

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

Ý.Geldiýewa

**MAGLUMAT ÖLÇEG
TEHNIKASYNDA
MIKROELEKTRON WE
MIKROPROSESSOR GURLUŞLAR**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Türkmenistanyň Bilim ministrligi tarapyndan makullanylan

Aşgabat – 2010

Ý.Geldiýewa, Maglumat ölçeg tehnikasynda mikroelektron we mikroprosessor gurluşlar.

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

Giriş

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

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

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

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

Okuw maksatnamasy Täze Galkynyş we Beýik özgertmeler zamanasynda ýokary bilimli hünärmenleri taýýarlamaklyga bildirilýän talaplary göz önünde tutup taýýarlanyldy.

Şu ders boýunça programma işlenip düzülende Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň bilim syýatynyň täze konsepsiýasyndan ugur alyndy.

Maglumat ölçeg tehnikaşynda mikroelektron we mikroprosesor gurluşlar dersini bilmeklik „Maglumat ölçeg tehnikaşy we tehnologiýasy“ hünäri boýunça bilim alýan talyplar üçin häzirki zaman elektron enjamlaryny oýlap tapmak üçin, funksional – ýöriteleşdirilen önümleri häzirki zaman tehnikaşynyň talaplaryna laýyk geler ýaly işläp taýýarlamaga zerurdyr.

Maglumat ölçeg tehnikaşynda mikroelektron we mikroprosesor gurluşlar – bu mikroelektron enjamlary

döretmegiň tehnologiýasynyň gazananlaryna esaslanyp ösýän ylmy-tehniki ugurdyr.

Amaly we tejribe sapaklaryny geçirmekde we kurs taslamalaryny ýerine ýetirmekde hasaplaýyş tehnikasyny - giňden ulanylmakda dolandyryjynyň ulgamlarynyň hasaplamasyna seredilýär.

Talyplaryň alan bilimlerini berkitmekleri we özbaşdak işlemek endiklerini ösdürmekleri üçin olara ähli esasy bölümler boýunça köp wariantly bir kysmy ýumuşlardan düzülen özbaşdak işler berilýär. Talyplara bir-birinden tapawutlanýan ýumuşlaryň berilýändigini sebäpli, olar bu işleri özbaşdak ýerine ýetirýärler, mugallym bolsa işleri ýörite bellenen wagtda kabul edýär.

Talyplaryň aýratyn ýumuşlary özbaşdak ýerine ýetirmekleri olaryň öwrenilýän materiallary doly özleşdirmegine kömek edýär, özbaşdak işlemek we netije gazanmak ukyplaryny ösdürýär. Talyplar okuwdan soň, aýratynlykda mysal-meseleleri çözendä, geçilen nazary maglumatlary gaýtalamaga, özleşdirmäge, sapak wagtynda işlenen mysal-meseleleri gaýtadan gözden geçirmäge, öwrenmäge zerurlyk döreýär. Bu bolsa, talyplaryň geçilen sapaklary öz wagtynda özleşdirmegine, berilýän materiallary yzygiderli öwrenmeklerine getirýär.

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

Okuw maksatnamasyda görkezilen ýyllyk taslamalaryň (işleriň) ýumuşlary ýerine ýetirilende, talyplaryň umumy okuwda, amaly we tejribe sapaklarynda alan bilimlerini özbaşdak ulanmaga mümkinçilik berýär.

Şu dersi talyplar öwreneninden soň, alan bilimleri we başarnyklary diplom taslamasynda ulanylýar.

Ýokary okuw jaýlarynyň hünäri öwredilşine we uguryňa görä kafedrada berlen sapak çüňňür we şol sanda käbir bölümler we bölekler yzygiderli beýan edilýär.

MIKROELEKTRONIKANYŇ TARYHYNYŇ BEÝANY.

Elektronika – zaryadlanan bölejikleriň elektromagnit meýdany bilen özara täsirlerini hem-de elektron abzallaryny we gurnamalaryny döretmegiň we olary önümçilikde ulanmagyň usullaryny öwredýän ylymdyr. Şeýlelikde, özara täsirleriň netijelerinden döreýän dürli – dürli maglumatlary kämilleşdirmek, degişli zynjyrlara güýçlendirip geçirmek we geregiçe uzak wagtlaap ýatda saklap bilýän elektron abzallary (gurnamalary) giňden ulanylýar.

Elektronikany – esasan-da iki bölege bölýärler:

1. Fiziki elektronika;
2. Tehniki elektronika.

Fiziki elektronika – wakuumlarda, gazlarda, suwuklyklarda, plazmalarda we gaty jisimlerde hem-de olaryň ýakyn araçäklerinde döreýän hadysalary öwredýän ylymdyr. (Ylmy derňewler esasynda kanunlar açylýar, öwrenilýär).

Tehniki elektronika – tehnika äleminde elektron abzallaryň dürli görnüşleriniň döredilişini, olaryň öndürilişini (tehnologiýasyny) we ulanylyşyny öwredýän ylymdyr.

Tehniki elektronikanyň ugurlary :

1. **Radioelektronika** – özara baglanşykly hyzmat edýän ähli aragatnasyk desgalary (**radiolokasiýa** – radio üsti bilen tapmak, radioastronomiýa, radiogepleşikler, radio üsti bilen dolandyryş, radio üsti bilen aragatnaşyk, telewideniýe, radionawigasiýa – radio üsti bilen herekete getirmek) girýär.

2. **Senagat elektronikasy** – tehnikanyň dürli pudaklarynda elektroni-

ki abzallaryň (gurnamalaryň) üsti bilen ölçegler geçirmek, barlaglar gurnamak, işleri sazlamak, guramak we başga-da ençeme (dürli-dürli) dolandyryşlary amala aşyrylýar.

Senagat elektronikanyň ugurlary :

- a) **habar beriş (informasiýa) elektronikasy** – senagat desgalarynyň iş düzgünlerini we tehnologiiki prosesleriň yzygiderligini hem-de ölçeglerini derňewde (gözastynda) saklap, habardar edip durýan ugrur ;
- b) **energetiki elektronikasy** – elektrik akymalaryny bir görnüşden beýleki (başga) bir görnüşe geçiriji elektron desgalary;
- ç) **elektron tilsimaty** – elektromagnit we ultrases tolkunlarynyň hem-de elektron we ion çüwdürümleri bilen jisimlere täsir edilşini öwredýän ugrur.
3. **Ýader elektronikasy** – elektron bölejiklerini peýdalanyp, elektron desgalaryny işletmek we olary öwrenmek, önümçilikde peýdalanmak ýaly ugrur.
4. **Biologiýa elektronikasy** – biologiýada, medisinada ylmy barlag we derňew işlerini geçirmek üçin elektron desgalaryny işletmek we olary öwrenmek hem-de peýdalanmak ýaly ugrur.
5. **Kompýuter tehnologiýasynyň elektronikasy** – bu ugurda maglumatlary toplam işleýji we hasaplaýjy maşynlarynda dürli meseleler seredilip, elektroniki önümleriniň özleşdirilişi we olaryň dürli pudaklarda giňişleýin ulanylşy öwrenilýär (ses ýazgylary, şekilleri gurnamak we hasaplaýjy elektronika).

Elektronikanyň ugurlaryny baş topara bölüşleri ýaly onuň ösüş ýollaryny-da birnäçe döwürlere bölýärler. Her bir döwür bolsa elektronikanyň belli bir pudagynyň ösmegi bilen

baglydyr. Häzirki wagtda elektronikanyň ösüş ýoluny dört döwre bölýärler:

Birinji döwür (etap) – elektrowakuumly enjamlaryň giňden ösen döwrüdür. Ilkinji bolup, 1904-nji ýylda, inlis alymy **D.Fleming** ikielektrodly elektron çyrasyny oýlap tapýar we üýtgeýän togy hemişelik toguna göneldiji hökmünde işde ulanýar. 1907-nji ýylda bolsa, Amerikan alymy **Li de Forest** üçelektrodly elektronly çyrany oýlap tapýar we onuň güýçlendiriji häsiýetiniň bardygyny anyklaýar. Soňra birnäçe torly (tetrod, pentod, geksođ, geptod, oktod we nonnod ýaly) elektrowakuumly çyralar ýüze çykyp, hatda birleşdirilen (bir çyranyň içinde iki diod, iki triod) elektrowakuumly çyralar döredilýär.

Şol bir wagtyň özünde gazlar bilen zarýadsyzlanýan (ionly) enjamlar (abzallar) hem oýlanylyp tapylýar. 1908-nji ýylda **W.P.Wologdin** tarapyndan **simaply** (rtutly) göneldiji döredilýär. 1929-1931-nji ýyllarda **gazatron**, **tiratron**, **stabilitron** ýaly we başga-da birnäçe görnüşli elektronly çyralar döredilýär.

Fotoeffektli çyralaryň oýlanylyp tapylmagy we olaryň ylmy esasyda öwrenilmegi fotoelektron enjamlarynyň (abzallarynyň) dürli görnüşlerini dürli maksatlar üçin ulanylmaga mümkinçilik dörettdi.

Bu ugurdan ylmyň rowaçlanmagy, elektron tehnikasynyda **elektron-şöhleli** abzallaryň we aşa ýokary ýygylkda işläp bilýän elektron abzallaryň-da oýlanylyp tapylmagyna sebäp bolýar.

Elektrowakuumly abzallarda elektronlaryň akymyny döredip, olaryň peýdalanyşynyň, elektronlaryň emissiýalanmagynyň dört görnüşü bardyr, olar :

- 1) termoelektronly ; 2) fotoelektronly ; 3) ikilenji emissiýa we
- 4) awtoelektronly (elektrostatiki) emissiýalardyr.

Elektrowakuumly abzal diýlip, abzalyň iş meýdanyna (abzalyň içki giňişligine) howany, gazy geçirmeýän gatlak

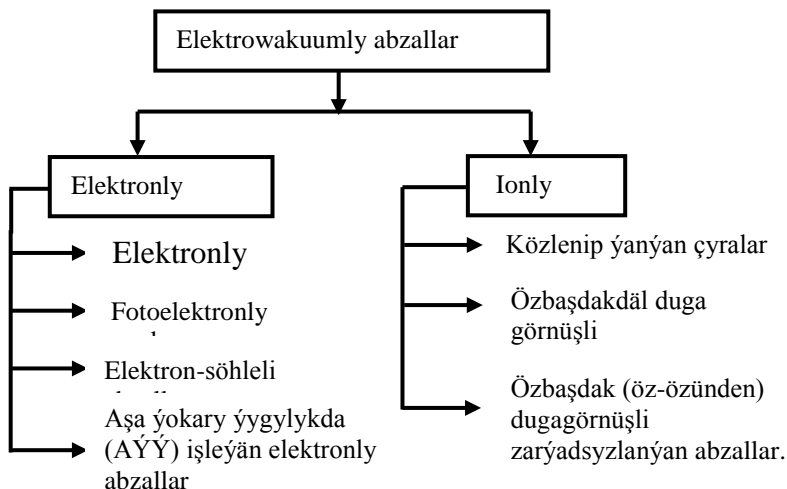
hem-de goraýjy bilen üpjün edilende aýdylýar. Abzalyň içindäki howasy sorulyp çykarylýar we ýörite niýetlenilen gazlar (gazlaryň buglary) bilen doldurylýar. Şonuň üçin-de, elektronly abzallaryň işleýiş düzgünleri wakuumlarda ýa-da gazlarda döreýän fiziki hadysalar bilen düşündirilýär.

Elektrowakuumly abzallar elektronly we ionly (gazy seýreklandirilen) diýilýän iki topara bölünýär. Tehnikanyň dürli pudaklarynda XX-asyryň 50-nji ýyllaryna çenli elektrowakuumly abzallar esasy orun tutýardy.

Aşakda elektrowakuumly abzallaryň ösüş ýollary we toparlara bölünişleri görkezildi .

Elektrowakuumly abzallaryň ýetmezçiligi, ol hem olary işletjek bolsaň, hökmany gyzdryjy simleri bilen katodyny gyzdymaly bolýandygy hem-de tutýan göwrüminiň ullakanlygydyr. Netijede, epesli kuwwatyň özünde harçlanmagyna, işlemek ömrüniň gysgalmagyna, olara bolan ynamyň, umydyň peselmegine getirýär.

Ikinji döwür – Tranzistorlaryň, **diskretli** ýarymgeçirijili abzallaryň oýlanyp tapylmagy we olaryň elektron abzallarynda (enjamlarynda) ulanylyp başlanmagy bilen baglydyr.



Surat 1. Elektrowakuumly abzallaryň görnüşleri

Amerikaly alymlar **Jon Bardin**, **Uolter Bratteýn** we **Uilýam Şokli** tranzistory (üçelektrodly ýarymgeçiriji) döredýärler. **1947-nji** ýylyň **23-nji** novabrynda tranzistoryň güýçlendiriji häsiýetiniň bardygy açylýar.

Tranzistoryň beýany, fiziki häsiýetleriniň netijeleri, elektrik häsiýetleriniň dürli görnüşleri **1949-njy** ýylda "**The Physical Review**" žurnalynda çap edilýär we bu täsin açyş üçin ýazarlar **1956-njy** ýylda **fizika** ylymy boýunça **Nobel** baýragyna mynasyp bolýarlar.

XX - asyryň **50-nji** ýyllarynyň başlarynda elektron enjamlarynda (abzallarynda) ýarymgeçirijiler peýda bolýar we ähli elektrowakuumly abzallary gysyp çykarýar. Netijede rezistiw, induktiw, sygym, transformator ýaly birnäçe düzümler böleklerde üýtgeşmeler bolup geçýär, meselem göwrümleriniň birnäçe esse kiçelmegine getirýär.

Diskret elementleriň özara tirkeşdirlip birleşdirilmekleri peçatlanan platalaryň öndürilip başlamagyna we täze tilsimat önümçiligiň döremegine sebäp bolýar. Olardaky özara birleşdiriji sim hökmünde platalaryň üstüne mis çäýylyp, tilsimat işleriň çalt ýerine ýetirilmegine we zawod möçberinde öndürilip başlanmagyna getirýär. Diskretlenen elementleri özara kebsirlemek hem awtomatlaşdyrylýar, netijede tranzistorlary köp çykarmaklygyň önümçiligi artýar.

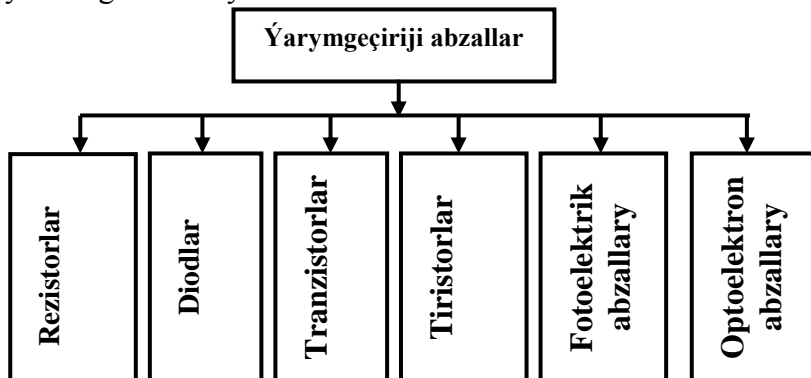
Ýarymgeçiriji abzallaryň elektrowakuumly abzallara garanynda gowy tarapy, olaryň uzak wagtlap işläp bilýändigleri, ykjamlygy we gyzdyryjy nakalynyň ýoklugyndadyr.

Diskretlenen ýarymgeçiriji abzallaryň (enjamlaryň) dürli toparlara bölünüşleriniň shemasy aşakda görkezildi.

Optoelektron abzallar diýlip, ähli işlenilýän maglumatlary elektrik we ýagtylyk signallarynyň kömegi bilen amala aşyrylan abzallara aýdylýar.

Üçünji döwür – täze tehnologiýa prosesleriň usullary oýlanyp tapylmagy, täze-täze elektro-radio elementleriniň dürli görnüşli formalarynyň (integral elektronikanyň) emele gelmegi

bilen baglanşyklydyr. Munuň özi birwagtda elektro-radio elementleriň ýüzlerçe kristallardan emele gelip, bir tehnologiiki prosesde öndürilýänligi tehniki progresiň ýokary derejä ýetendigini aňladýar.



Surat 2. Ýarymgeçiriji abzallaryň görnüşleri

Şeýlelikde, täze elektroniki tehnologiýa bilen taýarlanylýan integral tehnologiýasynyň önümlerine **integrirlenen mikroshemalar** diýilýär.

Integrallanan mikroshemalar – örän ýokary dykzlykda ýerleşdirilen komponentlerden ýygnaýp gaplanan mikroelektronikanyň önümi bolup, elektrik signallaryny özgerdiji, täzeden işleýji, güýçlendiriji ýaly funksiýalary ýerine ýetirýän abzallar degişlidirler.

Integrallanan mikroshemalar dielektrik materiallaryň üstünde ýygnaýan elementleriň sany (mukdary) bilen häsiýetlendirilýär. Şonuň üçin-de mikroshemalar **kiçi** , **orta** , **uly** we **aşa uly** integrallanan shemalara bölünýärler :

1. Integrallanan elementleriň sany 10-a çenli bolsa **kiçi mikroshemaly**.
2. Integrallanyp ýerleşdirilen elementleriň sany **11**-den **1000**-e çenli bolsa orta mikroshemaly.
3. Integrallanyp ýerleşdirilen elementleriň sany **1001**-den **100000**-e çenli bolsa, ýokary mikroshemaly.

4. Integrallanyp ýerleşdirilen elementleriň sany **100000**-den ýokary bolsa, onda aşa ýokary mikroshemaly diýilýär.

Dördünji döwür – funksional elektronikalý abzallaryň döremegi we ulanylmagy bilen baglydyr. Funksional elektronikalý abzallarda elektro-radio elementler we hemmä belli shematehnika ulanylmaýar. Olaryň deregine (funksiýasyny) gaty jisimlere mahsus bolan göwrüm häsiýetler we molekulýarara baglanşyklar ýerine ýetirýärler.

Funksional elektronikanyň ýüze çykmagy, elektro-radio elementleriň hem-de shematehnikany peýdalanmazdan elektron enjamlarynyň hil taýdan çalt ösmegine uly itergi berdi.

Funksional elektronika – dürli signallar görnüşinde gelýän maglumatlary işlemek, generirlemek we uzak wagtlap ýatda saklamak maksady bilen mikroelektronika äleminde ýüze çykýan dürli fiziki hadysalaryň (meselem: akustikanyň, ýylylygyň, elektrik we magnit meýdanlarynyň) täsirlerinden döreyän dinamiki durnuksyzlyklardan peýdalanmakdan ybaratdyr.

Dinamiki durnuksyzlyk – tutuş giňişligiň (göwrümiň) içinde ýa-da daşynda aýratyn ýerleşdirilen göwrüm, öz içinde statiki näsazlyklary bolmadyk, häsiýetnamasy boýunça-da tapawutlanýan bolanda aýdylýar.

Elektronikanyň mundan beýläk ösmeginde funksional elektronika iň täze we gelejegi gowy ugur hasap edilýär.

Funksional elektronikanyň ugurlaryna degişli hasap edilýän ugurlar akustoelektronika, ýylylyk elektronikasy, dielektriki elektronika, magnitoelektronika, optoelektronika, krionelektronika we başga-da birnäçe ugurlar degişlidirler.

MIKROELEKTRONIKA HAKDA UMUMY MAGLUMATLAR

Kesgitlemesi. Elektrik enjamlarynyň göwrümini, agramyny, bahasyny azaltmak, işe çydamlylygyny

ýokarlandyrmak we gurluş suduryňy, ýasalyş tehnologiýasyny, elektrik çatym işlerini miniatýurlemek we mikrominiatýurlemek ýaly işleri öwredýän elektronikanyň bu pudagyna (ugruna) mikroelektronika diýilýär.

Mikroelektronikanyň ösüş ýollaryny iki ugur bilen düşündirýärler. Birinjisi miniatýurlemek, ikinjisi bolsa mikrominiatýurlemekdir.

Miniatýurlemek – san hasabynda ýagny mukdar düşüňjani, elektron abzallaryndaky enjamlaryň, bloklaryň, düwünleriň we elementleriň agramlaryny, göwrümlerini kiçeltmekdir.

Elektron abzallarynyň miniatýurlenmekleri netijesinde mikromodul önümleri peýda boldy. Mikromodullar özleriniň gurluşlary we ýygnaýyş usullary boýunça iki topara bölünýärler

Birinjisi – ýasy (tekiz üstli) ;

Ikinjisi – gatlakly (göwrümli).

Tekiz üstli mikromodullar – gutarnykly funksional düwünler bolup, mikroelementlerden taýýarlanylýarlar. Olarda diňe sim çykalgalar bolup, peçatlanan (ýelimlenen) platalarda ýygnaýarlar. Platalar reňkli metaldan ýasalan ekranlarda ýerleşdirilýärler we germetizlenýärler (tä gömülýänçä eboksidi eredip guýýarlar).

Gatlakly (göwrümli) – mikromodullar dielektrikden ýasalyp, ýörite ýasalan mikroplatalarda mikroelementleriň toplumlary berkidilýärler (rezistorlar, kondensatorlar, induktiw tegekler, transformatorlar we ş.m.).

Mikroelementleri mikroplatalarda ýygnaýarlaryndan soň, mikroplatalary toplaýarlar. Şonuň üçin-de gatlaklanan mikromodullara göwrümli diýilýär.

Mikrominiatýurizasiýa – diýlende mikroelektronikanyň hil tarapyna seredilýär (ýagny-elektron abzallaryndaky bloklaryň, elementleriň we düwünleriň agramy ýa-da göwrümi, kiçeldiljek bolunmaýar). Mikrominiatýurizasiýa täze tehnologiýa proseslere esaslanyp, oňa tehnologiýasy integrirlenýän mikroelektronika diýilýär.

Integrasiýa – Latyn sözi – bütinlemek diýmekdir (ýagny, birnäçe elementleri ýa-da bölekleri bir bütewi görnüşe getirmekdir). Tehnologiýasy integrirlenýän mikroelektronika ýola goýulandygy sebäpli mikroelektronikanyň esasyňy düzýän IMS – integrirlenen mikroshemalar emele geldi.

Integrirlenilýän tehnologiýanyň esasy prinsipi (maksady) tehnologiýasy meýillenip, toparlaýyn (tapgyrlyýyn) usulda önümleri çykarmakdyr.

Toparlaýyn usulda – diametrleri 25-8- mm we ondan-da uly ýarymgeçiriji plastinalardan bir wagtyň özünde ummasyz köp sanly elementleri ýa-da funksional düwünleri ýa bolmasa platalaryň kompleks elementleri taýýarlanylýar, soňra şol ýarymgeçiriji plastinany birnäçe aýratyn bölekler (kristally integral mikroshemalara) IMS – lara dürli usullar bilen kesýärler.

Termin «**kristal**», hiç hili korpussyz we simli çykalgasy bolmadyk, taýýar ýarymgeçiriji abzallarda we mikroshemalarda – **MS**, resmi kabul edilipdir. Bu termin şowsuz kabul edilen termindir, sebäbi fizika ylmynda ulanylýan «**kristal**» düşüňjesi bilen gabat gelýär. Köp ýurtlarda bu terminiň deregine «**run**» sözi ulanylýar. Türkmençe-de mikroelektronika bölümünde ulanylýan «**kristal**» sözünüň deregine fiziki manysyny berip biljek söz ulanylsa gowy bolardy, meselem ýarymabzal – ýarymgeçirijilerden gurnalan abzal diýildigi we ş.m.

Planirlenen tehnologiýa – bir gezekki tehnologiki prosesde **IMS**-iň ähli elementleri ýarymgeçiriji kristalyň üst tekizliginde kemala getirilýär. Netijede, bir tapgyrda bir sany **IMS** däl-de onlarça (hatda yüzlerçe) **IMS** taýýarlanylýar.

Planar – iňlis sözi bolup, onuň esasynda Latynlaryň «**planus**» - sözi ýatyr, türkmençe – tekizlik, düzlük diýmekdir. Taryhy nukdaý nazardan seredeniňde integral mikroelektronikanyň ösüş ýoluny baş düwüre bölýärler :

Birinji döwür – XX-asyryň 60-njy ýyllarynyň birinji ýarymylylygyna degişli bolup, integral mikroshemalaryň

derejesi (orňy) her bir kristalda **10**-dan **100** aralykdaky elementler bilen häsiýetlendirilipdir, olaryň minimal (iň kiçi) ölçegleri **100 mkm** töweregi bolupdyr.

Ikinji döwür – 60-nji ýyllaryň ikinji ýarymýyllygyndan 70-nji ýyllaryň birinji ýarymýyllygyna deňişli bolup, integrirlenen mikroshemalarynyň derejesi (her kristalda) **100**-den **1000** aralykdaky elementler bilen häsiýetlendirilipdir, olaryň minimal ölçegleri **100 mkm**-den **3 mkm** aralyklarda bolupdyr.

Üçinji döwür – 70-nji ýyllaryň ikinji ýarymyndan başlanýar. Integrirlenen mikroshemalaryň derejesi (mukdary) her kristalda **1000** element bolup, ölçegleri **1 mkm** çenlidir. Uly integrirlenen mikroshemalaryň (**UIS**-iň) üstünde dünýä möçberinde ylmy işler alnyp barylýar we önümçilikde özleşdirmeklik dowam edýär .

Dördünji döwür – Aşa ýokary integrirlenen mikroshemalaryň (**AÝIS**-iň) üstünde ylmy işler dowam edýär. Her bir kristalyň üstündäki elementleriň derejesi (mukdary) 10^5 -e çenlidir, ölçegleri **0,1 mkm** töweregidir.

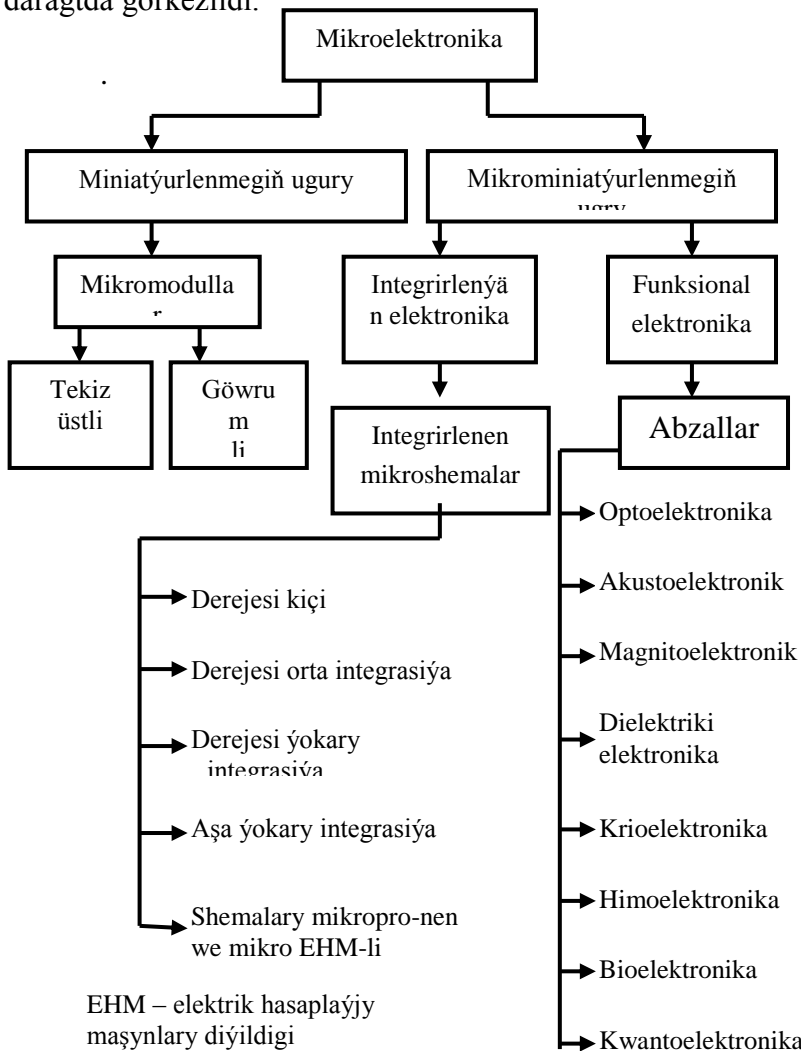
Bäşinji döwür – UIS bilen AÝIS-leriň bazasynda mikroprosesleri (MP) we mikro-EHM-leri (elektrik hasaplaýjy maşynlary) giň möçberde ulanmak bilen häsiýetlendirilýär.

Funksional elektronikanyň döremegi bilen mikrominiatýurizasiýanyň ikinji bir tarapy emele geldi. Bu ugurda öňden belli bolan elektron elementleri we shemalary ulanylmazdan elektron abzallarynyň gurluşlary hil tarapdan gowulandyrmakda we iş ýerinde ornaşdyrmakda uly ösüşler gazanyldy.

Funksional elektronika fiziki meýdanlaryň we dinamiki güýçleriň özara täsirleri netijesinde döreýän näsazlyklary birjynsyzlygyň sebäplerini öwredýänliginden başga-da, jisimleriň köplüğine, üznüksizdiklerine garamazdan, informasiýalary gowulandyrmak we arassalamak ýaly işleri bitirip bilýän täze prinsipli abzallary döretmekde hem-de stabil ýagdaýda işletmekde çäksiz baha eýedir.

Funksional elektronikaly abzallarda elektrik signallaryny özgertmek, güýçlendirmek ýa-da generirlemek üçin gaty jisimlerdeki fiziki häsiýetler we hadysalar ulanylýar.

Funksional elektronikany häsiýetlendirýän esasy ugurlar mikroelektronikanyň ösüş ýollaryny görkezýän daragtda görkezildi.



Surat 3. Mikroelektronikanyň bölünişleri

INTEGRALLY MIKROSHEMALAR HAKDA UMUMY MAGLUMATLAR.

Kesgitlemesi. Integrally mikroshemalar diýlip, elementleriň, komponentleriň (Latyn sözi – tutuş bir enjamyň düzümleri) we kristallaryň elektrik birleşmeleri örän tygşytlý we örän ýokary dykzylykda ýygynalan signallary arassalaýan we funksional özgertmeleri ýerine ýetirýän mikroelektroniki önüme düşünilýär.

Integral mikroshemalaryň (IMS-iň) klassifikasiýasy (görnüşleri). Integrally mikroshemalaryň birini beýlekisinden ýasalýş tehnologiýasy, häsiýetleri ýaly birnäçe alamatlary bilen tapawutlandyryrlar:

1. Konstruktiv (tehnologiki alamatly) ýarymgeçirijili **IS**, gibritle **IS**, plýonka görnüşli **IS**, utgaşdyrılan **IS**.

Bular hakda gysgaça maglumatlar :

Ýarymgeçirijili IS – mikroshemada ähli elementler we elementara birleşmeler ýarymgeçirijiniň göwrüminiň içinde we üstünde geçirilýär.

Gibridli IS – mikroshemada ýönekeý elementlerden başga-da örän çylşyrymly komponentleri bolýar.

Plýonka görnüşli IS – mikroshemada ähli elementler we elementara birleşmeler plýonka görnüşli geçiriji we dielektrik materiallardan ýasalýarlar.

Utgaşdyrılan IS – mikroshemada bar bolan ähli aktiw elementler ýarymgeçiriji kristalda ýerleşdirilýän bolsalar, onda passiw elementleri we elementara birleşmeler plýonka görnüşdedirler .

Integral mikroshemanyň elementi – IMS-iň bir bölegi bolup, haýsy-da bolsa bir elektroradioelementiň funksiýasyny ýerine ýetirýän ýarymgeçiriji kristaldan ýa-da onuň ýarymgeçiriji düşeginden üzňelikde däldegi üçin özbaşdak synagdan geçirmek, ýa bolmasa signallary kabul etmek,

tabşyrmak (ibermek), aýratynlykda ekspluatirlemek ýaly mümkinçiliklerden mahrumdyr.

IMS-in komponentleri – IMS-iň bir bölegi bolup, haýsy-da bolsa bir elektroradio elementniň funksiýasyny ýerine ýetirýän özbaşdak önümdigi üçin özbaşdak synagdan geçirmek, signallary kabul etmek, ibermek, aýratynlykda ekspluatirlemek ýaly mümkinçilikleri bar.

Integral shemanyň kristaly ýarymgeçiriji plastinkanyň bir bölegi bolup, plastinkanyň göwrümünde we üst tekizliginde ýarymgeçirijili mikroshemanyň elementleri, elementara birleşmeleri we kontaktlar meýdanjagazy ýerleşdirilýär.

2. **Signallary arassalamak** boýunça – analogly, sanly, kombinirlenen we optoelektronly ýaly bölekler bölünýär. Aýratynlykda seredeliň :

Analogly IMS – mikroshema üznüksiz funksiýanyň üýtgeýiş kanunyna laýyklykda signallary özgertmek we arassalamak üçin ulanylýar.

