

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRLYGI**

**TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

**Fakultet: Kompýuter tehnologiýasy we awtomatika**

**Kafedra: Önümçiligi awtomatlaşdyrmak**

**Hünäri: Mikroelektronika we ýarymgeçiriji enjamlar**

**“ Mikroelektronika we  
mikroprosessorlar ”**  
**dersi boýunça usuly gollanma**

**Taýýarlan: uly mugallym Akmyrat Jomartow**

**Aşgabat-2010ý**

## Giriş

Türkmenistanyň özüne Garaşsyz döwlet diýip yglan eden gününden başlap, ýurdumyzda uly özgerişler başlady. Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň ýolbaşçylygy esasynda, halkymyzyň ýadawsyz tagallalarynyň netijesinde Türkmenistan gysga wagtyň içinde ösüşiň ýokary depginini tutum etdi. Türkmenistan бүтін dünýä ýkdysadyýetinde we umumy adamzat medenýetinde özüniň mynasyp ornuny tapmak üçin örän ykjam hereket edýär.

Türkmenistanyň döwlet garaşsyzlygy, onuň bitaraplygy, syýasy durnuklylyk şertinde ösmegi, ýurduň ykdysady we durmuş taýdan öňe gitmegi, jemgyýetiň medeni we ruhy taýdan täzelenmegi üçin giň mümkinçilikler açdy. XXI asyra Türkmenistanyň üstünlikli gelmeginiň möhüm şertleriniň biri hem, tehnikany ösdürmek we öňde baryjy tehnologiýalary ornaşdyrmakdan ybarat boldy.

Täze Galkynyş we beýik özgertmeler zamanamyzda hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň ýolbaşçylygynda Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan Watanymyz bedew bady bilen öňe barýar. Döwlet Baştutanymyz halkymyzyň rowaçlygyny artdyryp, türkmen döwletiniň at-abraýyny beýge galdyrýar. Milli Liderimiz: “Biz ajaýyp döwürde – täze Galkynyş eýýamynda, eziz Watanymyzda beýik özgertmeleriň batly gadamlar bilen amala aşyrylýan döwründe ýaşaýarys. Ýurdumyzyň ähli künjeklerinde döredijilikli zähmet gaýnap joşýar, iri desgalaryň gurluşygy güýçli depginler bilen alnyp barylýar” diýýär. Gözel Diýarymyzyň rowaçlygy – halkymyzyň bagtly. Ol üstünlikler halkymyz bilen birlikde türkmen talyplaryny hem tüýs ýürekden begendirýär, buýsandyrýar. Milli Liderimiziň medeniýet, sungat we döredijilik işgärleri bilen geçiren maslahatynda eden çykyşynda aýdanlary, onda kabul eden

resminamalary halkymyzyň ruhy baýlygyny has-da beýge galdyrjakdygy şek-şübhesizdir.

Täze Galkynyş we beýik özgeritmeler zamanamyzda hormatly Prezidentimiziň parasatly baştutanlygynda Garaşsyz, baky Bitarap döwletimizde ähli ugurlarda göwün galkyndyryjy belent sepgitler eýelenilýär. Milli Liderimiz beýleki ugurlar blen bir hatarda bilim-ylym ulgamynyň işini döwrebaplaşdyrmaga hem kämilleşdirmäge uly üns berýär. Ýurt Baştutanymyzyň tagallasy bilen döwletimiziň dürli küňjeklerinde gurulýan, döredijilikli işlemek üçin ähli amatly şertleri bolan döwrebap bilim-ylym ojaklarynyň sanynyň artmagy-da, bu ugra berilýär üns-aladadan nyşandyr.

Häzirki wagtda Türkmenistan Ýer ýüzüniň ähli ýurtlary bilen deňhukukly we özara bähbitli hyzmatdaşlyga ymtylýan, parahatçylygy ýörediji döwlet hökmünde бүтін дүнýäde giňden tanalýar. Hormatly Prezidentimiziň parasatly ýolbaşçylygynda ýurdumyzyň hoşniýetli, birek-birege hormat goýmak ýaly ýörelgelere esaslanyp ýöredilýän daşary syýasaty dүнýä bileleşigi tarapyndan giňden goldanylýar. Hut şu nukdaý nazarda Türkmenistan döwletimiz bilen özara bähbitli gatnaşyklar, peýdaly hyzmatdaşlygy ýola goýýan daşary ýurtlaryň sany ýylsaýyn köpeliýär. Hormatly Prezidentimiz: “Biziň daşary syýasat ugrumyzyň esasy ýörelgesi ähliumumy parahatçylygyň, onuň ilerlemeleriniň we döredijilikli ösüşiniň hatyrasyna dүнýäniň ähli ýurtlary bilen strategik hyzmatdaşlyk etmekdir” diýip belleýär.

Muňa häzirki wagtda Türkmenistanyň dүнýäniň 129 döwleti bilen diplomatik gatnaşyklaryny saklaýandygy we abraýly halkara guramalarynyň 42-siniň agzasydygy, 100-e golaý döwlet bilen söwda-ykdysady hyzmatdaşlygynyň alnyp barylýandygy, geçen ýylda halkara şertnamalarynyň 116-syna gol çekilmegi, halkara konwensiýalarynyň 10-syna we beýleki köptaraplaýyn halkara resminamalaryna goşulmagy doly subutnamadyr. Şeýle hem geçen ýylyň dowamynda Türkmenistanyň hormatly Prezidentiniň baştutanlygyndaky

ýurdumyzyň Hökümet wekiliýetleriniň daşary ýurtlarda 15 gezek döwlet, resmi iş saparlarynda bolmagy, daşary ýurtlaryň döwlet we hökümet baştutanlarynyň ýolbaşçylygynda Türkmenistana hökümet wekiliýetleriniň 15 saparynyň amala aşyrylmagy hem şaýatlyk edýär. Bu maglumatlardan görnüşi ýaly, Türkmenistan döwletimiz bilen özara peýdaly hyzmatdaşlygy alyp barmaga, bähbitli gatnaşyklary ýola goýmaga isleg bildirýän dünýä ýurtlarynyň sany barha artýar.

Garaşsyzlygymyzy, baky Bitaraplygymyzy pugtalandyrmak, mizemez döwletimiziň belent at-abraýyny goramak we barha artdyrmak üçin türkmen ýaşlarynyň etmeli işleri örän köpdür. Olar sowadyny, bilimini, ylmyny kämilleşdirmelidiklerini ýekeje pursat hem ýadan çykarmaly dälidirler. Olar dünýädäki ylmy täzeliklerden, ösen tehnologiýalardan habarly bolmalydyrlar.

Watana wepaly bolmakda, zähmet-söýerlikde, ynsanperwerlikde, halallykda beýlekilere nusga bolmalydyrlar.

Döwür, zamana ösýär, özgerýär. Döwletimiziň gülläp ösmegi türkmen ýaşlarynyň döwrebap bilim almaklaryna, ösen ýurtlarda bilimlerini artdyryp, güýçli ykdysatçylar, hukuk, bank işgärleri, inženerler, baý taryhymyzy, edebi-medeni mirasymyzy öwrenijiler we beýleki dürli ugurlardan ökde hünärmenler bolup ýetişmeklerine baglydyr. Döwletimiz olaryň dünýäniň in abraýly ýokary okuw mekdeplerinde okamaklary, ylymlaryny artdyrmaklary we hünärlerini kämilleşdirmekleri üçin zerur tagallary edýär. Hormatly Prezidentimiziň baş maksady dünýäniň in ösen talaplaryna laýyk gelýän bilim ulgamyny türkmen ýaşlaryna elýeterli etmekden ybaratdyr.

Diýarymyzy ylym ojagyna, bereket çeşmesine, bolçulygyň mekanyna öwürmekde türkmen ýaşlaryna uly-uly işler garaşýar. Ata-babalarymyzyň şan-şöhratyny mynasyp beýik işleri bitirip, Garaşsyz, baky Bitarap Tüürkmenistan döwletimiz täze galkynyşlar bilen ösýän zamanasynda taryhyň ajaýyp sahypalaryny ýazar.

Türkmenistanyň ösüp gelýän ýaş nesli ata Watanymyzyň bagtly geljegidir. Olaryň zähmetsöýerligi, tutanýerliligi, ylym ulgamyndaky gazanýan üstünlikleri, ata-babalarymyzyň watançylyk däplerine wepalylygy бүтін türkmen halkyny guwandyrýar.

Bagtyýar geljeginiň girewi bolan ruhbelent, bilimli-lymly ýaşlary terbiýelemek biziň baş maksadymyzdyr. Şan-şöhraty dünýä dolan halkymyzyň täze Galkynyş eýýamyndaky abraýy-mertebesi ýaşlaryň ata Watany gülletmek üçin yhlasyny, başarnygyny, ukybyny gaýgymazdan, ak ýürekden zähmet çekmegine baglydyr.

## **1. Mikroelektronikanyň girişi we taryhynyň beýany.**

Kesgitlemesi. Elektronika – zarýadlanan 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 wagtlaп ýatda saklaп bilýän elektron abzallary (gurnamalary) giňden ulanylýar.

Elektronikany – esasan-da iki bölege bölýärler:

1. Fiziki elektronika;
2. Tehniki elektronika.

Fiziki elektronika – wakuumlarda, gazlarda, suwukluklarda, 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 ulanyşyny 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).

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 aşyrmak.

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 ugur ;

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 ugur.

3. Ýader elektronikasy – elektron bölejiklerini peýdalanyp, elektron desgalaryny işletmek we olary öwrenmek, önümçilikde peýdalanmak ýaly ugur.

4. Biologiýa elektronikasy – biologiýada, medisnada ylmy barlag we derňew işlerini geçirmek üçin elektron desgalaryny işletmek we olary öwrenmek hem-de peýdalanmak ýaly ugur.

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 döwrüdir. Ilkinji bolup, 1904-nji ýylda, iňlis 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, geksod, 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 tapylýär. 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 esasda öwrenilmegi fotoelektron enjamlarynyň (abzallarynyň) dürli görnüşlerini dürli maksatlar üçin ulanylmaga mümkinçilik dörettdi.

Bu ugurdan ylymyň rowaçlanmagy, elektron tehnikaşynda 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

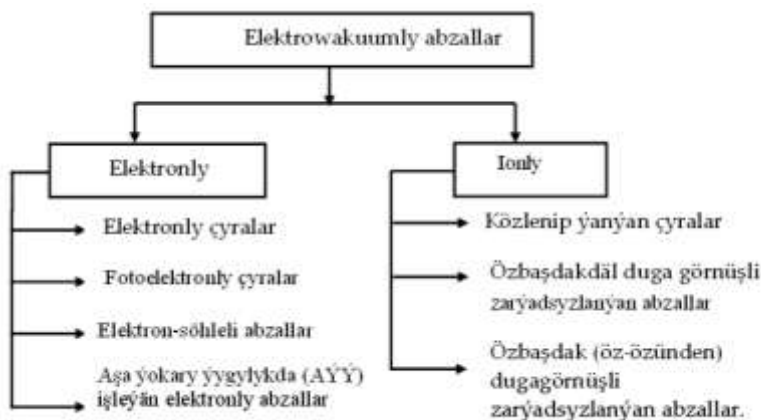
hem-de goraýjy bilen üpjün edilende aýdylýar. Abzalyň içindäki howasy sorulyp çykarylýar we ýörite niýetlenilen gazlar (gazlaryň buglary) bilen doldurylýar. Şonuň üçin-de, elektronly abzallaryň işleýiş düzgünleri wakuumlarda ýa-da gazlarda döreyän fiziki hadysalar bilen düşündirilýär.

Elektrowakuumly abzallar elektronly we ionly (gazy seýreklendirilen) 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 gyzdyryjy 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 1.1. Elektrowakuumly abzallaryň görnüşleri



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

Tranzistoryň beýany, fiziki häsiýetleriniň netijeleri, elektrik häsiýetleriniň dürli görnüşleri 1949-njy ýylda "The Physical Review" žurnalynda çap edilýar 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 düzüm böleklerde üýtgeşmeler bolup geçýar, meselem göwrümleriniň birnäçe esse kiçelmegine getirýar.

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 getirýar. Diskretlenen elementleri özara kebşirmek hem awtomatlaşdyrylýar, netijede tranzistorlary köp çykarmaklygyň önümçiligi artýar.

Ýarymgeçiriji abzallaryň elektrowakuumly abzallara garanynda gowy tarapy, olaryň uzak wagtlap işläp bilýändigleri, ykjamlygy we gyzdryjy 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 aşyryan abzallara aýdylýar.

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

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



Surat 1.2. Ýarymgeçiriji abzallaryň görnüşleri

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

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

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 ýerleşdirlen 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 aşýa 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 döreýän dinamiki durnuksyzlardan peýdalanmakdan ybaratdyr.

Dinamiki durnuksyzlyk (birjynsyzlyk) – 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 degişlidir.

## 2. Mikroelektronika hakda umumy maglumatlar

Kesgitlemesi. Elektrik enjamlarynyň göwrümini, agramyny, bahasyny azaltmak, işe çydamlylygyny ýokarlandyrmak we gurluş suduryny, ýasalyş tehnologiýasyny (tilsimini), 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 düşünjäni, elektron abzallaryndaky enjamlaryň, bloklaryň, düwünleriň we elementleriň agramlaryny, göwrümelerini 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 çykalgalary bolup peçatlanan (ýelimlenen) platalarda ýygnaýlarlar. Platalar reňkli metaldan ýasalan ekranlarda ýerleşdirilýärler we germetizlenýärler (tä gömülýänçe eboksidi eredip guýýarlar).

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

Mikroelementleri mikroplatalarda ýygnaýlaryndan soň, mikroplatalary toplaý gatlaklaýarlar. 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 esasyň düzýän IMS – integrirlenen mikroshemalar emele geldi.

Integrirlenilýän tehnologiýanyň esasy prinsipi (maksady) tehnologiýasy meýillenip (planirlenip) 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 diýildiği we ş.m.

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

Planar – inlis sözi bolup, onuň esasynda Latynlaryň « planus » - sözi ýatyr, türkmençe – tekizlik, düzlük diýmekdir.

Taryhy nukdaý nazardan seredeniňde integral mikroelektronikanyň ösüş ýoluny baş döwre bölýärler :

Birinji döwür – XX-asyryň 60-nji ýyllarynyň birinji ýarymýyllygyna degişli bolup, integral mikroshemalaryň derejesi (orny) 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 degişli bolup, integrirlenen mikroshemalarynyň derejesi (her kristalda) 100-den 1000 aralykdaky elementler bilen häsiýetlendirilipdir, olaryň minimal ölçegleri 100 mkm-den 3 mkm aralyklarda bolupdyr.

Üçünji 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 .

Dürdünji 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.

