýasy)	16
1.3. Maglumat barada umumy düşünje. Maglumaty äkidijiler. Telemehaniki signalyň fiziki häsiýetleri.	24
1.4. Maglumatyň görnüşleri we kwantirleme. Dereje boýunça kwantirleme. Diskretleşdirme.	31
1.5. Signallary dereje we wagt boýunça kwantirlemek. Differensial kwantirleme.	39
1.6. Kodirlemegiň esasy düşüňjeleri. Kod kombinasiýalarynyň berlişi. Ikilik sanlarda matematiki operasiýalar.	42
1.7. Korrektirleýji we ýygylyk kodlary. Siklleýin kodlar.	51
II. Signalyň üznüksiz modulýasiýasy.	61
2.1. Amplituda, ýygylyk-faza we impuls modulýasiýalar hem-de demodulýasiýalar.	
2.2. Telemehaniki maglumatlary bermekligiň ygtybarlygy. Päsgeçlikler we synagyň päsgelçilige durnuklylygy.	79
2.3. Signallary ibermekde päsgelçiliklere garşy göreşmekligiň usullary.	93

Filtrleme we integrirleme usullar.	
III. Maglumaty bermekligiň görnüşleri.	97
3.1. Pes ýygylýklarda maglumaty bermek. Telemehaniki maglumatlary elektrik üpjünçilikli kanallar boýunça ibermek.	
3.2. Signal iberiji modemler. Radiokanallar we swetowodlarda aragatnaşyk kanallary.	104
3.3. Telemehanikada elektron we logiki elementler.	110
IV. Telemehanikada ýygylýk saýlaýjylar we komporatorlar	119
4.1. Görüşüň esasy häsiýetnamalary.	129
4.2. Telewizion signallaryň formasy we spektri. Doly telewizion signal.	138
4.3. Signal - ýagtylyk özgerdijiler	114
Edebiýat	152