Sanly IMS – mikroshema diskretli funksiýanyň üýtgeýiş kanunyna laýyklykda signallary özgertmek we arassalamak üçin ulanylýar.

Kombinirlenen IMS – mikroshema analogly görnüşden sanly görnüşe geçmeli bolanda we tersine sanly görnüşden analog görnüşe geçmeli bolanda signallary özgertmek we arassalamak üçin ulanylýar.

Optoelektronly IMS – mikroshema aýry-aýry elementleri ýa-da komponentleri biri-birinden üznälikde saklamak üçin olaryň aralarynda optiki aragatnaşygy ýola goýýarlar (galwaniki ýagdaýy gazanmak).

3. **Integral mikroshemalar (IMS-ler)** öz ýerine ýetirýän funksiýalaryna laýyklykda birnäçe kiçijik toparlara bölünýärler. Bu kiçijik toparlar bolsa, özleriniň ýerine ýetirýän funksiýalaryna görä belgilenip tagmalanýarlar.

Analogly IS-ler ýerine ýetirýän funksiýalarynyň nämäni aňladýandygyna garap, şu aşakdaky kiçijik toparlara bölünýärler we ýörite tagmalanýarlar :

Г – generatorlar, **Д** – detektorlar, **К** – kommutatorlar, **М** – modulýatorlar,

И – signallary özgerdijiler, **Е** – ikilenji iýmitlendiriji çeşme, **Б** – saklaýjy gurnama, **С** – deňeşdiriji gurnama,

У – güýçlendirijiler, **Ф** – filter,

А – formirleýji, **Х** – köp funksiýaly.

Sanly IS – ýerine ýetirýän funksiýalarynyň nämäni aňladýandygyna garap, şu aşakdaky kiçijik toparlara bölünýärler we tagmalanýarlar : **Л** – logiki elementler, **Т** – triggerler, **(И)** – sanly (sanly) gurnama, **(Р)** – ýatda saklaýjy gurnama, **В** – hasaplaýjy gurnama.

Ýaý içindäki harplar mikroshemalaryň şertli belgilerinde (markirowkalananda) ulanylýar.

4. **Integrasiýalanmagyň derejesi (orny)** – 1-nji, 2-nji, 4,5,6-njy (orunly) bolup bilýär.

Integrasiýalanmagyň К – derejesi (ýa-da orny) diýlip, bir esasa umumylaşdyrлан elementleriň **N** – sanynyň onluk logorifmine düşünilýär.

$$K = \lg N$$

Umuman, 170.21-25 GOST boýunça IMS-leri

integrasiýalanmak derejesine (ornuna) görä 6 – topara bölýärler

Birinjisi 10 elemente çenli ;

Ikinjisi 11-den 100 elemente çenli ;

Üçünjisi 100-den 1000 elemente çenli ;

Dördünjisi 1001-den 10000 – elemente çenli ;

Bäşinjisi 10001-den 100000 elemente çenli ;

Altynjysy 100001-den 1000000 elemente çenli.

Öz gezeginde 1,...5-nji integrasiýalanmagyň derejelerini (orunlaryny) deňişlilikde şu aşakdaky ýaly atlandyryýarlar :

IMS – derejesi kiçi integrasiýasy 1-nji derejeli shemalar;

IMS – derejesi ortaça – integrasiýasy 2-nji we 3-nji derejeli shemalar;

ÝIS – ýokary integrasiýa 3-nji we 4-nji derejeli shemalar;

Aşa ýokary integrasiýa (AÝIS) 5-nji we ondan-da ýokary derejeli integrasiýa shemalar.

* İnlis kitaplarynda integral shemalar şu aşakdaky ýaly atlandyrylp belgilenýärler :

IC – integrated cerinit [integraltid sa:kit] – integral shema (IS), MC – mikrocizcuit – mikroshema (MS), SSIC – small-scabe [skeil] integrated ctrenit – integral shemasy kiçi derejeli integrasiýaly (MIS) , MSIC – medium [‘mi : diam] – scále integrated cirinit – integral shemasy orta derejeli integrasiýaly (SIS), LSIC – Lagre – scale integrated cirit – Integral shemasy ýokary derejeli integrasiýaly (ÝIS), VLSIC – Very – large – scale integrated circuit – integral shemasy aşaa ýokary derejeli integrasiýaly (SBIS) – AÝIS.

Integral mikroshemalaryň harplar we sanlar bilen şertli belgilenişleri (markirowkasy).

Pudaklarda ulanylýan GOST – 1107.3.915-80 standarta laýyklykda integral mikroshemalaryň belgilenişleri baş elementlerden durýar.

Birinji elementiň öňünden ýazylýan harp bilen şertli belgisi IS-iň peýdalanyş şertini, materialyny we korpusynyň tipini häsiýetlendirmek üçin şu aşakdaky harplardan peýdalanylýarlar: K – umumy tehniki ulanylyşy, E – eksport üçin taýýarlanylýan (çykalgalarynyň ädimleri 2,54 we 1,27 mm), B – korpusyz – IS, Φ – mini DIP – (dual in line package – çykalga simleri korpusyň üstünde iki hatarlaýyn). P, M, E, A, И – harplar materialy we korpusyň tipini görkezýär (maglumatlar «Korpuslar» hakdaky bolümde getirilýär).

Birinji element – san, mikroshemanyň haýsy topara degişlidigini, konstruktiv – tehnologiýa alamatlaryny aňladýar: 1, 5, 6, 8 – ýarymgeçirijili, 2, 4, 8 – garyntgyly, 3 – başgalar (plýonka görnüşli, pýezokremli we başgalar).

Ikinji element – iki ýa-da üç sanlar bilen belgilenip, her tapgyrdaky (seriýadaky) işlenlip gutarlyşynyň tertip nomerini aňladýar. Şeýlelikde birinji bilen ikinji elementleriň belgilenişleri haýsy nomer bilen tapgyrdaky (seriýadaky) mikroshemalaryň taýýarlanyşlaryny aňladýarlar.

Integrirlenen mikroshemalaryň tapgyry (seriýasy) – mikroshemalaryň dürli görnüşlerini öz içinde jemläp, birbada ençeme funksiýalary ýerine ýetirip bilýän, taýýarlanylýan tehnologiýasy birbütewi bolup, hemmesini bilelikde peýdalanmak üçin niýetlenilýär.

Üçünji element – iki harpdan bolup, mikroshemanyň görnüşlerini hem-de funksiýalaryny aňladýar.

Dördünji element – Zawodda taýýarlanylýan tapgyrdaky bir görnüşli mikroshemalaryň tertip nomeri.

Bäşinji element – (A, B, B we başga) harplar, haýsy-da bolsa bir funksiýa parametr boýunça mikroshemalaryň işlenilip gutarlyşynyň şertlerini kesgitleýär (tiz täsir edişi, tok kabul edişi boýunça we ş.m).

Sanly belgileniş mysal : KP 565 PY6B – mikroshemanyň umumy tehniki ulanyşy, korpussy plastmassaly, tipi 2, ýarymgeçirijili, tapgyry (seriýasy) 565, berilen tapgyryň işlenlip taýýarlanylýan nomeri 65, operativ ýadynda saklaýjy gurnama, işlenilip gutarylan tertip nomeri 6, nominal tipi B.

Integrirlenen mikroshemalaryň korpuslary.

Integrirlenen mikroshemalar korpusly we korpusсыz görnüşde öndürilýärler.

Korpuslar şu aşakdaky funksiýalary ýerine ýetirýärler :

1. Elementleri we olaryň komponentlerini urgudan, çyglykdan, tozandan goramak üçin korpuslaryň ähmiýeti çäksizdir.
2. Mikroshemanyň esasyňyň (düşeginiň) ýöriteleşdirilip ýerleşdirilen kontaktlar, arasyndaky we daşyna çykarylan simler bilen hem zerur baglanşyklary üpjün edýär.
3. Integrirlenen shemalaryň esaslarynda jemlenýän ýylylygy aýyrmak üçin-de hyzmat edýär.
Korpus taýýarlamak üçin ulanylýan materiallaryň birnäçe görnüşi bolup biler :
 1. Korpusy metally çüýşeden gurnalan, gapagy-da metally çüýşeden ýa-da sim çykalgalary çüýşelenip esasyňy metaldan ýasaýarlar.
 2. Korpusy metally keramikadan gurnalan, gapagy metaldan we esasyňy keramikadan ýasaýarlar.
 3. Korpusy keramika – tutuşlygyna keramikadan ýasalýar.
 4. Korpusy plastmassadan – kristall bilen sim çykalgalaryň düýpleri plasmassa bilen preslenýär.

Metally – çüýşeden korpuslar derejesi (orňy) kiçi integrasiýaly integral shemalarynda ulanylýar we olaryň sim çykalgalarynyň sanlary çäklendirilgidirler, olardaky kuwwat ýitgileri ujypsyzdyr.

Metallkeramikaly we tutuşlygyna keramikaly korpuslar, derejesi ýokary integrasiýaly integral shemalarynda ulanylýarlar. Olaryň sim çykalgalary juda köp (108-e çenli we ondan-da köp) bolup, uly kuwwat ýitgilerini (ýylylygy) öz üstünden (1 Wt-a çenli) çykaryp goýberýär.

Plasmassaly korpuslar örän arzan bolup, kän bir berk bolmaýar, şonuň üçin-de ýönekeýräk ýerlerde peýdalanýarlar.

Korpuslaryň şertli belgilerinde olaryň haýsy materialdandygy we tipleri görkezilýär.

Integral shemalaryň şertli belgileriniň önünden ýazylan harplaryň manylary:

P – plastmassaly korpus, tipi 2;

M – keramiki - metally ýa-da çüýşe – keramikaly korpus, tipi 2;

E – metallopolimerli korpus, tipi 2;

A – plastmassaly korpus, tipi 4;

И – çüýşe – keramiki korpus, tipi 4;

H – keramikaly kristaly äkidiji.

Integrally shemalaryň korpuslarynyň şertli belgilenişleri
GOST 17467-72 laýyklykda IS-leriň korpuslary 4-tipe bölünýärler.

Tip	Korpusyň esasynyň formasy	Korpusyň esasyna görä sim çykalgalarynyň ýerleşdirilişi.
1.	Gönüburçly	Esasynyň çäklerinde, oňa perpendikulýar.
2.	Gönüburçly	Esasynyň çäginin daşyna, oňa perpendikulýar.
3.	Aýlawly (töwerek)	Esasynyň çäklerinde, oňa perpendikulýar.
4.	Gönüburçly	Esasynyň tekizligine parallel, onuň çäginin daşynda.

Korpusyň şertli belgilenişi (markirowkasy).

1-nji element – san, korpusyň tipini (1, 2, 3, 4) aňladýar

;

2-nji element – sanler, korpusyň tipiniň ölçeglerini (01-den tä 99-a çenli) nomerini aňladýar) ;

3-nji element – san, sim çykalgalarynyň mukdaryny aňladýar ;

4-nji element – san, modifikasiýa nomeri (defisden soň).

Meselem : 201.14-2 – Gönüburçly korpus tipi 2, tip ölçegi 01, 14-sany sim çykalgaly , modifikasiýasy ikinji.

17467-79-njy ýylda kabul edilen GOST-a laýyklykda korpuslar 5-tipe bölünip, 13-sany-da kiçiräk tiplere bölünýärler

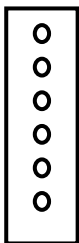
Korpus		Korpusyň esasyň Formasy	Korpusdaky sim çykalgalaryň esasyňa görä ýerleşdirilişi
Tipi	Kiçi tipi		
1	11 12 13 14	Gönüburçly	Esasyňyň özünde, oňa perpendikulýar; Bir hatar. Iki hatar. Üç hatar we ondan-da köp. Gönüburçlygyň kontury boýunça.
2	21 22	Gönüburçly	Esasyň çäginäniň daşynda, oňa perpendikulýar. Iki hatar. Şahmat tertibinde dört hatar .
3	31 32 33	Töwerek görnüşli	Esasyň çäginde, oňa perpendikulýar. Bir töwerekli. Bir töwerekli, ýöne flýansy ulaldylan we mehaniki berkidilen . Aýlawyň daş-töweregi sim çykalgaly, ýagny çykalgalary töweregiň daşynda, esasyňa perpendikulýar.
4	41 42	Gönüburçly	Korpusyň esasyňyň tekizligine parallel, sim çykalgalary esasyndan başga ýerde. Iki sany gapmagarşylykly tarapy. Dört tarapynda-da.
5	51 52	Gönüburçly	Ýumşak (çeýe) sim çykalgasyz, kontakt meýdançaly. Sim çykarylýan gapdal meýdançalaryna perpendikulýar. Esasyň tekizliginde aşaky simçykalgalary üçin ýorite meýdançaly.

Korpusyň şertli belgilenişi (markirowkasy)

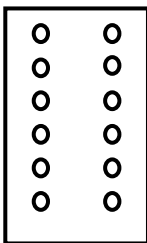
1-nji element }
 bilen }
 2-nji element }
 3-nji element – iki bahaly san (01-99), tip ölçegleriň
 nomerini aňladýar.

4-nji element – san, simçykalgalaryň sanyny aňladýar ;
 5-nji element – korpussyň modifikasiýa nomeri
 (defisden soň).

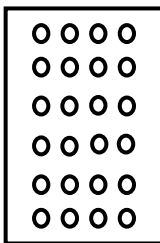
Meselem : 2132.40-1 – korpussy gönüburçly, tipi 2-nji,
 kiçi tipi 21, tip
 ölçegi 23, 40 – sany simçykalgalary, modifikasiýasy 1.



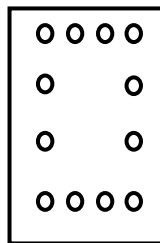
Tipi 1
Kiçi tipi



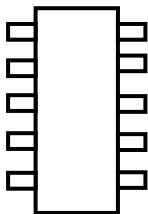
Tipi 1
Kiçi tipi



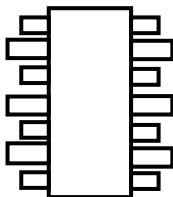
Tipi 1
Kiçi tipi



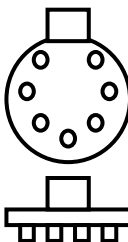
Tipi 1
Kiçi tipi



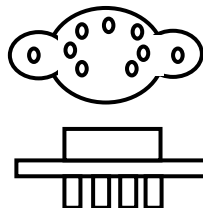
Tipi 1
Kiçi tipi



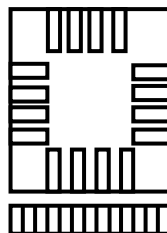
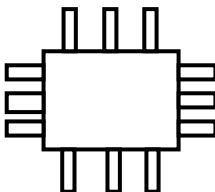
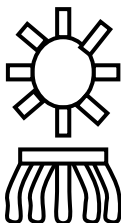
Tipi 1
Kiçi tipi



Tipi 1
Kiçi tipi



Tipi 1
Kiçi tipi

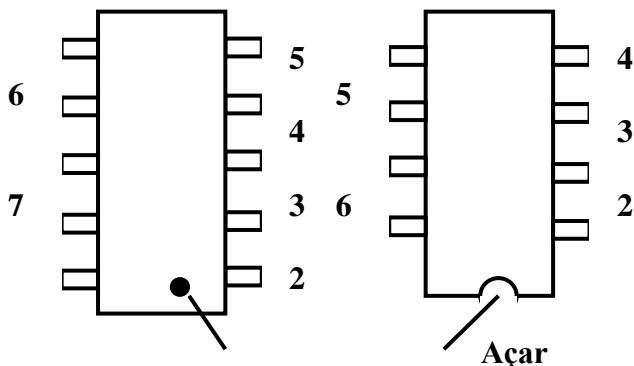


5

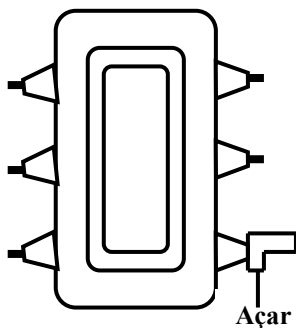
5

Surat 4. Integral mikroshemalaryň (IMS-leriň)
 shemalarda erkin görnüşde aňladylyşlary.

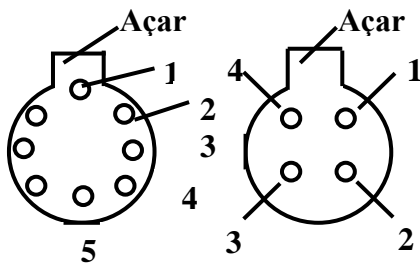
Integral mikroshemalaryň (IMS-leriň) simçykalgalarynyň tertip nomerlerini kesgitlemek üçin dürli görkezijiler (açarlar) ulanylýar. Şol açarlardan hem sanawyň nireden başlanýandygyny bilse bolýar.



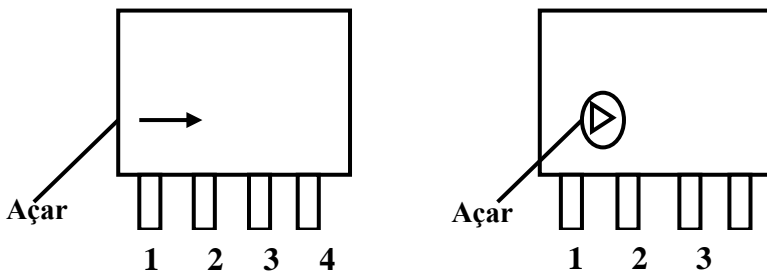
üstünden seredilende



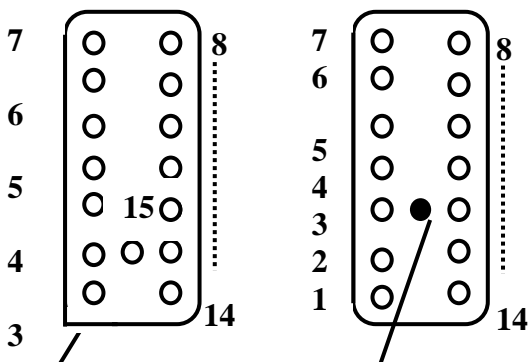
Üstünden seredilende



Aşakdan seredilende

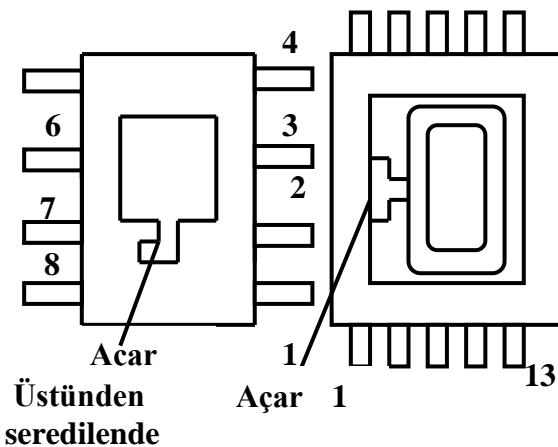


Gapdalyndan seredilende



**Açar (göni burç)
Aşakdan seredilende**

Açar (belgi)



Surat 5. Integral mikroshemalaryň (IMS-leriň) üstünden seredilende korpuslaryň aňladylyşlary.

Üstünden seredilende korpuslaryň üç görnüşiniň simçykalgalarynyň sanawy IMS-iň açaryndan sagat okunyň aýlanyşynyň tersine.

Aşagyndan seredilende korpuslaryň üç görnüşiniň sim çykalgalarynyň sanawy IMS-iň açaryndan sagat okunyň aýlanyşynyň ugruna.

SANLY HASAPLANYLYÄN INTEGRALLY SHEMALAR WE OLAR HAKDA UMUMY MAGLUMATLAR.

Elektron elementleri, düwün çatymlary we gurnamalary: Iki sanly abzallaryň (enjamlaryň) esasynda baryýogy iki sany san (meselem 0 we 1) durýanlygy üçin şol sanly elementlere, çatymlara we gurnamalara sanly integral shemalar diýilýär. Şonuň üçin-de sanli sözi ulanylýar.

Iki sanly sistemada ähli hasap-hesip diňe iki sany san bilen amala aşyrylýar, olaryň birinjisi 1, ikinjisi bolsa 0. Bu iki sanler bilen hem arifmetiki hem-de logiki amallary ýerine ýetirip bolýar.

Düzüminiň şeýle ýönekeýligine garamazdan sanly tehnikanyň örän çylşyrymly düwünlerini (çatymlaryny) we gurluşlaryny emele getirip, logiki elementiň **I** (we), **II** (ýa-da), **Ne** (ýok) ýaly logiki funksiýalaryny hem giňden ulanýarlar. Örän çylşyrymly funksional düwünler (çatymlar) we gurnamalar **I – NE** we **II – NE** sanly elementleriň esasynda ýygnaýlarlar.

Senagat möçberinde öndürilýän logiki elementler özleriniň **0** we **1** ýagdaýlary bilen naprýaženiýeniň belli bir bahasynda işlemäge niýetlenilendirler. Meselem 155 tapgyrda öndürilen mikroshemalarda logiki **0** – baha naprýaženiýeniň **0**-dan **0,4 W** çenli, logiki **1** – bahada bolsa, naprýaženiýeniň **2,4 W** – yndan **5 W** töweregi bolup biler. Şeýle ýagdaýda logiki **1** – ýagdaýda naprýaženiýeniň ýokary **U¹** derejesine logiki **0** – ýagdaýda bolsa naprýaženiýeniň pes **U⁰** derejesine laýyk

gelyär. Beýle gatnaşyklar logikanyň položiteldigini aňladýar. Eger-de, logiki **1-iň** naprýaženiýesi pes bolup, logiki **0-yň** naprýaženiýesi ýokary bolsa, onda bular ýaly gatnaşyklar logikanyň otrisateldigini ýagny minusdygyny aňladýar.

Logiki elementlerden gurnalan sanly shemalar esasan hem iki topara bölünýärler – kombinasion we yzygiderlikli shemalardyr.

Kombinasion sanly shemalar diýlip, mikroshemanyň **Ý** – çykalgasyndaky signallar belli bir wagtda **X** – girelgä gelýän signallaryň toplanyşyna (kombinasiýasyna) bagly bolup, şol bir wagtyň özünde **X** – girelgä gelýän ön ýanyndaky signallardan bagly däldir.

Sanly – **Yzygiderlikli** sanly shemalar diýlip, mikroshemanyň **Ý** – çykalgasyndaky signallar belli bir wagtda diňe bir **X** – girelgä gelýän signallaryň toplanyşyndan (kombinasiýasyndan) basga-da şol bir wagtyň özünde **X** – girelgä gelýän ön ýanyndaky signallardan hem baglydyr.

Sanly – yzygiderlikli shema diýilýäniniň sebäbi onuň düzümindäki elementlerde ýadynda saklamak ukybyň bardygy bilen olaryň içindäki ýagdaýy kesgitlemek we girelgä gelýän signallaryň yzygiderlikli ykbalyny önünden aýdyp bolýandygy üçindir.

Ýadynda saklaýjy sanly elementleriň in ýönekeý gurnamasyna **trigger** diýilýär.

Trigger – (böküp üýtgemek, atylmak) – iki sany durnukly ýagdaýy eýeläp bilýän sanly tehnikanyň elementidir.

Eger-de, kombinasion shemalary gurnamagyň esasyny **I** – **NE**, **ILI** – **NE** logiki elementler düzýän bolsa, onda izygyderlikli shemalarda logiki elementleri triggerler düzýärler.

Çylşyrymlygynyň derejesi boýunça (babatynda) operasiýalary ýerine ýetirmekde sanly elementleri şu aşakdaky klassifikasiýalara bölýärler :

- a) Logiki element – sanly element bolup, in ýönekeý logiki funksiýalary ýerine ýetirýän funksional

integrasiýanyň in pes derejesine (gatlagyna) degişlidir;

- b) Sanly düwün (çatym) – funksional integrasiýanyň orta derejesini (gatlagyny) kesgitleýän funksional tarapdan doly tamamlanyp jemlenen görnüşdäki logiki elementlerdir ;
- c) Sanly gurnama – birnäçe sanly çatymlaryň (düzünleriň) kompleks görnüşi bolup – logiki, hasaplaýyş we başga-da dürli görnüşli operasiýalary ýerine ýetirýän funksional integrasiýanyň ýokary gatlagyna degişlidir.
- d) Sanly hasaplaýjy maşynlar – birnäçe sanly gurnamalaryň kompleks toplumy bolup, funksional integrasiýanyň in ýokary gatlagyna degişlidir.

Tranzistorlar ähli sanly gurnamalaryň esasy abzallary bolup hyzmat edýändikleri üçin, sanly mikroshemalar tranzistorlar bilen gurnalyşyna laýyklykda iki topara bölünýär :

Ikipolýarly IMS (integrally mikroshema) we
Metal-dielektrik-ýarymgeçirijili IMS (ýa-da

MDÝIMS).

Birinjisi ikipolýarly tranzistorlaryň tehnologiýasy boýunça taýýarlanylýar. Ikinjisi MDÝ – tranzistorlaryň tehnologiýasy boýunça taýýarlanylýar.

Sanly IMS-leriň ikipolýarly tehnologiki taýýarlanylş usuly shematehnologiýa nyşanlary (alamatlary) boýunça klassifisirlenýärler, ýagny klassifikasiýa bölünüşleriniň bazasy logiki elementleriň paýlanylşy ýalydyr :

1. **Gönüden – göni** baglanşykly tranzistorlar – Tranzistorly logiki elementler özara baglanşyklary gönüden – gönidir (TLGB – tranzistorly logikasy göni baglanşykly) ;
2. Tranzistorly – rezistorlaryň üsti bilen baglanşykly (RTL – rezistiw – tranzistorly logika) ;

3. Tranzistorly – rezistor – sygymyň üsti bilen baglanşykly (**RSTL** – rezistiw – sygymly – tranzistorly logiki);
4. Diodly – tranzistorly logika (**DTL**) ;
5. Tranzistor – tranzistorly logika (**TTL**) ;
6. Tranzistorly – emitterli baglanşykly (**EBL** – emitterli baglanşykly logika) ;
7. Diodly matrisalar (**DM**) ;
8. Inžeksiýa – inžeksiýa integrally logika (**I²L**) ;
9. Tranzistor – tranzistorly Şotkiniň diodlarynyň üstleri arkaly baglanşykly (**TTLŞ**) – diýmek, Tranzistor – tranzistorly logiki baglanşyk – Şotkiniň diodlarynyň üsti bilen ýola goýulýar.

Tehnologiki usullaryň şeýle atlandyrylmaklarynyň sebäbi, sanalyp geçilen shematehnikanyň prinsipinde mikroshemalaryň gurluş – sudurynyň esaslary ýatyr.

Metal-dielektrik-ýarymgeçirijili **MDÝ** – tehnologiýasynyň ugurlaryndan giň tehnologiki ösüş gazanyldy : **p** – nakally (**p-MDÝ**), **n** – nakally (**n-MDÝ**), kompletarly **MDÝ** tranzistorda (**KMDÝ**).

Has giň möçberde ýaýran tehnologiýalardan **TTL** , **TTLS**, **EBL**, **I²L** görnüşli **MDÝ** tehnologiýalar mikroshemalaryň ösmeginde tutýan orunlary uludyr.

Aşakda, ýarymgeçirijili tehnologiýanyň dürli görnüşlerini özara deňeşdirmek üçin tablisa ýerleşdirildi (Tablodaky sanlar otnositel bahada görkezildi).

Tehnologiyasy	Operasiyanyň gidişiniň orta bahasy	Kabul edilyän kuwwat	Integrasiýanyň derejesi (gatlagy)	Durnuklylygyň pozulma-gy	Gymmaty (bahasy)	Tehnologiki ýaşı
P – MDÝ	1	0,7	0,3	0,5	0,2	1
n – MDÝ	0,5	0,6	0,5	0,7	0,3	0,8
KMDÝ	0,4	0,2	1	1	0,5	0,5
I I L S	0,3	0,9	0,2	0,3	0,9	0,5
EBL	0,2	1	0,1	0,2	1	0,3
I² L	0,8	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4

MDÝ – IMS-iň tehnologiiki taýýarlanylşy ikipolýarly IMS-lerden has ýönekeýdir.

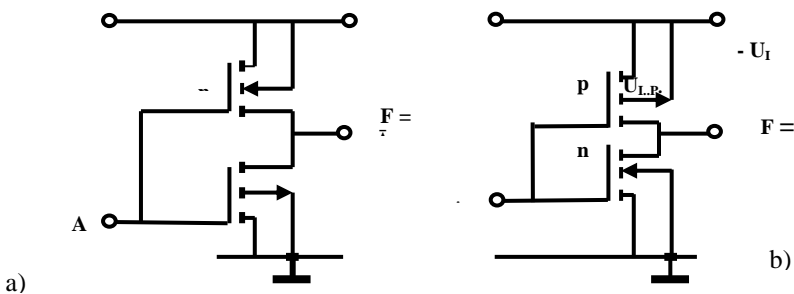
MDÝ – IMS-iň tehnologiiki operasiýasynyň sany 22 bolsa, onda ikipolýarly IMS-leriň taýýarlanylş tehnologiýasynyň operasiýasynyň sany 32. Taýýarlanylş kynçylyklary boýunça-da MDÝ – IMS-iňki ikipolýarly IMS-lerden 30% azdyr.

MDÝ – IMS-iň kem tarapy özüniň **p** – tipli geçiriji kanaly bilen haýal işe girişýänligidir. Şonuň üçin-de, bu ýetmezçilikden dynmak üçin geçirilen ençeme ylmy işleriň netijesinde MDÝ – abzallaryň kanalyň **n** – tiplisiniň döremegine getirýär. Elektronlaryň çakganlygynyň **p** – deşiklerden has ýokarydygy sebäpli

n – tipli **MDÝ** – abzallarda geçirilýän operasiýalar (açmak, öçürmek) **p** – tiplä seredeniňde 2,4 esse çalt (tiz) bolup geçýär.

Açyp – ýapmak ýaly operasiýalary – örän ýeňil gopýanlygy sebäpli iýmitlendiriji çeşme hökmünde 5 wolta çenli naprýaženiýeli batareýjagazlar (akkumulýatorlar) bilen üpjün edilýär.

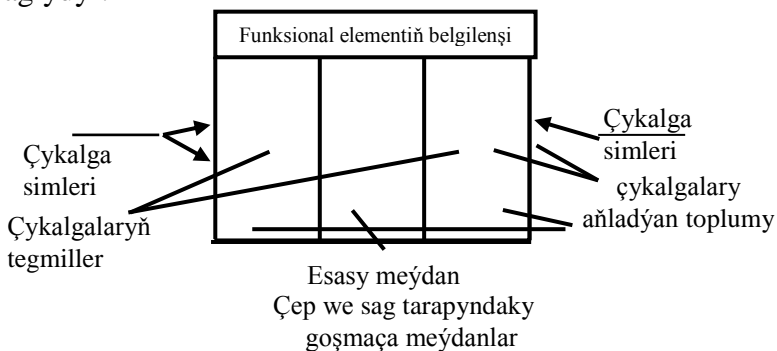
IMS –leriň çalasynlygyny ýokarlandyrmak üçin goşmaça düzümler ulanlyp simmetriýany gazanýarlar. Başgaça aýdylanda bir **düşegiň** (esasyň) üstünde **n** – we **p** – kanally MDÝ abzallar ýygnalyp, abzallaryň ikisiniň-de burmasyna (zatwornyna) girelge signallary berilýär. Şular ýaly birleşmelere **komplementor** (üstüni ýetirýän) düzümler (**KMDÝ**) diýilýär.



Surat 5. Üstüni ýetirýän tranzistorly inwertorlar (**KMDÝ**).

Integrally mikroshemalaryň grafiki we şertli belgilenişleri.

Sanly we analogly mikroelektron tehnikanyň grafiki görnüşde şertli belgilenişleri (GŞB), gönüburçlygyň esasyňyň üstünde gurulýar. Umumy görnüşde GŞB-niň esasy hasaplanylýan, onuň tutýan meýdany bolup, şol esasyň çep hem-de sag taraplaryndan goşmaça bir sany meýdan bilen üpjün edilýär (4.2-nji çyzgy). Gönüburçlyklaryň geometriki ölçegleri çykalga simleriniň sanyndan, tegmillenen belgileriň sanyndan we funksional mikroshemanyň wezipesi ýaly ýazgylardan baglydyr.




Surat 7. Integral mikroshemalaryň şertli belgileniş.

Elementiň sim uçlary maglumatlary üstünden geçirýän çykalgalara,girelgelere hem-de iki-ugurlaýyn geçiriji simli girelgelere we çykalgalara bölünýärler.