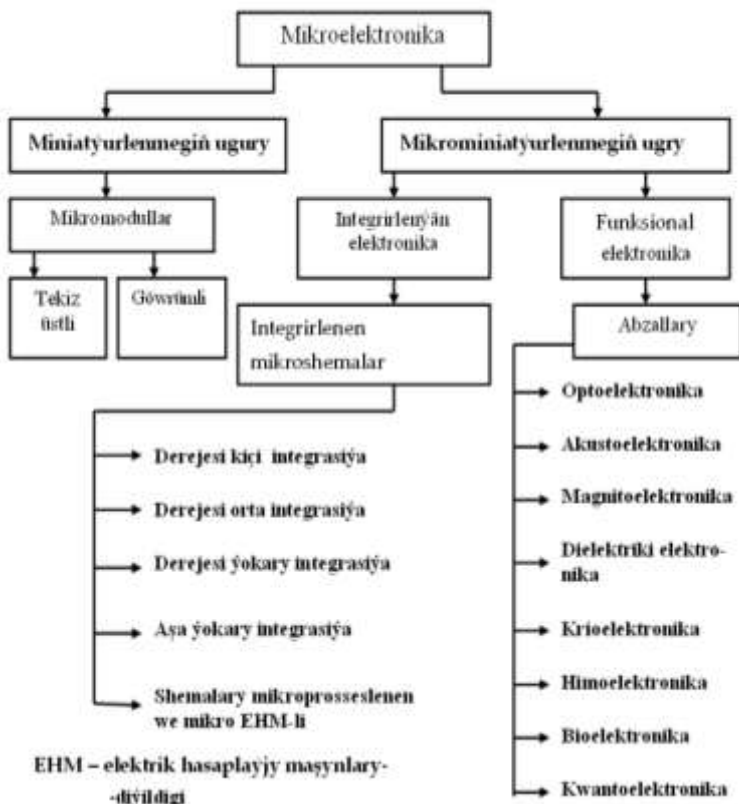
Funksional elektronikanyň döremegi bilen mikrominiatýurizasiýanyň ikinji bir tarapy emele geldi. Bu ugurda öňden belli bolan elektron elementleri we shemalary ulanylmazdan elektron abzallarynyň gurluşlary hil tarapdan gowulandyrmakda we iş ýerinde ornaşdyrmakda uly ösüşler gazanyldy.

Funksional elektronika fiziki meýdanlaryň we dinamiki güýçleriň özara täsirleri netijesinde döreyän näsazlyklary birjynsyzlygyň sebäplerini öwredýänliginden başga-da, jisimleriň köplüğine, üznüksizdiklerine garamazdan,

informasiýalary gowulandyrmak we arassalamak ýaly işleri bitirip bilýän täze prinsipli abzallary döretmekde hem-de stabill 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 2.1. Mikroelektronikanyň bölünişleri

### 3. Integral 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 dykzlykda 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 tapawutlandyryýarlar :

1. Konstruktiv (tehnologiki alamatly) ýarymgeçirijili IS, gibritli 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 dældigi 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 elektradioelementiň funksiýasyny ýerine ýetirýän özbaşdak önümdigi üçin özbaşdak synagdan geçirmek, signallary kabul etmek, ibermek, aýratynlykda ekspluatirllemek 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, sanowoýly, kombinirlenen we optoelektronly ýaly böleklere bölünýär. Aýratynlykda seredeliň :

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

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

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

Optoelektronly IMS – mikroshema aýry-aýry elementleri ýa-da komponentleri biri-birinden üznêlikde 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 tagmalanylýarlar.

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

$\Gamma$  – generatorlar,  $\Delta$  – detektorlar, K – kommutatorlar, M – modulýatorlar,

П – signallary özgerdijiler, E – ikilenji ýymitlendiriji çeşme,  
Б – saklaýjy gurnama, C – deňeşdiriji gurnama, Y –  
güýçlendirijiler,  $\Phi$  – filter,  
A – formirleýji, X – köp funksiýaly.

Sanly IS – ýerine ýetirýän funksiýalarynyň nämäni  
aňladýandygyna garap, şu aşakdaky kiçijik toparlara  
bölünýärler we tagmalanýarlar : Л – logiki elementler, T –  
triggerler, (И) – sanly (sanowoýly) gurnama, (P) – ýatda  
saklaýjy gurnama, B – hasaplaýjy gurnama.

Ýaý içindäki harplar mikroschemalaryň şertli  
belgilerinde (markirowkalananda) ulanylýar.

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

Integrasiýalanmagyň K – derejesi (ýa-da orny) diýlip bir  
esasda umumylaşdyrlan 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 atlandyrýarlar :

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 atlandyrylyp 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 aşa 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 elementin öňünden ýazylyan 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), Б – korpussyz – 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» hakydaky bölümde getirilýär).

Birinji element – san, mikroshemanyň haýsy topara degişlidigini, konstruktiv – tehnologiكي alamatlaryny aňladýar : 1 , 5, 6, 8 – ýarymgeçirijili,

2, 4, 8 – garyntgyly, 3 – başgalar (plýonka görnüşli, pýezokremli we başgalar).

İkinji element – iki ýa-da üç şifrler bilen belgilenip, her tapgyrdaky (seriýadaky) işlenip gutarlyşynyň tertip nomerini aňladýar. Şeýlelikde birinji bilen ikinji elementleriň

belgilenişleri haýsy nomer bilen tapgyrdaky (seriýadaky) mikroshemalaryň taýýarlanylşaryny aňladýarlar.

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

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

Dördünji element – Zawodda taýýarlanylş tapgyrdaky birgörnüşli mikroshemalaryň tertip nomeri.

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

Sanly belgilenişe mysal : KP 565 PY6B – mikroshemanyň umumy tehniki ulanylşy, korpusy plastmassaly, tipi 2, ýarymgeçirijili, tapgyry (seriýasy) 565, berilen tapgyryň işlenilip taýýarlanylş nomeri 65, operatiw ýadynda saklaýjy gurnama, işlenilip gutarylan tertip nomeri 6, nominal tipi B.

#### **4. Integrirlenen mikroshemalaryň korpuslary.**

Integrirlenen mikroshemalar korpusly we korpusyz görnüşde öndürilýärler.

Korpuslar şu aşakdaky funksiýalary ýerine ýetirýärler :

1. Elementleri we olaryň komponentlerini urgudan, çyglykdan, tozandan goramak üçin korpuslaryň ähmiýeti çäksizdir.

2. Mikroshemanyň esasyň (düşeginiň) ýöriteleşdirilip ýerleşdirilen kontaktlar arasyndaky we daşyna çykarylan simler bilen hem zerur baglanyşyklary üpjün edýär.

3. Integrirlenen shemalaryň esaslarynda jemlenýän ýylylygy aýyrmak üçin-de hyzmat edýär.

Korpus taýýarlamak üçin ulanylýan materiallaryň birnäçe görnüşi bolup biler :

Korpusy metally çüýşeden gurnalan, gapagy-da metally çüýşeden ýa-da sim çykalgalary çüýşelenip esasyny metaldan ýasaýarlar.

Korpusy metally keramikadan gurnalan, gapagy metaldan we esasyny keramikadan ýasaýarlar.

Korpusy keramika – tutuşlygyna keramikadan ýasalýar.

Korpusy plastmassadan – kristall bilen sim çykalgalaryň düýpleri plasmassa bilen preslenýär.

Metally – çüýşeden korpuslar derejesi (orny) 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 – sanlar, 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 esasynyň Formasy	Korpusdaky sim çykalgalaryň esasyna görä ýerleşdirlişi
Tip	Kiçi tipi		
1	11 12 13 14	Gönüburçly	Esasynyň özünde, oňa perpendikulýar ; Bir hatar. Iki hatar. Üç hatar we ondan-da köp. Gönüburçlygyň kontury boýunça.
2	21 22	Gönüburçly	Esasyň çäginin 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 töweregin daşynda, esasyna perpendikulýar.
4	41 42	Gönüburçly	Korpusyň esasynyň tekizligine parallel, sim çykalgalary esasyndan başga ýerde. Iki sany gapmagarşylykly taraply. 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

K – korpusyň tipi we kiçi tipi – iki bahaly san;

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

4-nji element – san, simçykalgalaryň sanyny aňladýar ;

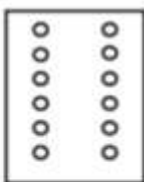
5-nji element – korpusyň modifikasiýa nomeri (defisden soň).

Meselem : 2132.40-1 – korpusy gönüburçly, tipi 2-nji, kiçi tipi 21, tip

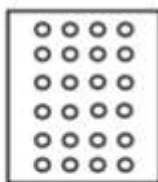
ölçegi 23, 40 – sany simçykalgalary, modifikasiýasy



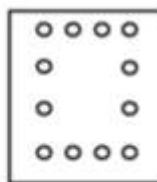
Tipi 1  
Kiçi tipi 11



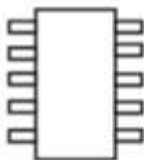
Tipi 1  
Kiçi tipi 12



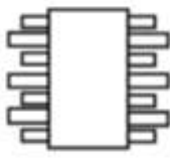
Tipi 1  
Kiçi tipi 13



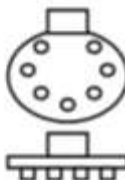
Tipi 1  
Kiçi tipi 14



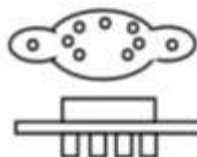
Tipi 1  
Kiçi tipi 21



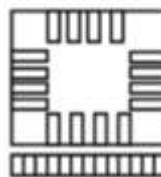
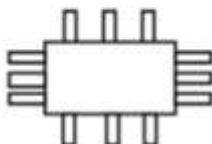
Tipi 1  
Kiçi tipi 22



Tipi 1  
Kiçi tipi 31



Tipi 1  
Kiçi tipi 32



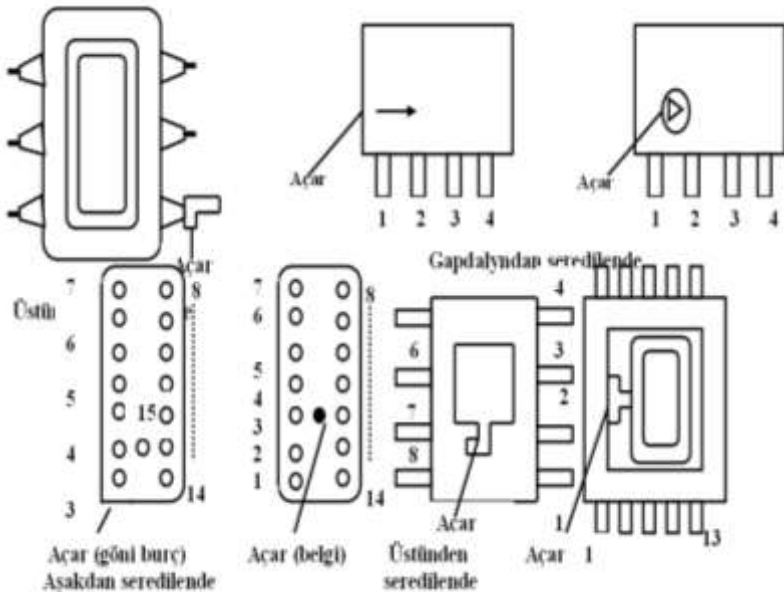
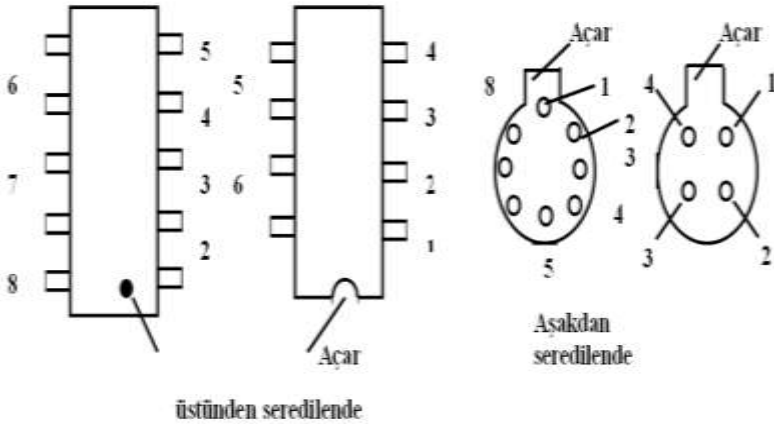
52

51



Surat 4.1 Integral mikroshemalaryň ( IMS-leriň )  
shemalarda erkin görnüşde aňladylyşlary.

Integral mikroshemalaryň çykytlarynyň tertip nomerlerini kesgitlemek üçin dürli görkeziji ulanylýar.Şolardan hem sanawyň nireden başlanýandygyny bilse bolýar.



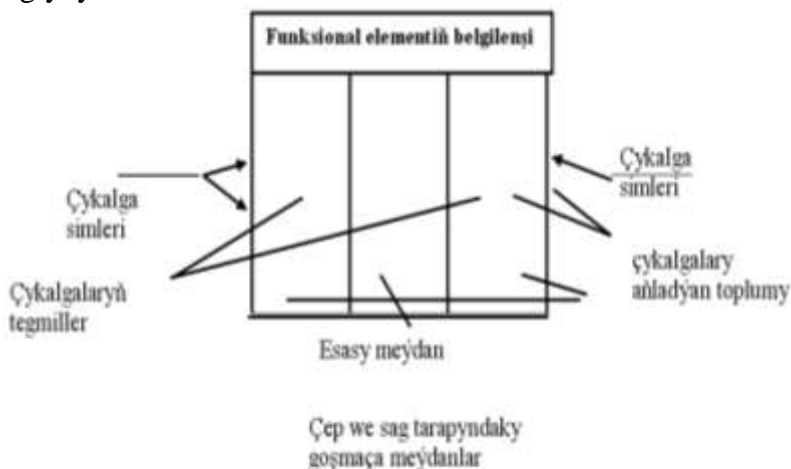
Surat 4.2. Integral mikroshemalaryň ( IMS-leriň) üstünden seredilende korpuslaryň aňladylyşlary

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

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

### 5. Integrally mikroshemalaryň grafiki we şertli belgilenişleri.

Sanly we analogly mikroelektron tehnikanyň grafiki görnüşde şertli belgilenişleri (GŞB), gönüburçlygyň esasyň 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 5.1. Integral mikroshemalaryň şertli belgilenişi.


Surat 5.1. Integral mikroshemalaryň şertli belgilenişi.

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 sanlary, hem-de ýörite tegmiller (bellikler) bilen belgilenýärler. Aşakda esasy funksiýalaryň we olaryň önümleriniň belgilenişlerine mysallar getirildi.

№ 1-nji tablisa

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
Deşifratorlar	DC	-	-
Şifrator	CD	-	-
Üstünden geçirmek	CR	-	-
Multipleksor	MUX	-	-
Demultipleksor	DMX	-	-
Deňeşdirmek	= =	-	-
Arifmetika	A	Goşmak köpeltmek bölmek aýyrmak	SM ýa-da $\Sigma$ MPL DIV SUB

Registr	RG	Sürgüçli Registor 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	*	Stabilizator: - Napryaženiýeni ň 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 tablisa

Ady	Belgilenşi	Ady	Belgilenşi
Çykalgasy açyk: Umumy gömüşde belgilenşi <div> <div>PNP-tranzistoryň kollektory</div> <div>PNP-tranzistoryň emitteri</div> <div>P –kanalýň çykyşy</div> <div>N-kanalýň gözbaşy</div> </div> Aşa ýokary garşylyk- lardan çykarylan sim çykalgalary	$\diamond$ ýa-da $\square$  $\square$ ýa-da $\square >$  $\diamond$ ýa-da Z  —	<div> <div>NPN- tranzistoryň kollektory</div> <div>PNP-tranzistoryň emitteri</div> <div>N-kanalýň çykyşy</div> <div>P-kanalýň gözbaşy</div> </div> <i>Kiçidir</i> <i>Ulydyr</i>	$\diamond$ 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 «Baydak»	F L
		Adres	A

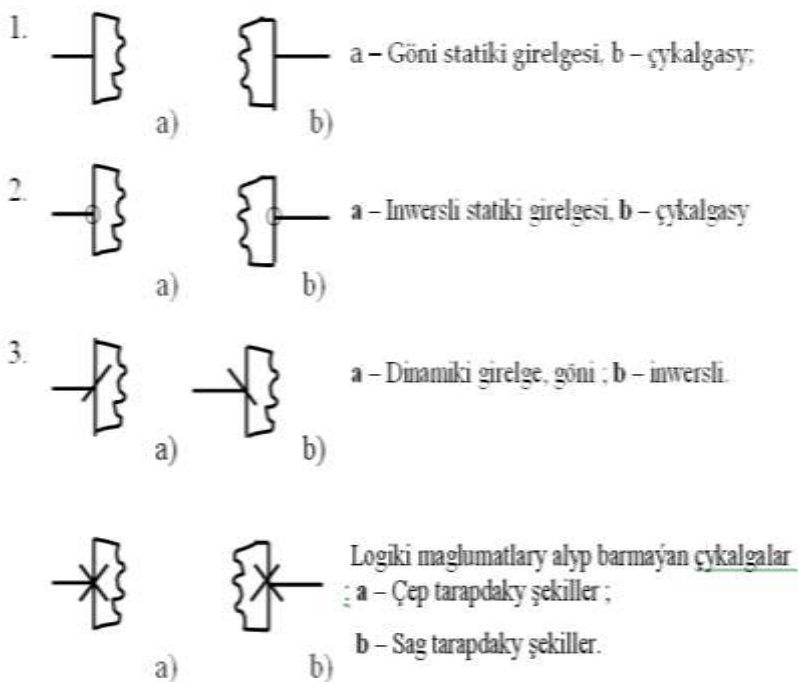
Aşakda, 3-nji tablisada logiki maglumatlary alyp barmaýan (aňlatmaýan) tegmilleriň şertli belgilerinden birnäçe mysallar getirildi.

№ 3-nji tablisa

Ady	Belgilenşi	Ady	Belgilenşi
<i>Napryaženiye 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  E → ýa-da E > E ← ýa-da E <		

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

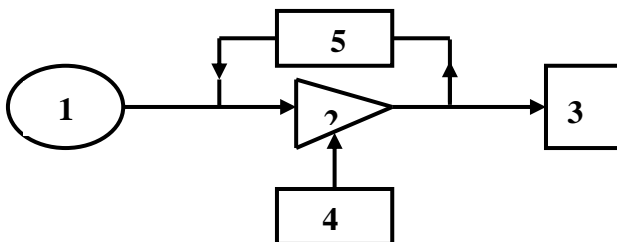
Aşakda görkeziji belgilerden birnäçesi getirildi :



## 6. Elektron güýçlendirijiler.

Kesgitlemesi. Elektronly güýçlendirijiler diýlip, elektrik ýüküne 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 6.1. 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 hemde passiw elementler özära kesgitli shemalar boýunça birleşdirilýärler.

Shemasy çylşyrymly hasap edilýän güýçlendirijiler yzygiderli birikdirilen birnäçe basgançakly, signaly güýçlendirijilerden ýygnaýarlar. Bular ýaly güýçlendirijilere köpkaskadly diýilýär. Güýçlendirijiniň bir basgançagyny emele getirýän bölegine kaskad diýilýär.

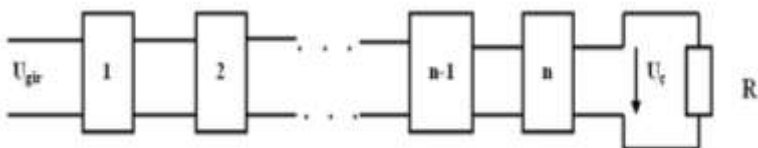
Kaskadly güýçlendirijileriň bitirýän işlerine laýyklykda kaskadlaryň birnäçesiniň ýörite takyk atlary bolýar.

Köpkaskadly güýçlendirijileriň düzümi 9.2-nji çyzgyda görkezildi. Çyzgyda 1,2..., n sanlar-kaskadlaryn 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 6.2. 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

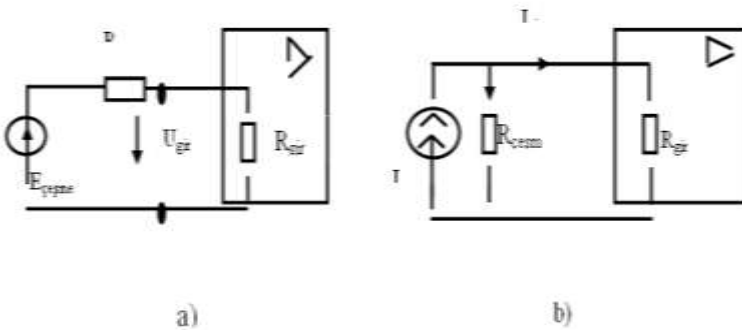
« Güýçlendiriji » diýilýän düşüňjä tersdir.

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 ukyplary ýokdur.

### 6.1. Çüýçlendirijileriň girişi we çykyşy 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.



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

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

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

$$I_{gir} = I_{ç} \frac{R_{çeşm}}{R_{gir} + R_{çeşm}} \approx I$$

Garşylyklaryň şular ýaly gatnaşyklarynda tok boýunça güýçleniş bolup geçýär.

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

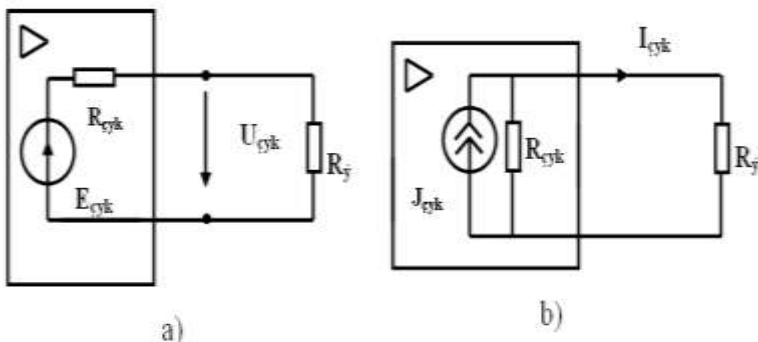
$$I_{gir} = \frac{J}{2} = \frac{E_{çeşme}}{2R_{çeşme}} = \frac{E_{çeşme}}{2R_{gir}}, \text{ onda kuwwat}$$

$$U_{gir} \approx \frac{E_{gir}}{2} \quad P_{gir} \approx \frac{E_{çeşme}^2}{4R_{çeşme}} = \frac{J^2 \cdot R_{çeşme}}{4} = \frac{E_{çeşme}^2}{4R_{çeşme}}$$

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.



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

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

$E_{\text{çyk}}$  – çykalgadaky signalyň EHG-si ;

$R_{\text{çyk}}$  – güýçlendirijiniň çykalgasyndaky garşylyk ;

$I_{\text{çyk}}$  – çykalgasyndaky tok ;

$J$  – çykalgadaky tok çeşmesiniň togy.

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

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

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

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

Güýçlendirijilerde güýçlendiriş koeffisiýentler we olaryň tapylyşlary.

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.

$$K_u = \frac{U_c}{U_g} \approx \frac{E_c}{E_g} \quad \text{- Naprýaženiýe boýunça güýçlendiriş koeffisiýent.}$$

$$K_i = \frac{I_c}{I_g} \approx \frac{J_c}{J_g} \quad \text{- Tok boýunça güýçlendiriş koeffisiýent.}$$

$$K_p = \frac{P_c}{P_g} = \frac{E_c^2 \cdot R_g}{E_g^2 \cdot R_{\dot{y}}} = \left( \frac{E_c}{E_g} \right)^2 \quad R_{\text{çyk}} \approx R_{\text{çyk}} \text{ bolanda, kuwwat boýunça güýçlendiriş koeffisiýent.}$$

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

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

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

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

$$\frac{P_1}{P_2} = 10^{-\frac{1}{10}} = 0,794$$

ýagny, ilkibaşdaky kuwwatyň 26% artandygyny aňladýar.

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

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

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

ýagny, signalyň 1-desibell göwşamagy, 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 :

$$P=U \cdot I; \quad P= \frac{U^2}{R} \quad ; \quad P=R I^2$$

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

$$10 \lg \frac{R_2}{R_1} = 20 \lg 1 = 0$$

$$K_u = 20 \lg \frac{U_2}{U_1} \text{ ýa-da } K_i = 20 \lg \frac{I_2}{I_1}$$

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

$$k_u = 20 \lg \frac{U_{cyk}}{U_g} \quad - \text{ napryáženiyeleriň gatnaşyklary boýunça güýçlendiriş koeffisiýentiniň tapylyşy.}$$

$$k_i = 20 \lg \frac{I_{cyk}}{I_{gir}} \quad - \text{ toklaryň gatnaşyklary boýunça güýçlendiriş koeffisiýentiniň tapylyşy.}$$

$$k_p = 10 \lg \frac{P_{cyk}}{P_{gir}} \quad - \text{ kuwwatlaryň gatnaşyklary boýunça güýçlendiriş koeffisiýentiniň tapylyşy.}$$

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

$k_u = k_{u1} \cdot k_{u2} \cdot \dots \cdot k_{un}$  – napryáženiyeleriň 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.

## 6.2. 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,  $\varphi$  – faza,  $U_{gir}$ ;

$U_{çyk}$  – naprýaženiýeleriň we  $I_{gir}$ ,  $I_{çyk}$  – toklaryň modullary (ýa-da amplitudalary) ölçenen ýa-da hasaplanan bolmalydyrlar. Yokarda agzalan parametrleriň özara baglanyşklary-da güýçlendirijileriň häsiýetnamalarydyr. Meselem, güýçlendiriş  $k_u$  – koeffisiýent bilen  $f$  – ýygylygyň özara  $k_u(f)$  baglanyşgy,  $\varphi$  – faza bilen  $f$  – ýygylygyň özara  $\varphi(f)$  baglanyşgy, ýa bolmasa Amplitudalaryň  $U_{çyk}(U)$  – baglanyşgy 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 aralykdakysignallary güýçlendirýär.

Araçäk ýygylyklary diýlip açyk (dury) zologyň iki çetindäki ýygylyklara aýdylýar. Açyk zolagyň başlangyç ýygylygyny  $f_1$  bilen, ahyrky ýygylygyny bolsa  $f_2$  bilen belgileýärler. Şu iki ýygylygyň dury zolagyna degişlidäl



ýgylyklarda berilen signallar bolmaly bahalaryndan daşlaşýarlar we ýoýulýarlar.

Köplenç ýagdaýlarda araçäk ýgylyklary anyklanylanda  $f_1$  bilen  $f_2$  ýgylyklaryň 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 ýgylyklary ýokarky  $f_{yok}$  – ýgylyk ýa-da aşaky  $f_{aşaky}$  - ýgylyk bolup biler. Bu ýerde  $f_{yok} = f_2$  ,  $f_{aşaky} = f_1$  diýlip hem ulanylýar.

Araçäk ýgylyklaryň aralaryndaky ýgylyk giňişligine diapazon ýgylyklary (  $\Delta f = f_1 - f_2$  ) 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 ýgylyga bagly RC – zynjrlaryň kömegi bilen amala aşyrýarlar.

Eger-de, yrgyldyly (rezonansly) konturlar ýokary yrgyldylarda işleýän güýçlendirijilerde ulanylýan bolsalar, onda ýgylyga bagly RC – zynjrlar pes ýgylyklarda işleýän güýçlendirijilerde ulanylýarlar.

## 7. Operasion güýçlendirijiler mikroelektronikanyň baza elementi

XX asyryň 40-njy ýyllarynyň ahylarynda matematiki operasiýalary (amalary) modilirleýji gurnamalar peýda bolýarlar.

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

- Köpeltmegi, bölmegi, aýyrmagy, goşmagy, differensirlemegi, int ŞHDÝKHYD egrilemegi, logoriflemegi, derejä götermegi, kökden çykarmagy trigonometriki funksiýalary hasaplamagy we başga-da ençeme matematiki amalary (operasiýalary) işlemäge ukyply gurnama bolupdyr.

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

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

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

(  $R_c = 10 \dots 100 \text{ Om}$  ) garşylygy, girelgesinde örän kiçi (  $10^{-6} \dots 10^{-7} \text{ A}$  ) togy, ýygnyk 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 :

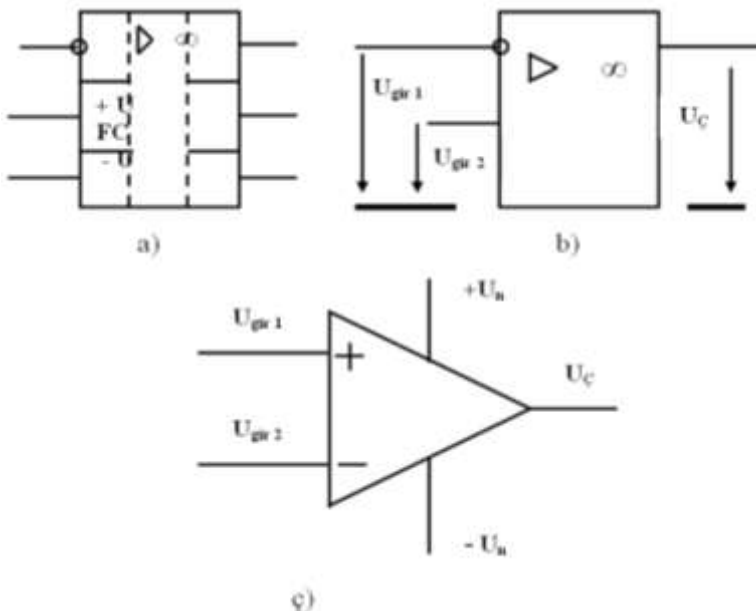
1. Göni baglanşykly iş düzgüninde, we
2. Açylyp, ýapylyp bilýän açar iş düzgüninde.

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 bahasyna ýa-da tersine tapawudy ýok. Bu düzgünde işlediljek OG-lerde ýa-da yzy bilen baglanşyksyz ýa-da yzy bilen ylalaşyksyz aragatnaşykdan peýdalanýarlar.

### 7.1. 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 7.1.1. OG-leriň grafiki-şertli belgilenişleri : a bilen  
b – täze standart, ç – 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 ( $\infty$ ) 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 birleşdiriliş), ikinji inwerslidir. Inwersli girelge we çykalga gysgyçlarda töwerek nyşany bilen belgilense, onda göni (inwerssiz) gysgyçlar shemalarda hiç hili nyşansyz belgilenýärler ┘.