Girelge simleri GŞB-niň çep tarapynda,çykalga simleri bolsa sag tarapynda ýerleşdirilýär. Beýleki geçiriji simler GŞB-niň islendik meýdanynda bolup bilerler.

Elementlerden doldurylýan esasy we goşmaça meýdanlarda funksiýalaryň belgilenişleri latyn harplary, Arap sifrleri,hem-de ýörite tegmiller (bellikler) bilen belgilenýärler.Aşakda esasy funksiýalaryň we olaryň önumleriniň belgilenişlerine mysallar getirildi.

№ 1-nji tablo

Esasy funksiýanyň ady	Belgilenşi	Funksiýanyň önüminiň ady	Belgilenşi
1	2	3	4
Triggerler	T	Ikibasgançakly trigger	TT
. / Güýçlendirijiler	▷ ýa-da >	Artdyrylan ýüke çydamly güýçlendiriji	▷ ▷ ýa-da >>
Hasaplaýjylar	CT	Ikisanly we onluk- sanly hasaplaýjylar	CT2 we CT10
Deşifраторlar	DC	-	-
Şifратор	CD	-	-
Üstünden geçirmek	CR	-	-
Multipleksor	MUX	-	-
Demultipleksor	DMX	-	-
Deňeşdirmek	= =	-	-
Arifmetika	A	Goşmak köpeltmek bölmek aýyrmak	SM ýa-da Σ MPL DIV SUB
Registr	RG	<u>Sürgüçli Registor</u> Çepden saga ýa-da ýokardan aşak Sagdan çepe ýa-da aşakdan ýokary Rewersli	 RG ýa-da RG> RG ýa-da RG< RG ýa-da RG <>
Logiki däl elementler	*	<u>Stabilizator:</u> -Napryaženiýeniň stabilizatory -Togyň stabilizatory	* ST * STU * STI

Tegmillenen gysgyçlardan çykýan simuçlaryň funksional wezipeleri goşmaça meýdanda tegmiller (belgiler) bilen aňladylýarlar. Tegmilleri baş harplar bilen ýazylyp, latyn harplaryndan arap sanlerinden we ýörite bellikler (nyşanlar) bilen aňladylýarlar. Belgileriň mukdary çäklendirilmeýar (ýagny, olaryň sany geregiçe bolup biler).

Käbir tegmiller diňe logiki maglumatlary aňladýan bolsalar käbiri logiki maglumatlary aňlatmaýarlar.

Aşakda funksional wezipeleri aňladýan tegmillerden (belgiler) birnäçe mysallar getirildi (logiki maglumatlary aňladýan belgiler).

№2-nji tablo

Ady	Belgilenşi	Ady	Belgilenşi
Çykalgasy açyk: Umurny görnüşde belgilenşi { PNP-tranzistoryň kollektory NPN- tranzistoryň emitteri P –kanalyň çykyşy N-kanalyň gözbaşy } Aşa ýokary garşylyklardan çykarylan sim çykalgalary	\diamond ýa-da \square $\underline{\diamond}$ ýa-da $\square >$ \diamond ýa-da Z —	{ NPN- tranzistoryň kollektory PNP-tranzistoryň emitteri N-kanalyň çykyşy P-kanalyň gözbaşy } <i>Kiçidir</i> Ulydyr	$\underline{\diamond}$ ýa-da $\square <$ L S B M S B
Sinhronizasiýa	S Y N	Deňlik	=
Okamak (Okayyş komandasy)	R D	Orta	M L
Ýazgy (Ýazgy komandasy)	W R	Şertli «Baýdak»	F L
		Adres	A



Aşakda, 3-nji tabloda logiki maglumatlary alyp barmaýan (aňlatmaýan) tegmilleriň şertli belgilerinden birnäçe mysallar getirildi.



№ 3-nji tablo



Ady	Belgilenşi	Ady	Belgilenşi
<i>Napryazeniye çeşmesine birikdirilmeli çykalga</i>	U	Baza	B
<i>Umumy çykalga</i>	O V	Sygym birleşdirmek üçin çykalga	C
<i>Tok çeşmesine birikdirilmeli çykalga</i>	I	Rezistor birleşdirmek üçin çykalga	R
<i>Kollektor</i>	K	Induktivlik birleşdirmek üçin çykalga	L
<i>Emitter (umumy belgisi)</i> N P N – emitter P N P – emitter	E 		



Çykalgalaryň golaýynda funksional wezipesini aňladýan belgilerden başga-da ýörite görkeziji belgiler-de görkezilýär.

Aşakda görkeziji belgilerden birnäçesi getirildi :

- 


a) b) a – Göni statiki girelgesi, b – çykalgasy;
- 


a) b) a – Inwersli statiki girelgesi, b – çykalgasy
- 


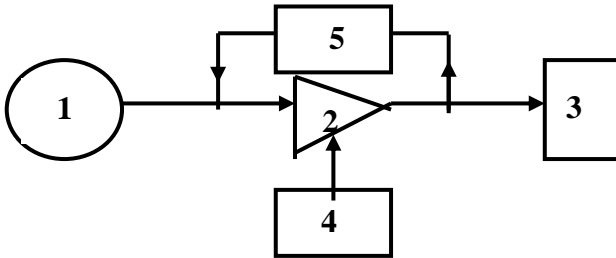
a) b) a – Dinamiki girelge, göni ; b – inwersli.
- 


a) b) Logiki maglumatlary alyp barmaýan çykalgalar:
a – Çep tarapdaky şekiller;
b – Sag tarapdaky şekiller.

5. ELEKTRON GÜYÇLENDİRİJILER.

Kesgitlemesi. Elektronly güýçlendirijiler diýlip, elektrik yüküne gelýän örän kiçi – kuwwatly signallary elektroenergiýa çeşmesiniň hasabyna has uly – kuwwatly signallaryň akymyna geregiçe güýçlendirip we olary dolandyryp bilýän gurnamalara aýdylýar.

Güýçlendirijileriň düzümi – 9.1-nji çyzgyda görkezildi



Surat 8. Elektron güýçlendirijiniň düzümi :

- 1 – girelgä gelýän signal çeşmesi,
- 2 – güýçlendiriji element,
- 3 – elektrik ýüki,
- 4 – energiýa çeşmesi,
- 5 – yzyna çatylan zynjyr (yzyna baglanşyk).

Islendik elektronly güýçlendirijiler aktiw we passiw elementlerden durýarlar.

Aktiw elementlere elektronly çyralar we tranzistorlar degişlidirler. Passiw elementlere bolsa rezistorlar, sygymlar, induktiw tegekler we transformatorlar degişlidirler.

Güýçlendirijileriň bitirýän işine baglylykda aktiw hem-de passiw elementler özära kesgitli shemalar boýunça birleşdirilýärler.

Shemasy çylşyrymly hasap edilýän güýçlendirijiler yzygiderli birikdirilen birnäçe basgançakly, signaly

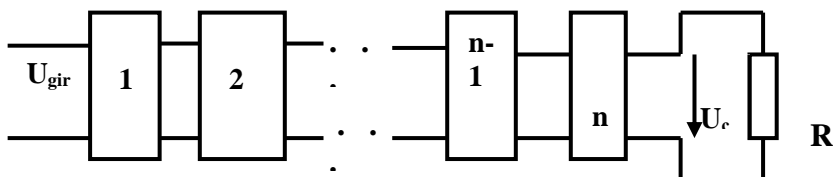
güýçlendirijilerden ýygnalýarlar. Bular ýaly güýçlendirijilere **köpkaskadly** diýilýär. Güýçlendirijiniň bir basgançagyny emele getirýän bölegine **kaskad** diýilýär.

Kaskadly güýçlendirijileriň bitirýän işlerine laýyklykda kaskadlaryň birnäçesiniň ýörite takyk atlary bolýar.

Köpkaskadly güýçlendirijileriň düzümi 9.2-nji çyzgyda görkezildi. Çyzgyda **1, 2, ..., n** sanlar-kaskadlaryň nomerleri.

Birinji kaskada girelge kaskady, **n – 1-nji** kaskada çykalganyň önündäki **n-nji** – kaskada bolsa ahyrky kaskad diýilýär.

Islendik güýçlendirijiniň esasy wezipesi (meselesi) signalyň kuwwatyny ýokarlandyrmakdyr.



Surat 9. Köpkaskadly güýçlendirijileriň düzülişi.

Eger-de, kaskadyň çykalgasyndaky signal girelgesindäki signaldan köp bolmasa, onda ol kaskada (abzala) güýçlendiriji diýilmeýär. Meselem, naprýaženiýeni ýokarlandyryjy transformatorlara güýçlendiriji diýip bolmaýar, sebäbi, eger-de güýçlendirmek naprýaženiýe boýunça bolsa, onda toguň peselmegi bolup geçýär, hem-de transformatorlarda çykalga kuwwaty girelgesindäki kuwwatyndan ($S_2 < S_1$) hemişe kiçi bolýar, bu bolsa

«**Güýçlendiriji**» diýilýän düşüňjä tersdir.

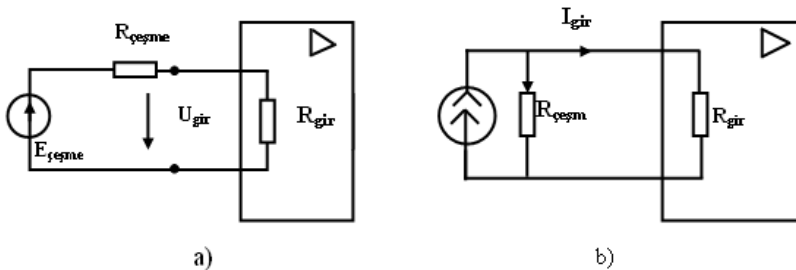
Güýçlendirijileriň hemişe iýmitlendiriji çeşmesi bolýar. Şol iýmitlendiriji çeşme-de güýçlendirijiniň çykalgasyndaky kuwwatyň, girelgesindäki kuwwatyndan köp bolmagyny üpjün edýär. Transformatorlaryň we beýleki passiw elementleriň

iýmitlendiriji çeşmeleri ýoklugy üçin olaryň güýçlendirmek ukypalary ýokdur.

Çüýçlendirijileriň girelgesi we çykalgasy üçin hödürlenilýän ekwiwalent shemalar.

Güýçlendirijileriň girelgesi üçin hödürlenilýän ekwiwalent elektrik shema 10-njy suratda görkezildi.

Güýçlendirijileriň girelgesi üçin ekwiwalent shemalar gönüburçlyk görnüşde aňladylyp, içinde alamat goýulýar.



Surat 10. Güýçlendirijileriň girelgesi üçin ekwiwalent shemalar :
a – naprýaženiýe ($E_ç$) – çeşmeli we **b** – tok ($J_ç$) – çeşmeli

Eger-de, girelge garşylyk çeşmäniň garşylygyndan uly ($R_{gir} \gg U_{çşme}$) bolsa, onda **a** – shema hödürlenilýär we güýçlenme naprýaženiýe boýunça bolup geçýär.

$$U_{gir} = E_{çşm} \frac{R_{gir}}{R_{çşm} + R_{gir}} \approx E_{gir}$$

Eger-de, $R_{gir} \ll R_{çşm}$ bolsalar, onda güýçlendirilýän ululyk tok bolar. Degişli formulasy :

$$I_{gir} = J_ç \frac{R_{çşm}}{R_{gir} + R_{çşme}} \approx J$$

Garşylyklaryň şular ýaly gatnaşyklarynda tok boýunça güýçleniş bolup geçýär.

Eger-de, $R_{gir} \approx R_{\text{çeşme}}$ bolsa, onda güýçlendirilýän ululyk P_{gir} – kuwwat bolar. Degişli formulalary :

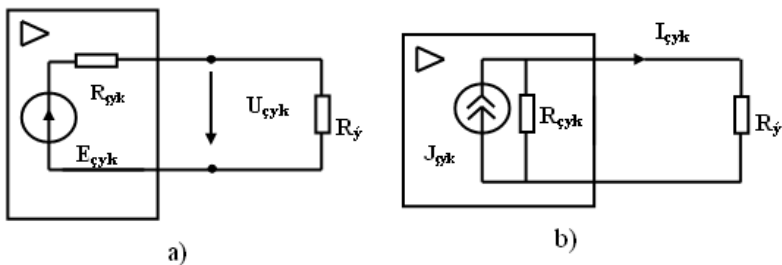
$$I_{gir} = \frac{J}{2} = \frac{E_{cesm}}{2R_{cesh}} = \frac{E_{cesm}}{2R_{gir}}, \text{ onda kuwwat}$$

$$U_{gir} \approx \frac{E_{gir}}{2} P_{gir} \approx \frac{E_{cesm}^2}{4R_{cesh}} = \frac{J^2 * R_{cesm}}{4} = \frac{E_{cesm}^2}{4R_{cesm}}$$

Garşylyklaryň şular ýaly gatnaşygynda işleýän abzallara kuwwat boýunça güýçlendiriji diýilýär. Bu ýerde **“kuwwaty”** güýçlendiriji diýilýän termin sözün gysga manysynda – güýçlendirijiniň girelgesinde **ylalaşykly düzgüniň** berjaý edilýändigini häsiýetlendirýän ululyk hökmünde ulanylýar.

Eger-de, sözün giň manysynda aýtsak, onda hemme güýçlendirijiler kuwwaty güýçlendirijilerdir. Ýöne , birinde U – naprýaženiýe has aýdyň ulalýan bolsa , başga birinde I – tok has aýdyň ulalýar. Şonuň üçin-de olara degişlilikde U – nyň ýa-da I – niň güýçlendirijisi diýilýär.

Güýçlendirijileriň çykalgasy üçin hödürülenýän ekwiwalent elektrik shema 9.4-nji çyzgyda görkezildi.



Surat 11. Güýçlendirijileriň çykalgasy üçin ekwiwalent shemalar
a – naprýaženiýe çeşmeli we **b** – tok çeşmeli.

Güýçlendirijileriň çykalgasy üçin hem ekwiwalent shemalar gönüburçlyk görnüşde aňladylyp, gönüburçlygyň ýokarsynyň çep tarapynda alamat goýulýar.

Çyzgyda : $R_{\dot{y}}$ – güýçlendirijä birikdirilen elektrik yüküniň garşylygy ;

$E_{\dot{y}k}$ – çykalgadaky signalyň EHG-si ;

$R_{\dot{y}k}$ – güýçlendirijiniň çykalgasyndaky garşylyk ;

$I_{\dot{y}k}$ – çykalgasyndaky tok ;

J – çykalgadaky tok çeşmesiniň togy.

Güýçlendirijä degişli $R_{\dot{y}}$ – garşylyklaryň özara gatnaşyklaryna laýyklykda güýçlendirilmeli ululyk hökmünde ýa $U_{\dot{y}k}$ – naprýaženiýeni, ýa $I_{\dot{y}k}$ – togy ýa-da $P_{\dot{y}k}$ – kuwwaty aňladyp bileris.

Eger-de $R_{\dot{y}} \gg R_{\dot{y}k}$ bolsa, onda güýçlenýän ululyk hökmünde $U_{\dot{y}k} \approx E_{\dot{y}k}$ bolar. Bular ýaly güýçlendirijilere çykalgasy potensial güýçlendirijiler diýilýär.

Eger-de $R_{\dot{y}} \ll R_{\dot{y}k}$ bolsa, onda çykalgasynda toguň güýçlenmegi bolup geçýär.

Eger-de, $R_{\dot{y}} \approx R_{\dot{y}k}$ bolsa, onda çykalgada kuwwat boýunça güýçlenmek bolup geçýär.

Güýçlendirijilerde güýçlendiriş koeffisiýentler we olaryňtapylyşlary.

Güýçlendirijileri mukdar tarapdan häsiýetlendirmek üçin güýçlendiriş koeffisiýent diýilýän düşünje girizilýär. Bu koeffisiýenti tapmak üçin güýçlendirijiniň girelgesinde we çykalgasynda ýa naprýaženiýeleri, ýa toklary ýa-da kuwwatlary ölçemek ýeterlidir.

$$K_u = \frac{U_{\dot{c}}}{U_g} \approx \frac{E_{\dot{c}}}{E_g} \quad - \text{ Naprýaženiýe boýunça güýçlendiriş koeffisiýent.}$$

$$K_i = \frac{I_{\dot{c}}}{I_g} \approx \frac{J_{\dot{c}}}{J_g} \quad - \text{ Tok boýunça güýçlendiriş koeffisiýent.}$$

$$K_p = \frac{P_{\zeta}}{P_g} = \frac{E_{\zeta}^2 \cdot R_g}{E_{\text{gir}}^2 \cdot R_y} = \left[\frac{E_{\zeta}}{E_g} \right] \quad \begin{array}{l} R_{y\text{ük}} \approx R_{\text{çyk}} \\ \text{bolanda, kuwwat} \\ \text{boýunça} \end{array}$$

Eger-de köpkaskadly güýçlendirijiniň koeffisiýentini anyklamak gerek bolsa, onda güýçlendiriji kaskadlaryň koeffisiýentlerini özära köpeltmek hasyllary hökmünde seredilýär. Meselem köpkaskadly güýçlendirijiniň naprýaženiýe boýunça koeffisiýenti

$$k_u = k_{u1} \cdot k_{u2} \cdot k_{u3} \cdots k_{un}$$

Bu ýerde, k_{u1} , k_{u2} , Kaskadlaryň naprýaženiýe boýunça güýçlendiriş koeffisiýentleri.

Käbir meseleler çözülende güýçlendiriş koeffisiýentleri **logorifmiki** birlikleriň üsti bilen aňladylsa has amatly bolýar. Logorifmiki birlikler diýilip **Bell** we **desiBell** birliklerine düşünilýär.

Bir bell (1Bell) – iki sany fiziki ululygyň (meselem kuwwatlaryň) gatnaşyklaryny **onluk** logorifm bilen aňladyp, olaryň bir-birinden **on (10)** esse tapawutlykdaky hasabyny aňladýar.

1 desibel = 10⁻¹ Bell. 1 desibell 1 bellden 10 esse kiçidir

$$N(B) = \lg \frac{P_2}{P_1} \quad - \quad \begin{array}{l} \text{Kuwwat gatnaşyklarynyň} \\ \text{Bell-de aňladyşy.} \end{array}$$

$$N(dB) = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} \quad - \quad \begin{array}{l} \text{Kuwwat gatnaşyklarynyň} \\ \text{desiBell-de aňladyşy.} \end{array}$$

Meselem, kuwwatlaryň gatnaşygy logarifm birliğinde bir desibelle deň bolanda hasaplanylşy.

$$\lg \frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{10} \text{ onda} \quad \frac{P_2}{P_1} = 10^{\frac{1}{10}} = 1,259 \approx 1,26$$

ýagny, ilkibaşdaky kuwwatyň **26%** artandygyny aňladýar.

Signalýň gowşamagy desibelliň (-) – minus alamatly bahasyny berýär, meselem :

$$\frac{P_2}{P_1} = 10^{-\frac{1}{10}} = 1,259 \approx 1,26$$

ýagny, signalýň **1-desibell** gowşamagy, kuwwatyň **26%-niň** ýitirlendigini aňladýar.

Kuwwatlary ölçemegiň dürli – dürli usullary bar. Käbir ýagdaýlarda kuwwaty göni ölçäýmek başartmaýar. Şonuň üçin-de, takyk (belli bir) garşylygyň toguny we naprýaženiýesini ölçemek bilen çäklenilýär.

Kuwwatyň analitiki (deňlemeler arkaly) tapylyşy :

$$P = U * I; P = \frac{U^2}{R}; P = PI^2$$

Güýçlendiriş koeffisiýentini naprýaženiýeleriň we garşylyklaryň kömegi bilen tapylyşy.

$$K_u = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} = 10 \lg \left(\frac{U_2^2}{R_2} : \frac{U_1^2}{R_1} \right) = 20 \lg \frac{U_2}{U_1} - 10 \lg \frac{R_2}{R_1}$$

Güýçlendiriş koeffisiýenti toklaryň we garşylyklaryň kömegi bilen tapylyşy.

$$K_i = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} = 10 \lg \left(\frac{I_2^2}{R_2} : \frac{I_1^2}{R_1} \right) = 20 \lg \frac{I_2}{I_1} - 10 \lg \frac{R_2}{R_1}$$

Eger-de, ölçeg diňe bir garşylykda ýerine ýetirilýän bolsa, diýmek

$R_2 = R_1$ şert ýerine ýetýän bolmaly. Bular ýaly ýagdaýda hasap birneme ýenilleşýär, sebäbi $10 \lg \frac{R_2}{R_1} = 20 \lg 1 = 0$

$K_u = 20 \lg \frac{U_2}{U_1}$ ýa-da $K_i = 20 \lg \frac{I_2}{I_1}$ gornuşe eýe bolar,

Şeýlelikde, desibelde aňladylýan güýçlendiriş koeffisiýenti şu aşakdaky görnüşlerde-de aňladyp biliris.

$k_u = 20 \lg \frac{U_{\text{çyk}}}{U_g}$	- naprýaženiýeleriň gatnaşyklary boýunça güýçlendiriş
$k_i = 20 \lg \frac{I_{\text{çyk}}}{I_{\text{gir}}}$	- toklaryň gatnaşyklary boýunça güýçlendiriş
$k_p = 10 \lg \frac{P_{\text{çyk}}}{P_{\text{gir}}}$	- kuwwatlaryň gatnaşyklary boýunça

Eger-de köpkaskadly güýçlendirijiler üçin k – koeffisiýenti tapmak gerek bolsa, meselem n – sany kaskad üçin, onda umumy güýçlendiriş koeffisiýentleri şu aşakdaky ýaly tapmak bolar :

$k_u = k_{u1} \cdot k_{u2} \cdot \dots \cdot k_{un}$ – naprýaženiýeleriň gatnaşyklaryndan ;

$k_i = k_{i1} \cdot k_{i2} \cdot \dots \cdot k_{in}$ – toklaryň gatnaşyklaryndan ;

$k_p = k_{p1} \cdot k_{p2} \cdot \dots \cdot k_{pn}$ – kuwwatlaryň gatnaşyklaryndan.

Logorifmiki « Bell » birlik 1847 – 1922 ýyllar arasynda ýaşap geçen we telefony oýlap tapan alym Aleksandra Greýama Bell-iň adyna bagyşlanyp kabul edilipdir. Şular ýaly, alymlaryň hormatyna ölçeg birlikleriň kabul edişligi ylym äleminde adatdyr. Meselem, Amper, Wolt, Watt, Genri, Om, Farada, Gers, Nýuton ýaly ölçeg birlikleri ýatlatmak ýeterlikdir.

Güýçlendirijileriň häsiýetnamalary.

Güýçlendirijileriň hiline, mümkinçiliklerine doly baha bermek üçin, olaryň iş düzgünlerini gtafikler gurup düşündirseň has aýdyň hem-de düşnükli bolýar. Grafikleri gurmak üçin bolsa, güýçlendirijileriň esasy parametrlerini bilmelidiris. Olar : f – ýygylyk , k – güýçlendiriş koeffisiýent, φ – faza, U_{gir} ;

$U_{çyk}$ – naprýaženiýeleriň we I_{gir} , $I_{çyk}$ – toklaryň modullary (ýa-da amplitudalary) ölçenen ýa-da hasaplanan bolmalydyrlar. Ýokarda agzalan parametrleriň özara baglanşyklary-da güýçlendirijileriň häsiýetnamalarydyr. Meselem, güýçlendiriş k_u – koeffisiýent bilen f – ýygylygyň özara $k_u(f)$ baglanşygy, φ – faza bilen f – ýygylygyň özara $\varphi(f)$ baglanşygy, ýa bolmasa Amplitudalaryň $U_{çyk}(U)$ – baglanşygy we ş.m.

Islendik güýçlendiriji haýsy-da bolsa bir kesgitli ýygylyklaryň aralarynda işleýärler. Şonuň üçin-de olar haýsy aralykdaky ýygylyklarda işlejekdigine laýyklykda, olaryň häsiýetnamasy-da şol ýygylyk aralygyna görä gurulýar.

Meselem :

- Hemişelik toguň güýçlendirijilerde (HTG) – araçäk ýygylyklary $f_1=0$ -dan $f_2 = 10^3 - 10^8$ Gs aralykdaky signallary güýçlendirýär.
- Ses ýygylygynda işleýän güýçlendirijilerde (SÝG) – araçäk ýygylyklary f_1 – onlarça gersden $f_2 = 15 - 20$ kGs aralykdaky signallary güýçlendirýär.
- Ýokary ýygylykda işleýän güýçlendiriji (ÝÝG) – araçäk ýygylyklary f_1 – onlarça kilogersden $f_2 = \infty$ -ze çenli aralykdaky signallary güýçlendirýär.

Araçäk ýygylýklary diýlip açyk (dury) zologyň iki çetindäki ýygylýklara aýdylýar. Açyk zologyň başlangyç ýygylýgyny f_1 bilen, ahyrky ýygylýgyny bolsa f_2 bilen belgileýärler. Şu iki ýygylýgyň dury zolagyna degişlidäl ýygylýklarda berilen signallar bolmaly bahalaryndan daşlaşýarlar we ýoýulýarlar.

Köplenç ýagdaýlarda araçäk ýygylýklary anyklanylanda f_1 bilen f_2 ýygylýklaryň bahalary signalyň maksimal bahasyndan (ýa-da 70,7% toweregi) almaklyk kabul edilendir.

Maksimal bahasy bilen deňeşdirlende naprýaženiýe bilen toguň peselmegi **0,707**-ä çenli , kuwwatyň peselmegi bolsa 0,5-e çenli bolýar, ýa-da iki ýagdaýda-da **3 dB**-e deňdir.

Güýçlendiriji koeffisiýentiň maksimal bahasynyň haýsy tarapynda ýerleşendigine görä, araçäk ýygylýklary ýokarky f_{yok} – ýygylýk ýa-da aşaky $f_{aşaky}$ - ýygylýk bolup biler. Bu ýerde $f_{yok} = f_2$, $f_{aşaky} = f_1$ diýlip hem ulanylýar.

Araçäk ýygylýklaryň aralaryndaky ýygylýk giňişligine **diapazon ýygylýklary** ($\Delta f = f_1 - f_2$) diýilýär ýa-da güýçlendirijiniň signallary hiç hili päsgelçiliksiz goýberýän zolagy hem diýilýär.

Signallaryň geçiş giňişliklerine laýyklykda güýçlendirijileri dar ýa-da giň gerimde işläp biler ýaly saýlaýarlar. Güýçlendirijilerde f_1 we f_2 yrgyldylar özära ýakyndyrlar.

Olaryň saýlamak ukybyny yrgyldyly konturlaryň kömegi bilen amala aşyrýarlar (**rezonansly** we **zolakly güýçlendirijiler**) ýa-da ýygylýga bagly **RC** – zynjyrlaryň kömegi bilen amala aşyrýarlar.

Eger-de, yrgyldyly (rezonansly) konturlar ýokary yrgyldylarda işleýän güýçlendirijilerde ulanylýan bolsalar, onda ýygylýga bagly **RC** – zynjyrlar pes ýygylýklarda işleýän güýçlendirijilerde ulanylýarlar.

OPERASION GÜÝÇLENDIRIJILER. MIKROELEKTRONIKANYŇ BAZA ELEMENTI

XX asyryň 40-njy ýyllarynyň ahylarynda matematiki operasiýalary (amallary) modularleýji gurnamalar peýda bolýarlar.

Hemişelik togy üçin niýetlenilen elektronly çyralardan ýygynalan güýçlendirijiler yzy bilen aragatnaşygy ylalaşykly gurnalyp :

- Köpeltmegi, bölmegi, aýyrmagy, goşmagy, differensirlemegi, int ŞHDYKHYD egrirlemegi, logoriflemegi, derejä görtermegi, kökden çykarmagy trigonometriki funksiýalary hasaplamagy we başga-da ençeme matematiki amallary (operasiýalary) işlemäge ukyply gurnama bolupdyr.

Emma, 60-njy ýyllaryň başlarynda operasion güýçlendirijiler integral mikroshemalaryndan ýygynalyp durky bilen düýpgöter täzelenýär.

Integral mikroshemalardan (IMS-lerden) ýygynalan operasion güýçlendirijiler şu günler hem durmuşda giňden ulanylýar. Operasion güýçlendirijileriň adynyň köneleşdigine garamazdan olaryň funksional mümkinçilikleri ýyl geldigiçe artýar.

Kesgitlemesi : Operasion güýçlendiriş (OG) tranzistorlardan ýygynalan güýçlendiriji bolup, örän uly güýçlendiriş koeffisiýenti ($k_u = 10^4 \dots 10^5$) bolup, örän ullaňan girelge ($R_{gir} = 10^5 \dots 10^6 \text{ Om}$) garşylykly, çykalgasynda örän kiçi

($R_{\text{ç}} = 10 \dots 100 \text{ Om}$) garşylygy, girelgesinde örän kiçi ($10^6 \dots 10^7 \text{ A}$) togy, ýygnylyk diapazony O-dan $10^5 \dots 10^6 \text{ Gs}$ aralykda bolup, gohy örän kiçi hem-de kiçi dreýfli gurnamadyr.

OG-niň iş düzgüni : Operasion güýçlendirijileri iki iş düzgüninde peýdalanmak bolýar :

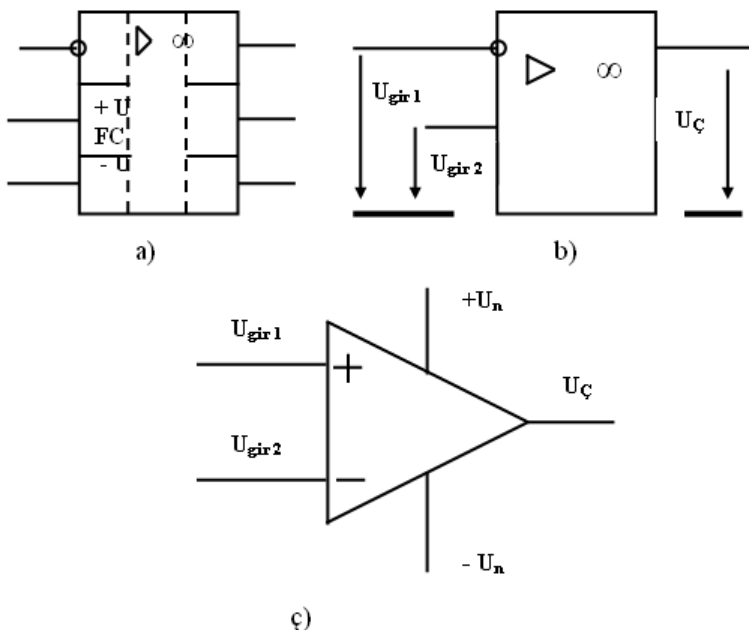
1. Göni baglanşykly iş düzgüninde, we
2. Açylyp, ýapylyp bilýän açar iş düzgüninde.

Göni baglanşykly iş düzgüninde OG-niň çykalgasyndaky we girelgesindäki naprýaženiýeler özara takyk we üznüksiz baglanşykdadyrlar. OG-ni göni baglanşykly iş düzgüninde işletmek üçin adaty shemalardaky yzy bilen ylalaşykly güýçlendirijiler ulanylýar.

Emma, açylyp – ýapylyp bilýän açar iş düzgüninde işleýän OG-lerde welin, girelgä berilen naprýaženiýeniň bahasynda çykalgadaky naprýaženiýe böküp üýtgeýär. Meselem, plýus maksimal bahasyndan minus maksimal bahasyňa ýa-da tersine tapawudy ýok. Bu düzgünde işlediljek OG-lerde ýa-da yzy bilen baglanşyksyz ýa-da yzy bilen ylalaşyksyz aragatnaşykdan peýdalanýarlar.

OG-leriň grafiki-şertli belgilenişleri.

Operasion güýçlendirijileriň grafiki-şertli belgilenişleri dörtburçlyk görnüşde ýerine ýetirilýär. Bu şertli dörtburçlyk belgi OG-niň esasy bolup, onuň her gapdalynda bir ýa-da iki sany goşmaça dörtburçly meýdany-da bolup biler.



Surat 12. OG-leriň grafiki-şertli belgilenişleri : **a** bilen **b** – täze standart, **c** – köne standart.

OG-niň esasy meýdany hasap edilýän dörtburçlygyň içinde

a) üçburçlyk görnüşli belgi goýulýar. Bu belgi « **Güýçlendiriji** » diýen manyny berýär.

Esasy dörtburçlygyň sag tarapynyň ýokarsynda koeffisiýentleriniň takyk bahalary görkezilýär. OG-ler üçin güýçlendiriş koeffisiýenti juda uly bolýanlygy üçin olaryň şertli grafiki belgileriniň içinde tükeniksizligiň (∞) nyşany goýulýar.