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, OV, ýaly harplar ýa-da belgiler bilen tapawutlandyrylar. 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, 7.1.1-nji b – çyzgyda, diňe OG-niň tutýan esasy meýdany we signallar üçin degişli çykalgalar görkezildi.

7.1.1-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 amplitudasyna  $\pm U_m$  [W] ;

- Girelgesindäki  $R_{gir}$  – garşylygyna [kOm ; MOm] ;

- Çykalgasyndaky  $R_\phi$  – garşylygyna [Om] ;

- Ýüke ygtyýar berilýän maksimal  $R_\gamma$  – garşylygyna [kOm] ;

- Signallary süýşüriji  $U_s$  – naprýaženiýesine [mW] ;

- Girelgedäki  $I_{gir}$  – toguna [nA] ;

- Girelgä berilýän  $\Delta I_{gir}$  toklaryň tapawudyna [nA] ;

- Çykalgadaky  $U_\phi$  – naprýaženiýeniň  $v_{u(\phi)}$  – ösüş tizligine [W/mks]

- Çeşmeden kabul edýän  $I_{\phi sm}$  – toguna [mA] düşünilýär.

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

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

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

Sinfazaly signalyň naprýaženiýe boýunça güýçlendiriş koeffisiýentiniň tapylyşy

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

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

## 7.2. Operasion güýçlendirijileriň ulanylýan ýerleri

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

- Güýçlendiriş koeffisiýenti tükeniksiz ( $k_{u,g} \rightarrow \infty$ ) bolanda ;

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

OG-ler, has çuň yzy bilen baglansyklar gerek bolanda ulanylýanlygy üçin, OG-lerden ýygnaýan gurnamalaryň parametrleri, esasan hem yzy bilen baglansygyň parametrleri bilen kesgitlenilýär. Şonuň üçin-de OG-leriň funksionallygy kän bir bildirmeyär we özüniň häsiýetleri boýunça ideal güýçlendirijilere golaýlaşýarlar.

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

1. Ähli shemalarda ulanylýan OG-ler (K153YD1, K153YD2, K153YD6 markalar) özleriniň örän ýokary güýçlendiriş koeffisiýentleri, biçak uly girelge garşylyklary, örän tiz we ýokary täsir edijiligi bilen tapawutlanýarlar.

2. Takyklygy örän ýokary (153YD5 markaly) OG-ler özleriniň kiçijik 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 (140YD6, 140YD14, 544YD1 markalar) özleriniň girelgesinde biçak uly garşylygy, girelgesindäki togunyň ujypsyzlygy hem-de gohunynyň kiçiligi bilen tapawutlanýarlar.

4. Tiztäsirediji (140YD11 markaly) OG-ler impulsly signallary we ýokary ýygylykly signallar üçin niýetlenilip, üstünden signallary geçiriş ýygylyk zolagynyň giňligi we çykalgasyndaky  $U_{\text{çyk}}$  – naprýaženiýesiniň ösüş tizliginiň aşýanlygy 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 7.2.1. Operasion güýçlendirijiniň düzümi.

### 7.3. OG-leriň iýmitlendirlişi 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 napryžaňiýe çeşmesini özleriniň ýörite çykalgalary bilen üpjün edilýär.

Operasion güýçlendirijileriň esasy häsiýetnamalary. Häsiýetnama-

laryň üç görnüşini öňe sürýärler :

- Amplituda (üstünden geçiriş)  $U_{çyk}$  ( $U_{gir}$ ) häsiýetnamasy ;

- Amplituda – ýygylýk  $k_u(f)$  häsiýetnamasy ;

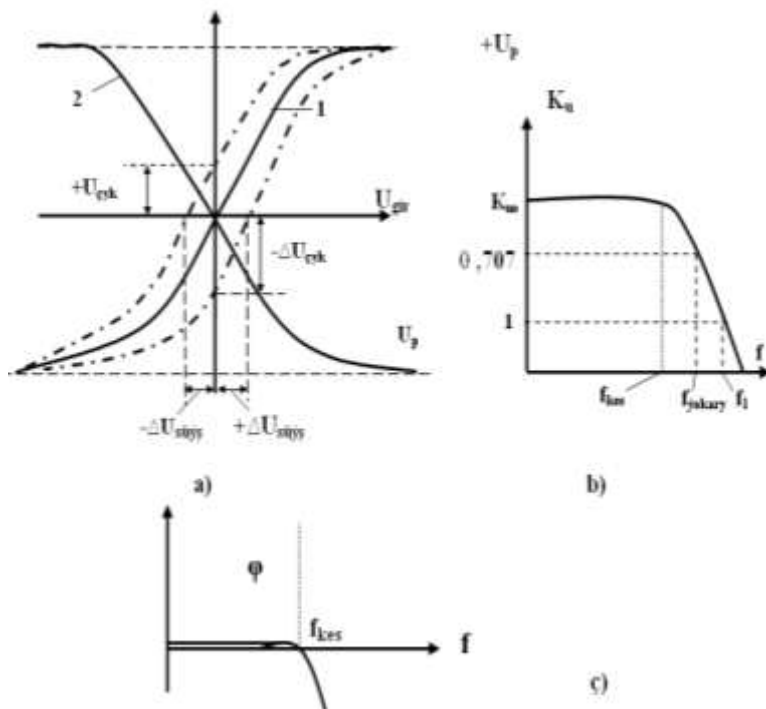
- Faza – ýygylýk  $\varphi(f)$  häsiýetnamasy.

Bu baglanşyklaryň her birine aýratynlykda seredeliň.

1. Üstünden geçiriş (amplituda) häsiýetnamasy.



OG-niň bu häsiýetnamasy girelgedäki we çykalgadaky naprýaženiýeleriň özara  $U_{çyk}(U_{gir})$  baglanşyklaryny aňladýar (9.15-nji a çyzgy). Çyzgydaky 1-nji egri çyzyk inwertirlemeýän, 2-nji egri inwertirleýän OG-ler üçindir.



Surat 7.3.1. Operasion güýçlendirijileriň 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  $U_{süýş} -$  naprýaženiýä-OG-niň

girelgesindäki naprýaženiýesini nul ýagdaýyndan süýşüriji diýilýär.

Balansyň bozulmagyna girelgedäki differensial kaskadyň parametrleriniň dargaýanlygy we olaryň temperaturadan hem baglydygy sebäp bolýandygy bilen düşündirilýär. 7.3.1-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  $\Delta I_{\text{gir}}$  – süýşme togy diýilýän ululykdan hem peýdalanýarlar. Kaskadyň girelgesindäki  $\Delta I_{\text{gir}}$  – tok differensial kaskadyň girelgesindäki  $R_{\text{gir}}$  – garşylygynyň bahasy bilen çäklenýär we tranzistoryň parametrleriniň dargaýyş şertleri bilen düşündirilýär.

OG-leriň iş düzgünini ilki başdan balansirlemek hemişe gerek bolup durýanlygy üçin, olaryň girelgesindäki  $U_{\text{süýş}}$  – süýşüriji naprýaženiýesine we girelge  $\Delta I_{\text{gir}}$  – toguna täsir edip durar ýaly olaryň shemalarynda goşmaça elementler ulanylýar. Şeýle balansirlemek üçin OG-leriň haýsy-da bolsa bir girelgesine goşmaça naprýaženiýe bermek we goşmaça rezistorlary girizmek bilen amala aşyrylýar. OG-leriň amplituda ýygylýk  $k_u(f)$  häsiýetnamasy 7.3.1-nji b çyzgyda görkezildi. Bu baglanyşykda OG-niň güýçlendiriş koeffisiýentiniň ýygylýkdan baglanyşygy görkezilip, onda şu aşakdaky parametrler hem görkezildi :

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

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

$F_{\text{kes}}$  – OG-niň  $k_{u.o}$  – koeffisiýentiniň göni gidýän kese çyzygyndan asaklygyna gaýdyp başlan ýerini görkezýän ýygylýk, hem-de tranzistoryň-da ýygylýga baglydygyny, OG-niň düzümini emele getirýän özaralarynda gerekmejek (parazit) sygymlarynyň-da bardygyny aňladýar.

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

OG-leriň faza-ýygylgyk  $\phi(f)$  häsiýetnamasy 7.3.1-nji çyzygyda görkezildi. Bu baglanşyk OG-lerde güýçlendirlen signallaryň  $\phi$  – faza burçy boýunça süýşmegiň  $f$  – ýygylgykdan baglydygyny aňladýar.

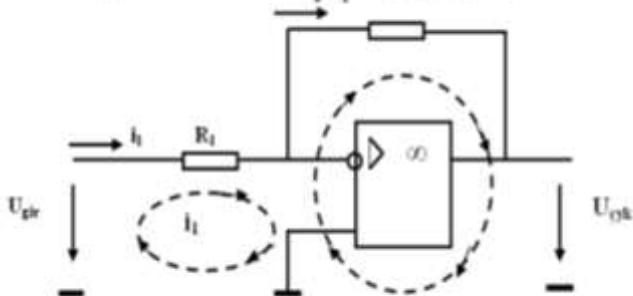
#### 7.4. Operasion güýçlendirijileriň esasy shemalary.

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

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

Inwertirleýji OG-niň shemasy 9.16-njy çyzygyda görkezildi.

Inwertirleýji OG-niň shemasy 9.16-njy çyzygyda görkezildi



Surat 7.4.1. Inwertirleýji OG-niň shemalara birleşdirilişi.

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 çyzyklar) deňli deňleme düzeliň.

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

OG-niň çykalgasyndaky uly kontur üçin-de deňleme düzeliň

$$U_{çyk} + R_2 i_2 = 0 \quad ýa-da$$

$$U_{çyk} = -R_2 i_1$$

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

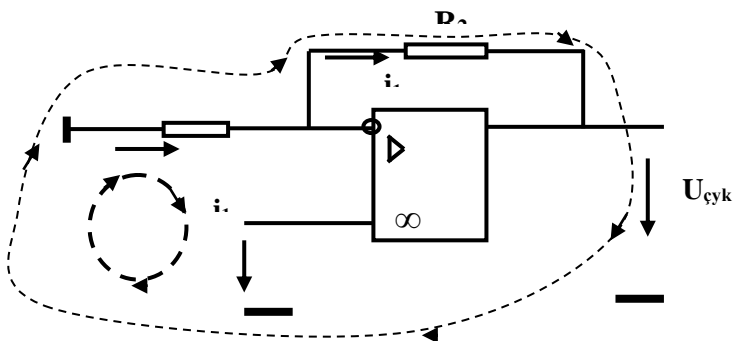
$$U_{çyk} = -\frac{R_2}{R_1} U_{gir}$$

deňligi alarys.

Deňlemäniň sag tarapynda emele gelen (–) minus alamatynyň manysy signalyň fazasynyň çöwrülýändigini (inwertligini) aňladýar.

Inwertirlemeyän güýçlendiriji. Inwertsiz güýçlendirijileriň shemasy çyzgyda görkezildi.

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



Surat 7.4.2. Inwertirlemeýän OG-niň shemalara birleşdirlişi.

Kiçi kontur üçin

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

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

$$U_{çyk} = - (R_1 + R_2) i_1$$

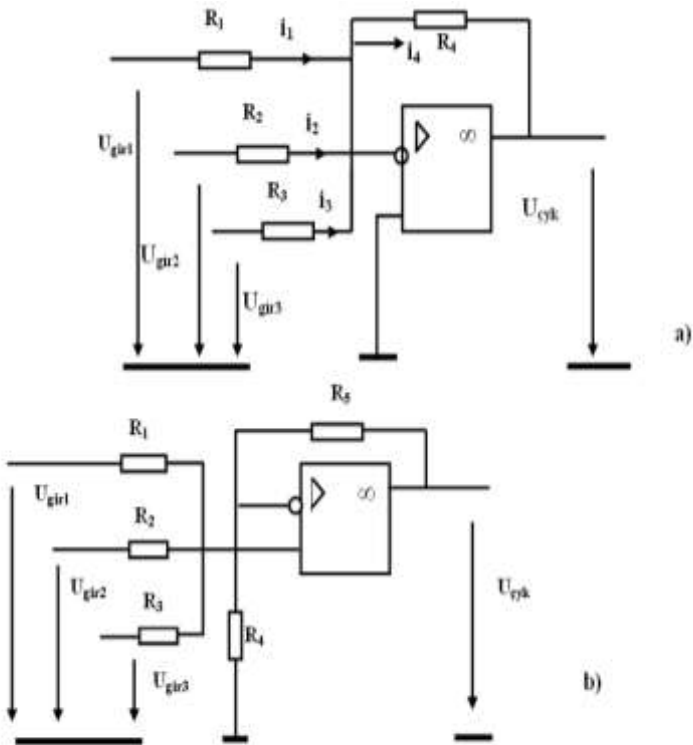
Birinji deňlemeden  $i_1$  – toguň bahasyny ikinji deňlemä goýsak, onda

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

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

## 7.5. Summirleýän güýçlendiriji (Summator).

Summatorlaryň girelgesinde signallar goşulanlaryndan soň, olaryň çykalgasyndan alynýan signallary inwertirleýän ýa-da inwertirlemeyän görnüşde alyp bolýar. Olara degişli shemalar 9.18-nji a, b çyzgyda görkezildi.



Surat 7.5.1. Summatorlaryň a – inwertirleýän , b – inwertirlemeyän shemalary.

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

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

ýa-da

$$U_{çk} = - \left( \frac{R_4}{R_1} U_{gir1} + \frac{R_4}{R_2} U_{gir2} + \frac{R_4}{R_3} U_{gir3} \right)$$

Umumy görnüşde, şu aşakdaky ýaly ýazyp bileris.

$$U_{çk} = - \sum_{k=1}^n U_{gir k} \frac{R_4}{R_k}$$

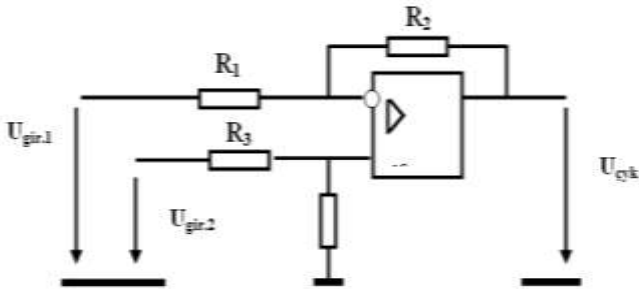
Eger-de garşylyklaryň ( $R_4=R_k$ ) deňlikleri gazanylsa, onda güýçlendirijiniň çykalgasyndaky  $U_{çk}$  – naprýaženiýe

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

Deňlemäniň öňündäki (–) – minus alamatynyň manysy çykalgadaky  $U_{çk}$  – naprýaženiýe, girelgedäki  $U_{gir.k}$  – naprýaženiýeleriň goşulmaklarynyň inwertlenýändigini aňladýar.

## 7.6. Differensial ( tapawudyny berýän ) güýçlendiriji.

Girelgedäki naprýaženiýeleri güýçlendirip, çykalgasynda tapawudyny berip bilýän OG-lere differensial güýçlendirijiler diýilýär. Şeýle differensial güýçlendirijiniň shemasy 9.19-njy çyzgyda görkezildi.