Operasion güýçlendirijileri shemalara çatmak üçin, olarda ýerleşdirilen esas hasap edilýän **girelge** we **çykalga** gysgyçlaryndan başga-da funksional ýüklere dahyly ýok çykalgalary bilen üpjün edilýär.

Köplenç ýagdaýda **girelge** gysgyçlary OG-niň çep tarapynda, **çykalga** gysgyçlary bolsa sag tarapynda ýerleşdirilýärler. OG-leriň girelgeleri iki dürli gysgyçlary bilen

tapawutlanýarlar : birinjisi – göni (adaty birleşdirliş), ikinji inwerslidir. Inwersli **girelge** we **çykalga** gysgyçlarda töwerek nyşany bilen belgilense, onda göni (inwerssiz) gysgyçlar shemalarda hiç hili nyşansyz belgilenýarlar \vdash .

OG-niň göni gysgyçlaryna inwersli däl diýilýär, sebäbi girelgä berilýän signal bilen çykalgadaky signal fazalary boýunça özara gabat gelýärler.

OG-niň inwersli gysgyçlaryna inwertirleýji diýilýändiginiň sebäbi, girelgä berilýän signal bilen çykalgadaky signalyň aralarynda 180^0 süýşme burçuň döreýänligi üçindir.

Operasion güýçlendirijileriň **girelge** we **çykalga** gysgyçlaryndan başgalaryny **FC, NC, OY**, ýaly harplar ýa-da belgiler bilen tapawutlandyryýarlar. Meselem, **FC** – operasion güýçlendirijiniň amplituda – ýygylýk häsiýetnamasyny korrektirleýji zynjyryna birikdirmek üçindir ; **NC** – balansirleýji elementleri hemişelik togy boýunça birleşdirmek üçindir ; **OV** – ýa-da - nul wolt) OG-ni iýmitlendiriji çeşmäniň umumy çykalgasy we OG-niň umumy simleri ; $\pm U$ – ikipolýarly iýmitlendiriji çeşmäniň gysgyçlary.

OG-leriň prinsipial shemalarynyň aýdyň okalmagyny hem-de işleýiş düzgünleriniň düşündirişlerini sadalaşdyrmak maksady bilen OG-leriň şertli – grafiki belgilenişlerini ýönekeýleşdirmäge ygtyýar berilýär. Meselem, 9.13-nji **b** – çyzgyda, diňe OG-niň tutýan esasy meýdany we signallar üçin degişli çykalgalar görkezildi.

9.13-nji **ç** – çyzgyda bolsa köne standart boýunça belgilenişi görkezildi. Bu çyzga degişli «+» alamat göni, «-» alamat bolsa inwersli birleşmegi aňladýarlar.

Operasion güýçlendirijileriň parametrleri.

OG-leriň parametrleri diýlip :

- Differensirlenen (tapawutlandyrlan) signallaryň naprýaženiýe boýunça güýçlendiriş k_u – koeffisiýentine [dB] ;

- Sinfazaly signallary gowşadyş $k_{u(s.f)}$ – koeffisiýentine [dB] ;
- Girelgä berilýän naprýaženiýeniň maksimal amplitudasy $\pm U_m$ [W] ;
- Girelgesindäki R_{gir} – garşylygyna [kOm ; MOm] ;
- Çykalgasyndaky $R_{ç}$ – garşylygyna [Om] ;
- Ýüke ygtyýar berilýän maksimal $R_{\dot{y}}$ – garşylygyna [kOm] ;
- Signallary süýşüriji U_s – naprýaženiýesine [mW] ;
- Girelgedäki I_{gir} – toguna [nA] ;
- Girelgä berilýän ΔI_{gir} toklaryň tapawudyna [nA] ;
- Çykalgadaky $U_{ç}$ – naprýaženiýeniň $v_{u(ç)}$ – ösüş tizligine [W/mks]
- Çeşmeden kabul edýän $I_{çşm}$ – toguna [mA] düşünilýär.

Differensirlenen (tapawutlandyrlan) signallaryň naprýaženiýe boýunça güýçlendiriş $k_{u(g)}$ – koeffisiýentiň tapylyşy.

$$k_{u(g)} = \frac{U_{çyk}}{U_{gir.1} - U_{gir.2}}$$

Bu ýerde : $U_{gir.1}$ bilen $U_{gir.2}$ – operasion güýçlendirijiniň girelgesine berilýän naprýaženiýeler.

Sinfazaly signalyň naprýaženiýe boýunça güýçlendiriş koeffisiýentiniň tapylyşy

$$k_{u(s.f)} = \frac{U_{çyk}}{\frac{U_{gir.1} + U_{gir.2}}{2}}$$

OG-leriň girelgesindäki naprýaženiýeleri deň polýarlydyrlar we deň ululyklardaky bahalara eýedirler.

Operasion güýçlendirijileriň hili (gowulygy) sinfazly signallaryň gowşadyjy (ýumşadyjy) $k_{u(s.f)}$ – koeffisiýenti bilen differensirlenen (tapawutlandyrlan) signalyň $k_{u(g)}$ –

koeffisiýentiniň gatnaşyklaryndan emele gelýän ýörite $k_{0(s,f)}$ – koeffisiýent bilen kesgitlenilýär.

$$k_{0(s,f)} = \frac{K_{u(g)}}{k_{u(s,f)}}$$

Hil tarapdan gowy hasap edilýän OG-lerde

$$k_{0(s,f)} = 10^4 \dots 10^6, \text{ ýa-da } k_{u(g)} \gg k_{u(s,f)}$$

OG-leriň çykalgasyndaky $U_{çyk}$ – naprýaženiýeniň ösüş $v_{u(ç)}$ – tizligi OG-leriň girelgesine böküp durýan naprýaženiýe berilende özüniň maksimal bahasyna ýetýär.

OPERASION GÜÝÇLENDIRIJILERIŇ ULANYLYANYERLERI

Ideal OG bolmak üçin şu aşakdaky şertleriň (häsiýetleriň) haýsy-da bolsa biri berjaý edilse ideal OG diýmek bolar :

- Güýçlendiriş kioeffisiýenti tükeniksiz ($k_{u,g} \rightarrow \infty$) bolanda ;
- Girelgesindäki garşylyk tükeniksiz ($R_{gir} \rightarrow \infty$) bolanda ;
- Çykalgasyndaky garşylyk nul ($R_{ç} \rightarrow 0$) bolanda ;
- Girelgesindäki tok nula ($I_{gir} \rightarrow 0$) golaýlaşanda ;
- Girelgesindäki gysgyçlarynyň potensiallarynyň tapawudy nula ($\Delta U_{gir} \approx 0$) ýakynlaşanda ;
- Signallary geçiriş ýygylyk zologynyň giňligi tükeniksize ymtylsa ($\Delta f \rightarrow \infty$).

OG-ler, has çuň yzy bilen baglanşyklar gerek bolanda ulanylyanlygy üçin, OG-lerden ýygňalan gurnamalaryň parametrleri, esasan hem yzy bilen baglanşygyň parametrleri bilen kesgitlenilýär. Şonuň üçin-de OG-leriň funksionallygy kän bir bildirmeýär we özüniň häsiýetleri boýunça ideal güýçlendirijilere golaýlaşýarlar.

Ulanylýan ýerlerine laýyklykda OG-leri 5(bäs) topara bölýärler :

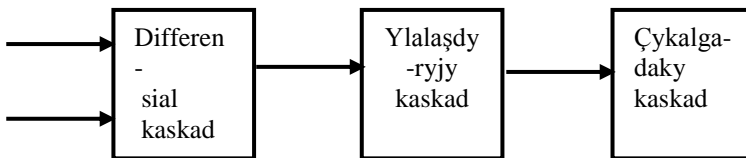
1. Ähli shemalarda ulanylýan OG-ler (K153YД1, K153YД2, K153YД6 markalar) özleriniň örän ýokary güýçlendiriş koeffisiýentleri, biçak uly girelge garşylyklary, örän tiz we ýokary täsir edijiligi bilen tapawutlanýarlar.
2. Takyklygy örän ýokary (153YД5 markaly) OG-ler özleriniň kiçjik süýşiriji naprýaženiýesi, differensial signallar üçin ýokary güýçlendiriş koeffisiýenti, sinfazaly signallar üçin-de biçak ýokary koeffisiýenti hem-de goh derejesiniň örän kiçiligi bilen tapawutlanýarlar .
3. Elektrometrli OG-ler (140YД6, 140YД14, 544YД1 markalar) özleriniň girelgesinde biçak uly garşylygy, girelgesindäki togunyň ujypsyzlygy hem-de gohunyň kiçiligi bilen tapawutlanýarlar.
4. Tiztäsiirediji (140YД11 markaly) OG-ler impulsly signallary we ýokary ýygýlykly signallar üçin niýetlenilip, üstünden signallary geçiriş ýygýlyk zolagynyň giňligi we çykalgasyndaky $U_{\text{чык}}$ – naprýaženiýesiniň ösüş tizliginiň aşa ýokarylygy bilen tapawutlanýarlar.
5. Mikrokuwwatly OG-ler (140YД12, 153YД4 markaly) örän kiçi (dynçlyk düzgüninde 10^{-6} Wt) kuwwaty kabul edýänligi bilen tapawutlanýarlar.

OG-leriň düzümini üç bölege bölýärler, olaryň :

Birinjisi differensial kaskadlardan düzülip, **girelge** kaskad üçin ulanylsa ;

Ikinjisi – emitteri gaýtalanýan kaskadlardan düzülip, **çykalga** kaskad üçin ulanylýar ;

Üçünjisi **girelge** bilen **çykalga** kaskadlaryň aralygynda olary sazlaşdyryjy (ylalaşdyryjy) hökmünde ulanýarlar.



Surat 13. Operasion güýçlendirijiniň düzümi.

OG-leriň iýmitlendirilişi we olaryň häsiýetnamalary.

OG-leriň işleýiş şertleriniň mümkinçiliklerini doly üpjün etmek üçin, olaryň girelgesine hem plýus hem-de **minus** alamatly signallary bermeli bolanda ikipolýarly iýmitlendiriji çeşmäni talap edýär. Şonuň üçin-de, iki sany hemişelik naprýaženiýe çeşmesini özleriniň ýörite çykalgalary bilen üpjün edilýär.

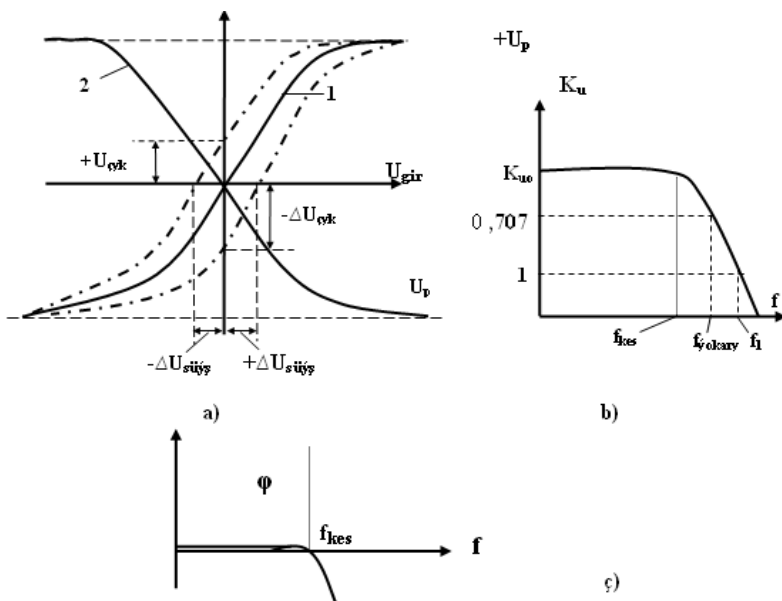
Operasion güýçlendirijileriň esasy häsiýetnamalary. Häsiýetnamalaryň üç görnüşini öňe sürýärler :

- Amplituda (üstünden geçiriş) $U_{çyk}$ (U_{gir}) häsiýetnamasy ;
- Amplituda – ýygylýk $k_u(f)$ häsiýetnamasy ;
- Faza – ýygylýk $\varphi(f)$ häsiýetnamasy.

Bu baglansyklaryň her birine aýratynlykda seredeliň.

1. Üstünden geçiriş (amplituda) häsiýetnamasy.

OG-niň bu häsiýetnamasy girelgedäki we çykalgadaky naprýaženiýeleriň özara $U_{çyk}(U_{gir})$ baglansyklaryny aňladýar (14-nji a çyzgy). Çyzgydaky 1-nji egri çyzyk inwertirlemeýän, 2-nji egri inwertirleýän OG-ler üçindir.



Surat 14. Operasion güýçlendirijileriň häsiýetnamalary :

a – Amplituda, **b** – Amplituda-ýygylk,

ç – faza – ýygylk häsiýetnamalary.

Eger-de, OG-niň girelgesindäki naprýaženiýe ($U_{gir}=0$) nula deň bolanda, çykalgasyndaky naprýaženiýe-de ($U_{çyk}=0$) nula deň bolsa, onda OG-niň balansly ýagdaýdadygyny aňladýar.

Eger-de, $U_{gir}=0$ bolanda çykalgadaky naprýaženiýe $U_{çyk} = \pm \Delta U_{çyk}$ bolsa, onda OG-niň balansda dälidigini aňladýar.

Girelgede $U_{gir}=0$ bolan wagty çykalgadaky $U_{çyk}$ – naprýaženiýeniň nula deň bolmagyny gazanmak üçin, operasion güýçlendirijä berilmeli $U_{süyş}$ – naprýaženiýä-OG-niň girelgesindäki naprýaženiýesini nul ýagdaýyndan süýşürji diýilýär.

Balansyň bozulmagyna girelgedäki differensial kaskadyň parametrleriniň dargaýanlygy we olaryň temperaturadan hem baglydygy sebäp bolýandygy bilen düşündirilýär. 4.15-nji **a** çyzgyda keltejik çyzyklar bilen OG-niň balansynyň bozulan ýagdaýyny aňladýan-üstünden geçiriş koeffisiýentiniň häsiýetnamasy görkezildi.

OG-niň girelgesi üçin diňe bir süýşme $\Delta U_{\text{süýş}}$ – naprýaženiýesinden başga-da girelgesindäki ΔI_{gir} – süýşme togy diýilýän ululykdan hem peýdalanýarlar. Kaskadyň girelgesindäki ΔI_{gir} – tok differensial kaskadyň girelgesindäki R_{gir} – garşylygynyň bahasy bilen çäklenýär we tranzistoryň parametrleriniň dargaýyş şertleri bilen düşündirilýär.

OG-leriň iş düzgünini ilki başdan balansirmek hemişe gerek bolup durýanlygy üçin, olaryň girelgesindäki $U_{\text{süýş}}$ – süýşürji naprýaženiýesine we girelge ΔI_{gir} – toguna täsir edip durar ýaly olaryň shemalarynda goşmaça elementler ulanylýar. Şeýle balansirmek üçin OG-leriň haýsy-da bolsa bir girelgesine goşmaça naprýaženiýe bermek we goşmaça rezistorlary girizmek bilen amala aşyrylýar.

OG-leriň amplituda ýygylk $k_u(f)$ häsiýetnamasy 4.15-nji **b** çyzgyda görkezildi. Bu baglansykda OG-niň güýçlendiriş koeffisiýentiniň ýygylkdan baglansygy görkezilip, onda şu aşakdaky parametrler hem görkezildi :

f_{yokary} – OG-niň geçirýän (dury) zolagyndaky iň ýokarky araçägidir, bu ýygylkda güýçlendiriş **$k_u=0,707$** **$k_{u.o}$** bahasyna deňdir.

$K_{u.o}$ – OG-niň orta ýygylkda işleýärkä güýçlendiriş koeffisiýenti.

F_{kes} – OG-niň **$k_{u.o}$** – koeffisiýentiniň göni gidýän kese çyzygyndan asaklygyna gaýdyp başlan ýerini görkezýän ýygylk, hem-de tranzistoryň-da ýygylga baglydygyny, OG-niň düzümini emele getirýän özaralarynda gerekmejek

(parazit) sygymalarynyň-da bardygyny aňladýar.

f_1 – Güýçlendiriş koeffisiýentiň ululygy 1 (bir) bolanda OG-niň ýygylgy

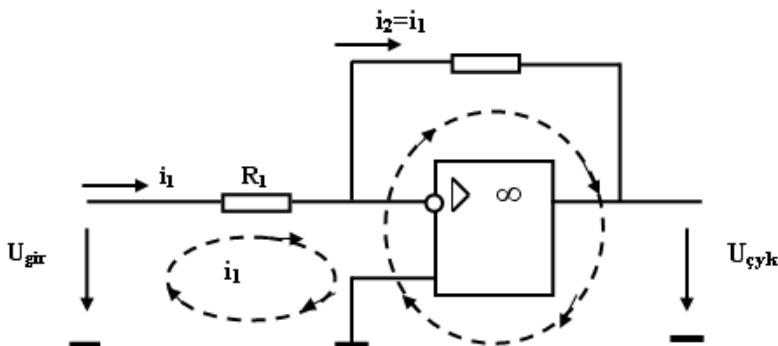
OG-leriň faza-ýygylgyk $\varphi(f)$ häsiýetnamasy 4.15-nji çyzgyda görkezildi. Bu baglanşyk OG-lerde güýçlendirilen signallaryň φ – faza burçy boýunça süýşmegiň f – ýygylgykdan baglydygyny aňladýar.

Operasion güýçlendirijileriň esasy shemalary.

OG-leri birnäçe topara bölýärler : Inwertli, inwertlidäl, summirleýän, tapawutlandyrýan (differensial), differensirleýän, integrirleýän ýaly toparlara bölünýär. Bu OG-lere aýratynlykda seredeliň.

1. **Inwertirleýän** (Latyn sözi – çalşyryan, çöwürýän diýmek) OG-ler.

Inwertirleýji OG-niň shemasy 9.16-njy çyzgyda görkezildi.



Surat 15. Inwertirleýji OG-niň shemalara birleşdirlişi.

Bu shemada yzy bilen aragatnaşygyň signaly R_2 – garşylygyň üsti bilen OG-niň inwersli girelgesine berilýär. Şol inwersli girelgä-de elektrik çeşmesiniň U_{gir} – naprýaženiýesi berilýär.

OG-leriň iş düzgünini ýeňil özleşdirmek üçin OG-ni ideal görnüşde diýip kabul etmek maslahat berilýär. Şeýle edilende, «**Ideal**» OG-ler üçin düzülmeli deňlemeler-de sadalaşýar, sebäbi OG-niň girelgesiniň garşylygy $R_{gir} = \infty$ diýip kabul edilýär şonuň üçin-de girelgesindäki gysgyçlarynyň aralaryndaky ($\Delta U_{gir} = 0$) naprýaženiýe nula deň bolýar we R_1 bilen R_2 rezistorlaryň üstlerinden bir i_1 – tok akýar. OG-niň girelgesinde görkezilen kontur üçin (çyzgyda keltejikden üzülen çyzýklar) degişli deňleme düzeliň.

OG-niň çykalgasyndaky uly kontur üçin de deňleme düzeliň.

$$U_{gir} + R_1 i_1 = 0 \quad \text{ýa-da} \quad i_1 =$$

$$U_{çyk} + R_2 i_2 = 0$$

ýa-da

$$U_{çyk} = - R_2 i_1$$

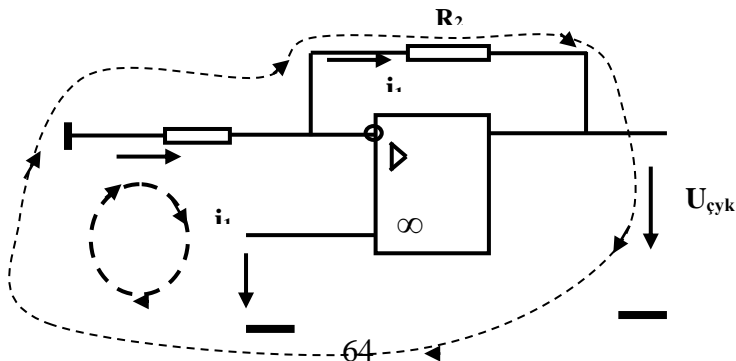
Eger-de, birinji deňlemeden i_1 – toguň bahasyny ikinji deňlemede ulansak, onda

$$U_{çyk} = - \frac{R_2}{R_1} U_{gir} \quad \text{deňligi alarys.}$$

Deňlemäniň sag tarapynda emele almatynyň manysy signalyň fazasynyň çöwrülýändigini (inwertligini) aňladýar.

2. **Inwertirlemeýän güýçlendiriji.** Inwertsiz güýçlendirijileriň shemasy 16-njy çyzgyda görkezildi.

Ýene-de, OG-leri ideal diýlip kabul edilýändiginden peýdalanyň, çyzgyda görkezilen kiçi we uly konturlar üçin degişli deňlemeler düzeliň.



Surat 16. Inwertirlemeýän OG-niň shemalara birleşdirlişi.

Kiçi kontur üçin $\mathbf{R_1 i_1 + U_{gir} = 0}$ ýa-da $\mathbf{i_1 = - R_1}$

Uly kontur üçin $(\mathbf{R_1 + R_2}) \mathbf{i_1 + U_{çyk} = 0}$ ýa-da

$$\mathbf{U_{çyk} = - (R_1 + R_2) i_1}$$

Birinji deňlemeden $\mathbf{i_1}$ – toguň bahasyny ikinji deňlemä goýsak, onda

$$U_{çyk} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} U_{gir} \quad \text{ýa-da} \quad U_{çyk} = 1 + \frac{R_2}{R_1} U_{gir}$$

Deňlemede $(-)$ – alamatyň ýoklugy $(+)$ – plýus alamatlylygyň manysy OG-de signalyň fazasy inwertersiz güýçlenýändigini aňladýar.

3. Summirleýän güýçlendiriji (Summator).

Summatorlaryň girelgesinde signallar goşulanlaryndan soň, olaryň çykalgasyndan alynýan signallary inwertirleýän ýa-da inwertirlemeýän görnüşde alyp bolýar. Olara degişli shemalar 17-nji **a, b** çyzgyda görkezildi.

17-nji a – çyzgyda görkezilen shema üçin şu aşakdaky deňlemeleri düzüp bileris.

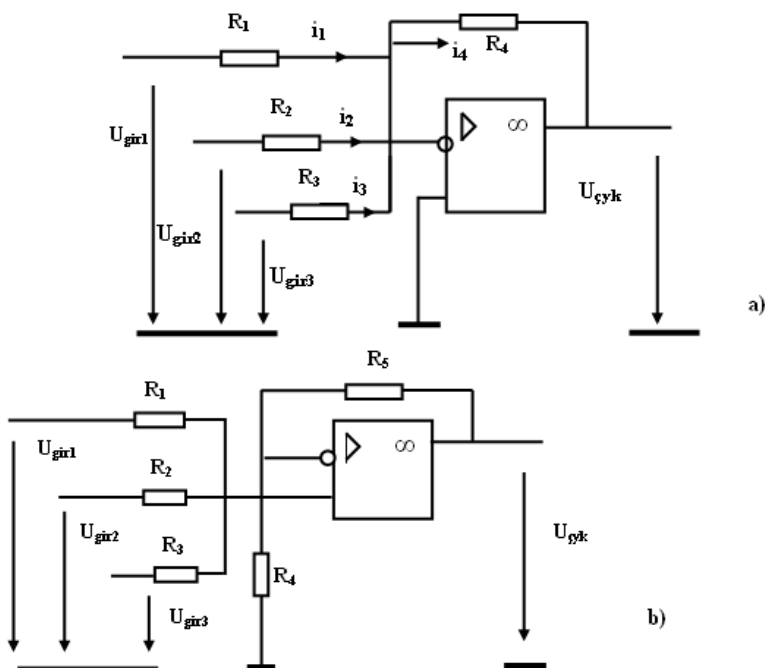
$$i_4 = i_1 + i_2 + i_3 = \frac{U_{gir1}}{R_1} + \frac{U_{gir2}}{R_2} + \frac{U_{gir3}}{R_3}; \quad U_{çyk} = -R_4 i_4$$

ýa-da

$$U_{çyk} = - \left(\frac{R_4}{R_1} U_{gir1} + \frac{R_4}{R_1} U_{gir2} + \frac{R_4}{R_1} U_{gir3} \right)$$

Umumy görnüşde, şu aşakdaky ýaly ýazyp bileris.

$$U_{cyk} = - \sum_{k=1}^n U_{girk} \frac{R_4}{R_k}$$



Surat 17. Summatorlaryň a – inwertirleýän ,
b – inwertirlemeyän shemalary.

Bu ýerde - $\frac{R_4}{R_k}$ berilen $U_{gir\ k}$ – naprýaženiýeniň tutýan ornuny aňladýan koeffisiýent.

Eger-de garşylyklaryň ($R_4=R_k$) deňlikleri gazanylsa, onda güýçlendirijiniň çykalgasyndaky U_{cyk} – naprýaženiýe

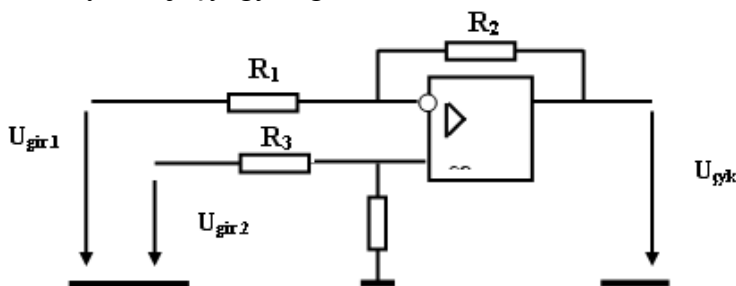
$$U_{cyk} = - (U_{gir.1} + U_{gir.2} + U_{gir.3}) \text{ bolar}$$

Deňlemäniň oňündäki (–) – minus alamatynyň manysy çykalgadaky U_{cyk} – naprýaženiýe, girelgedäki $U_{gir.k}$ –

naprýaženiýeleriň goşulmaklarynyň inwertlenýändigini aňladýar.

4. Differensial (tapawudyny berýän) güýçlendiriji.

Girelgedäki naprýaženiýeleri güýçlendirip, çykalgasynda tapawudyny berip bilýän OG-lere differensial güýçlendirijiler diýilýär. Şeýle differensial güýçlendirijiniň shemasy 18-nji çyzgyda görkezildi.



Surat 18. Differensial (tapawudyny berýän) güýçlendiriji.

Eger-de, OG-niň birinji girelgesine signal berilip, ikinji girelgesine signal berilmese (ýagny $U_{gir.1} \neq 0$, $U_{gir.2} = 0$), onda shema inwertirleýji bolup işleýär.

$$U_{cyk} = U_{cyk1} = -U_{gir1} R_1$$

Eger-de, OG-niň birinji girelgesindäki signalyň naprýaženiýesi

($U_{gir.1}=0$) bolup, ikinji girelgesindäki signalyň naprýaženiýesi nula deň bolmasa $U_{gir.2} \neq 0$), onda shema inwertirlemeýän güýçlendiriji bolup işleýär.

$$U_{cyk} = U_{cyk2} = U_{gir2} \frac{R_4}{R_3 + R_4} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Bu ýerde $U_{gir2} \frac{R_4}{R_3 + R_4}$ inwertirlemeyän güýçlendirijiniň çykalgasyndaky naprýaženiýedir.

Iň soňky netijeleri ýönekeýleşdirmek üçin inwertirleýän we inwertirlemeyän düzgünde işleýän OG-leriň güýçlendiriş koeffisiýentleri özara deň diýip kabul edýäris.

$$k_{u1} = \frac{U_{cyk1}}{U_{gir1}}; k_{u2} = \frac{U_{cyk2}}{U_{gir2}}; \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

onda

$$\frac{R_2}{R_3 + R_2} = \frac{R_4}{R_3 + R_4}; \frac{U_{cyk2}}{U_{gir2}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) \frac{R_2}{R_1}$$

netijäni alarys.

Eger-de, OG-niň girelgeleriniň ikisinde-de signal bolsa, onda çykalgasyndaky $U_{çyk}$ – signalyň tapylyşy şeýle bolar

$$U_{cyk} = -U_{gir1} \frac{R_2}{R_1} + U_{gir2} \frac{R_2}{R_1} = (U_{gir1} - U_{gir2}) \frac{R_2}{R_1}$$

Diýmek, OG-niň çykalgasyndaky $U_{çyk}$ – signal, girelgesindäki signallaryň tapawutlaryna göni baglydyr.

8. ELEKTRON GENERATORLARY

Kesgitlemesi. Elektron generatorlary diýlip, elektronly çyralary ýa-da ýarymgeçirijilerden ýasalan abzallaryň kömegi bilen, hemişelik togunyň elektrik energiýasyny yrgyldyly

elektrik energiýasyna öwüriji (kesgitli ýygýlykda we formada) gurnamalara aýdylýar.

Generatorlaryň klasslara (toparlara) bölünşi.

Elektron generatorlary özleriniň birnäçe nyşanalary (aýratynlyklary) boýunça klasslara bölünýärler :

1. Generirlenen yrgyldylaryň ýygýlyk diapazony (giňligi) boýunça bölünşi : **a)** ýygýlykly generatorlar (1-Gers böleginden tä **100 KGS**-e çenli) ; **b)** ýokary ýygýlykly generatorlar (**100 KGS**-den **100 MGS**-e çenli) ; **ç)** aşa ýokary ýygýlykly generatorlar (**AÝÝ**) (**100 MGS**-den ýokary).
2. Generirlenen ýygýlyklary formalary boýunça sinus we sinus däl yrgyldylara-da bölýärler.

Sinus görnüşli yrgyldylary öndürýän generatorlary almak üçin olarda ulanylan güýçlendirijileriň shemalarynda görkezilen yzy bilen baglanşyklaryň hemmesi plýus alamatly bolmalydyr (**YBPB**-zyzy bilen plýus baglanşyk).

Yrgyldysy sinus görnüşli ýokary ýygýlykly generatorlar adaty rezonansly **LC** – konturlar bilen döredilýär, şonuň üçin-de bular ýaly konturlara **LC** – generatorlar diýilýär.

Pes ýygýlykly generatorlar bolsa – ýygýlykdan bagly hem-de yzy bilen baglanşykly **RC** – zynjyrlar ulanylýar. Yrgyldysy sinus görnüşli generatorlarda ulanylýan yzy bilen baglanşyk yrgyldyly generatoryň ýitgileriniň öwezini dolandurýar diýäýmeseň, tutýan orny beýle bir uly däl.

Yrgyldyly generatorlardaky ýitgileri diňe bir yzy bilen plýus baglanşykly elementler bilen däl-de, garşylyklaýyn **minus** baglanşykly elementler bilen-de kompensirmek bolýar.

Islendik, hatda hil tarapdan aşa ýokary ýygýlykly yrgyldyly konturlarda-da ýitgi bardyr, şonuň üçin-de döreýän islendik ýygýlykdaky yrgyldylar (hiç hili şübhesiz) ýuwaş-ýuwaşdan sönäýmelidirler. Eger-de, yrgyldylar sönmeýän bolsalar, onda şol generatordaky ýitgileri haýsy-da bolsa bir

energiýa çeşmesi bilen dynuwsyz kompensirlenip durulýar diýiligidir.

Islendik yrgyldyly sistemada döreýän ýitgileri birnäçe ekwiwalent garşylyklaryň üsti bilen düşündirip bolýar, meselem $R_{\text{ýitgi}}$ – garşylygy haýsy-da bolsa bir minus alamatly R^- – garşylyk bilen kompensirlese, onda $R_{\text{ýitgi}} - R^- = 0$ ýagdaýy-da alyp bileris. Şular ýaly ýagdaýa her hili tehniki tilsimler bilen çykyp bilsek, onda döredilen yrgyldylar tükeniksiz wagtyň dowamynda-da sönmezler.

Yrgyldyly generatorlaryň shemasyna minus alamatly R^- – garşylyklaryň girizilmegi generatorda döreýän ýitgileri kompinsirleýji (öwezini doldyryp durýan) energiýa çeşmesiniň sistemada ulanylýandygyny aňladýar.

Napryženiýesi ulalanda togy kiçelýän (we tersine) elementrlere minus alamatly garşylyklar diýilýär. Şular ýaly garşylyklara **termistorlar, tunnelli diodlar, tiristorlar, birpolýarly** (ýa-da bir sany **p – n** geçişli) **tranzistorlar** degişlidirler.

Bu elementleriň Wolt-Amper häsiýetnamalarynda (WAH-larynda), aşak düşýän böleginiň bar ýerinde

$$\frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_2 - U_1}{I_2 - I_1} = -R$$

minus alamatly garşylygy berýär (mysal üçin 2.6 -njy **a** – çyzgyda **0 – 1** we **2 – 3** aralyklarda garşylyklar plýus alamatly bolsalar, onda **1 – 2** aralykda, WAH-yň ýykylýan ýerinde, garşylyk minus alamata eýe bolýar).