Surat 7.6.1. 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  $U_{cyk2} = \frac{R_4}{R_3 + R_4}$  inwertirlemeýän güýçlendirijiniň çykalgasyndaky naprýaženiýedir.

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



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

onda

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

netijäni alarys.

Eger-de, OG-niň girelgeleriniň ikisinde-de signal bolsa, onda çykalgasyndaky  $U_{cyk}$  – 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  $U_{cyk}$  – 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 ýygylýkda we formada) gurnamalara aýdylýar.

Generatorlaryň klasslara (toparlara) bölünişi. Elektron generatorlary özleriniň birnäçe nyşanalary (aýratynlyklary) boýunça klasslara bölünýärler :

1. Generirlenen yrgyldylaryň ýygylýk diapazony (giňligi) boýunça bölünişi : a) ýygylýkly generatorlar (1-Gers böleginden tä 100 KGS-e çenli) ; b) ýokary ýygylýkly generatorlar (100 KGS-den 100 MGS-e çenli) ; c) aşa ýokary ýygylýkly generatorlar (AÝÝ) (100 MGS-den ýokary).

2. Generirlenen ýygylýklary 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 ýygylykly generatorlar adaty rezonansly LC – konturlar bilen döredilýär, şonuň üçin-de bular ýaly konturlara LC – generatorlar diýilýär.

Pes ýygylykly generatorlar bolsa – ýygylykdan 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 kompensirlemek bolýar.

Islendik, hatda hil tarapdan aşa ýokary ýygylykly yrgyldyly konturlarda-da ýitgi bardyr, şonuň üçin-de döreýän islendik ýygylykdaky 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 diýilidigidir.

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 kompensirleseň, 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) elementlere 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 (impulsar) bar bolsa, onda 100% yzy bilen plýus aragatnaşykly generatorlardan peýdalanmak maslahat berilýär. Şeýle edilende generatorlarda döreyän 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 sönýän) 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) Awtoyrgyldyly 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.

Awtoýrgyldyly 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 impulsalaryň 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 baglanşykdadylar. Meselem, güýçlendirijilerdäki yzy bilen

plýus alamtly baglanşyklaryň netijelerinden generatorlarda öz-özünden oýanmak hadysasy bolup geçýär.

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

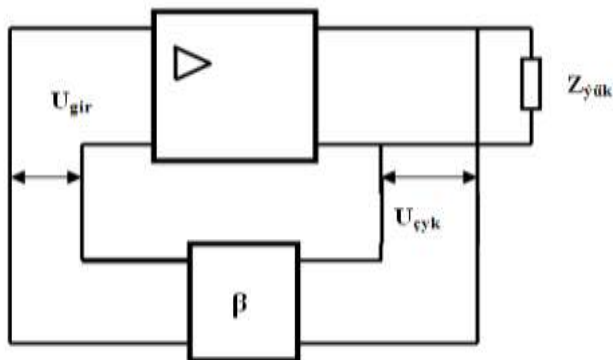
$$\kappa \cdot \beta \geq 1 \quad we \quad \varphi + \psi = 2\pi \cdot n$$

Bu ýerde :  $\kappa$  – güýçlendirijiniň güýçlendiriş koeffisiýenti ;  
 $\beta$  – yzy bilen arabaglanyş koeffisiýenti ;  
 $\varphi$  – güýçlendirijiniň naprýaženiýesiniň süýşme burçy;

$\psi$  – yzy bilen arabaglanyş 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, generatora öz-özünden oýandyrylma hadysasy bolup geçende yzy bilen arabaglanyşygy emele getirýän zynjyryň çykalgasyndaky signalyň güýçlendirijidäki girelge signalyndan kiçi bolmaly dälidigini aňladýar.

çyzgyda awtogeneratoryň gurluşynyň ýönekeý shemasy görkezildi.



Surat 8.1. Awtoğeneratoryň gurluşynyň shemasy.

İkinji 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  $\beta$  – elementin, hem-de  $k$  – güýçlendirijiniň girelge we çykalga naprýaženiýeleri öz güýçlendiriji koeffisiýentleri bilen aňladylýarlar. (Ähli ululyklar kompleks görnüşde ýazyldy).

$$U_{gir} = \beta \cdot U_{çyk}; \quad U_{çyk} = k \cdot U_{gir}; \quad U_{çyk} = k \cdot \beta \cdot U_{çyk};$$

Soňky deňlemede

$k \cdot \beta = 1$  bolanda dogrudyr. Bu ýerde  $k$  bilen  $\beta$  – güýçlendiriji bilen yzyna baglanşygyň degişlilikde güýçlendiriş koeffisiýentleriniň modullary  $\varphi$  bilen,  $\psi$  – bolsa,  $k$  bilen  $\beta$  kompleks sanlaryň argumentleridir.

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

Eger-de  $k \cdot \beta = 1$  şert ýerine ýetse, onda awtogenerateda sönmeyän

yrgyldylar döreýär. Köplenç ýagdaýlarda  $k$  bilen  $\beta$  – koeffisiýentleriň köpeltmek hasyly  $k \cdot \beta \geq 1$  kanagatlanar ýaly edip gurnaýarlar.

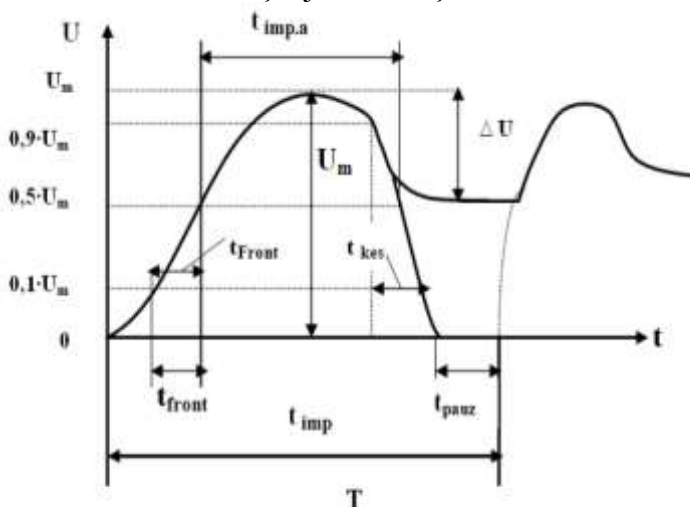
Umuman  $k$  bilen  $\beta$  koeffisiýentler ýygylga baglydyrlar, şonuň üçin-de kompleks görnüşde aňladylýarlar.

Eger-de, öz-özünden oýandyrylýan prosesleriň şerti hiç bolmanda bir ýygylk üçin kanagatlandyrylan bolsa, onda garmoniki ýygylklar döreýär. Eger-de, öz-özünden oýandyrylmagyň şerti birnäçe ýygylklary kanagatlandyrylan bolsa, onda çylşyrymly formalaryň yrgyldylary döreýär. Bu çylşyrymly formalar

birnäçe garmoniki yrgyldylaryň goşulmalaryndan (düzüminden) emele gelýär.

### 8.1. Impulsalaryň parametrleri.

Mysal hökmünde, gönüburçly real impulsyň esasy parametrleri hakda düşüňjeleri özleşdireliň



Surat 8.1.1. Impulsyň esasy parametrlerini özleşdirmek üçin diagramma.

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

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

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

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

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

Gaýtalanýan period – Impulsyň gaýtalanýan periody diýlip, iki sany birpolýarly impulslaryň başlanýan nokatlarynyň aralygyny görkezýän wagta aýdylýar. Period  $T$  – harpy bilen belgilenýär. Islendik  $T$  – period bir impulsyň  $t_{imp}$  – wagty bilen bir pauzanyň  $t_{pauz}$  – wagtyň jemlerine deňdir.

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

Doldurylýan koeffisiýent bilen skwažnost (çuňlugy).

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

Dolandurylan koeffisiýentiň ters ululygyna impulsyň skwažnosti diýilýär.

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

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 ( $t_{imp.a}$ ) – uzynlygydyr. Bu  $t_{imp.a}$  – wagta impulsyň  $0,1 U_m$  – bahasyndan tä  $0,9 U_m$  – bahasyna çenli anyklanylýar. Frontuň kesilýän  $t_{kes}$  – wagtyň uzynlygy bolsa impulsyň  $0,9 U_m$  bahasyndan tä  $0,1 U_m$  – bahasyna çenli peselýän aralygy göz önünde tutulýar.



Käwagtlar  $t_{\text{front}}$  – bilen  $t_{\text{kes}}$  – 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/sekundda

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

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

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

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

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

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

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

Görüşimiz ýaly impulsdaky kuwwat generatoryň ortaça kuwwatyndan  $q$  esse artykdyr.

## **8.2. 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 impulsly 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 naprăženiýasyna çenli ýakynlaşyp biler.

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

## **8.3. Awtoyrgyldyly bloking – generatory**

Tranzistorda awtoyrgyldyly bloking generatorynyň çyzgydy  $p - n - p$  görnüşdedir we wagtlaýyn diagrammalardyr. Tranzistoryň kollektorynda emele gelýän zynjyryda  $W_k$  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. Impulsaryň ýygylgy  $RC$  – zynjyr boýunça kesgitlenýär, ol bolsa tranzistoryň bazasyna berkidilýär. Awtoyrgyldyly režimiň çyzgydynda 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  $\varphi_k$  - fazaly burç, ol tranzistorly açarda döredilýär.  $\varphi_n$  - 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 çyzgdynda fazaly balans şertiniň ýerine ýetirmegi adatydyr.

Tranzistorly açaryň güýçlendirijisiniň koeffisienti aktiw režimiň çäginde aşakdaky görnüşe eýedir:

$$K_y / n = h2l R' H [n/Rbx + RH'],$$

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

$$h2l \geq n [1 + (R'bx/RH')],$$

bu ýerde  $R'bx = Rbx/n^2$  – 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 zarýadlanandyr. Ol R rezistor arkaly zarýadlanýar we transistor ýapyk ýagdaýda saklanýar. Haçanda bazada naprăženiýanyň zarýadly 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.

Napřáženíanyň 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 napřázeniýe galşyp ýetişmeýär.

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

$$t\phi = 3n \cdot th21b [1 + (R'bx/RH')]$$

Eger  $n = n_0 = wb/wk = \sqrt{R'bx/Rh'}$  we giriş garşylygyň razylyk ýagdaýynda agramyň garşylygy bolen ( $Rbx = R'H$ ) regeneratiw tizligi maksimaldyr, frontyň dowamlylygy şu aşakdaky boýunça kesgitlenýär:

$$t\phi \approx 6n_0 \cdot th 21b$$

Adatça  $n_0$  bahaly  $0,1 \dots 0,8$  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  $wb$  obmatkada l2 gaçyp başlaýar, we ol öz gezeginde bazaly toguň kemelmegine getirýär. Netijede  $wb$  obmatkada öz-özüne induksiýa ýüze çykýar, ol bolsa bazaly Gogyň kemelmegine päsgel berýär, we şol bir polýarlylyga eýe bolýar, ýagny l2 özara induksiýa bolup çykyş eder. Bu bolsa C kondensatoryň çalt žarýadlanmagyna getirýär. Bazaly toguň az garşylykly emmiter geçişden tranzistoryň we  $wb$  obmatkanyň napřázeniýasy  $U_{cmax} \approx nE_k$  bolar. Şeýlelikde, bu ebapda bir wagtda bazaly toguň ösmegi bilen transformatoryň merzinde ýüze çykýar. Impulsyň depesini kesgitlemek tranzistoryň geçiş wagtynda gutarýar.

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

$$T_i \approx Lk [(n h 2I \partial / Rbx) - nH^2 / RH]$$

bu ýerde  $Lk$  – kollektorly obmetkanyň induktiwligi;  $nH=wH/wk$  – koeffisiýent  $wH$  we  $wk$  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 regeneratiw 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 kesi;megi 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 naprăženiýanyň otrisatel saýlawy emele gelýar. Soňra zynjyr boýunça kondensatoryň haýal zarýadlanmagy başlanýar, ýagny korpus-obmatka  $wb - c - R (- Ek)$ , impulsalaryň arasyndaky sâginmäni kesgitleýar. Bu proses çyzygyda gaytalanýar.

Sâginmäniň dowamlylygy şu aşakdaky aňlatma bilen kesgitlenýar;

$$Tp = CR \ln \{ 1 + [U_{cmax} / (Ek + kBo R)] \}$$

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

Garaşylýan 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 edilýar. Ol bolsa  $Ek$  umumy çeşmäniň  $U_{\Sigma}$  emmitoryndan

alynýar. Şoňky çyzgytda giriş impulsynyň amplitudasy  $U_{\text{э}}$  ululyga çenli kemelýar. Ýagny goşmaça çeşmede zerurlyk ýüze çykmaýar. Iki ýagdaýda hem transistor çyzgytda gadagan we bloking – generatory durnukly deňagramlylyk ýagdaýynda saklaýar.

C kondensatorlar degişli naprăženiýe bilen zarýadlanandyr;

$$U_c = E_b - / k b o R; U_c = - / k b o R \approx 0 \quad (19,2)$$

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

$$U_{B3} = U_c = E_B - / K B O R > 0$$

$$U_{B3} = U_{\text{э}} - / K B O R > 0$$

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

Cə kondensator çyzgytda görnüşi ýaly  $U_{\text{э}}$  naprăženiýanyň hemişelik bolmagy üçin hyzmat edýar.

Saklanýan bloking – generatoryň işlemegi üçin iki usyl häsiýetlendirilýar:

1. Yzygiderli ýerine ýetiriliş
2. Paralel ýerine ýetiriliş

Yzygiderli göýberilişde, haçanda impulsyň göýberiji çeşme bazaly zynjyrda üzülmäni 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 çyzgytda bloking – generator VT3 tranzistorda ýerine ýetirilýär. VT2 tranzistor bloking – generator bilen impuls göýberýan 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 ammmala aşyrylýar. Bu ýagdaýda R3, R4, R5, R6 napräženiýany bölüjiler emele gelýär. Olar VT2 we VT3 tranzistorlary deňagramly durnuklylyk ýagdaýynda üpjün edýar. Şeýlelikde VT2 tranzistoryň giriş ýagdaýynda onuň emitterine položitel napräženiýany ýapýar. Ol bolsa R3, R4 bölekler bilen alynýar (edil bu ýagdaýda meňzeşlikde otrisatel napräženiýe bilen emittere p – n – p transistor üçin alynýar. Çyzgytda hem bloking – generator üçin parallel göýberiliş üpjün edilýär. Kollektorly obmatka asylýan 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 korpussyň arasynda ýerleşdirilýar.

#### 8.4. Sinhrolaşdyrma düzgüninde işleýän bloking – generator.

Bloking – generatoryň sinhozirasiýa režimi generasiýada bolmak bilen  $f_{\sin x}$  ýygylkda çykyş impulsalaryny daşky sinhorirlenýan awtogenerator bilen berilýär. Onuň üçin bloking – generatorynyň kesgitli zynjyrynda periodic sinhoririrlenýan  $U_{\sin x}$  signaly periodikli bermeklik ýeterlikli uly amplitudada amala aşyrylýar, ol bolsa sinhorirlenýan awtogenerator bilen emele gelýär. Sinhorirlenýan naprăženiýanyň periodiki yzygiderligi dürli formany alyp biler. Wagtlaýyn ylylaşyk režiminiň ýitiçünkli impulsy ulanmak bilen syn edilýär.  $f_{\sin x}$  ýygylgy  $fU$  bloking – generatorynyň hususy ýygylgyndan uly bolmalydyr. Goý, bloking - generatorynyň transistor bazasyna sinhroniasiýa režiminde sinhorirlenýan  $U_{\sin x}$  impulsar täsir edýär. Olar  $T_{\sin x} < T_{be}$  periodiki ýerine ýetirilýär, bu ýerde  $T_{be}$  – bloking – generatoryň hususy yrgyldyly periodydyr. Sinhoririrlenen awtogeneratorynyň birleşdirilen wagtynda sinhorirlenýan impulsaryň wagtlaýyn ýerleşiotnositellikde 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 amplitudasynda galan naprăženiýe bazada nuldan uludyr.  $T_{\sin x} < T_{be}$  ýerine ýetirilýär, onda her bir indiki period impulsly tranzistoryň saýlama wagtynda otnositellikde ýerleşýär, entäk impulsaryň biri tranzistoryň wagtyndan öň saýlawyna çagyryýar. Şeýlelikde, bloking – generatorynyň zyňylma prosesi regeneratiw öşüşe getirýär. Indiki gelýän sinhorirlenýan impulsar her gezek bloking - generator zyňanda öňkä görä ir ýerine ýetirilýär ýa-da  $R$  rezistoryň üstünden  $C$  kondensator wagt beriji razrýadyndan emele gelmeginden öň ýerine ýetirilýär. Çyzgytda stasionar režim gurnalýar, ýagny  $T_{\text{çykyş}}$  bloking – generatorynyň çykyş impulsynyň gaýtalanýan periodynda sinhorirzasiýa 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 – generatory ýygylgy bölmek režiminde işleýär, daşky sinhorizasiýa naprăženiýe almak režiminde amala aşyrylýar.

## 9. Multiwibratorlar

Multi – Latyn sözi – birnäçe, juda köp diýmegi aňlatsa, wibrator – hem Latyn sözi – yrgyldy diýen manyny berýär.

Dürli – dürli impulslar bilen işleýän gurnamalaryň girelgesine ýa-da başga görnüşli zynjyrlara formasy göniburçly naprăženiýeniň 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 regeneratiw\* we releksasion\*\* proseslerden peýdalanýarlar.

Regeneratiw prosesi göniburçly impulsyň parametrleri hasap edilýän frontuň we kesilişiň formasyny kämilleşdirmek üçin peýdalanýarlar. Regeneratiw 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 kämillenýär) 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).

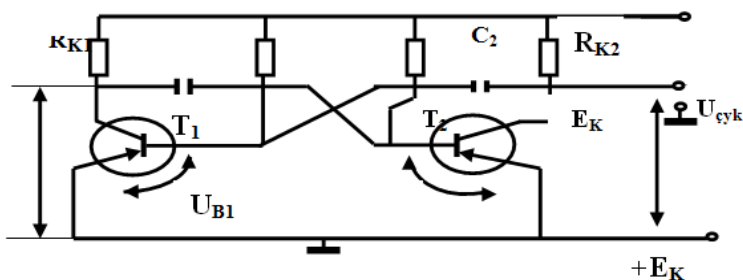
\* Regenerasiýa – Latyn sözi – Tăzeden dăremek, tăzeden dikeltmek,

\* \* Relaksasiýa – Latyn sözi – Gowşamak, pese  
gaçmak, prosesin gutarmagy ýaly manylary berýär.

Tranzistorlardan gurnalan awtoyrgyldyly multiwibrator.

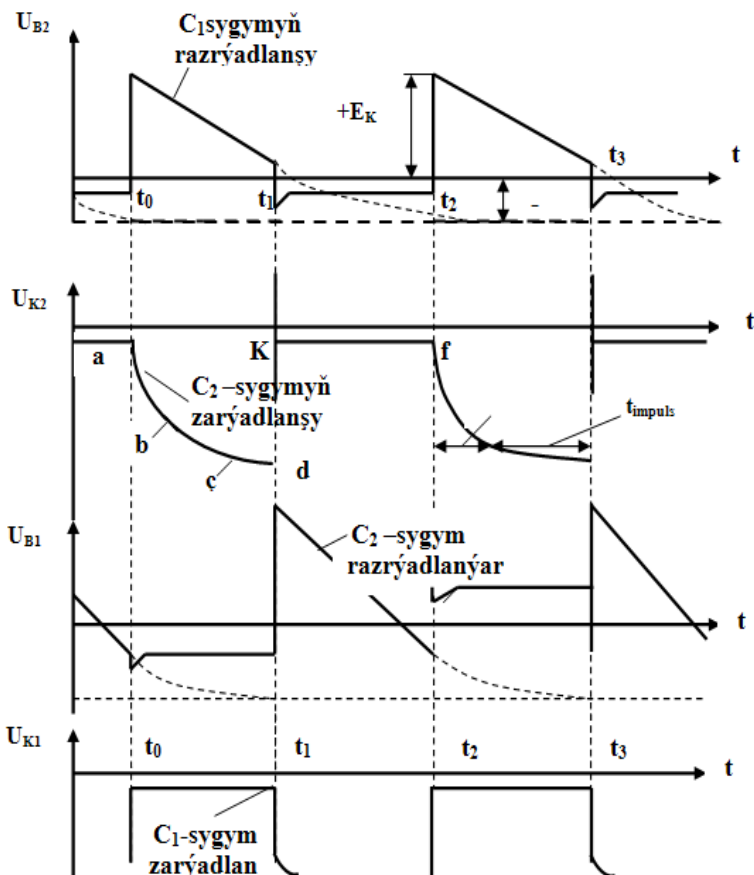
Tranzistorlardan gurnalan multiwibratoryň awtoyrgyldyly düzgüninde işleýşini özleşdireliň. Multiwibrator awtoyrgyldyly düzgünde işlände ýygylgy boýunça giň spektrli, göniburçly impulslary öndürýär (Spektr – Latyn sözi – garmoniki yrgyldylaryň toplumy). Multiwibrator diýilmeginiň sebäbi-de sözün dogry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

Eger-de 11.3-nji çyzgyda tranzistordan gurnalan multiwibratoryň shemasy görkezilen bolsa, onda 11.4-nji çyzgyda multiwibratorda bolup geçýän prosesleriň  $t$  – wagta görä diagrammalary guruldy.



Surat 9.1. Tranzistordan gurnalan multiwibratoryň shemasy.

Surat 9.2. Multiwibratordaky signallaryň diagrammalary.



Tranzistoryň kollektoryndan alynýan göniburçly impulsar birnäçe bölejek impulsalaryň goşulmaklaryndan kemala gelýändiglerini 11.4-nji çyzydan görmek bolýar, meselem a b ç –frontyndan ç d – üst tekizliginden, d k – kesilişden we k f – pauzadan ýaly böleklere bölmek ýeterlikdir.

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 razrýad bolup geçýär, şonuň üçin-de ondaky naprýaženiýe-de 0 – bahasyňa 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 – bahasyňa 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 bahasyňa 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  $+E_K$  – Ýer –  $T_1$  –  $C_2$  –  $R_{K2}$  – (– $E_K$ ). Emele gelen şeýle ýapyk zynjyryň üsti bilen  $T_2$  – tranzistoryň kollektoryndaky naprýaženiýe özüniň ýetmeli bahasyňa 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  $+E_K$  – Ýer –  $T_1$  –  $C_1$  –  $R_{B2}$  – (– $E_K$ ) 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  $+E_2 - \dot{Y}_{er} - T_2 - C_1 - R_{K1} - (-E_K)$  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  $T_1$  – iň 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 ýetýänçä zarýadlanardylar we olaryň egnine düşýän naprýaženiýeler öz polýarlaryny üýtgederdiler (11.4-nji çyzgyda - - - çyzyklar). Kondensatorlaryň zarýadlanmagy we zarýadsyzlanmaklary eksponentiň kanuny esasynda bolup geçýär. Bu proses  $(-E_K)$  – baha ýetýänçe dowam edýär.

### **9.1. 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 11.5-nji çyzgyda logiki elementlerden gurnalan multiwibatoryň shemasy, 11.6-njy çyzgyda bolsa multiwibatrorda bolup geçýän prosesleriň  $t$  – wagta görä diagrammalary görkezildi.

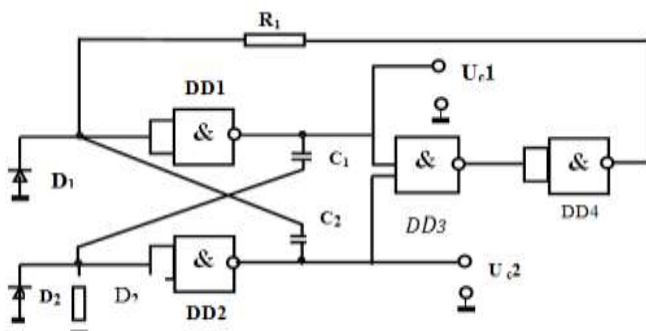
Shemadaky elementleriň aýratynlyklary :

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

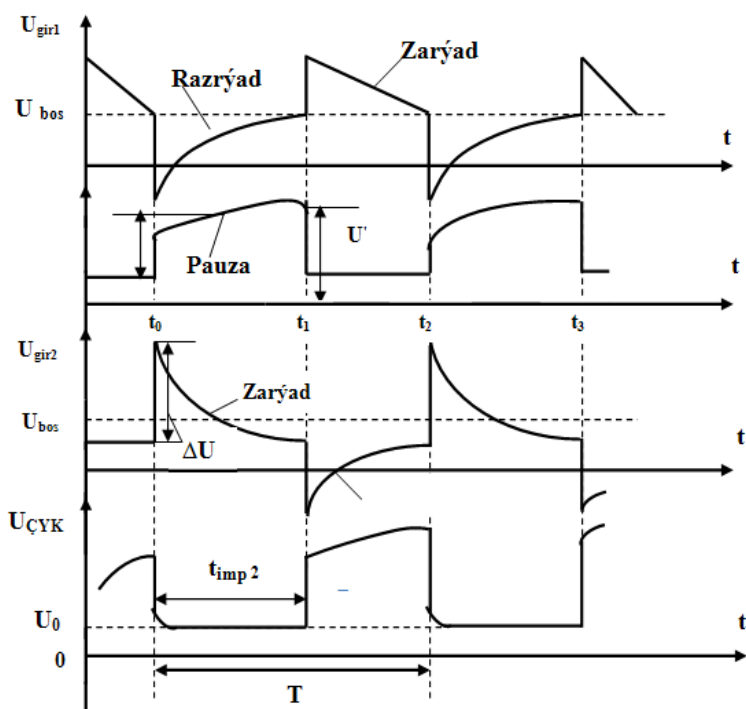
2. Bir elementiň çykalgasy beýleki elementiň çykalgasy bilen RC – zynjyrjagaz bilen baglanşykdadylar (  $C_1R_2$  we  $C_2 R_1$ ) şonuň üçin-de yzy bilen (+) – plýus arabaglanşyk döreýär.

3. Shemadaky  $D_1$  we  $D_2$  – diodlar goraýjy bolup hyzmat edýärler, sebäbi olardaky naprýaženiýe ( $-0,7W$ ) – dan aşak düşmeýärler. 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, multiwibatoryň açylmagyny üpjün edýär.



Surat 9.1.1. Logiki elementlerden  
gurnalán awtovráwldw multiwibrator.



Surat 9.1.2. Logiki multiwibratordaky signallaryň  
diagrammalary.

## 10. 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:



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

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

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

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

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

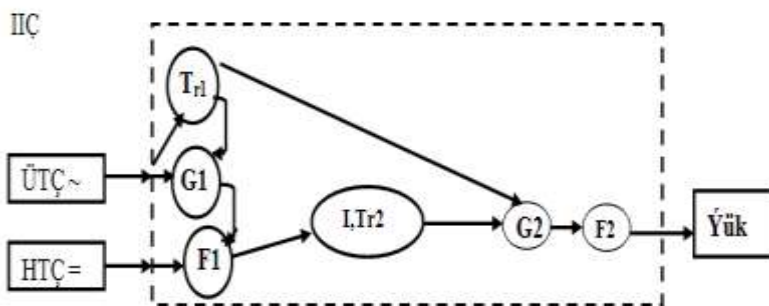
a)Çykalgasyndaky naprýaženiýeleriň san bahalary pesi 100W çenli, ortaragy 100-den 1000 W çenli we ýokary 1000 W-dan uly bolýar;

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 ullaakany 1000Wt-dan ýokary.

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

Mysal hökmünde 10.1-nji çyzgyda görkezilen çykalgasy diňe hemişelik tok üçin, birkanally stabilsiz IIÇ-leriň funksional shemasyna seredeliň.



Surat 10.1. İkilenji 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, IIÇ- 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-induktiw ýa-da aktiw-sygym häsiýetli;

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

Göneldijileriň shemalary dürli-dürli görnüşde bolup bilerler:

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

Birýarymperiodly göneldiji çeşmelerde transformatoryň ikinji sargysyndaky togunyň diňe ýarym periody akyp geýýär, 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 birlazaly, üçfazaly, altýfazaly 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 ýyglygy; pulsyn ululygyny anyklaýan koeffisiýent.

$$k_p = \frac{U_{1m}}{U_d}$$

2. Göneldiji elementleriň parametrleri:

a)  $I_{ort}$ ,  $I_{täs}$ ,  $I_{max}$  – 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;

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

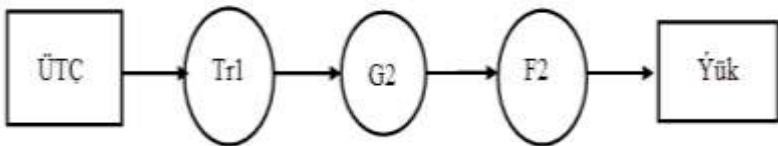
ç) Transformatoryň birinji we ikinji sargylarynda ulanylýan koeffisiýentler.

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

### 10.1. Göneldijileriň birfazaly shemalary.

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

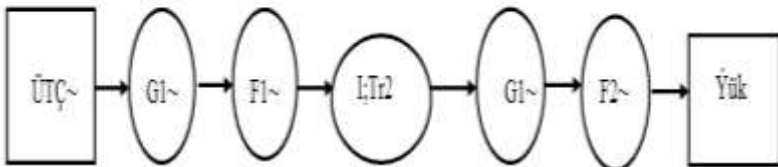
Göneldijileriň düzümi (gurluşlary) Mysal hökmünde 10.2-nji çyzgyda üýtgeýän naprýaženiýe bilen togy hemişelik toga we naprýaženiýä öwürýän göneldijiniň funksional shemasy görkezildi.



Surat 10.1.1. 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 ullakan göwrümi we massasy bilen tapawutlanýarlar.