Eger-de, sinusdäl yrgyldylar (impulslar) bar bolsa, onda **100%** yzy bilen plýus aragatnaşykly generatorlardan peýdalanmak maslahat berilýär. Şeýle edilende generatorlarda döreýän yrgyldyly hadysa garmonikasyz (bigarmoniki) bolýar. Şular ýaly bigarmoniki görnüşdäki signallar üçin harçlanýan energiýalaryň mukdaryndan - çeşmeden berilýän energiýanyň mukdary köpdür. Sonuň üçin-de yrgyldyly generatoryň elementlerinde energiýalaryň toplanmagy bolup, bu toplanan energiýalar sönmeýän yrgyldylaryň döremegine sebäp

bolýarlar we yrgyldylaryň formalarynyň düýbünden üýtgeşik häsiýetli görnüşlerine getirýär.

Sinus däl yrgyldyly generatorlara köplenç **relaksasion** (ýuwaş-ýuwaşdan söňýän) generatorlar diýilýär.

Relaksasion generatorlaryň bölünişleri :

- a) Impulslaryň generatorlary (bloking – generatorlar) ;
- b) Goniburçly yrgyldylaryň generatorlary (multiwibratorlar) ;
- c) Naprýaženiýesi göni üýtgeýän generatorlar (NGÜG) ;

Relaksasion generatorlar üç iş düzgüninde işläp bilýär :

- a) Awtoyragyldyly düzgünde ;
- b) Haýallanýan (tormozlanýan) iş düzgüninde ;
- c) Sinhronly iş düzgünde.

Relaksasion generatorlar durnukly we deňagramly belli bir ýagdaýda işlände birwibratorly generator diýilýär. Eger-de, generatorlar iki sany durnukly ýagdaýda işlese, onda olara **triggerler** diýilýär.

Umuman, birwibratorly generatorlar hem-de triggerler işlänlerinde takyk iş ýagdaýynda işleýärler we açmak (generirlemek) ýa-da ýapmak (söndürmek) funksiýalary ýerine ýetirýärler. Şonuň üçin-de bu generatorlara shemalary kiltli diýseň-de ýalňyş bolmaz.

Awtoyragyldyly iş düzgüninde işleýän relaksasion generatorlarda durnukly we deňagramly ýagdaý bolmaýar, olarda iki sany **kwazi** deňagramlyk (deňagramla meňzeş) ýagdaý bolýar.

Haýallanýan iş düzgüninde relaksasion generatoryň bir sany durnukly we deňagramly ýagdaýy bolup : sinhron iş düzgüninde impulslaryň ýygylklary gaýtalanyp durýan relaksasion generator daşyndaky dolandyrylýan (sinhronizirlenýän) naprýaženiýeniň ýygylgynyň ýagdaýy bilen kesgitlenilýär.

Relaksasion generatorlar özleriniň açylyş (oýanyş) düzgünleri boýunça-da iki görnüşe eýedirler :

1. Garaşsyz açylyş hem-de,
2. Öz-özünden açylyş (awtogeneratorlar).

Garaşsyz açylyan (oýanýan) generatorlaryň girelgesine berilýän naprýaženiýe, garaşsyz naprýaženiýe çeşmesinden takyk ýygylgy bilen üpjün edilýär (üpjün ediji generatordan).

Öz-özünden açylyan (oýanýan) generatorlarda sönmeýän yrgyldylary almak üçin, generatoryň çykalgasyndaky signallary girelgesi bilen birleşdirýän, yzy bilen plýus baglanşykly zynjyryň üsti (kömegi) bilen amala aşyrylýar.

Awtogeneratorlarda öz-özünden oýanmagyň ýörite şertleri bardyr. Olaryň girelge signallary bolmaýar. Şonuň üçin-de, döreýän durnukly yrgyldylar takyk şertler bilen baglanşykdadyrlar. Meselem, güýçlendirijilerdäki yzy bilen plýus alamatly baglanşyklaryň netijelerinden generatorlarda öz-özünden oýanmak hadysasy bolup geçýär.

Generatorlarda öz-özünden oýanmak hadysany güýçlendirmegi amala aşyrmak üçin şu aşakdaky şertleriň ýerine ýetirilmegi hökmanydyr.

$$\kappa \cdot \beta \geq 1$$

we

$$\varphi + \psi = 2\pi \cdot n$$

Bu ýerde: κ – güýçlendirijiniň güýçlendiriş koeffisiýenti ;

β – yzy bilen arabaglanýş koeffisiýenti ;

φ – güýçlendirijiniň naprýaženiýesiniň süýşme burçy;

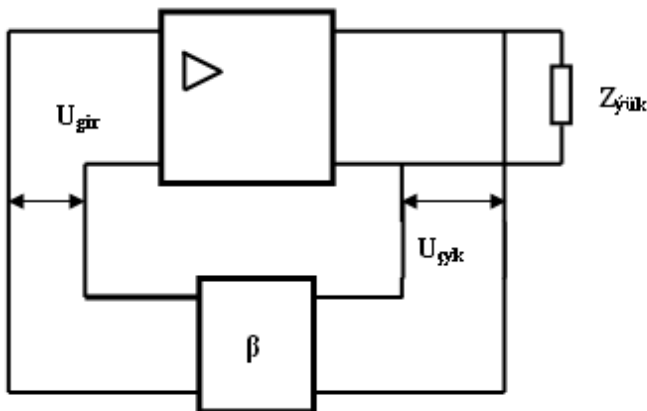
ψ – yzy bilen arabaglanýş naprýaženiýesiniň süýşme burçy ;

$n = 0, 1, 2, 3, 4 \dots$ islendik san.

Birinji ($\kappa\beta \geq 1$) aňlatmanyň manysy, amplitudalar balansynyň şertini aňladýar. Bu aňlatma, generatorda öz-özünden oýandyrylma hadysasy bolup geçende yzy bilen arabaglanşygy emele getirýän zynjyryň çykalgasyndaky

signalyň güýçlendirijidäki girelge signalyndan kiçi bolmaly dälidigini aňladýar.

19-njy çyzgyda awtogenatoryň gurluşynyň ýönekeý shemasy görkezildi.



Surat 19. Awtogenatoryň gurluşynyň shemasy.

Ikinji aňlatma ($\varphi + \psi = 2\pi \cdot n$) aňlatma fazalaryň balans şertini aňladýar. Bu aňlatma, güýçlendirijiniň girelgesindäki U_{gir} – naprýaženiýeniň fazasy, yzy bilen arabaglanşygy emele getirýän zynjyryň çykalgasyndaky naprýaženiýeniň fazasy bilen gabat gelmelidirini aňladýar.

Güýçlendirijidäki yzy bilen baglanşygy emele getirýän β – elementiň, hem-de - güýçlendirijiniň girelge we çykalga naprýaženiýeleri öz güýçlendiriji koeffisiýentleri bilen aňladylýarlar. (Ähli ululyklar kompleks görnüşde ýazyldy).

$$\underline{U}_{gir} = \underline{\beta} \cdot \underline{U}_{çyk} ; \underline{U}_{çyk} = \underline{k} \cdot U_{gir} ; U_{çyk} = k \cdot \beta \cdot U_{çyk} ;$$

Soňky deňlemede

$\underline{k} \cdot \underline{\beta} = 1$ bolanda dogrudyr. Bu ýerde \underline{k} bilen $\underline{\beta}$ – güýçlendiriji bilen yzyna baglanşygyň deňişlilikde güýçlendirij koeffisiýentleriniň modullary φ bilen, ψ – bolsa, \underline{k} bilen $\underline{\beta}$ kompleks sanlaryň argumentleridir.

Bu argumentler güýçlendiriji bilen yzyna baglanşygy emele getirýän zynjyryň girelgeleri bilen çykalgalaryndaky napryaženiýeleriň fazalarynyň özara süýşme burçlaryny kesgitleýär.

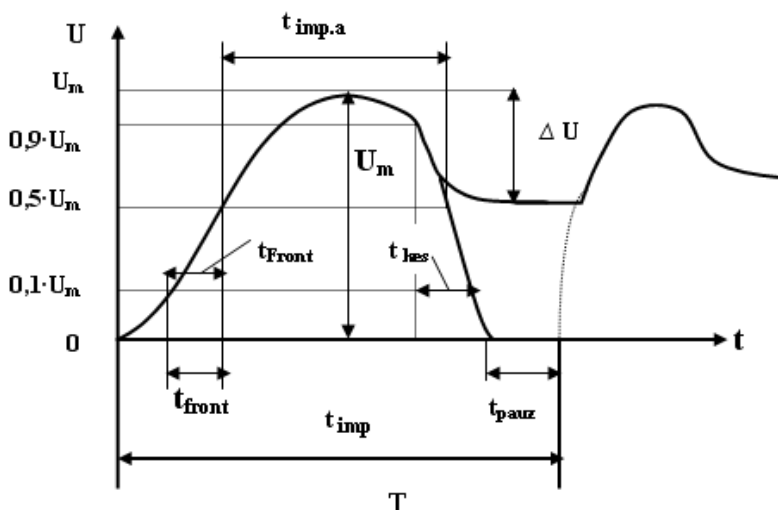
Eger-de $\underline{k} \cdot \underline{\beta} = 1$ şert ýerine ýetse, onda awtogenerateda sönmeýän yrgyldylar döreýär. Köplenç ýagdaýlarda \underline{k} bilen $\underline{\beta}$ – koeffisiýentleriň köpeltmek hasyly $\underline{k} \cdot \underline{\beta} \geq 1$ kanagatlanar ýaly edip gurnaýarlar.

Umuman \underline{k} bilen $\underline{\beta}$ koeffisiýentler ýygylga baglydyrlar, şonuň üçin-de kompleks görnüşde aňladylýarlar.

Eger-de, öz-özünden oýandyrylýan prosesleriň şerti hiç bolmanda bir ýygylk üçin kanagatlandyrýan bolsa, onda garmoniki ýygylklar döreýär. Eger-de, öz-özünden oýandyrylmagyň şerti birnäçe ýygylklary kanagatlandyrýan bolsa, onda çylşyrymly formalaryň yrgyldylary döreýär. Bu çylşyrymly formalar birnäçe garmoniki yrgyldylaryň goşulmalaryndan (düzüminden) emele gelýär.

Impulsalaryň parametrleri.

Mysal hökmünde, gönüburçly real impulsyň esasy parametrleri hakda düşüňjeleri özleşdireliň



Surat 20. Impulsyň esasy parametrlerini özlüşdirmek üçin diagramma.

Amplituda – Berilen napryaženiýeniň ýa-da toguň iň uly bahasyna impulsyň formasynyň amplitudasy diýilýär hem-de degişlilikde U_m ýa-da I_m görnüşde belgilenýärler.

Uzynlygy – Eger-de, impulsyň dowamlylygy plança sekund diýlip aýdylmadyk bolsa, onda impulsyň dowamlylygyny onuň esasynyň t_{impuls} – dowamlylygy bilen kesgitlenilýär.

Impulsyň aktiw $t_{imp.a}$ – uzynlygy diýlip, impulsyň amplitudasynyň ýarym ($0,5U_m$) bahasyndaky derejesini görkezýän wagt aralygyna aýdylýär.

Käwagtlar impulsyň dowamlylygy amplitudanyň $0,1 \cdot U_m$ – derejesinde-de kesgitlenilýär.

Pauzanyň uzynlygy t_p – iki sany goňsy impulsyň gutarýan we başlanýan ýerlerini aňladýan wagt aralygyna pauza diýilýär.

Gaýtalanýan period – Impulsyň gaýtalanýan periody diýlip, iki sany birpolýarly impulsaryň başlanýan nokatlarynyň aralygyny görkezýän wagta aýdylýär. Period T – harpy bilen

belgilenýär. Islendik T – period bir impulsyň t_{imp} – wagty bilen bir pauzanyň t_{pauz} – wagtyň jemlerine deňdir.

$$T = t_{\text{imp}} + t_{\text{pauz}}$$

Doldurylýan koeffisiýent bilen skwažnost (çuňlugy).

Doldurylan koeffisiýent diýlip, impulsyň t_{imp} – uzynlygynyň gaýtalanýan T – periodyna bolan gatnaşygyna aýdylýar $\gamma = t_{\text{imp}} / T$

Dolandurylan koeffisiýentiň ters ululygyna impulsyň skwažnosti diýilýär.

$$q = \frac{1}{\gamma} = \frac{T}{t_{\text{imp}}}$$

Impulsyň uzynlygy we onuň frontynyň ýapgytlygy

(krutiznasy) .

Impulsyň frontunyň alny (öňi) we kesilýän ýeri (yzy) diýilýän böleklere bölýärler.

Impulsyň önündäki frontunyň uzynlygy impulsyň ösýän wagty bilen kesgitlenýän bolsa, onda frontuň kesilmegi impulsyň peselip başlanýan ýerinden hasaplanylýar.

Impulsyň iň köp ulanylýan parametrleriniň biri-de onuň frontunyň aktiw ($t_{\text{imp.a}}$) – uzynlygydyr. Bu $t_{\text{imp.a}}$ – wagta impulsyň $0,1 U_m$ – bahasyndan tä $0,9 U_m$ – bahasyňa çenli anyklanylýar. Frontuň kesilýän t_{kes} – wagtyň uzynlygy bolsa impulsyň $0,9 U_m$ bahasyndan tä $0,1 U_m$ – bahasyňa çenli peselýän aralygy göz önünde tutulýar.

Käwagtlar t_{front} – bilen t_{kes} – wagtlaryň deregine frontyň ösüş (ýa-da peseliş) tizligini häsiýetlendirýän ululyklardan peýdalanýarlar. Bu ululyga impulsyň frontunyň **ýapgytlygy** (krutiznasy) diýilýär. Bu ululyk

s – harp bilen belgilenýär we $\frac{W}{s}$ ölçenilýär. Wolt/sekunda

Impulsyň frontlarynyň aralygyna impulsyň tekiz üsti (depesi) diýilýär. 11.2-nji çyzgyda impulsyň tekiz üstüniň pese gaçyşy görkezildi.

Impulsyň kuwwaty. Impulsyň W_{imp} – energiýasynyň şol impulsyň uzynlygynyň t_i – wagtyna bolan gatnaşygyna aýdylýar.

$$P_{imp} = \frac{W_{imp}}{t_{imp}}$$

Impulsyň ortaça kuwwaty. Impulsyň W – energiýasynyň şol impulsyň T – perioda bolan gatnaşygyna aýdylýar.

$$P_{orta} = \frac{W}{T}$$

P_{imp} bilen P_{ort} deňlemeleri özara deňläp ýazsak şu aşakdaky netijä geleris.

$$P_{imp} * t_{imp} = P_{ort} * T \quad \text{onda} \quad P_{imp} = P_{ort} * \frac{T}{t_{imp}} = P_{ort} * q$$

Görüşimiz ýaly impulsdaky kuwwat generatoryň ortaça kuwwatyndan q esse artykdyr.

9. LOGIKI WE SANLY GURLUŞLAR.

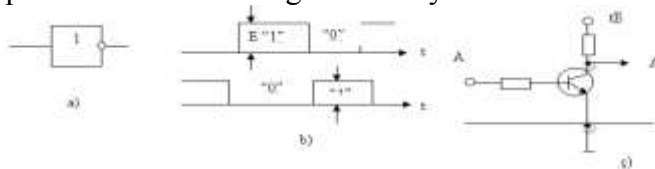
Esasy logiki operasiýalar we olaryň realizasiýasy. Birmanyly kesgitlemek mümkin bolan hakykylyk we hakyky dälilik gatnaşyklaryna logiki gatnaşyklar diýilýär. Mysal üçin: "Generator ýakylan"; "Napryáženíýeniň girişinde az wagtda işleýär". Logiki funksiýa $A=1$, eger logiki maglumatyň hakyklygy (m/u: "Generator çatylan", eger ol hakykatdanda çatylan bolsa) we $A=0$, eger bu maglumatlar ýalan bolsa (generator onda çatylan), şeýlelikde logiki funksiýalaryň beýleki funksiýalardan tapawutly ýeri ol diňe 2 belligi (1 we 0) kabul edýär.

Awtomatiki dolandyryş işlerinde hasaplaýyş işleri geçirilýär, şonda logiki maglumatlar giňden ulanylýar. Ýöne bize diňe

logiki maglumatlar zerur däl, eýsem olaryň arasyndaky gatnaşyklar hem gerek. Mysal üçin: "Eger hemmeler operatoryň pultyna çatylan we blokirowkanyň goragçysyna çatylan bolsa, onda generator çatylan". Matematiki düşüňjeler üçin logiki maglumatlarynyň arasyndaky gatnaşygy we funksiýalar logiki operasiýalaryna gelip çykýar. 3 sany esasy logiki operasiýalara seredeliň.

1. DÄL operasiýasy (logiki otrisaniýe ýa-da inwersiýa). Logiki otrisaniýe A funksiýadan \bar{A} bilen bellenilýär (aýdylanda " A " däl) we hakykylyk tablisasyndan kesgitlenýär (tabl. u. 1), ýagny A we \bar{A} -nyň arasyndaky gatnaşyk görkezýär. Mysal üçin: A funksiýa : "Birinji generator çatylan".

Funksiýa \bar{A} : "Birinji generator çatylmadyk", Logiki operasiýalary elektrik shemada logiki elementler diýip atlandyrylýar. 4.1. a suratda DÄL logiki elementiň belligi: (b)(w) suratda signallaryň wagtlaryň diagrammasy görkezilen E potensiala logiki funksiýanyň 1-lik belligini kabul edýär, 0 potensial bolsa 0 belligi kabul edýär.



Surat 21. DÄL logiki operasiýasy.

Tablisa 1.

DÄL operasiýasynyň hakykylygy

A	\bar{A}
0	1
1	0

Tablisa 2.

Ýa-da operasiýasynyň hakykylygy

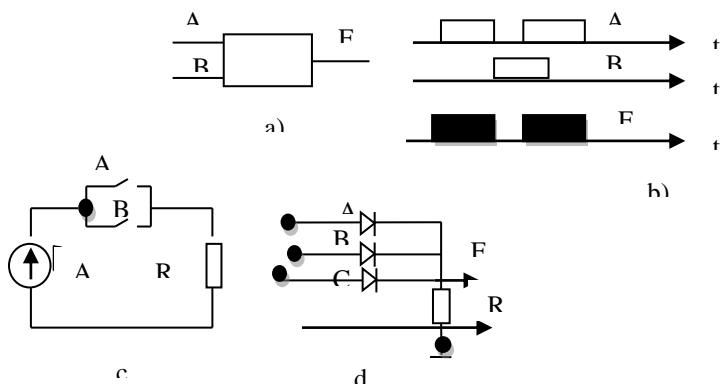
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

2) Ýa-da operasiýasy (logiki çylşyrymly ýa-da duzýunksiýa) näbelli argumentler 2 ýagdaýda bellenilýär: $F=AB$ ýa-da $=F=A+B$ (okalanda " A ýa-da B ") we (4.2. tablisa) hakykylyk

tablisasyndan tapylýar. Ýa-da operasiýasy bilen 3 we ondan köp näbelli argumentleri ýerine ýetirmek mümkin.

Eger, bolmanda bir näbelli üýtgeýän argument 1-e deň bolsa inda $F=1$.

Suratda ÝA-DA logiki elementiň bellenilişi görkezilen, giriş we çykyş elementiň bellenilişi görkezilen, giriş we çykyş elementlerde signallaryň wagtlaýyn diagrammasy (sur. 4.2. b).



Surat 22. Ya-da logiki operasiýasy.

Logiki 1 element üçin E potensialy kabul edýäris 0 logiki üçin 0 potensialy.

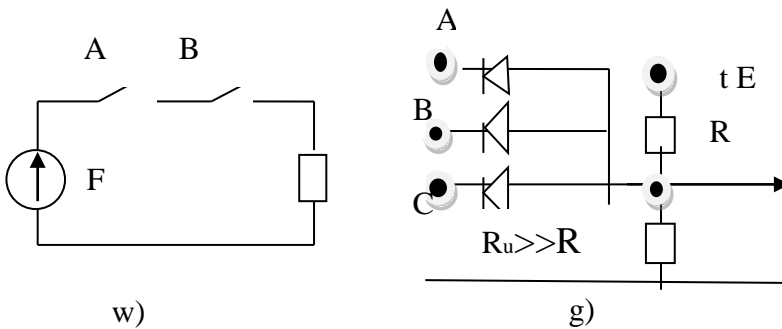
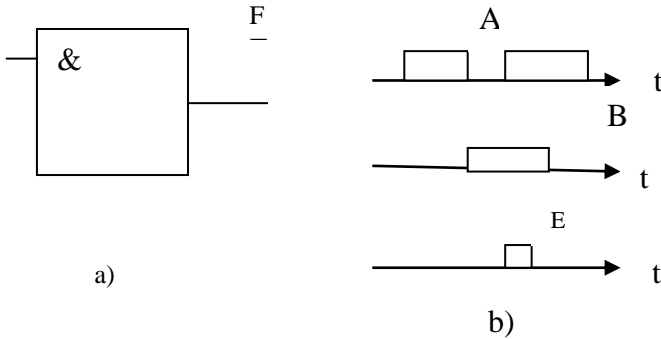
22-nji suratda Shemada eger birinji açar ($A=1$) utgaşdyrylan bolsa ýa-da 2-nji açar ($B=1$) utgaşdyrylsa ýa-da ähli açarlar ($A=B=1$) utgaşdyrylan bolsa onda E potensiala agram düşýär 22 suratda logiki element ÝA-DA diodly çatgy. 3. Operasiýa we (U) (logiki köpelmeye ýa-da konýuksiya) $F=AB$ bilen bellenilýär ýa-da $F=A \wedge B$ (A we B okalýar) (3.) tablisada hakykylygy tapylýar. Logiki köpelmeye operasiýasy 3 we ondan köp näbelli argumentleri öz içine alar. Haçanda ähli näbelli üýtgeýän birlikler boýunça onda funksiýa $F=1$.

A	B	$F=AB$
0	0	0
0	1	0
1	0	0

1	1	1
---	---	---

E potensial 1-lik üçin 0 potensial logiki üçin 0. 4.3.W suratda shemada E potensial eger A açar ($A=1$) utgaşlan we B açar bolsa ýüke geçýär.

Tablisa 3 operasiýanyň hakykylygy.



Surat 23. Logiki operasiýa WE (U).

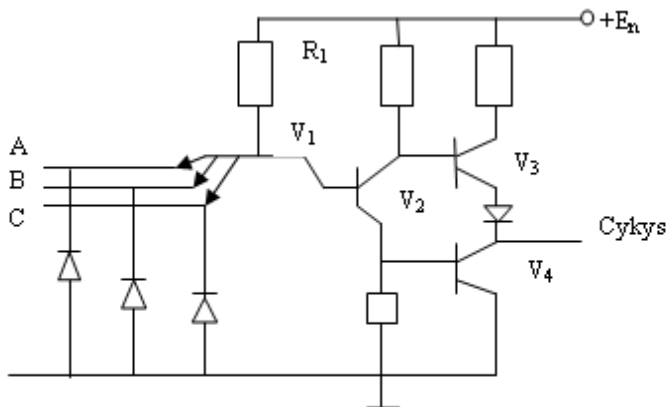
We elementniň ýönekeý realizasiýasy görkezilen. Çykyşda naprýaženiýe $U_{çyk} = U_{,yk} \approx E(F = 1)$ bolan ýagdaýynda, eger ähli diodlar ýapyk bolsa we ş.m. ähli girişlerde E potensial bolar (logiki 1).

Garşylykly ýagdaýynda açyjy diod ýüki şuntirleýär we oňa potensial açyk diod $U_{\text{çyk}}$ zo (logiki 0) bolar. Eger WE elementiň girişlerinden biri giriş signalyň çeşmesi bilen baglanşyksyz bolsa, onda berlen diod hemişe hasaplanmagy mümkin.

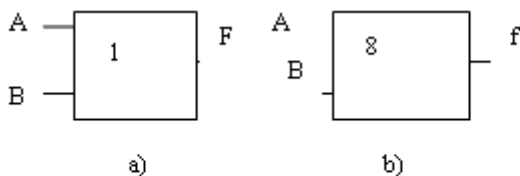
1.w, 2.g, we 3.g suratlaryndaky shemalarda DAL, ÝA-DA, WE logiki elementleriň görnüşlerinden biri görkezilendir.

Logiki mikroschemanyň görnüşleri

Logiki IMS senagatda elementleriň seriýa görnüşinde çykýar. Her bir seriýasynyň esasynda esasy logiki elementiň şekil çözülişi bar, ýagny esasanam has çylşyrymly bolan şekilleri saklaýar. Esasanam ählisiniň hilinde ÝA-DA-DÄL elementler saýlaýar we WE-DÄL esasynda. Bu elementleriň belgilenişi 4.4.a suratda görkezilen. (element ÝA-DA-DÄL) we b (element WE-DÄL). ÝA-DA-DÄL, WE-DÄL elementleriň hakykylygy 4.4. we 4.5. tablisada görkezilen.



Surat 24



Surat 25

Tablisa 4.

A	B	$F1=A+B$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Tablisa 5.

A	B	$F=AB$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

WE-DÄL elementleri dürli shema görnüşinde ýerine ýetirmek mümkin. Logikalaryň esasy görnüşlerine seredip geçeliň.

Tranzistorlanan tranzistorly logika (logiki TTL-görnüşü).

WE-DÄL elementiň üçgirişli şekili 25 suratda görkezilen. Ony ýarymgeçirijili enjam-köpemmetrli tranzistor V1-iň girişinde ulanylan. V1 we V2 tranzistorlar WE-DÄL şekili häsiýetlendirýär, V3 we V4 tranzistorlarda çykyş kaskad inwertirlenmedik, çykyş signalyň kuwwatyny uzaldygy üçin hyzmat ediji boýunça ähli girişlerde ($A=B=C=1$) ähli emmitterli geçişler V1 tranzistora ters ugurda goşulan we tok akmaýar. R_1 rezistor we V1 tranzistor kollektorly geçiş üst bilen göni ugrukdyrylyp garylan, V2 tranzistoryň bazasynda tok akýar.

V2 kollektorda naprýaženiýa nula ýakyn. Berilenden soň bolmanda V1 tranzistoryň bir girişinde nul potensial emmitterli V1 geçiş göni ugrukdyrylanda goşulýar. Tok R_1 rezistoryň üsti bilen giriş zynjyra akýar, V2 tranzistoryň giriş garşylygynda az garşylyga eýe bolýar.

Netijede tok V2 baza nula düşýär, tranzistor ýapylýar, oňa kollektor +En golaý ýokary potensial berýär. (signal 1) (tabl. 4.).

V2 tranzistoryň kollektoryna 0 signal boýunça açyk ýagdaýynda ýerleşen V2 emmiterniň toguň bir bölegi V4 tranzistoryň bazasyna düşýär we oňa guýulýar.

V2 kollektorda kiçi naprýaženiýanyň V3 tranzistoryň ýapyk ýagdaýda bolmagyny goldaýar. Şeýlelikde çykyşda logiki element 0 signaly görkezýär. (açyk tranzistorda naprýaženiýanyň az aşak geçmasy bolýar).

V2 tranzistoryň kollektorynda 1 signal boýunça bu tranzistor ýapylýar, şonuň bilen V4 tranzistoryň baza togy akýar. V2 kollektorda ýokary naprýaženiýe V4 tranzistoryň goýalmagyna çagyryýar. Netijede çykyşda logiki element

Signal emele gelýär.

5 shema bilen hatara; 6. sur. shemadaky açyk kollektorly çykyş bilen emele gelýär. Kollektorly zynjyrdä V4 tranzistor indikatorly element bilen utgaşdyrylan bolmagy mümkin.

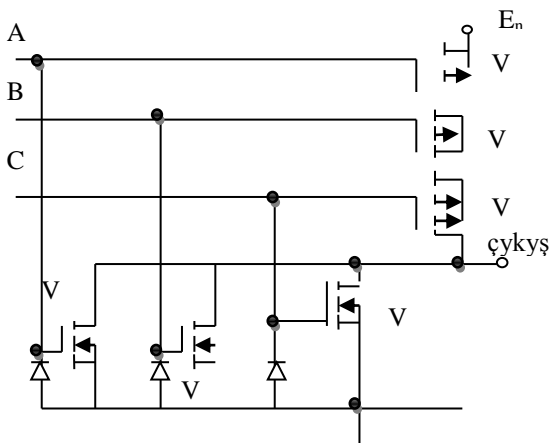
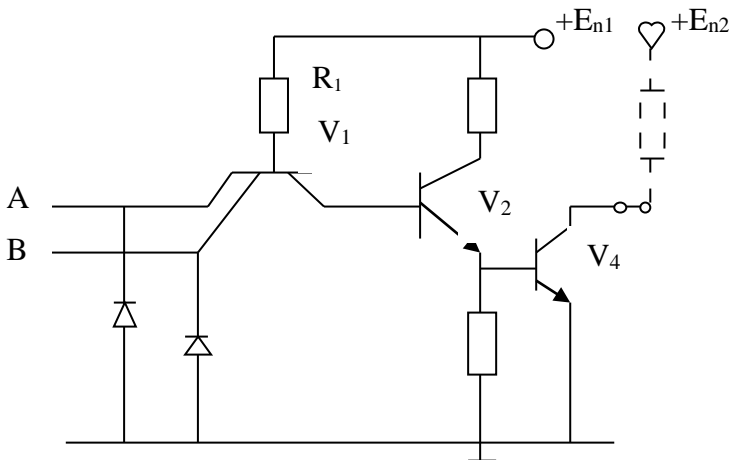
26-njy suratdaky punktir bilen R rezistoryň elemente utgaşdyrylyşy, başga iýmit çeşmesiniň baglanşygy, naprýaženiýanyň dürli görnüşlerinde dürli iýmit çeşmelerinden işleýjileriň shemanyň dürli böleginde gatnaşygy görkezilen. TTL – logiki elementler häzirki wagtda has giň ýaýrandyr we olar arzan hem ygtybarlydyrlar.

MDP – logika. Logiki shemanyň bir görnüşiniň esasynda meýdan tranzistorlarynyň MDP görnüşiniň kanaly bilen ulanylyşy ýatyr. Ýokary giriş garşylykly meýdan tranzistorlar logiki signalyň çeşmesinden kuwwatlandyryşy

azalýar. MDP – logiki çalt täsirçililigi bilen TTL – görnüşli shemalardan tapawutlanýar.

Meýdan tranzistorlarynyň ulanylyşynyň dürli görnüşleri, geçirijileri bar. Olar p- we n- tipli kanallar.

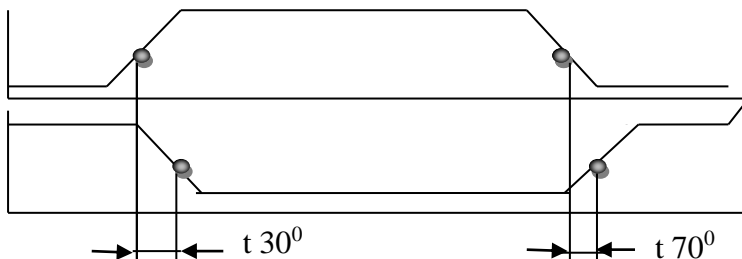
ÝA-DA-DÄL girişli elementniň shemasy meýdan tranzistorlarynda geçirijiligiň dürli görnüşleri 4.7. suratda görkezilen. V1-V3 tranzistorlar girişde 0 signal boýunça ýapyk bolýarlar, V4-V6 tranzistorlar bolsa açylýarlar, çykyşda EHG $+E_n$ -e ýakyn bolýar. Iýmit çeşmesinden tok ýetmeýär, şonuň üçin V1-V3 tranzistorlar ýapylýarlar.



Surat 26.

Girişlerden birine berilenden soň (mysal üçin, V1 we V4 aralygynda) V1 tranzistor açylýar, V4 tranzistor bolsa ýapylýar, netijede çykyşda V1 açyk tranzistorda pes naprýaženiýany berýär. Ýmitlendiriji çeşmeden tok ýetmeýär, şonuň üçin V4-V6 tranzistorlar ýapylýar.

TTL we MDP görnüşli elementleriň ýetmezçilikleri uly ünsde durýar, ýagny, olaryň işde elementleriň gyzmagy, uly kuwwat ýitgisi.



Logiki IMS-iň esasy parametrlerine seredeliň.