Häzirki döwürde şu aşakdaky funksional shema has giňişleýin ulanyp başlady.



Surat 10.1.2. Inwertorly, tranzistorly göneldijiniň funksional shemasy.

Bu hödürlenilýän funksional shemanyň gowy diýlip hasap edilýänliginiň sebäpleri:

a) Shemasyna hiç hili üýtgeşmeler girizmezden bu shemalary 50, 400 we 1000Gs ýyglyklarda 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 çyzgydaky  $F_1$  we  $F_2$  süzgüçler (filtrler) göneldilen impulslaryň örküçlerini düzleýji süzgüçleriň funksiýalaryny ýerine ýetirýärler.  $G_1$  we

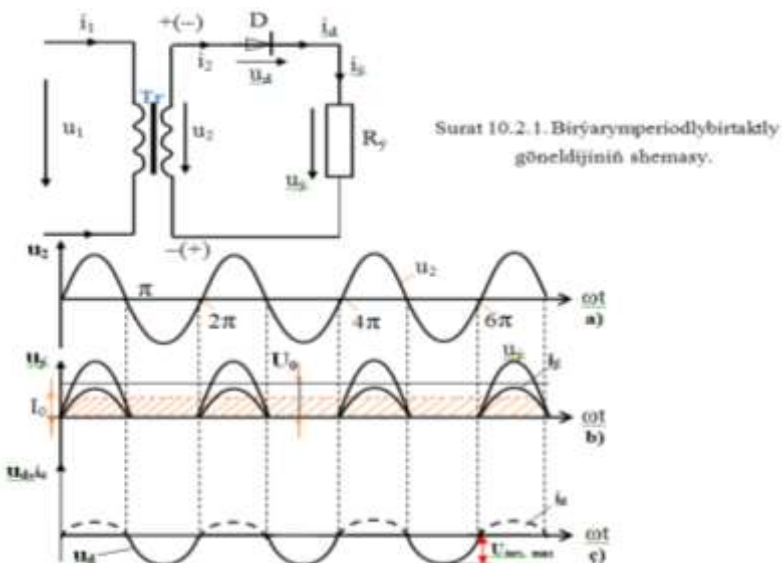
$G_2$  – göneldiji elementler.

## **10.2. Bir - we ikiýarymperiodly göneldijileriň shemalary.**

Birfazaly göneldijileriň iş düzgünlerine düşünmek üçin transformatorly çeşmä birikdirilen 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  $R_{Tr} \approx 0$ ;  $X_{Tr} \approx 0$ .

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

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



Surat 10.2.1. Birýarymperiodlybirtakly göneldijiniň shemasy.

Surat 10.2.2. Birýarymperiodly göneldijiniň  $t$ -wagta görä diagrammasy : **a**-ikilenji çeşmäň diagrammasy, **b**-göneldilen tok wenaprýaženiýe, **ç**-dioda düşýän ters naprýaženiýe.

Suratlarda ulanylan şertli belgiler:

$U_1$  – transformatoryň birinji sarymyndaky naprýaženiýe;

$U_2$  – transformatoryň ikinji sarymyndaky naprýaženiýe;

$i_d$  we  $U_d$  – diodyň deňşilikde 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

$U_1$  – naprýaženiýe bilen iýmitlendirsek, onda transformatoryň ikinji sargysynda sinus görnüşli  $e_2$ -EHG döreýär. Bu  $e_2$ -EHG ululygy we formasy boýunça  $U_2$  – naprýaženiýä deňdir. (10.2.2-nji a-çyzgy)

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

$U_2$  – naprýaženiýäniň täsirinden transformatoryň ikinji sargysynda  $i_2$  – dioddan  $i_d$ , elektrik ýükünden  $i_y$  toklar akar. Diýmek, D-diod 0-dan tä  $\pi$  çenli naprýaženiýeniň plýus potensialynda açyklygyna galýar we beýleki (+)-plýus ýarymperioldlarda-da bu proses gaýtalanýar (10.2.2.-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  $\pi$  - den tä  $2\pi$  çenli dowam edýär. Diýmek, dioda ters alamatly naprýaženiýe berilýär. Ters polýarnostda dioddan, ýüküň  $R_y$ -garşylygyndan we transformatoryň ikinji sargysyndan tok akmaýar.

Şeýlelikde,  $R_y$  – garşylykdan akýan tok puls görnüşi bolar. Bu impulslaryň dowamy (+) ýarymperiolda deň bolup, formasy we ugry diňe birtaraplaýyndyr hem-de (+) plýus alamatlydyr (10.5-nji b-çyzga seret).

Diýmek göneldilen  $U_1$  – naprýaženiýeniň-de formasy 10.5-nji b-çyzgyda görkezilen diagramma meňzeşdir.

Göneldiji naprýaženiýe öz düzüminde hemişelik  $U_0$  – düzüjisinden hem-de birnäçe garmoniki düzüjilerinden emele gelip, olaryň özära garylmalarynyň netijesinde pulsirleýji formanyň döremegine sebäp bolýarlar. Ýokarda seredilen göneldijiniň shemasy üçin (10.2.3-nji çyzgy seret) fazanyň sany  $m=1$ , sebäbi bir periodyň dowamynda elektrik ýüküniň  $R_y$  – 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

$$U_0 = \frac{U_m}{\pi}$$

**$\pi$**

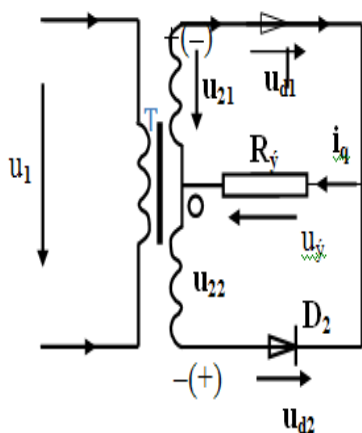
Ikiýarymperiodly göneldijileriň shemalaryna seredeliň.

Ikiýarymperiodly göneldijileriň iki görnüşli shemalary bardyr.

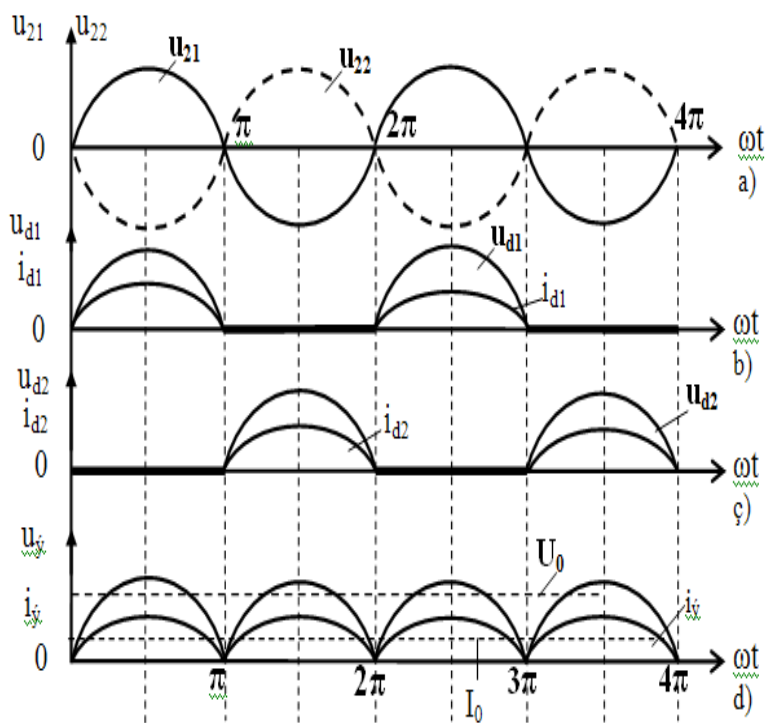
Birinji transformatoryň ikinji sargysy ýörite neýtrallaşdyrylyp, bary-ýogy iki sany ýarymgeçiriji diod bilen (10.6-njy çyzgy) amala aşyrylýar. Degişli diagrammalary 10.7-nji çyzgyda görkezildi.

Ikinji köprüli shemadyr (10.8-nji çyzga seret). Bu shemada transformatoryň ikinji sargysynda dört sany diodly-ýörite shema bilen birleşdirlip, olaryň bir dioganylyna transformatoryň ikinji sargysy, beýleki diaganylyna bolsa  $R_y$  – garşylyk birleşdirýärler. Şeýle shema köprüni ýada salýar, şonuň üçin-de köprüli shema diýilýär.

Degişli diagrammalary 10.9-njy çyzgyda görkezildi. Bu iki shemalaryň işleýiş düzgünlerine aýratynlykda seredeliň. 10.6-njy 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 kän bir ýalňyş bolmaz. Şonuň üçin-de, transformatoryň ikinji sargylary



Surat 10.2.3. Iki dioddan gurnalán ikiýarymperiodly birtaktyl göneldijiniň shemasy.



Surat 10.2.4. Ikiýarymperiodly 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  $R_y$  – 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 ( $O - \pi$  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  $R_y$  – ýükiň üstlerinden  $i_{d1} = i_y$  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  $R_y$  – ýüküň üstlerinden  $i_2 = i_y$  tok akar (10.7-nji ç- çyzga seret). Diýmek,  $D_1$  we  $D_2$  diodlar gezekli-gezegine işleýärler. Şonuň üçin-de bir periodyň dowamynda  $R_y$  – garşylykdan akýan  $i_y$ -tok  $i_{d1}$ -bilen

$i_{21}$  – toklaryň jemine deň bolar, ýagny  $i_y = i_{d1} + i_{d2}$  bolar. Impulsyň sany bolsa  $m=2$  bolar, ýagny iýmitlendiriji EHG-niň ýygylgy 50Gs bolsa, onda impulslaryň ýygylgy iki esse köp bolar. ( $f_{puls} = 2f_{çeşme} = 2 \cdot 50 = 100Gs$  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.  $U_0 = 0,634 \cdot U_m$ ;

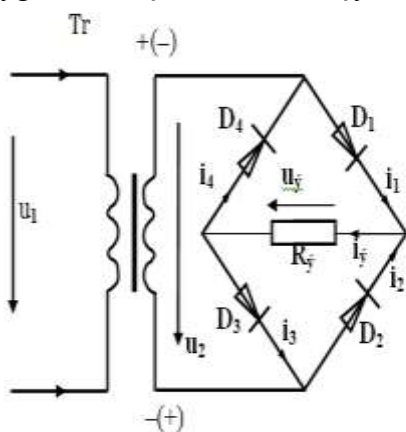
$$I_0 = 0,634 \cdot I_m$$

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

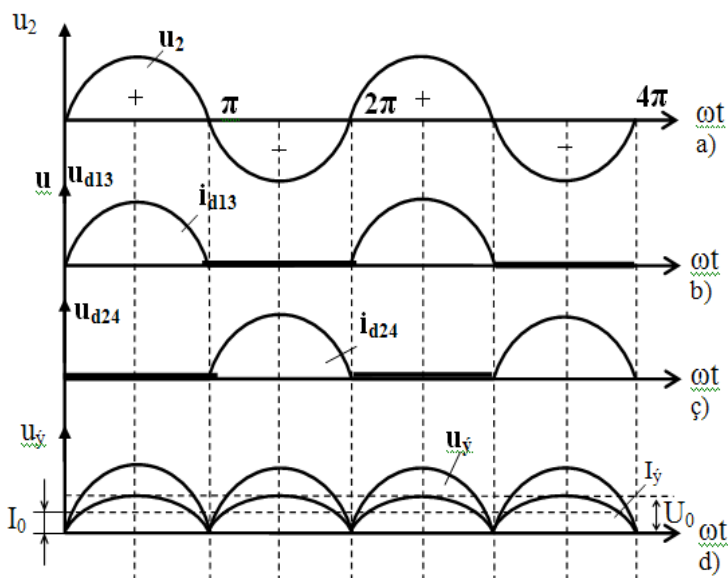
Çeşmä birikdirilen transformatoryň ikinji sargysynda bary-ýogy bir sany tegek bolup, köprini emele getirýän diodlaryň sany dörde deňdir. ( $D_1, D_2, D_3$  we  $D_4$ ).

Köprüli shemanyň bir dioganaly transformatora birleşdirilse, ikinji dioganaly ýüküň  $R_y$  – garşylygyna birleşdirilýär.

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



Surat10.2.5.. Köprüli  
ikiýarymperiodly göneldijiniň  
shemasy



Surat 10.2.6. Ikiýarymperiodly köprüli göneldijiniň  $t$ - wagta görä diagrammasy.

Shema üns berip seretseniz  $D_1$  bilen  $D_2$  diodlaryň umumy nokady emele getirýän katodlary (+) – plýus potensiala eýe bolsa, onda  $D_3$  bilen  $D_4$  diodlaryň umumy nokady emele getirýän anodlary (-) – minus potensiala eýe bolýarlar.

Eger-de, transformatoryň ikinji sargysynyň ýokarky çykalgasynyň potensialyny (+) – 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,  $D_1, D_3$  – diodlardan akýan göni  $i_{d1}$  we  $i_{d3}$  – toklar  $R_\gamma$  - garşylygyň üstünden akýan tok sagdan – çep tarapa bolar (10.8-nji çyzgydaky shemany yzarla!). Diýmek  $U_2$  – naprýaženiýeniň birinji

ýarymperiodynda  $D_2$  bilen  $D_4$  – diodlardan tok akmaz, sebäbi olaryň anodlary bilen katodlaryna düşýän naprýaženiýe alamatlary boýunça tersdirler. Şonuň üçin-de birinji ýarymperiodyda bu diodlar ýapykdyrlar. Sinus grafiğiň ikinji ýarymperiodynda  $D_1$  bilen  $D_3$ - diodlar ýapyk bolup,  $D_2$  bilen  $D_4$  – 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  $R_y$  – garşylykdan akýan  $i_y$  tok  $i_y = i_{d13} + i_{d24}$  bolar. Bu toklaryň ikisi-de  $R_y$  – garşylykda ugurlary boýunça bir tarapa akarlar (meselem, biziň seredýän shemamyzda sag tarapdan çepe bolar).

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

Diýmek, her ýarymperiodyda 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)  $D_1$  bilen  $D_3$  – diodlardan göneldilen tok aksa, beýleki  $D_2$  bilen  $D_4$  – 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.

### 10.3. Signallaryň örküçlerini düzleýji elektrik süzgüçleri.

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

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

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 (impulslaryň 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  $(k_{p1cyk})$  – puls koeffisiýentine bolan gatnaşygy bilen häsiýetlendirilýär.

$$q = \frac{k_{p1gir}}{k_{p1cyk}}$$

Öz gezeginde puls koeffisiýentleriniň tapylyşlary:

$$k_{p1gir} = \frac{E_{m1}}{E_0} \qquad k_{p1cyk} = \frac{U_{m1}}{U_0}$$

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.

$$k_{\text{ölç}} = q = \frac{k_{\text{ölç}}}{E_0} = \frac{E_{m1}}{U_0} : \frac{U_{m1}}{E_{m1}} = \frac{E_{m1}}{E_0} \cdot \left( \frac{U_0}{U_{m1}} \right) = k_f \cdot \lambda$$

Bu ýerde:  $k_f = \frac{E_{m1}}{U_{m1}}$  - süzülmegi häsiýetlendirýän koeffisiýent ;

$\lambda$  - süzgüjiň girelgesinden çykalgasyňa iberilýän hemişelik naprýaženiýe boýunça geçiriş koeffisiýenti.