$P_{\text{ýitgi}}$ – IMS-iň ýmitlendiriji çeşmeden kuwwat ýetirijiligi;

I_{gir}^0 – girişde 0 signalda predel giriş tok;

I_{gir}^1 – girişde 1 signalda predel giriş tok;

$U_{\text{çyk}}^1$ – çykyşda 1 logikada minimal çykyş naprýaženiýe;

$U_{\text{çyk}}^0$ – çykyşda 1 logikada maksimal çykyş naprýaženiýe;

$K_{\text{şahalanman}}$ – şahalanma koeffisiýenti, çykyş elemente näçe IMS utgaşdyrmak mümkindigini görkezýär;

K_{birl} – girişleriň birleşme koeffisiýenti, girişleriň hilini görkezýär, (mysal üçin: 2 WE-DÄL elementiň 2 girişi bolýar, $K_{\text{birl}} = 2$, 8 WE-DÄL elementde bolsa 8 we ş.m. $K_{\text{birleş}} = 8$);

$U_{\text{n, cr}}$ – ýitgileriň maksimal goýberiliş naprýaženiýesi, elementleri biderek harçlamaga çagyрмаýar;

$T_{\text{g}}^{0,1}$ we $t_{\text{g}}^{1,0}$ – parametri, elementleriň çatylmagynda 0 we 1 ýagdaýyny häsiýetlendirijiler we tersine. (olaryň ähmiýeti 4.8. suratda düşündirilən).

Logiki çatgylar dürli görnüşli impul gurluşlardyr. Olar esasanam diňe göniburçly impulsalary funksirleýär, $U_{\text{çyk}}^1$ ýokary amplitudany goldaýar. Pauzalarda impulsalaryň arasynda potensial $U_{\text{çyk}}^1$ ýokarlanmaly däl.

SIGNALLARYŇ ÖRKÜÇLERINI DÜZLEÝJI ELEKTRIK SÜZGÜÇLERI (filtrleri).

Diodlaryň kömegi bilen göneldilen tok elektrik ýüküne (+) – plýus görnüşli ýarymperiody gelýär we R_{y} – garşylykda impuls görnüşli naprýaženiýeni döredýär. Bu naprýaženiýeniň formula bilen aňladylyşy:

$$u = U_0 + \sum_{k=1}^{\infty} U_{mk} \cdot \sin(k\omega t + \psi_k).$$

Ýokary matematikadan belli boluşy ýaly, bu formula-Furýeniň hataryndan gelip çykýar. Görüşimiz ýaly, bu formulanyň düzüminde hemişelik

U_0 – goşulmadan başga-da U_{km} – amplitudaly naprýaženiýeniň k – garmonikaly düzüjileri- de bardyr. (Bu ýerde $k= 0,1,2,3$).

Eger-de k – garmonikaly naprýaženiýeniň düzüminden hemişelik

U_0 – naprýaženiýeni saýlap – seçip almak gerek bolsa, onda garmoniki düzüjilerini süzüp aýyrmak gerek bolýar.

Şular ýaly amallary, göneldiji bilen elektrik ýüküniň aralygynda birleşdirilýän elektrik süzgüçleri (filtrleri) ýerine ýetirýär. Bular ýaly süzgüçlere elektrik signallaryny (impulsalaryň örküçlerini) ýumşadyjy (düzleýji) süzgüçleri diýilýär. Şeýle süzgüçleriň ýumşadyjy (düzleýji q – koeffisiýenti süzgüjiň girelgesine berilýän impulsy naprýaženiýeniň birinji garmonikasynyň k_{p1gir}) – puls koeffisiýentiniň, süzgüjiniň çykalgasyndan elektrik ýüküne berilýän şol garmonikadaky ($k_{p1.çyk}$) – puls koeffisiýentine bolan gatnaşygy bilen häsiýetlendirilýär.

$$q = \frac{k_{plgir}}{k_{plcyk}}$$

Öz gezeginde puls koeffisiýentleriniň tapylyşlary:

$$k_{plgir} = \frac{E_{ml}}{E_0} \quad k_{plcyk} = \frac{U_{ml}}{U_0}$$

Bu ýerde: E_{m1} – süzgüjiň girelgesine berilýän naprýaženiýeniň birinji garmonikasynyň amplitudasy;

E_0 – süzgüjiň girelgesine berilýän göneldilen naprýaženiýeniň ortaça bahasy;

U_{m1} – süzgüjiň çykalgasyndaky naprýaženiýeniň birinji garmonikasynyň amplitudasy ;

U_0 – süzgüjiň çykalgasynda (elektrik ýükünde) göneldilen naprýaženiýeniň ortaça bahasy.

$$q = \frac{k_{plgir}}{k_{plcyk}} = \left(\frac{E_{ml}}{E_0} \right) : \left(\frac{U_{ml}}{U_0} \right) = \left(\frac{E_{ml}}{U_{ml}} \right) * \left(\frac{U_0}{E_0} \right) = k_f * \lambda$$

Bu ýerde: $k_f = \frac{E_{ml}}{U_{ml}}$ - süzülmegi häsiýetlendirýän koeffisiýent;

λ = - süzgüjiň girelgesinden çykalgasyna iberilýän hemişelik naprýaženiýe boýunça geçirij koeffisiýenti.

Eger-de, $U_0 = E_0$ bolsa, onda $\lambda=1$ we $q=k_f$ bolar, bu bolsa düzleýji koeffisiýentiň süzülmegiň koeffisiýentine deňleşýändigini aňladýar.

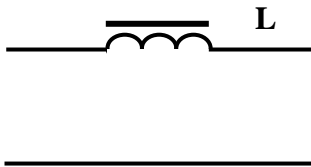
Köplenç ýagdaýlarda elektrik ýükünde puls koeffisiýentiniň bolaýjak bahasyny nirede we nähili şertde ulanyljakdygyny zawodlarda öndürilende göz önünde tutýarlar. Emma, süzgüjiň girelgesindäki puls koeffisiýenti bolsa, göneldiji gurnamanyň shemasy bilen kesgitlenilýär.

Signallaryň örküçlerini düzleýji süzgüçleri iki topara bölýärler:

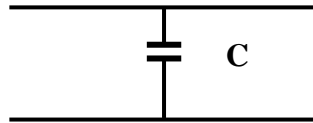
a) Reaktiv elementlerden gurnalán süzgüçler (passiw süzgüçler);

b) Elektron elementlerden gurnalán süzgüçler (aktiv süzgüçler).

Öz gezeginde, passiw süzgüçleri ýönekeý we çylşyrymly toparlara bölýärler. Ýönekeý süzgüçler bir sany sygymdan ýa-da bir sany induktiw tegekden durýar (27-nji a, b çyzgylara seret). Induktiw tegeklere halkara möçberinde **drossel** hem diýilýär (**Drossel** – nemes sözi – içi ferromaterially induktiw tegek – diýmekdir). 27 – nji çyzgyda ýönekeý süzgüçleriň shemalara birleşdirilişleri görkezildi.



a)

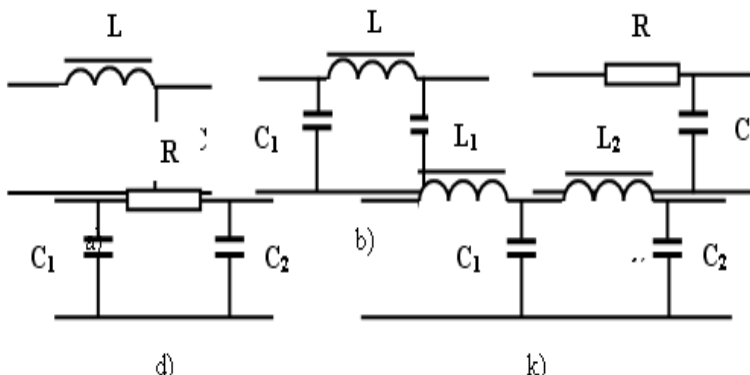


b)

Surat 27. Ýönekeý süzgüçleriň shemalara birleşdirilişi.

Çylşyrymly süzgüçler birhalkaly we köphalkaly bolup bilerler. Süzgüçleriň her bir halkasy Γ – ýa-da Π – görnüşde ýygnaýar. Ýygnaýan süzgüçler drossel – kondensator (**LC** – tipli süzgüçler) ýa-da Rezistor – kondensator (**RC** – tipli süzgüçler) görnüşli bolup bilerler. 28 – nji çyzgyda passiw süzgüçleriň dürli görnüşlerinden birnäçe mysallar getirildi:

- a) Γ – görnüşli **LC** – süzgüç;
- b) Π – görnüşli **LC** – süzgüç;
- c) Γ – görnüşli **RC** – süzgüç;
- d) Π – görnüşli **RC** – süzgüç;
- k) Ikihalkaly Γ – görnüşli **LC** – süzgüç;



Surat 28. Passiw süzgüçleriň dürli görnüşlerinden birnäçe mysallar.

Reaktiw elementlerden ýygynan süzgüçleriň iş düzgünleri, olaryň reaktiw garşylyklarynyň f – ýygylýkdan baglanşygy bilen kesgitlenilýär.

$$X_L = 2\pi fL; \quad X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

Bu formulalardan görnüşi ýaly, f – ýygylýk näçe köp bolsa, şonça-da X_L – uludyr, X_c – bolsa şonça-da kiçidir. Diýmek, göneldilen naprýaženiýeniň impulsynda bar bolan ýygylýklara görä L bilen C – niň ululyklary saýlanyp seçilýär.

Hemişelik düzüji üçin drossel garşylyk görkezmeýär diýen ýalydyr, emma tersine kondensator tükeniksiz garşylyk görkezýär.

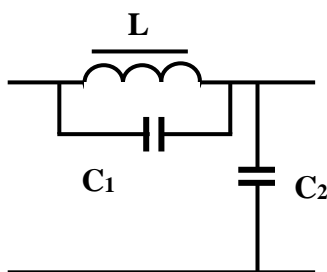
RC – süzgüçleriň iş düzgüni bolsa geçiş prosesiniň wagty hemişeligi $\tau=RC$ görnüşde anyklanylýar, hem-de göneldilen naprýaženiýeniň düzümindäki garmonikalaryň periodlaryna-da baglydyr. Impulslaryň ýumşamak şerti $\tau \ll T_k$ bolanda amala aşýar (Bu ýerde T_k – garmonikanyň periody).

Kiçik toklara (birnäçe milliampere)niýetlenilen ýüklerde RC – süzgüçleri ulanmak hemmetaraplaýyn amatlydyr, sebäbi RC – süzgüçleriň göwrümi hem-de massasy LC – süzgüçlerden epesli kiçidir.

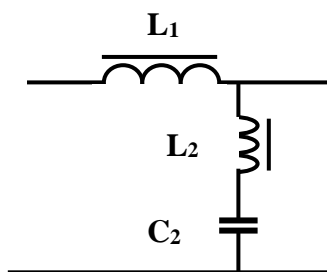
Gurluşlary boýunça has çylşyrymly passiw süzgüçlere-de duş gelinýär, meselem: – naprýaženiýeniň rezonansyndan peýdalanmak (režektorly süzgüçler)ýa-da toguň rezonansyndan peýdalanmak (toga böwet döredýän süzgüçler), ýa bolmasa iki rezonansy-da bilelikde peýdalanmak.

Çylşyrymly süzgüçleriň birnäçe shemalary 28- nji çyzgyda görkezildi:

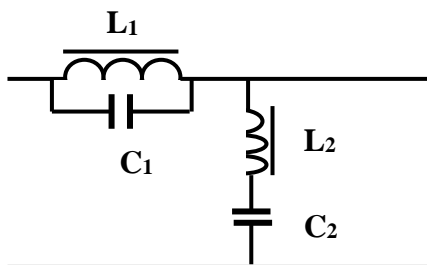
- a) Γ – görnüşli rezonansly süzgüç (garmonikalary böwet döredýär),
- b) Režektorly süzgüç,
- c) Iki rezonansly süzgüç (naprýaženiýeleriň we toklaryň rezonanslary bilelikde)



a)



b)



c)

Surat 28. Reaktiv elementlerden gurnalan çylşyrymly süzgüçleriň shemalary.

Çylşyrymly süzgüçlerde ýumşadyjy (düzleýji) koeffisiýent süzgüji-emele getirýän halkalaryň her beriniň düzleýji koeffisiýentleriniň köpeltmek hasyllaryna deňdir.

$$q = q_1 \cdot q_2 \cdot \dots \cdot q_n$$

MULTIWIBRATORLAR

Multi – Latyn sözi – birnäçe, juda köp diýmegi aňlatsa, **wibrator** – hem Latyn sözi – **yrğyldy** diýen manyny berýär. Dürli – dürli impulslar bilen işleýän gurnamalaryň girelgesine ýa-da başga görnüşli zynjyrlara formasy göniburçly naprýaženiýeniň impulslary talap edilýär. Şular ýaly göniburçly impulslary öndürýän generatorlara bolsa multiwibrator diýilýär.

Multiwibratorlar iki sany güýçlendiriji kaskaddan we yzy bilen çuňňur we plýus arabaglanşygy emele getirýän zynjyrdan gurnalýar.

Göniburçly impulslaryň formalaryny kämilleşdirmek üçin iki sany prosesden ýagny **regenerativ*** we **releksasion**** proseslerden peýdalanýarlar.

Regenerativ prosesi göniburçly impulsyň parametrleri hasap edilýän frontuň we kesilişiň formasyny kämilleşdirmek üçin peýdalanýarlar. Regenerativ proses diýlip, yzy bilen plýus arabaglanşygyň täsirinden bolup geçýän çabga (doly) görnüşli geçişe aýdylýar.

Relaksasion proses wagty impulsyň işewür bölegi formalanýar (ýagny impulsyň üst bölegi kämilenýär) hem-de generirlenen impulslaryň özara interwalynyň wagty (pauzasy emele gelýär).

Relaksasiýa prosesi diýlip, zynjyrlaryň signal berýän wagtyndaky döreyän geçiş prosesine aýdylýar (köplenç ýagdaýda bu RC – zynjyrdan gurnalýar).

* **Regenerasiya** – Latyn sözi – Tazedən döremək, tazedən dikeltmək,

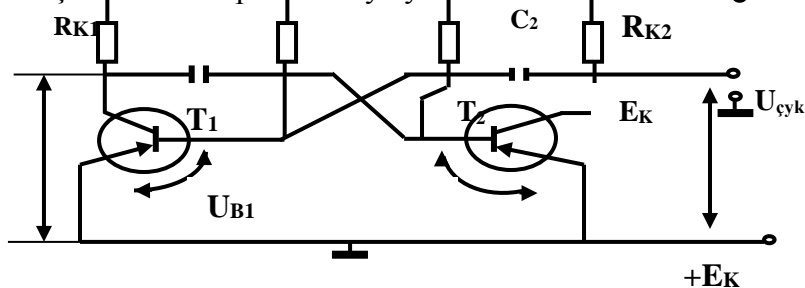
* * **Relaksasiya** – Latyn sözi – Gowşamak, pese gəçmək, prosesin gutarmagy ýaly manylary berýär.

Tranzistorlardan gurnalan awtoyrgyldyly multiwibrator.

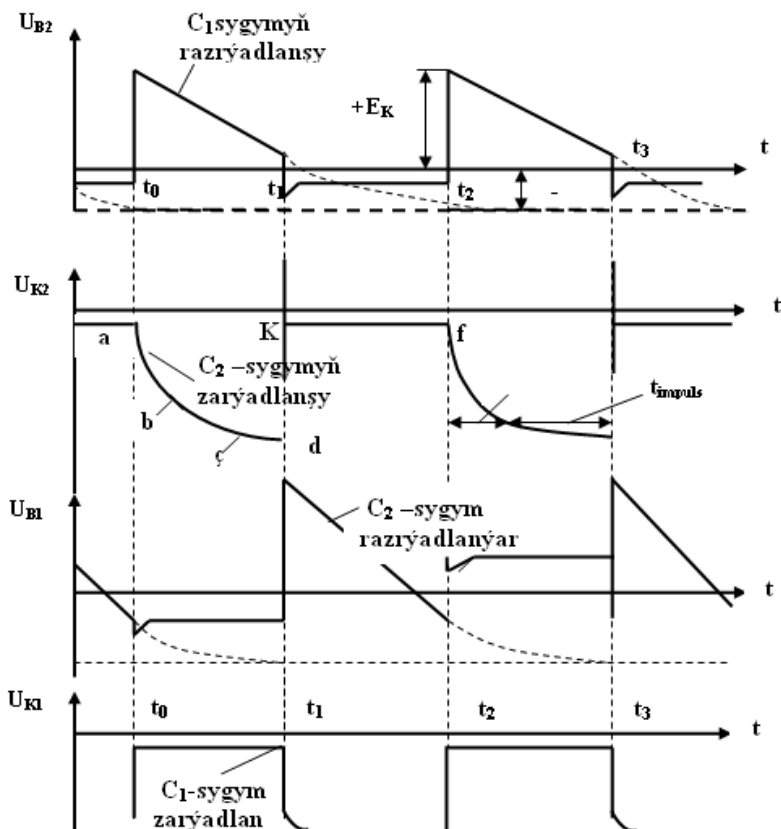
Tranzistorlardan gurnalan multiwibratoryň awtoyrgyldyly düzgüninde işleýşini özleşdireliň. Multiwibrator awtoyrgyldyly düzgünde işlände ýygylgy boýunça giň spektrli, göniburçly impulsalary öndürýär (**Spektr** – Latyn sözi – garmoniki yrgyldylaryň toplumu). Multiwibrator diýilmeginiň sebäbi-de sözün dogry manysynda birnäçe (judä köp) yrgyldylar öndüriji diýmekdir.

Eger-de 29-njy çyzgyda tranzistordan gurnalan multiwibratoryň shemasy görkezilen bolsa, onda 30-njy çyzgyda multiwibratorda bolup geýýän prosesleriň t – wagta görä diagrammalary guruldy.

Tranzistoryň kollektoryndan alynýan göniburçly impulsar birnäçe böljek impulsalaryň goşulmaklaryndan kemala gelýändiglerini 11.4-nji çyzgydan görmek bolýar, meselem **a b ç** –frontyndan **ç d** – üst tekizliginden, **d k** – kesilişden we **k f** –pauzadan ýaly böljeklere hölmek ýeterlikdir.



Surat 29. Tranzistordan gurnalan multiwibratoryň shemasy.



Surat 30. Multiwibratordaky signallaryň diagrammalary.
Multiwibratoryň iş düzgünini özleşdireliň :

Goý, ilki başda (ýagny t_0 – wagtda) T_2 – tranzistor açyk diýeliň, onda şol T_2 – tranzistor ýüklenen ýagdaýdalygy sebäpli ondaky U_K – naprýaženiýe takmynan $U_K \approx 0$ bahasyna ymtylýar.

Ikinji C_2 – sygymda bolsa razryad bolup geçýär, şonuň üçin-de ondaky naprýaženiýe-de 0 – bahasyna golaýlaşýar, diýmek T_1 – tranzistoryň bazasyndaky naprýaženiýe-de 0 – baha golaýlaşýar.

Eger-de, bazadaky naprýaženiýe ($U_{B1} = 0$) nula deň bolsa, onda T_1 – tranzistor açylýar. T_1 – tranzistoryň açylmagy bolsa, onuň kollektoryndaky (–) – minus potensialyň tä 0 – bahasyna çenli böküp peselmegine sebäp bolýar. Şol wagt hem zarýadly duran C_1 – kondensator T_1 – tranzistoryň üsti bilen T_2 – tranzistoryň bazasy bilen emitter aralygyny birleşdirer, şonuň üçin-de T_2 – tranzistor ýapylyp, onuň kollektoryndaky potensialynyň (–) – minus bahasyna eýe bolmagyna, bazasyndaky U_{B2} – potensialyň bolsa $+E_K$ – baha deňleşmegine getirer.

Ikinji T_2 – tranzistor ýapylandan soň C_2 – kondensator zarýadlanyp başlanýar : C_2 – kondensatoryň zarýadlanýş ýolunyň zynjyry $+E_K - \dot{Y}er - T_1 - C_2 - R_{K2} - (-E_K)$. Emele gelen şeýle ýapyk zynjyryň üsti bilen T_2 – tranzistoryň kollektoryndaky naprýaženiýe özüniň ýetmeli bahasyna golaýlaşýar (**b ç** – aralyk).

Zynjyrdaky C_2 – kondensator doly zarýadlanandan soň T_2 – tranzistoryň kollektoryndaky U_{K2} – naprýaženiýe ($-E_K$) ululyga deňleşer. Şonuň bilen frontyň kemala gelmegi (forma gelmegi) tamamlanýar.

Edil şular ýaly-da T_1 – tranzistoryň ýüklenmegi we C_1 – kondensatoryň razrýadlanmagy $+E_K - \dot{Y}er - T_1 - C_1 - R_{B2} - (-E_K)$ ýapyk zynjyryň üsti bilen amala aşýar. Zarýadsyzlanmak prosesi doly gutarýança dowam edýär.

Şeýlelikde, C_1 – kondensator zarýadsyzlanyp gutaran badyna T_2 – tranzistoryň bazasyndaky naprýaženiýe-de (0) – nula deň bolar, netijede T_2 – tranzistor açylar we U_{K2} – naprýaženiýeniň tä (0) – nula çenli – minus potensialyň ösmegine sebäp bolýar. Şol wagt hem, impulsyň kesilip kemala gelmegi bolup geçýär (Çyzgyda U_{K2} – naprýaženiýe üçin gurulan diagrammada **d k** – aralyga seret).

Ýüklenen T_2 – tranzistoryň üsti bilen C_2 – kondensator T_1 – tranzistoryň emitteri bilen birleşýär we T_1 – tranzistoryň has berk ýapylmagyna getirýär. Şondan soňra C_2 – kondensatoryň zarýadsyzlanmagy $+E_K - \dot{Y}er - T_2 - C_2 - R_{B1} -$

($-E_K$) ýapyk zynjyryň üsti bilen 0 – bahasyna deňleşýänçe dowam edýär. Shemada görkezilen C_2 – kondensatoryň zarýadsyzlanmagy bilen bir wagtyň özünde $+E_2 - Y_{er} - T_2 - C_1 - R_{K1} - (-E_K)$ zynjyr boýunça C_1 – kondensatoryň zarýadlanmagy bolup geçýär. Diagrammadam görnüşi ýaly T_1 – tranzistoryň kollektorynda impulsyň formasy E_K – ululyga çenli ýetýänçe T_2 – tranzistoryň kollektorynda pauza döreýär ($d f$ – aralyk). Haçanda U_{C2} – naprýaženiýe nula deň bolanda, ýokarda özleşdirilen proses, multiwibratorda täzedan gaýtalanýar.

Açylan tranzistorlaryň bazasyndan böküşiniň bolup geçýändigini synlamak bolýar. (Meselem, T_2 – açylanda).

Eger-de, T_2 – niň açylmagyna ýapylýan T_1 – tranzistoryň kollektoryndan C_1 – sygymyn üsti bilen ($-$) – minus alamatly inýan akymyň kesilişi sebäp bolýan bolsa, onda T_1 – in açylmagyna ýapylýan T_2 – tranzistoryň kollektoryndan C_2 – sygymyň üsti bilen ($-$) alamatly inýan signalyň akymynyň kesilişi sebäp bolýar.

Eger-de C_1 bilen C_2 – kondensatorlaryň zarýadsyzlanmaklaryna gezekli – gezegine ýapylýan tranzistorlaryň kollektoryndan sygymlaryň üsti bilen inýan güýçli akymlar togtatmaýan bolsady, onda kondensatorlar ($+E_K$) bahasyndan ($-E_K$) bahasyna ýetýänçe zarýadlanardylar we olaryň egnine düşýän naprýaženiýeler öz polýarlaryny üýtgederdiler (30-njy çyzgyda - - - çyzyklar). Kondensatorlaryň zarýadlanmagy we zarýadsyzlanmaklary eksponentiň kanuny esasynda bolup geçýär. Bu proses ($-E_K$) – baha ýetýänçe dowam edýär.

Logiki elementlerden gurnalan awtoyrgyldyly multiwibrator.

Awtoyrgyldyly multiwibratorlary $И$ – HE hem-de $ИЛИ$ – HE logiki elementlerden-de gurnap bolýar, sebäbi

sanly kaskadlaryň çykalgasyndaky güýçlendirijiniň shemasy inwertordyr.

Mysal hökmünde 31-nji çyzgyda logiki elementlerden gurnalan multiwibratoryň shemasy, 32-nji çyzgyda bolsa multiwibratorda bolup geçýän prosesleriň t – wagta görä diagrammalary görkezildi.

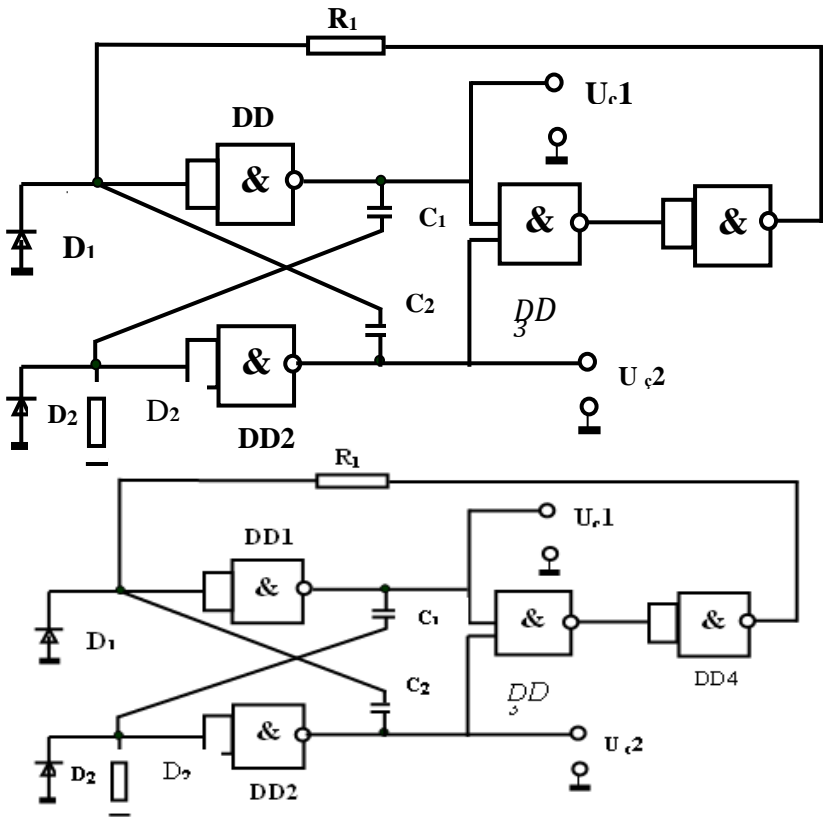
Shemadaky elementleriň aýratynlyklary :

1. Shemada **DD1** bilen **DD2** – elementleriň girelgeleri özara gysga utgaşdyrylan. Bu elementler güýçlendiriji – inwertor deregine ulanylýar.

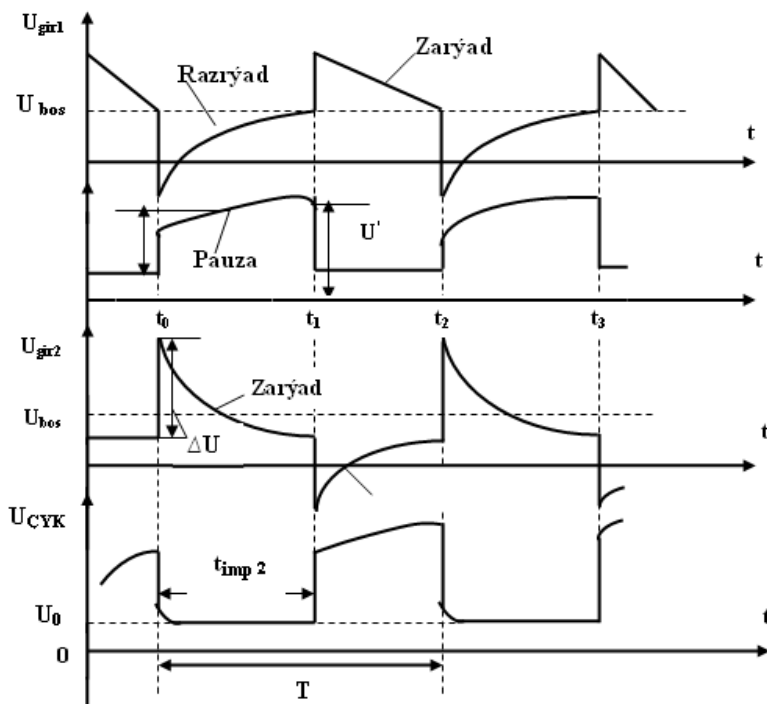
2. Bir elementniň çykalgasy beýleki elementniň çykalgasy bilen **RC** – zynjyrjagaz bilen baglanşykdadyrlar (**C₁R₂ we C₂ R₁**) şonuň üçin-de yzy bilen (+) – plýus arabaglanşyk döreýär.

3. Shemadaky **D₁** we **D₂** – diodlar goraýjy bolup hyzmat edýärler, sebäbi olardaky naprýaženiýe (**-0,7W**) – dan aşak duşmeýärler. Eger-de diodlar ýok bolsa (meselem köýse), onda kondensatorlardan gelýän ummasyz minus naprýaženiýe mikroshemanyň hatardan çykmagyna sebäp bolýar.

4. Shemadaky **DD3** bilen **DD4** elementler **И** – logiki elementi emele getirýärler. Bu logiki **И** – element, haçanda **DD1** bilen **DD2** elementlerin girelgelerine birwagtyň özünde ýokary derejeli signal berilende multiwibrator tötänden açylman duraýsa, onuň öňüni alyp, multiwibratoryň açylmagyny üpjün edýär.



Surat 31. Logiki elementlerden gurnalan awtoyrgyldyly multiwibrator.



Surat 32. Logiki multiwibratordaky signallaryň diagrammalary.

GÖNELDIJILER

Iýmitlendiriji elektrik çeşmelerini, umuman iki topara bölmek adaty ýagdaý hasap edilýär:

1) Ilkinji we 2) Ikilenji hasap edilýän elektrik çeşmeleridir:

Ilkinji elektrik çeşmeleri diýlip, elektrik däl energiýalary, elektrik energiýasyna öwürijilere aýdylýar. Meselem : -mehanika, himiýa, ýadro, ýylylyk, Gün ... ýaly energiýalary öwüriji elektrik generatorlaryna **ilkinji** çeşmeler diýilýar.

Ikilenji elektrik çeşmeleri diýlip, hakyky (**ilkinji**) elektrik çeşmelerinden gelýän elektrik energiýasyny belli bir

derejede hil taýdan gowy saklamak üçin ulanylýan gurnamalara aýdylýar. Meselem:- stabilizatorlar, transformatorlar, parametrlerini üýtgedip dolandyryp bolýan çeşmeler, diodly, tranzistorly göneldiji çeşmeler we ş.m.

Ikilenji çeşmeleriň çykalgalarynyň sanyna laýyklykda bir çykalgaly ýa-da birnäçe çykalgaly çeşmeler bolup bilýär.

Ikilenji çeşmelerdäki toklaryň görnüşlerine laýyklykda çeşmeleri şu aşakdaky toparlara bölüp bolýar:

- Üýtgeýän tokda (köplenç 50Gs-de) işleýän ikilenji çeşmeler;
 - Hemişelik tokda işleýän ikilenji çeşmeler;
 - Çykalgasy uniwersal (hemişelik we üýtgeýän naprýaženiýeleri dürli ululykda alyp bolýan) ikilenji çeşmeler.
- Diýmek, toklaryň jynslaryna laýyklykda ikilenji iýmitlendiriji çeşmeler

(IIÇ-ler) çykalgasynda hemişelik ýa-da üýtgeýän toklary berlende tapawutlanýarlar .

IIÇ-leriň kömegi bilen elektrik energiýasyny dürli görnüşlere özgerdip bolýar, meselem:

e) Elektrik ýüki üçin talap edilýän üýtgeýän toguň san bahalaryny almak maksady bilen IIÇ-leriň çykalgalary takyk kanallar bilen üpjün edilýär.

f) Üýtgeýän toguň naprýaženiýesini hemişelik toguň naprýaženiýesine özgertmek (göneltmek)

g) Hemişelik toguň naprýaženiýesini bir ýa-da köpfazaly üýtgeýän toguň naprýaženiýesine özgertmek (inwertirleýji);

h) Hemişelik toguň naprýaženiýesini başga san bahaly hemişelik toguň naprýaženiýesine özgertmek ýa-da birnäçe dürli-dürli san bahalary berip bilýän (konwertirleýji).

i) Hemişelik we üýtgeýän toklary sazlamak ýa-da hemişelik (stabill) saklamak .

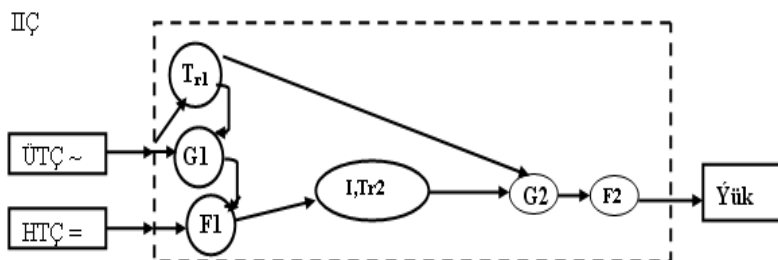
a)Çykalgasyndaky naprýaženiýeleriň san bahalary pesi **100W** çenli, ortaragy **100-den 1000 W** çenli we ýokary **1000 W-dan** uly bolýar;

b) Pulsirlemegiň koeffisiýentiniň bahalarynyň pesi **0.1%-den** az, ortaragy **0.1%-den** tä **1%-e** çenli, **1%-den** uly bolsa, ýokary hasaplanýar;

ç) Çykalgasyndaky kuwwaty boýunça- mikrokuwwatly (**1Wt-a** çenli), (**1Wt-dan 10Wt-a** çenli) peskuwwatly, (**10Wt-dan** tä **100Wt-a** çenli) ortakuwwatly, **100Wt-dan 1000Wt-a** çenli ýokarlandyrlan hem-de has ullakany **1000Wt-dan** ýokary.

d) Stabilizirleýji IİÇ-leriň çykalgasynda naprýaženiýeleriň summirlenişiniň **stabilizirleýji: 5%-den** ýokary bolsa pes, **1%-den** tä **0.5%-e** çenli-ortarak, stabilizirleýji **0.1%-den** tä **1%-e** çenli-ýokary hem-de stabilizirleýji has ýokary **0.1%-den** kiçi bolanda aýdylýar.

Mysal hökmünde 33-nji çyzgyda görkezilen çykalgasy diňe hemişelik tok üçin, birkanally stabilizirleýji IİÇ-leriň funksional shemasyna seredeliň.



Surat 33. Ikilenji iýmitlendiriji çeşmäniň funksional shemasy.

Çyzgydaky şertli belgileriň okalyşlary

ÜTÇ- Üýtgeýän toguň çeşmesi; **HTÇ-** Hemişelik toguň çeşmesi; **G1** we **G2-** göneldijileriň shemasy; **I-** inwertor; **Ý-** ýük, **IİÇ-** ikilenji iýmitlendiriji çeşme; **Tr1-** Çeşmäniň transformatory, **Tr2** –inwertoryň transformatory, **F1-** hemişelik toguň çeşmesini goraýjy, **F2-** Düzleýji (filtr) süzgüç.

Göneldijileriň görnüşleri we olaryň parametrleri.

Göneldijileriň nyşanlaryna laýyklykda şu aşakdaky görnüşlere bölmek bolýar:

a) Göneldiji elementleriň görnüşlerine görä:- elektronly, ionly, ýarymgeçirijili, dolandyryp bolýan we dolandyryp bolmaýan;

b) Göneldilmeli naprýaženiýeniň ululygyna görä: -pes **1000 W** –a çenli, we ýokary **1000 W** –dan ylu naprýaženiýeler üçin;

ç) Çykalgasyndaky kuwwatyna görä: - kiçi kuwwatly (**1kWt**- a çenli), uly kuwwatly (**1kWt**-dan ýokary) göneldijiler;

d) Iş düzgünleri boýunça görnüşleri: -uzak wagtlaýyn, gysga wagtlaýyn, impulsly, gaýtalanyp-gysgawagtdan işläp bilýän göneldijiler;

k) Ýüküň häsiýetlerine görä:- aktiw, induktiw, sygym we aktiw-induktiv ýa-da aktiw-sygym häsiýetli;

m) Göneldiji shemalaryň ýygnaýşyna görä:- birlfazaly, köpfazaly, birtaktly, ikitaktly, naprýaženiýeni köpeldijiler;

Göneldijileriň shemalary dürli-dürli görnüşde bolup bilerler:

a) Her ýarymperiodda elektrik ýükünden akyp geçýän toguň häsiýetlerine görä;- şular ýaly göneldijiler birýarymperiodly (birtaktly) we ikiýarymperiodly (ikitaktly) shemalara bölünýärler.

Birýarymperiodly göneldiji çeşmelerde transformatoryň ikinji sargysyndaky togunyň diňe ýarym periody akyp geçýär, ikiýarymperiodly göneldijilerde bolsa ýarymperiodlaryň ikisi-de ýüküň garşylygynda belli (takyk) bir tarapa akdyrylýar.

b) Göneldijilere berilýän üýtgeýän toguň fazalarynyň sanyna görä bölünýärler.

Çeşmeleriň ýa-da transformatorlaryň gurluşlaryna we görnüşlerine laýyklykda göneldijiler birlfazaly, üçfazaly, altyfazaly we köpfazaly ýaly görnüşlere bölünýärler.

ç) Göneldilýän fazalaryň m -sanyna görä shemalary $m=p \cdot q$ formula bilen düşündirip bolýar.

Bu ýerde: p – üýtgeýän naprýaženiýelerde göneldilýän fazalaryň sany,

q – işleýän göneldiji elementlerdäki üýtgeýän naprýaženiýeniň ýarymperiodlarynyň sany.

Göneldiji gurnamalary (ikilenji çeşmeleri diýseň-de bolýar) şu aşakdaky parametrleri bilen häsiýetlendirýärler:

- 1.Çykalgasyndaky parametrleri bilen;
- 2.Göneldiji elementleriň parametrleri bilen;
- 3.Çeşmedäki transformatoryň parametrleri bilen.

Bu parametrlere aýratynlykda seredip geçeliň.

1.Çykalgasyndaky parametrleri:

a) U_d – göneldilen naprýaženiýeniň ortaça bahasy;

b) I_d – göneldilen toguň ortaça bahasy;

ç) $P_d = U_d \cdot I_d$ – göneldilen toguň zynjyryndaky kuwwaty;

c) f_{p1} – göneldilen (pulsirlenen diýseňde ýalňyş bolmaz) naprýaženiýeniň esasy (birinji) gormonikasynyň ýygylygy;

$k_p = U_{1m}$ pulsýň ululygyny
anyklaýan koeffisiýent.

U_d

2.Göneldiji elementleriň parametrleri:

a) I_{ort} , $I_{täş}$, I_{max} –göneldilen toguň ortaça, täsir we maksimal bahalary;

c) $U_{ters, max}$ –dioda düşýän ters naprýaženiýeniň maksimal bahasy.

3.Çeşmä birikdirilen transformatoryň parametrleri:

I_1 , I_2 ; U_1 , U_2 – birinji we ikinji sargylardaky toklaryň we naprýaženiýeleriň täsir bahalary ;

b) $S_1 = m_1 \cdot U_1 \cdot I_1$ – birinji sargynyň doly kuwwaty;

$S_2 = m_2 \cdot U_2 \cdot I_2$ – ikinji sargynyň doly kuwwaty;

m_1 - birinji sargydaky fazalaryň sany;

m_2 – ikinji sargydaky fazalaryň sany;

$$S_{tr} = \frac{S_1 + S_2}{2} - \text{Transformatoryň doly kuwwaty.}$$

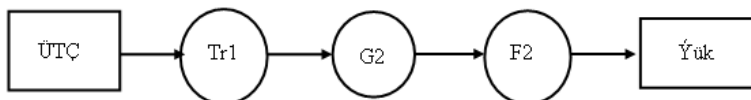
ç) Transformatoryň birinji we ikinji sargylarynda ulanylýan koeffisiýentler.

$$k_1 = \frac{P_d}{S_1}; \quad k_2 = \frac{P_d}{S_2}; \quad k_{Tr} = \frac{P_d}{S_{Tr}}$$

Göneldijileriň birfazaly shemalary.

Kesgitlemesi: Göneldijiler diýlip, üýtgeýän toguň naprýaženiýesini hemişelik toguň naprýaženiýesine talabalaýyk göneldip bilýän gurnamalara aýdylýar.

Göneldijileriň düzümi (gurluşlary) Mysal hökmünde 10.2-nji çyzgyda üýtgeýän naprýaženiýe bilen togy hemişelik toga we naprýaženiýä öwürýän göneldijiniň funksional shemasy görkezildi.



Surat 33. Göneldijiniň funksional shemasy.

Görkezilen shema, dolandyryp bolmaýan birfazaly transformatorly göneldijileriň içinde iň köp ýaýranydyr. Muňa garamazdan bular ýaly göneldijileriň kem tarapy-da bardyr, ol hem **50Gs** işleýän birfazaly transformatorlaryň aşa uly göwrümi bilen massasy umumy göwrüminiň we massasynyň **50%** -nden-de köpdügidir. Düzleýji **F2**-süzgüç (filtr) hem özüniň induktiw tegegi bilen ullaňan göwrümi we massasy bilen tapawutlanýarlar.

Häzirki döwürde şu aşakdaky funksional shema has giňişleýin ulanyp başlady.



Surat 34. Inwertorly, tranzistorly göneldijiniň funksional shemasy.

Bu hödürülenilýän funksional shemanyň gowy diýlip hasap edilýänliginiň sebäpleri:

a) Shemasyna hiç hili üýtgeşmeler girizmezden bu shemalary **50, 400** we **1000Gs** ýygylarlarda işledip bolýanlygyndadyr;

b) Şeýle shemalarda ulanylýan iki sany transformatoryň kuwwatlarynyň özära deňliklerine garamazdan, inwertli **T_{r2}** – transformator çeşmäniň

T_{r1} – transformatoryň massasyndan we göwrüminden $10 \div 100$ esse kiçidir we onlarça kilogerslerde-de işläp bilýänligindedir.

10.3-nji çyzygdaky **F₁** we **F₂** süzgüçler (filtler) göneldilen impulsalaryň örküçlerini düzleýji süzgüçleriň funksiýalaryny ýerine ýetirýärler. **G₁** we

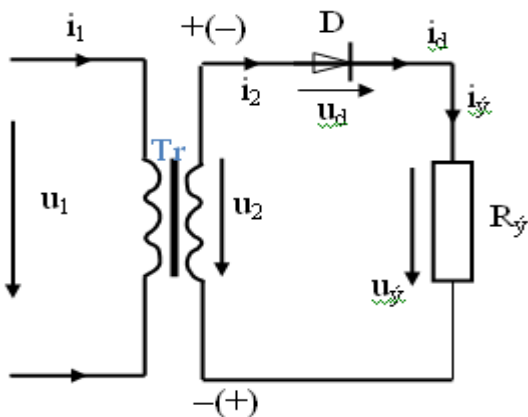
G₂ – göneldiji elementler.

Bir - we ikiýarymperiodly göneldijileriň shemalary.

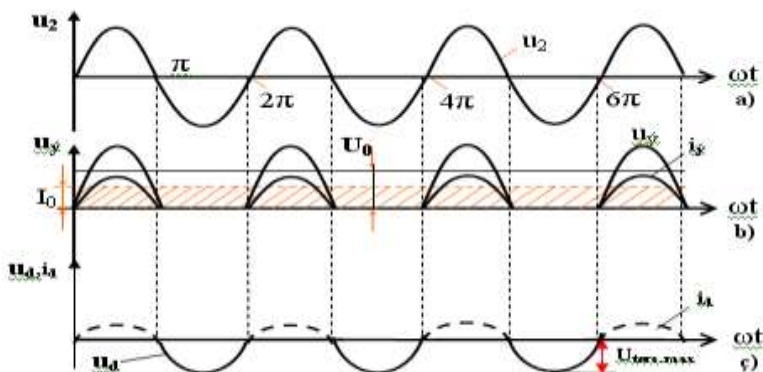
Birfazaly göneldijileriň iş düzgünlerine düşünmek üçin transformatorly çeşmä birikdirlen göneldijileriň in ýönekeýine seredeliň. Göneldijilerde bolup geçýän fiziki hadysalar özleşdirlende transformator bilen diodlary **ideal** diýlip kabul edýärler. Şonuň üçin-de, ideal transformatorlaryň sargylaryndaky aktiw we reaktiw garşylyklary nula deňdir, ýagny **R_{Tr} ≈ 0; X_{Tr} ≈ 0**.

Ideal diodlaryň hem göni (geçirýän) tarapyna garşylyklary nula deň diýlip, ters (geçirmeýän) tarapynda bolsa garşylyklary tükeniksizlige ymtylýar diýlip kabul edilýär.

10.4-nji çyzygyda birfazaly, birýarymperiodly göneldijiniň shemasy hem-de onuň **t**-wagt boýunça iş diagrammasy 10.5-nji çyzygyda görkezildi.



Surat 35. Birýarymperiodly birtaktyl göneldijiniň shemasy.



Surat 36. Birýarymperiodly göneldijiniň t -wagta görä diagrammasy :
a-ikilenji çeşmäň diagrammasy, **b**-göneldilen tok we naprýaženiýe,
ç-dioda düşýän ters naprýaženiýe.

35-nji we 36-njy suratlarda ulanylan şertli belgiler:

U_1 – transformatoryň birinji sarymyndaky naprýaženiýe;

U_2 – transformatoryň ikinji sarymyndaky naprýaženiýe;

i_d we U_d – diodyň deňşililikde togy we naprýaženiýesi;

i_2 – transformatoryň ikinji sargysyndaky tok;

$U_{tres,max}$ – dioda düşýän ikinji ters naprýaženiýeniň maksimal bahasy;

D – ýarymgeçiriji diod;

T – elektrik çeşmesine birikdirilýän transformator ;

Eger-de göneldijiniň **T_r** – transformatoryny sinus görnüşli üýtgeýän

(35-nji çyzgy) **U₁** – naprýaženiýe bilen iýmitlendirsek, onda transformatoryň ikinji sargysynda sinus görnüşli **e₂-EHG** döreýär. Bu **e₂-EHG** ululygy we formasy boýunça **U₂** – naprýaženiýä deňdir. (36-njy a-çyzgy)

Diagrammadan we shemadan görnüşi ýaly **O**-dan **π** - aralykda diodyň anody (+)-plýus alamatly naprýaženiýä duçar bolýar, **D**-diod açylýar we

U₂ – naprýaženiýäniň täsirinden transformatoryň ikinji sargysynda **i₂** – dioddan **i_a**, elektrik ýükünden **i_ý** toklar akar. Diýmek, **D**-diod **0**-dan tä **π** çenli naprýaženiýeniň plýus potensialynda açyklygyna galýar we beýleki (+)-plýus ýarymperiodlarda-da bu proses gaýtalanýar (10.5-nji **b**-çyzgy). Şeýle polýarlyk 10.4-nji çyzgyda (+) we (-) alamatlar ýaý içine alynmady. Polýarnostyň üýtgeýän pursatlaryny bolsa ýaý içine (+) we (-) alyndy. Şeýle ýagdaýda diodyň anodyna (-), katodyna bolsa (+) alamatly potensiallar düşýär. Bu aralyk **π** - den tä **2 π** çenli dowam edýär. Diýmek, dioda ters alamatly naprýaženiýe berilýär. Ters polýarnostda dioddan, ýüküň **R_ý**-garşylygyndan we transformatoryň ikinji sargysyndan tok akmaýar.

Şeýlelikde, **R_ý** – garşylykdan akýan tok puls görnüşli bolar. Bu impulslaryň dowamy (+) ýarymperioda deň bolup, formasy we ugry diňe birtaraplaýyndyr hem-de (+) plýus alamatlydyr (36-njy **b**-çyzga seret).

Diýmek göneldilen **U₁** – naprýaženiýeniň-de formasy 36-njy **b**-çyzgyda görkezilen diagramma meňzeşdir.

Göneldiji naprýaženiýe öz düzüminde hemişelik **U₀** – düzüjisinden hem-de birnäçe garmoniki düzüjilerinden emele gelip, olaryň özära garylmaklarynyň netijesinde pulsirleýji formanyň döremegine sebäp bolýarlar. Ýokarda seredilen göneldijiniň shemasy üçin (34-nji çyzgy seret) fazanyň sany

$m=1$, sebäbi bir periodyň dowamynda elektrik ýüküniň R_f – garşylygynyň üstünden bir impuls geçýär. Toguň I_0 – hemişelik düzüjisi transformatoryň ikinji sargysyndan akyp geçende transformatoryň poladyny magnitlendirýär. Magnitleniş hadysa transformatoryň parametrleriniň hiliniň peselmegine getirýär hem-de polat-demirdäki ýitginiň artmagyna, transformatoryň boş iş düzgünindäki toguň ulalmagyna getirýär. Bu ýitgileri azaltmak üçin polat-demiriň kese-kesiginiň meýdanyny ulaltmaly bolýar, bu bolsa transformatoryň göwrüminiň we massasynyň artmagyna getirýär. Seredilýän shema üçin, göneldilen naprýaženiýeniň impulsynyň ýygylgy **50Gs** (senagatlarda ulanylýan ýygylk) diýlip alyndy, hemişelik düzüjisi bolsa

$$U_0 = \frac{U_m}{\pi} = 0,318 \text{ deňdir}$$

Ikiýarymperiodly göneldijileriň shemalaryna seredeliň.

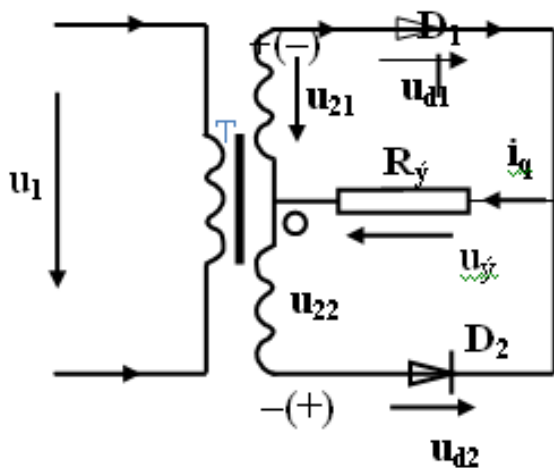
Ikiýarymperiodly göneldijileriň iki görnüşli shemalary bardyr.

Birinji transformatoryň ikinji sargysy ýörite neýtrallaşdyrylyp, bary-ýogy iki sany ýarymgeçiriji diod bilen (10.6-njy çyzgy) amala aşyrylýar. Degişli diagrammalary 10.7-nji çyzgyda görkezildi.

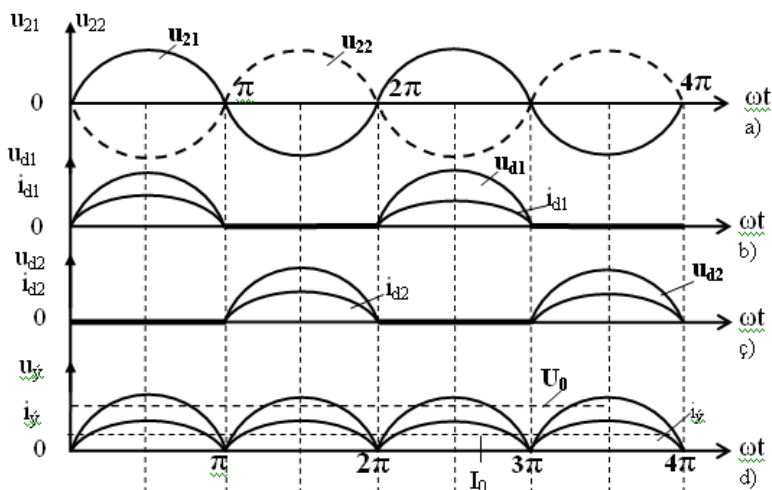
Ikinji köprüli shemadyr (37-nji çyzga seret). Bu shemada transformatoryň ikinji sargysynda dört sany diodly-ýörite shema bilen birleşdirilip, olaryň bir dioganylyna transformatoryň ikinji sargysy, beýleki diaganylyna bolsa R_f – garşylyk birleşdirýärler. Şeýle shema köprüni ýada salýar, şonuň üçin-de köprüli shema diýilýär.

Degişli diagrammalary 38-nji çyzgyda görkezildi. Bu iki shemalaryň işleýiş düzgünlerine aýratynlykda seredeliň. 38-nji çyzgyda çeşmä birikdirilen **T** – transformatoryň birinji sargysy bir sany tegekden gurnalan bolsa, onda ikinji sargysynyň ortarasyndan **0** – potensially sim çykarýanlygy

üçin, bu transformatoryň ikinji sargysy iki tegekden gurnalan diýseňde kân bir ýalňys bolmaz. Şonuň üçin-de, transformatoryň ikinji sargylary



Surat 37. Iki dioddan gurnalan ikiýarymperiodyly birtakly göneldijiniň shemasy.



Surat 38. Ikiýarymperiodyly göneldijiniň t-wagta görä diagrammasy .

özara ylalaşykly hem-de yzygiderli birikdirilen tegekler diýip-de bileris.

Transformatoryň ikinji sargysyny emele getirýan her bir tegek öz diody hemde **O**-nokada birleşdirilen ýükiň R_f – garşylygy bilen birleşdirýär. Diodlar ýüke göre anody ýa-da katody bilen birleşdirilip bilner. Berilen shema iki sany birýarymperiodly göneldijileriň gezekli-gezegine goşulyp işlemekleriniň netijesidir diýip bileris. Shemanyň işleýiş düzgünini şu aşakdaky tertipde düşündirip bileris:

Eger-de, birinji ýarymperiodda (**O** - π aralyk) ýokarky tegegiň çykalgasy **O**-nokada göre (+), aşaky tegegiň çykalgasy (-) minus potensial diýip kabul etsek (10.6-njy çyzgyda ýaý içine salynmadyk „+“ we „-“ alamatlar), onda **D**₁ – diod açyk bolar, sebäbi onuň anody (+), katody bolsa (-) potensiallara eýe bolarlar. Netijede, **D**₁ – diod bilen R_f – ýükiň üstlerinden $i_{d1}=i_f$ tok akar (10.9-njy **b** çyzga seret). Emma, diod **D**₂ – ýapyk bolar we oňa ters naprýaženiýeniň iki esse ($U_{ters}=2U_{2maks}$) maksimal bahasy düşer. Bu ýerde U_{2m} – transformatoryň ikinji sargysy hasap edilýän tegekleriň ikinjisiniň maksimal naprýaženiýesiniň san bahasydyr, munuň sebäbi **D**₁ – diodyň açyk wagty **D**₂ – diodyň katodyna (+) potensial, anodyna bolsa (-) potensial düşýär.

Ikinji ýarymperiodda bolsa **D**₂ – diod açylýar, çünki ikinji **D**₂ – diodyň anodyna (+), katodyna bolsa (-) potensial düşýär, sebäbi transformatoryň ikinji sargysyny emele getirýän tegekleriň birinjisiniň çykalgasy (-) minus potensiala öwrülýänligi üçindir.

Şeýlelikde ikinji **D**₂ – diod bilen R_f – ýüküň üstlerinden $i_2 = i_f$ tok akar (38-nji **ç**- çyzga seret). Diýmek, **D**₁ we **D**₂ diodlar gezekli-gezegine işleýärler. Şonuň üçin-de bir periodyň dowamynda R_f – garşylykdan akýan i_f -tok i_{d1} -bilen i_{d2} – toklaryň jemine deň bolar, ýagny $i_f = i_{d1} + i_{d2}$ bolar. Impulsyň sany bolsa $m=2$ bolar, ýagny ýimitlendiriji EHG-niň ýygylgy **50Gs** bolsa, onda impulslaryň ýygylgy iki esse köp bolar. ($f_{puls} = 2f_{çesme} = 2 \cdot 50 = 100Gs$ bolar).

Ikiýarymperiodly göneldijilerde transformatoryň ferromagnit demiri magnitlenmeýär, sebäbi göneldilen toguň hemişelik düzüjileri özara tersdirler. Bu shemalarda göneldilen naprýaženiýeniň we toguň hemişelik düzüjisi birýarymperiodly bilen deňeşdirilende iki esse köpdür. $U_0 = 0,634 \cdot U_m$;

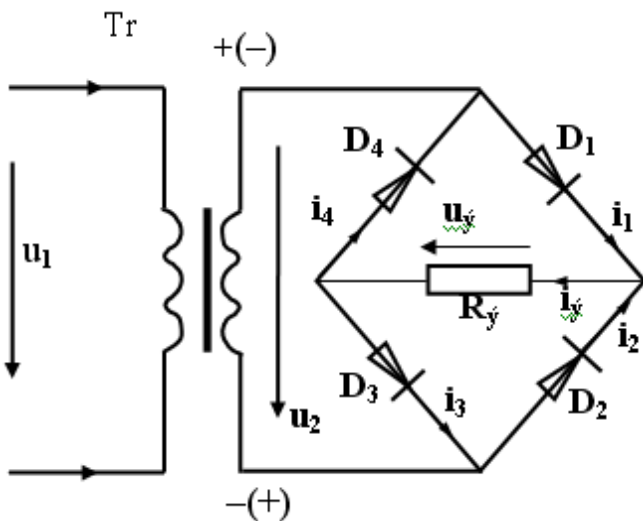
$$I_0 = 0,634 \cdot I_m$$

Ikiýarymperiodly göneldijiniň köprüli shemasy 10.8-nji çyzgyda, onuň iş düzgüniniň diagrammalary 10.9-njy çyzgyda görkezildi.

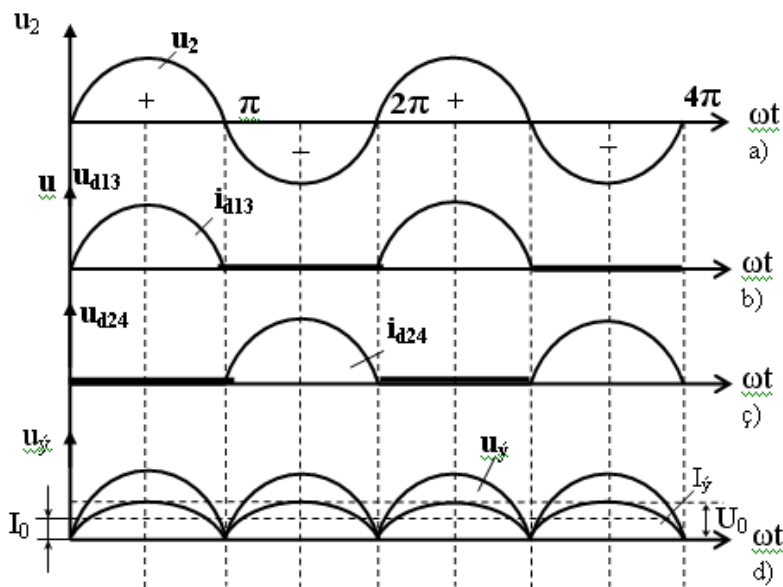
Çeşmä birikdirilen transformatoryň ikinji sargysynda bary-ýogy bir sany tegek bolup, köprini emele getirýän diodlaryň sany dörde deňdir. (**D₁**, **D₂**, **D₃** we **D₄**).

Köprüli shemanyň bir dioganaly transformatora birleşdirilse, ikinji dioganaly ýüküň **R_ý** – garşylygyna birleşdirilýär.

Köprüli shemany emele getirýän diodlar özara birleşdirilende naprýaženiýeniň her bir ýarymperiodyna iki sany yzygider birleşdirilen diod düşýär.



Surat 39. Köprüli ikiýarymperiodly göneldijiniň shemasy



Surat 40. Ikiýarymperiodly köprüli göneldijiniň t - wagta görä diagrammasy

Shema üns berip seretseniz **D₁** bilen **D₂** diodlaryň umumy nokady emele getirýän katodlary (+) – plýus potentsiala eýe bolsa, onda **D₃** bilen **D₄** diodlaryň umumy nokady emele getirýän anodlary (-) – minus potentsiala eýe bolýarlar.

Eger-de, transformatoryň ikinji sargysynyň ýokarky çykalgasynyň potentsialyny (+) – plýus, aşaky çykalgasyny bolsa (-) – minus diýip kabul etsek, onda sinus boýunça üýtgeýän U_2 – naprýaženiýeniň birinji ýarymperiodyna gabat gelýär diýiligidir (10.9-njy **a** hem-de **b** – çyzgylardaky diagrammalara serediň). Netijede, **D₁**, **D₃** – diodlardan akýan göni i_{d1} we i_{d3} – toklar R_L - garşylygyň üstünden akýan tok sagdan – çep tarapa bolar (10.8-nji çyzgydaky shemany yzarla!). Diýmek U_2 – naprýaženiýeniň birinji ýarymperiodynda **D₂** bilen **D₄** – diodlardan tok akmaz, sebäbi olaryň anodlary bilen katodlaryna düşýän naprýaženiýe

alamatlary boýunça tersdirler. Şonuň üçin-de birinji ýarymperiodda bu diodlar ýapykdyrlar. Sinus grafiğiň ikinji ýarymperioodynda **D₁** bilen **D₃**- diodlar ýapyk bolup, **D₂** bilen **D₄** – diodlar açylýar. Sebäbi bu diodlaryň anodlaryna (+) – plýus, katodlaryna bolsa (-) – minus potensiallar düşýär (10.8-nji çyzgyda transformatoryň ikinji sarymynda görkezilen ýaýyçindäki (+) we (-) alamatlara serediň)

Diýmek **R_ý** – garşylykdan akýan i_y tok $i_y = i_{d13} + i_{d24}$ bolar. Bu toklaryň ikisi-de **R_ý** – garşylykda ugurlary boýunça bir tarapa akarlar (meselem, biziň seredýän shemamyzda sag tarapdan çep bolar).

Köprüli shemada hem, impulsyň sany **m=2** bolar, sebäbi bir periodyň dowamynda **R_ý** – garşylykdan naprýaženiýeniň (ýa-da toguň) iki sany impulsy geçýär. Diýmek, elektrik ýükdäki ýygylgyň pulsý çeşmäniň ýygylgynyň pulsundan iki esse köp bolar ($f = 2 f_c = 2 \cdot 50 = 100 \text{ Gs}$).

Diýmek, her ýarymperioodyda iki sany diod açyk bolsa, beýleki ikisi ýapyk bolýarlar. Şonuň üçin-de (diodlaryň açyk wagtlary olaryň içki garşylyklary nula deň bolýandyklary, ýapyk wagtlary bolsa içki garşylyklary tükeniksizlige deň bolýandyklary sebäpli) **D₁** bilen **D₃** – diodlardan göneldilen tok aksa, beýleki **D₂** bilen **D₄** – diodlardan tok akmaýar we tersine.

Diodlara düşýän ters naprýaženiýeniň maksimal **U_{ters.m}** – bahasy transformatoryň ikinji sargysyndaky **U_{2max}** – naprýaženiýesiniň maksimal bahasyna deňdir, ýagny **U_{ters,max} = U_{2max}** bolar.

13. KONTROLLERLER

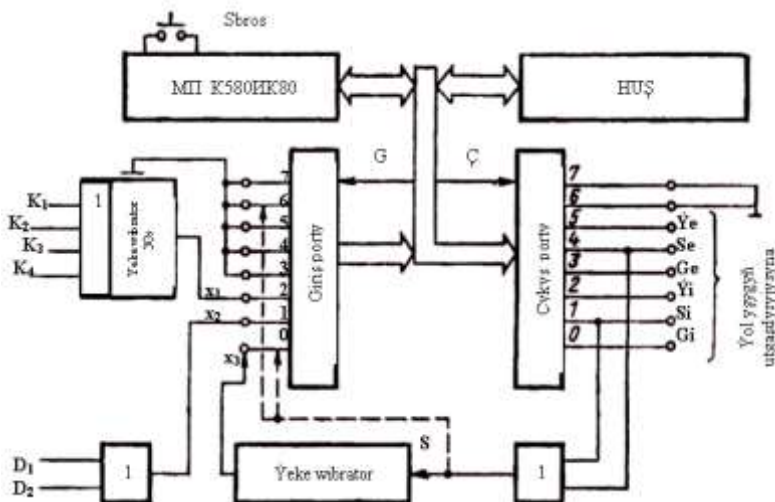
Q_{1A} ýagdaýdaky **MVI A,Z** maglumatlaryň komandaly geçirilişinde, akumulýatora gönüden-göni **Z₁** operanda ýüklenýär. **OUT** çykyşyň komandasy bilen ol gurluşyň çykyşyna berilýär, şol hem ýol ýsygy başdaky ýagdaýa getirýär. **LX1HL** komanda bilen **H=0000 0000, L=1000 0100**

konstantaly gelip çykýan adresden maglumatlary görkezijä ýüklenmegi bilen ýerine ýetirilýär. Ýedi sany barlaglar 2 we 3, 4 topara bölünýärler, şolaryň biri täze Q_{1B} awtomatly ýagdaýa getirýär, ikinjisi – Q₂-kä X4 getirýär (41-nji surat). Geçişň ugry barlaglaryň sanynyň sanalyş ýoly bilen kesgitlenýär. Bu hili hasaplaýjylaryň funksiýalaryny, başda 3 we 4 kodlar bilen ýüklenilýän C we E registrler ýerine ýetirýärler.

Kontrolleriň giriş portunda ýazyp alynýan daşky şertleriň üýtgetmegi, IN komanda bilen akkumullýatora girizilýär we hemme **ustawkalar** bilen yzygiderlikde deňleşýär. JZ komandaly şertleýin geçişde, soralyan **ustawkalaryň** biriniň, akkumullýatoryň düzümi bilen gabat gelen halatynda, dolandyrys kontrolleriň ýadynda Q_{1B} bellikli adres boýunça ýerleşen komanda geçirilýär.

Barlaglaryň mehanizmini OOOB başlangyç we OOIF soňky adresli komandalaryň seriýalary amaly aşyrýarlar. Birinji X=2 **ustawkasy**, maglumatlaryň görkezijisine ýüklenen OO84 adresde ýerleşýär. INX HL komandanyň ulanylmagy bilen maglumatlaryň görkezijisi, nobatdaky barlagy talap edýän, maglumatlar **oblastynyň** (0083-008A) ýadyndan yzygiderlilikde **ustawkalary** çykarýar. Barlaglaryň soňlanmadyk halatynda, (C we E) barlaglaryň hasaplaýjylarynyň düzümi nol ýagdaýda bolmaýar. Şonda JNZ L1 we JNZ L2 komandalar, **prosesiň** dowam etmegi üçin degişli bellik bilen belgilen, adrese programma boýunça yzyna geçirmäni ýerine ýetirýärler. Q_i bellikleriň arasynda ýerleşen, programmanyň yzyndan gelýän bloklar özüniň düzülişi boýunça seredilen bölege meňzeşdir.

41-nji suratda ýol ysýgyň sary signalyny 10 sekunt saklanmaly, daşky ýeke wibratory ulanýan kontrolleriň çatgysy görkezilen.



Surat 41. Kontrolleriň strukturasý

Kontrolleriň ýadynyň göwrüminiň bahasyz ulalmagynyň şertinde, ýeke wibratordan boýun gaçyryp, programmalaýyn ýol bilen saklanmany amala aşyryp bolýandygyny belläliň. Munuň üçin S signaly (1.12-nji sur.), kontrolleriň giriş portunyň 0 we 6 girişine berilýär. Diýmek, kontrolleriň **Se** we **Si** ýagdaýa geçmeginde, (SEC10) saklanmaly programma bilen atlandyrylýan, programmalaýyn yzygiderlilik amala aşyrylýar. Seredilýän mysalda, haçan-da giriş portunda S (sary ýagtylyk) ýagdaýy bellense, JZ we JC komandalar arkaly ulanylýan programma CALL SEC10 komandany saklaýan adrese ýüzlenýär. CALL komandanyň ýerine ýetirilişiniň netijesinde, CK hasaplaýjynyň akyş düzümi **stýoga (stýok)** ýerleşýär, SEC10 bellikli belgilenen programmanyň başlangyç adresli bahasy bolsa, komandalar hasaplaýjysyna girizilýär. Kontroller 2.4-nji gözenekde getirilýän, saklanmanyň programmasynyň ýerine ýetirilişine geçýär.

7-nji tablisa. 10 sek. saklanmaly programma

Bellikler	Mnemokodlar	Operandalar	Düşündirişler
SEC10:	MVI	B,14H	; 10s saklanmanyň gurnalyşy
R1:	MVI	C,0FFH	; 0.5s saklanmanyň gurnalyşy
R2:	MVI	D,0FFH	; 2 ms saklanmanyň gurnalyşy
R3:	DCR	D	; D registriň dekrementi
	JNZ	R3	; nul däl ýagdaýdaky netijede
			; operasiýanyň gaýtalanmasy
	DCR	C	; C registriň dekrementi
	JNZ	R2	; nul däl bolanda, geçiş
	DCR	B	; B registriň dekrementi
	JNZ	R1	; nul däl bolanda, geçiş
	RET		; esasy programma dolanmak

14. BLOKING GENERATORLARY

Bloking generatory diýip – göniburçly forma boýunça ýakyn, gysga impulsary generirlemek üçin hyzmat edýän güýçli induktiw garşylykly baglanyşykly bolan birkoskadly relaksasion generatora aýdylýar. Bloking generatorynda garşylykly baglanyşyk ýörite impulsy transformatoryň kömegi bilen alynýar. Tejribede başga usul bilen alyp bolmaýan uly generirlenýän impulsalarynyň bolmagy bloking – generatorynyň esasy tapawutlanýan aýratynlyklarynyň biridir. Adatça bloking generatorynyň impulsalarynyň dowamlylygy mikrosekundyň ondan bir böleginden tä millisekundyň ondan bir bölegine çenli ýerleşip biler. Ýygylgy bolsa on gersden tä ýüz kilogerse çenli bolup biler

Generirlenýän impulsaryň amplitudasy bolsa iýmit çeşmesiniň naprãženiýasyna çenli ýakynlaşyp biler.

Bloking generatory edil awtoýrgyldyly multiwibrator ýaly bolup,awtoýrgyldyly režimde işläp biler.

Awtoýrgyldyly bloking – generatory

Tranzistorda awtoýrgyldyly bloking generatorynyň çyzgydy $p - n - p$ görnüşdedir we wagtlaýyn

diagrammalardyr. Tranzistoryň kollektorynda emele gelýän zynjyrdaky W_k impulsly transformator çatylandyr, bazalar zynjyrynda bolsa bazaly kollektor bilen W_b bazanyň arasyndaky garşylykly baglanyşyk saklanýar. Agram bolsa W_n çykyşa birleşdirilýär, bu hem çykyş impulsyň amplitudasyny we talap edilýän polýarlylygy almaga mümkinçilik berýär, kollektorly we bazaly obmetkalar garşylykly baglanyşygy üpjün etmek üçin birleşdirilendir. Impulslaryň ýygylgy RC – zynjyr boýunça kesgitlenýär, ol bolsa tranzistoryň bazasyna berkidilýär. Awtoyrgyldyly režimiň çyzygynda üpjünçilik bolmagy üçin öz – özüni oýandyryjy şert ýerine ýeter. Loking generaty şu aşakdaky görnüşe eýedir:

$$\varphi_k + \varphi_n = 2\pi;$$

$$k/n \geq 1;$$

Bu ýerde φ_k – fazaly burç, ol tranzistorly açarda döredilýär. φ_n – fazaly burç bolsa impulsly transistor arkaly döreýär. $\varphi_n = W_b/W_k$ transformasiýanyň W_k we W_b impulsly transformatoryň arasyndaky koeffisiýentdir. Bloking – generatorynyň çyzygynda fazaly balans şertiniň ýerine ýetirmegi adatydyr.

Tranzistorly açaryň güýçlendirijisiniň koeffisienti aktiw režimiň çäginde aşakdaky görnüşe eýedir:

$$K_y / n = h_{21} R' H [n/R_{bx} + R_H'],$$

Yokarda getirilen deňsizligi ulanyp tranzistora toguň geçmeginiň koeffisienti amplidudanyň balansynyň şertiniň ýerine ýetmekligi üpjün edýär we alarys:

$$h_{21} \geq n [1 + (R'_{bx}/R_H')],$$

bu ýerde $R'_{bx} = R_{bx}/n^2$ – kollektorly obmotka üçin giriş garşylygyň açarydyr. Bloking generatorynyň işleýiş

mehanizmine seredeliň . Berlen ýagdaýy hökmünde tranzistoryň ýapyk ýagdaýynda, C kondensator bolsa işiň öňündäki siklinde maksimal naprăženiýa çenli zaryadlanandyr. Ol R rezistor arkaly zaryadlanýar we transistor ýapyk ýagdaýda saklanýar. Haçanda bazada naprăženiýanyň zaryadly döwründe kondensatoryň naprăženiýasyna deň bolan ýagdaýynda nula ýakynlaşýart. Tranzistoryň kömegi bilen bazaly we kollektorly tok ýuze çykýar. Kollektorly togyň öndirilmegi W_k –ň emele gelmegine getirýär. I1 öz-özüne induksiýa w_b obmatkada özara I2 induksiýa bolsa polýarly baza degişlidir.

Naprăženiýanyň kemelmek prosesinde bolsa, degişli kollektorly hem-de bazaly boguň artmagynda lawinogörnüşli häsiýet we soňunda transistor bilen gutarýar. Sol bir wagtda generirlenýän impuls kesgitlenýär, onuň dowamlylygy bolsa azdyr, bu ýagdaýda kondensatorda naprăženiýe galşyp ýetişmeýär.

Impulsyň dowamlylygy regeneratiw prosesiň tizligine baglydyr we şu aşakdaky aňlatma bilen kesgitlenýär:

$$t\phi = 3n \cdot \tau_{21b} [1 + (R'_{bx}/R_H)']$$

Eger $n = n_0 = w_b/w_k = \sqrt{R'_{bx}/R_H}$ we giriş garşylygyň razylyk ýagdaýynda agramyň garşylygy bolen ($R_{bx} = R'_{bx}H$) regeneratiw tizligi maksimaldyr, frontyň dowamlylygy şu aşakdaky boýunça kesgitlenýär:

$$t\phi \approx 6n_0 \tau_{21b}$$

Adatça n_0 bahaly 0,1...0,8 predelden saýlaýarlar.

Soňundan impulsyň depesini formirlemek başlanýar. Şol bir wagtda toguň bazasy kollektoryň togy bilen dolandyrylmaýar, onuň tizligi bolsa üýtgemegi boýunça nula deň bolýar we w_b obmatkada I2 gaçyp başlaýar, we ol öz gezeginde bazaly toguň kemelmegine getirýär. Netijede w_b obmatkada öz-özüne induksiýa ýuze çykýar, ol bolsa bazaly Gogyň kemelmegine päsgel berýär, we şol bir polýarlylyga eýe bolýar, ýagny I2 özara induksiýa bolup çykyş eder. Bu bolsa C kondensatoryň çalt žaryadlanmagyna getirýär. Bazaly toguň az

garşylykly emmitter geçişden tranzistoryň we wb obmatkanyň napäženiýasy $U_{cmax} \approx n E_k$ bolar. Şeýlelikde, bu ebapda bir wagtda bazaly toguň ösmegi bilen transformatoryň merkezinde ýüze çykýar. Impulsyň depesini kesgitlemek tranzistoryň geçiş wagtynda gutarýar.

Bu bolsa impulsyň formirlemek prosesiniň gutarmagyna getirýar. Onuň dowamlylygy şu aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär:

$$T_i \approx L_k [(n h 21 \div / R b x) - n H^2 / R H]$$

bu ýerde L_k – kollektorly obmetkanyň induktiwligi; $nH = w_H / w_k$ – koeffisiýent w_H we w_k impuls transformator bilen obmatkanyň arasyndaky kofisiýentdir. Impulsyň üzülmegi formirlenende kollektor toguň azalmagy 11,12 döremegine getirýar. Olaryň polýarlylygy bolsa impulsyň frontynyň kesgitlenmegine getirýar. Garşylykly baglynyşyk hereketine baglylykda garşylykly regeneretiw prosesi ýüze çykýar. Ol bolsa kollektoryň togunyň we bazanyň birden kemelmegine getirýar. Frontyň formirlenmek prosesi we impulsyň üzülmegi adatydyr. Olaryň dowamlylygy bolsa takmynan birmeňzeşdir. Tranzistorlaryň inersiallygy frontyň käbir uzalmagyna getirýar. Generirlenýän impulsyň bolsa kesimegi tranzistorlar üçin olaryň dowamlylygy nanosekundyň ondan bir bölegine galmaýar. Kollektorly tok tranzistoryň dykylmagy bilen öz-özüne induksiýa ýüze çykýar, ol hem togyň ýitmegine päsgel berýar, we kollektorda napräženiýanyň otrisatel saýlawy emele gelýar. Soňra zynjyr boýunça kondensatoryň haýal zarýadlanmagy başlanýar, ýagny korpus-obmatka $w_b - c - R$ (- E_k), impulslaryň arasyndaky säginmäni kesgitleýär. Bu proses çyzgytda gaytalanýar.

Säginmäniň dowamlylygy şu aşakdaky aňlatma bilen kesgitlenýar;

$$T_p = CR \ln \{ 1 + [U_{cmax} / (E_k + / k B o R)] \}$$

Awtoyrgyldyly bloking – generatorly integral mikroshema görnüşinde taýarlanylmaýar. Diňe analogly 119 tapgyrda garaşýan bloking – generatoryň garaşýan elementi bar. Garaşýlýan režimde bloking – generatorlar.

Bloking – generatorlaryň awtoyrgyldyly režimden garaşýan režime geçirmek aňsatlyk bilen amala aşyrylýar. Onuň üçin baza položitel naprăženiýany bermek zerurdyr. Eb çeşmäni R1,R2 otrisatel naprăženiýanyň kömegi bilen üpjün edilýär. Ol bolsa Ek umumy çeşmäniň U_э emmitoryndan alynýar. Şoňky çyzgytda giriş impulsynyň amplitudasy U_э ululyga çenli kemelýar. Ýagny goşmaça çeşmede zerurlyk ýüze çykmaýar. Iki ýagdaýda hem transistor çyzgytda gadagan we bloking – generatorly durnukly deňagramlylyk ýagdaýynda saklaýar.

C kondensatorlar degişli naprăženiýe bilen zarýadlanandyr;

$$U_c = E_b - / k_{BO} R; U_c = - / k_{BO} R \approx 0 \quad (19,2)$$

Tranzistoryň bazasynda položitel naprăženiýe üpçünçiligi şu aşakdaky aňlatma bilen kesgitläp bolar:

$$U_{B3} = U_c = E_B - / K_{BO} R > 0$$

$$U_{B3} = U_{э} - / K_{BO} R > 0$$

Eger her bir aýratyn ýagdaýda giriş impulsyň U_э amplitudasy otrisatel polýarlylygynyň derejesini galdyrýar, onda transistor açylýar we regeneratiw proses bloking – generatorynda emele gelýar. Bu ýagdaýda impulsyň önündäki fronty formirlenýär. Depäni formirmek prosesi we impulsyň kesilmeginiň akymy awtoyrgyldyly bloking – generatordaky ýaly amala aşyrylýar, şondan soň çyzgytda deň agramlylyk ýagdaýy gaýtalanyp berilýär. э. d. s. forma kollektorly obmatkada degişli aşaky wagtlaýyn diogrammada aperiodik häsiýetiň otrisatel başlangysynyň köneleşmegi üçin adatça obmatkany vD diod bilen berkidilýarlar.

C_э kondensator çyzgytda görnüşü ýaly U_э naprăženiýanyň hemişelik bolmagy üçin hyzmat edýar.

Saklanýan bloking – generatoryň işlemegi üçin iki usyl häsiýetlendirilýär:

1. Yzygiderli ýerine ýetiriliş
2. Paralel ýerine ýetiriliş

Yzygiderli göýberilişde, haçanda impulsyň göýberiji çeşme bazaly zynjyrdan üzmäni alyp, bu çeşmäniň az garşylykly bolmagyna üpjün etmeli. Şonuň üçin hem çyzgydyň giriş kaskady hökmünde goşmaça emmitter gaýtalaýjyny ulanýar.

Parallel göýberilişde bolsa, çeşmäniň çykyş garşylygy impuls göýberiji uly bolmalydyr.

Getirilen çyzgyda görä garaşýan bloking – generatorynyň çyzgydy integrally ýerine ýetirilýär. Bu çyzgyda bloking – generator VT3 tranzistorda ýerine ýetirilýär. VT2 tranzistor bloking – generator bilen impuls göýberýän çeşmäniň ylalaşykly bolmagy üçin hyzmat edýär. Impulsdan soňky zyňylmanyň dikelmegi üçin VT1 tranzistor ulanylýar. Ol bir wagtda diodly birleşmani amala aşyrylýar. R1 rezistor iýmitlenme zynjyry boýunça filtriň elementleriniň roluny ýerine ýetirýär.

Eger çykyş g mikroçyzgydy U u, p iýmitlenme çeşmesi birleşdirmeli bolýar. 6 we 12 çykyşlary C1 we C2 asylygy kondensatopryň kömegi bilen ammalama aşyrylýar. Bu ýagdaýda R3, R4, R5, R6 naprãženiýany bölüjiler emele gelýär. Olar VT2 we VT3 tranzistorlary deňagramly durnuklylyk ýagdaýynda üpjün edýär. Şeýlelikde VT2 tranzistoryň giriş ýagdaýynda onuň emitterine položitel naprãženiýany ýapýar. Ol bolsa R3, R4 bölekler bilen alynýar (edil bu ýagdaýda meňzeşlikde otrisatel naprãženiýe bilen emittere $p - n - p$ transistor üçin alynýar. Çyzgyda hem bloking – generator üçin parallel göýberiliş üpjün edilýär. Kollektorly obmatka asylyan impulsly tranzistoryň VT1 diodly birleşmesi transistor bilen amala aşyrylýar we ol 3 we 4 çykyşlaryň arasynda ýerleşýar.

Bazaly obmatka RC zynjyr bilen 5 çykyş we korpusyň arasynda ýerleşdirilýar.

Sinhozirasiýa režiminde bloking – geratory.

Bloking – generatoryň sinhozirasiýa režimi generasiýada bolmak bilen $f_{sin} \times$ ýygylkda çykyş impulsalaryny daşky sinhorirlenýan awtogenerator bilen berilýar. Onuň üçin bloking – generatorynyň kesgitli zynjyrynda periodic sinhoririrlenýan U_{sinx} signaly periodikli bermeklik ýeterlikli uly amplitudada amala aşyrylýar, ol bolsa sinhorirlenýan awtogenerator bilen emele gelýar. Sinhorirlenýan naprăženiýanyň periodiki yzygiderligi dürli formany alyp biler. Wagtlaýyn yylaşyk režiminiň ýitiçünkli impulsy ulanmak bilen syn edilýar. f_{sinx} ýygylgy fU bloking – generatorynyň hususy ýygylgyndan uly bolmalydyr. Goý, bloking - generatorynyň transistor bazasynda sinhroniasiýa režiminde sinhoririrlenýan U_{sinx} impulsar täsir edýar. Olar $T_{sinx} < T_{be}$ periodiki ýerine ýetirilýar, bu ýerde T_{be} – bloking – generatoryň hususy yrgyldyly periodydyr. Sinhoririrlenen awtogeneratorynyň birleşdirilen wagtynda sinhorirlenýan impulsaryň wagtlaýyn ýerleşişotnositellikde bloking – generatorynyň hususy impulsar islendik bolup biler. Ilkinji sinhorirlenýan impuls ($t = t_1$ bolan ýagdaýynda) kemelýan UB naprăžniýe bilen transistor bazasynda wagt berýan kondensatoryň wagt beriji periodda bloking – generator zyňylmaýar, impulsyň berlen amplitudasyna galan naprăženiýe bazada nuldan uludyr. $T_{sinx} < T_{be}$ ýerine ýetirilýar, onda her bir indiki period impulsly tranzistoryň saýlama wagtynda otnositellikde ýerleşýar, entäk impulsaryň biri tranzistoryň wagtyndan öň saýlawyna çagyryýar. Şeýlelikde, bloking – generatorynyň zyňylma prosesi regeneratiw öşüşe getirýar. Indiki gelýän sinhorirlenýan impulsar her gezek bloking - generator zyňanda öňkä görä ir ýerine ýetirilýar ýa-da R rezistoryň üstünden C kondensator wagt beriji razrýadyndan emele gelmeginden öň ýerine ýetirilýar.

Çyzgytda stasionar režim gurnalýar, ýagny Tçykyş bloking – generatorynyň çykyş impulsynyň gaýtalanýan periodynda sinhorizasiýa režimde sinhorizasiýa impulsynyň gaýtalanmak periodyna deňdir. Eger sinhorirlenýan impulsyň ýygylgy $f_{\sin x} = n f_{be}$ bolsa, onda n – berlen bitin san, ýygylgyň bölünme koeffisiýenti diýilýär, onda bloking – generator ýygylgy bölmek režiminde işleýär, daşky sinhorizasiýa naprãženiýe almak režiminde amala aşyrylýar.

15. ARIFMETIKI-LOGIKI GURAL (ALG).

ALG iki giriş portuna eýedir. Olar “Girelge” diýip atlandyrylýar, we bir sany çykyş portuna – “Çykalga”. Giriş portynyň wezipesi – ALG-a berlenleriň sözünüň girizilmegi, emma çykyş portynyň wezipesi – şonuň ýaly sözünüň çykarylşy. Şonuň ýaly sözünüň logiki shemalar bir ýa-da birnäçe giriş we bir sany çykyş portlaryna eýedir. Iki sany giriş portlary hem buferlar bilen üpjün edilendirler. Olaryň roluny berlenleriň wagtlaryn saklaýyş registirleri (buffer registirleri) ýerine ýetirýärler. ALG iki giriş portlaryň kömegi bilen berlenleri mikroprossiň berlenleriň içki çinasyndan ýa-da ýörite registirlerden alyp bilýär. Olara akkumulýator diýilýär. Akkumulýator ALG-nyň çykyş portundan göyberilen ýa-da ýatdan çykarylan berlenleriň sözünü saklamak üçin niýetlenendir.

Köp mikroprossessorlaryň ALG-nyň ýerine ýetirýan operasiýalary indikilerden ybarat: goşmak, aýyrmak, we ýa-da kadadan çykarýan ýa-da inwersiýa, saga süýşme, çepi süýşme, goşmaça položitel, goşmaç otrisatel bir böleginden başgasyna berlenleriň programmirlenen geçirilşi. Akkumulyator registeriň uniwersal prosesserleriň biridir: berlenleriň üstünden haysy-da bolsa bir operasiýany geçirmek üçin, olary akkumulyatora ýerleşdirmelidir. Akkumulyatoryň razryadlarynyň mukdary mikroprossessor-ryň sözünüň uzynlygyna deňdir-8bit. Emma käbir

mikroprosessorler iki esse uly uzynlykly akkumulyatorlara eyedir. Şonuň yaly akkumulyatora bir бүtewi ya-da iki aýry gurallar yaly seredip bolar. Kābir mikroproses- serlerde akkumulyatorlaryň topary bar.

Buýruklaryň şotçigi.

Buýruklar şotçigi – mikroprosessorýň registirleriň iň wajyplarynyň biridir. Buýruklar şotçigi haýsy buýruk häzir ýerine ýetirilýär, haýsysy soňra ýerine ýetirilmelidigine gözegçilik edýär. Buýruklar şotçigi, mikroprosessorıň berlenleriň sözünüň uzynlygyna seredilende, olardan birnäçe köp razýadlara eýedir. Şeýlelikde, sekiz razýadly mikroprosessorlarda buýruklar şotçiginiň razýadlary on alta deň. Buýruklar şotçigi mikroprosessorıň berlenleriň içki şinasy bilen bagly.

Akkumulyatordan aýratynlykda, buýruklar şotçigi dürli tipli operasiýalary ýerine ýetirip bilmeýar. Ýadyň adresiniň registiri.

Her bir mikro – EHM – ñ ýadyna ýuzlenilende, ýadyň adresiniň registry mikroprosessor bilen ulanyljak ýadyň böleginiň adresini görkezýar. Ýadyň adresiniň registry ikili sany – ýadyň böleginiň adresini – saklaýar. Şol registryň çykalgasy adres şinasy diýip atlandyrylýar. Mikroprosessorlaryň köpsinde ýadyň adresiniň registrlary we buýruk şotçikleriň registrlary we buýruk şotçiklaryň registrlary bir meñzeş sany razýadlara eýedirler. 8 – razýadly mikroprosessorlariň köpsine ýadyň adresiniň registrynyň razýadlarynyň sany 16 deň. Şonuň ýaly registry 2 registra bölüp bolýar.

1. Uly baýtyň registry (UB)
2. Kiçi baýtyň registry (KB)

Ýadyň adresiniň registry dürli çeşmelerden işläp bilýä Buýryklar registry.

Buýruklar registry diňe häzirki ýerine ýetirilyän buýrugyň saklanylmagy üçin niýetlenendir. Bu fuksiýany mikroprocessor awtomatlaýyn, saýlaw – ýerine ýetiriliş sikliň başlamagy bilen, ýerine ýetirýar. Oňa maşyn sikli hem diýilýar. Buýruklar registryň funksiýalary çäklenen bolsada, mikroprosesoryň işinde onuň roly örän uly, sebäbi bu registryň çykalgasy buýruklar deşifratorynyň bölegidir. Buýruklar registrynyň razýadlarynyň mikroprosesoryň tipine bagly.

16. MIKROELEKTRON SANLY – ANALOG WE ANALOG – SANLY ÖWRÜJILER

San sistemalarynyň esasy bölekleriniň biri maglumaty alyp çykarýan ýatda saklaýan amaly gurulmadyr. Ýatda saklaýan maglumatyň san bölegi bilen (bit) häsiýetlendirilýär. Ýöne huşuň göwrümini köpelden wagty maglumaty ýazýan çykarýan wagt köpeliýär, bu san sistemalarynyň öndürmegini kemeldýär. Bu kemçiligi aýyrmak üçin köp göwrümlü huşly sistemalarda urarhatiki struktura zu ulanylýar. Şol wagt sistemalarda dürli göwrümlü we tizişleýji zu işläp başlaýar. Maglumat şolaryň arasynda hasaplanýan wagty köp ulanýandygyna görä bölünýär. Maglumat uly däl göwrümlü zu girizilýär. Gaýtadan işlemäge garaşýan maglumatyň esasy massiwi az tizişleýjili, gop göwrümlü zu içinde saklanýar.

San sistemalarda içki we daşky zu ulanylýar. Daşky zu uly göwrümlü maglumatyň massiw berlenleriň saklamagyna we sistemany programmalar bilen üpjün etmege gulluk edýär. Olaryň göwrümi dürli sistemalar üçin $10^7 \dots 10^{11}$ bit dogry. Bu zu häzirki wagtda maglumatyň magnit göwrüjileri elektromehaniki apparaturalara birikdirilen, magnit lentalar, çeýe we magnit diskler. Olar interfeýs amaly gurulmalar arkaly san sistemalara birikdirilýärler. Magnit göterijileriň artykmaçlygy – tokdan söndüren wagty maglumaty saklaýandygy. Ýöne bu daşky zu maglumat ýazýan – sanaýan wagty gaty köpdür (0,01-...10C).

Daşky zu maglumatyň aýratyn massiwi içki zu içine girýär. Hem-de olara täzeden işläp çykarýan prosesini doldurýan programmany saklamak üçin niýetlenen.

San – analog özgerdiji Q_4, Q_3, Q_2, Q_1 san ikilik kadyky analog köplügi özgerýär, köplenç $U_{çyk}$ naprýaženiýany. Her bir razrýad özüniň "WES"-ne eýedir.

SAP işini aşakdaky formula arkaly düşündirip bolýar.

$$U_{çyk} = \ell (Q_1 \cdot 1 + Q_2 \cdot 2 + Q_3 \cdot 4 + Q_4 \cdot 8 + \dots)$$

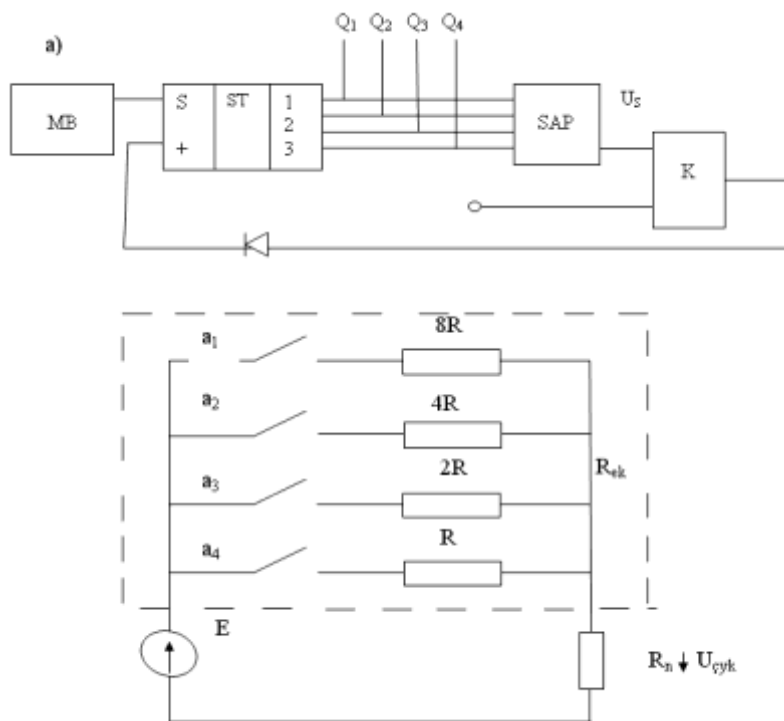
Nirede ℓ - kiçi razrýadyň agramyna deň gelyär naprýaženiýe; Q_i – ikilik kodyň i razrýadyň ähmiýeti.

Punktir bilen görkezilen. $R_{\mathcal{EK}}$ ikipolýusligiň ekwiwalent garşylygy hem-de R_M ýükiň garşylygy naprýaženiýanyň bölüjisini ýasaýarlar, onda:

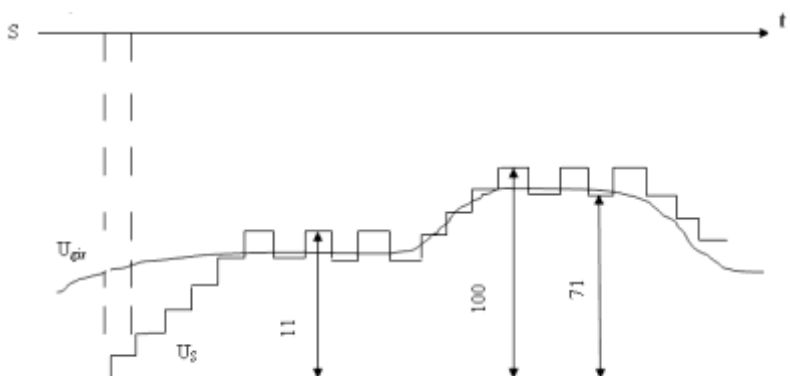
$$U_{çyk} = \frac{ER_M}{R_{\mathcal{EK}} + R_M} = ER_M / R_{\mathcal{EK}}$$

$$\frac{1}{R_{\mathcal{EK}}} = \frac{Q_1}{8R} + \frac{Q_2}{4R} + \frac{Q_3}{2R} + \frac{Q_4}{R}$$

$$U_{çyk} = 8E \frac{R_M}{R} (Q_1 \cdot 1 + Q_2 \cdot 2 + Q_3 \cdot 4 + Q_4 \cdot 8)$$



Surat 42. San-analog özgerdijisi



EDEBIÝATLAR

1. Türkmenistanyň Konstitusíýasy. 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 ruhbelentligiň 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» gazeti, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Internetden alnan maglumatlar. Aşgabat. TPI. 2007.
11. Н.А.Авайев, Ю.Е.Наумов, В.Т.Фролкин. Основы микроэлектроники. Москва, «Радио и связь», 1991.
12. А.С.Анашкин, Э.Д.Кадыров, В.Г.Харазов. Техническое и программное обеспечение распределенных систем управления. Санкт-Петербург, 2004.

13. В.Д.Вернер, Н.В.Воробьев, А.В.Горячев, Г.И.Фролов, А.А.Шишкевич. Микропроцессоры. Москва, «Высшая школа», 1987.
14. Ч.Гилмор. Введение в микропроцессорную технику. Москва, «Мир», 1984.
15. И.Е.Ефимов, И.Я.Козырь, Ю.И.Горбунов. Микроэлектроника. Москва, «Высшая школа», 1987.
16. В.С.Руденко, В.И.Сенько, В.В.Трифонюк. Основы промышленной электроники. Киев, «Вища школа», 1985.

MAZMUNY

Giriş. Mikroelektronikanyň taryhynyň beýany.....	7
Mikroelektronika hakda umumy maglumatlar.....	13
Integrally mikroschemalar hakda umumy maglumatlar.....	18
Sanly hasaplanylýan integrally shemalar we olar hakda umumy maglumatlar.....	29
Elektron güýçlendirijiler.....	38
Operasion güýçlendirijiler. Mikroelektronikanyň baza elementi.....	47
Operasion güýçlendirijileriň ulanylýan ýerleri.....	52
Elektron generatorlary.....	63
Logiki we sanly gurluşlar.....	71
Signallaryň örküçlerini düzleýji elektrik süzgüçleri (filtrleri).....	80
Multiwibratorlar.....	84
Göneldijiler.....	92
Kontrollerler.....	106
Bloking generatorlary.....	108
Arifmetiki-logiki gural (alg).....	115
Mikroelektron sanly – analog we analog – sanly öwrüjiler.....	117
Sanly hasaplanylýan integrally shemalar we olar hakda umumy maglumatlar.....	120
Edebiýatlar.....	125