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

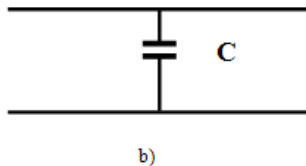
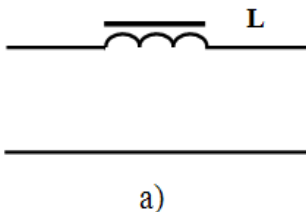
Köplenç ýagdaýlarda elektrik ýükünde puls koeffisiýentiniň bolajak bahasyny nirede we nähili şertde ulanyljakdygyny zawodlarda öndürilende göz önünde tutýarlar. Emma, süzgüjiň girelgesindäki puls koeffisiýenti bolsa, göneldiji gurnamanyň shemasy bilen kesgitlenilýär.

Signallaryň örküçlerini düzleýji süzgüçleri iki topara bölýärler:

a)Reaktiw elementlerden gurnalan süzgüçler (passiw süzgüçler);

b)Elektron elementlerden gurnalan süzgüçler (aktiw süzgüçler).



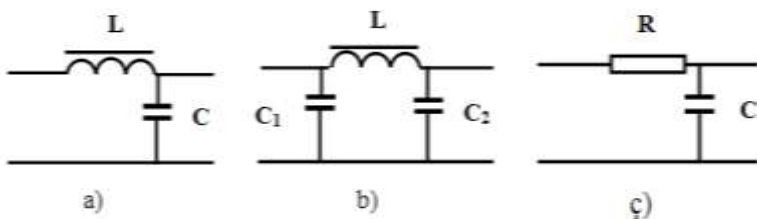


Surat 10.3.1. Ýönekeý süzgüçleriň shemalara birleşdirlişi.

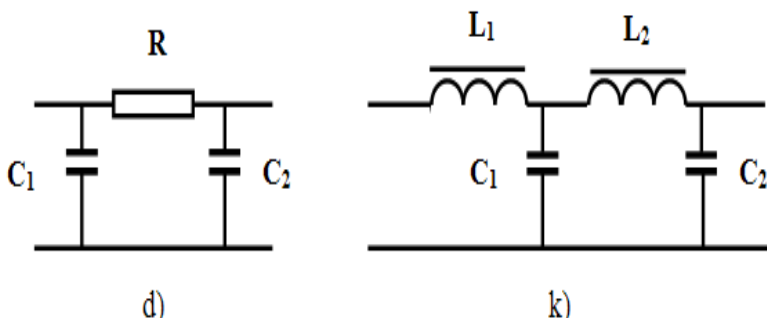
Öz gezeginde, passiw süzgüçleri ýönekeý we çylşyrymly toparlara bölýärler. Ýönekeý süzgüçler bir sany sygymdan ýa-da bir sany induktiw tegekden durýar (10.3.1-nji a, b çyzgylara seret). Induktiv tegeklere halkara möçberinde drossel hem diýilýär (Drossel – nemes sözi – içi ferromaterially induktiw tegek – diýmekdir). 10.3.1 – nji çyzgyda ýönekeý süzgüçleriň shemalara birleşdirlişleri görkezildi.

Çylşyrymly süzgüçler birhalkaly we köphalkaly bolup bilerler. Süzgüçleriň her bir halkasy  $\Gamma$  – ýa-da  $\Pi$  – görnüşde ýygnaýar. Ýygnaýan süzgüçler drossel – kondensator (LC – tipli süzgüçler) ýa-da Rezistor – kondensator (RC – tipli süzgüçler) görnüşli bolup bilerler. 10.11 – nji çyzgyda passiw süzgüçleriň dürli görnüşlerinden birnäçe mysallar getirildi:

- a)  $\Gamma$  – görnüşli LC – süzgüç;
- b)  $\Pi$  – görnüşli LC – süzgüç;
- c)  $\Gamma$  – görnüşli RC – süzgüç;
- d)  $\Pi$  – görnüşli RC – süzgüç;
- k) Iki halkaly  $\Gamma$  – görnüşli LC – süzgüç;



Surat 10.3.2. Passiw süzgüçleriň dürli görnüşlerinden birnäçe mysallar.



Reaktiw elementlerden ýygналan süzgüçleriň iş düzgünleri, olaryň reaktiw garşylyklarynyň  $f$  – ýygylykdan baglanşygy bilen kesgitlenilýär.

$$X_L = 2\pi f L;$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

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

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

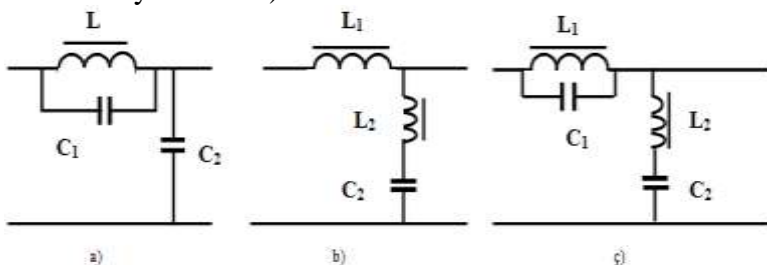
RC – süzgüçleriň iş düzgüni bolsa geçiş prosesiniň wagty hemişeligi  $\tau=RC$  görnüşde anyklanylýar, hem-de göneldilen naprýaženiýeniň düzümindäki garmonikalaryň periodlaryna-da baglydyr. Impulslaryň ýumşamak şerti  $\tau \gg T_k$  bolanda amala aşýar (Bu ýerde  $T_k$  k – garmonikanyň peridy).

Kiçijik 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 süzgüçlerde 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 10.12- nji çyzygyda görkezildi:

- $\Gamma$  – görnüşli rezonansly süzgüç (garmonikalary böwet döredýär),
- Režektorly süzgüç,
- Iki rezonansly süzgüç (naprýaženiýeleriň we toklaryň rezonanslary bilelikde)



Surat 10.3.3. Reaktiv elementlerden gumalan çylşyrymly süzgüçleriň shemalary.

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

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

## 11. Logiki algebranyň esaslary.

Islendik logiki garaýyşlary (pikirleri) bir ýa-da birnäçe üýtgeýän ululyklaryň funksiýasy hasap edilýän logiki funksiýalaryň kömegi bilen beýan edip bolýar.

Logiki pikirleri beýan edip bilýän ilkinji matematiki abzaly XIX – asyryň ahyrynda Iňlis matematigi Jorj Bul tarapyndan hödürlenilýär. Şeýle matematiki abzalyň esasy üç sany logiki NE (ÝOK), ILI (Ýa-da), I (hem-de) funksiýalar tutýarlar. Bu logiki funksiýalara Bul-nyň bazisi diýilýär (Bazis – Grek sözi, Türkmençe – asly, düýbi, köki, esasy, daýanjy ýaly manylary berýär). Şonuň üçin-de, şu üç logiki funksiýalaryň kömegi bilen dürli logiki garaýyşlary (pikirleri) öwredýän algebra Bul-nyň algebrasy hem diýilýär.

Logiki algebra – Bu, adaty matematiki abzal bolup, prosesleriň logiki taraplaryny beýan edýän sifrli gurnamadyr.

Logiki algebra – üýtgeýän logiki funksiýalar bilen işläp, diňe iki sany

« hakyky » we « ýalan » bahalary kabul edýär ( True we False ), « Bar » we

« Ýok », « 1 » we « 0 », « Beýik » we « Pes », « Ýapyk » we « Açyk ». Bu belgileriň içinde iň köp ýaýrany « 1 » we « 0 » belgileridir.

Arifmetiki sanlar bilen ýerine ýetirilýän operasiýalary özara deňleşdirmek üçin, iki alamtly « 0 » we « 1 » arifmetiki sanlaryň goşulyşlaryna we köpeldişlerine seredeliň.

Arifmetiki goşmak	Logiki goşmak	Arifmetiki köpeltmek	Logiki köpeltmek
$0 + 0 = 0$	$0 \vee 0 = 0$	$0 \cdot 0 = 0$	$0 \wedge 0 = 0$
$0 + 1 = 1$	$0 \vee 1 = 1$	$0 \cdot 1 = 0$	$0 \wedge 1 = 0$
$1 + 0 = 1$	$1 \vee 0 = 1$	$1 \cdot 0 = 0$	$1 \wedge 0 = 0$
$1 + 1 = 0$	$1 \vee 1 = 1$	$1 \cdot 1 = 1$	$1 \wedge 1 = 1$

Belgi hökmünde V we  $\Delta$  alamatlar degişlilikde logiki goşmagy we köpeltmegi aňladýarlar. Birinji V – alamat Latynça « Vel » sözünüň birinji harpydyr « ýa-da » diýmekdir.

Islendik logiki ýagdaýlary ( pikirleri ), çylşyrymlygyna garamazdan beýan edip bolýanlygy üçin, ýygňalan logiki funksiýalara « logiki bazis » ýa-da ýöne « Bazis » diýilýär.

Logiki bazis hökmünde logiki funksiýalaryň ýygňalyşynyň üç görnüşi bellidir, olar : a) I, ILI, NE – logiki funksiýalar ; b) I – NE – logiki funksiýa ;

ç) ILI – NE – logiki funksiýa.

Logiki algebranyň esasy düzgünleri :

Postulatlary ( Subutsyz ykrar etmek )

Logiki köpeltmek	Logiki goşmak	Inwersiýa
$0 \Delta 0 = 0$	$0 \vee 0 = 0$	$0 = \bar{1}$
$0 \Delta 1 = 0$	$0 \vee 1 = 1$	$1 = \bar{0}$
$1 \Delta 0 = 0$	$1 \vee 0 = 1$	
$1 \Delta 1 = 1$	$1 \vee 1 = 1$	

Teoremlar (Karara gelmek, netijä gelmek ).

1. $X = X$	6. $0 \vee X = X$
2. $X \Delta 0 = 0$	7. $1 \vee X = 1$
3. $X \Delta 1 = X$	8. $X \vee X = X$
4. $\bar{\bar{X}} \Delta X = X$	9. $X \vee X = 1$
5. $X \Delta X = 0$	

Kanunlar.

1. $X \Delta Y = Y \Delta X$ ;	$X \vee Y = Y \vee X$ – <b>orun çalyşmak kanuny</b> ;
2. $X \vee XY = X$ ;	$X(X \vee Y) = X$ – <b>ýuwutmak kanuny</b> ;
3. $X \Delta Y = X \vee \bar{Y}$ ;	$X \vee Y = X \Delta \bar{Y}$ – <b>inwersiýa (alamatyny üýtgetmek)</b> ;
4. $X \Delta Y \vee X \Delta Y = X$ ;	$(X \vee Y) \Delta (X \vee Y) = X$ – <b>birleşdirýän kanun</b> ;
5. $X(Y \vee Z) = X \Delta Y \vee X \Delta Z$ ;	$X \vee YZ = (X \vee Y)(X \vee Z)$ – <b>paylaýjy kanun</b> ;
6. $X \Delta (Y \Delta Z) = (X \Delta Y) \Delta Z$ ;	$X \vee (Y \vee Z) = (X \vee Y) \vee Z$ – <b>utgaşdyrmak (jemlemek) kanuny</b> ;

NE – funksiýa, üýtgeýän bir ululygyň (bir argumentiň) funksiýasydyr.

NE – funksiýanyň başgaça atlary: otrisaniýe – iňkärlemek, inwersiýa – tersine, «NO» – Däl .



Shemalarda belgilenişi

NE – funksiýany özleşdirýän logiki elemente inwertor diýilýär.

Logiki NE – funksiýanyň matematiki ýazylyşy  $Y = \bar{X}$  görnüşde aňladylýär.

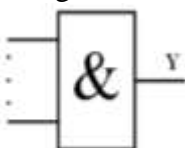
Logiki NE funksiýanyň hakykat tablisasy.

X	Y
0	1
1	0

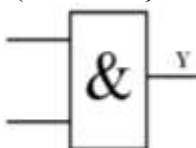
→ Hakykat tablisasy

### 1. I – funksiýa.

Iki we köpgirelgeli argumentleriň funksiýasydyr. I– funksiýanyň başgaça atlary : konýuksiya, logiki köpeltmek, gabat gelmek, AND (Türkmençe-we, hem-de diýmek).



Köpgirelgeli  
I – funksiýanyň  
shemalarda  
belgilenişi.



Ikigirelgeli  
I – funksiýanyň  
shemalarda  
belgilenişi.

$X_1$	$X_2$	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Iki sanly üýtgeýjili logiki I- elementin hakykat tablisasy.

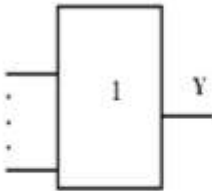
I–funksiýany özleşdirýän logiki elemente konýuktör ýa-da logiki I-element diýilýär.

Logiki I–funksiýanyň matematiki ýazylyşy (köpeltmek)

$$Y = X_1 \wedge X_2 \wedge \dots \wedge X_n \quad \text{ýa-da} \quad Y = X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n$$

I – elementiň girelgesindäki  $X_1 \dots X_n$  gysgyçlaryň haýsy-da bolsa birine berilýän dolandyryjy signal giden bir

informasiýalaryň akymyny « Geçir –1 » we « Geçirme-0 » ýaly operasiýalaryň üsti bilen dolandyrmakda peýdalanylyanlygy üçin I – elemente wentil hem diýilýär.

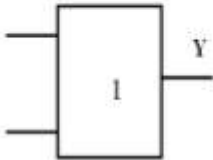


« I L I » – funksiýanyň matematiki  
aňladylyşy.

$$Y = X_1 \vee X_2 \vee \dots \vee X_n \text{ ýa-da}$$

$$Y = X_1 + X_2 + \dots + X_n$$

Köpsanly «I L I»  
funksiýanyň shemalarda  
belgilenişi.



$X_1$	$X_2$	$Y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

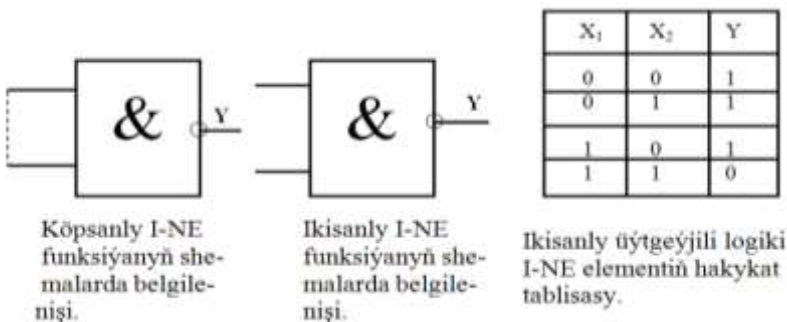
Iki sanly üýtgeýjili  
logiki ILI – elementin  
hakykat tablisasy.  
(logiki goşulmak)

2. I L I – funksiýa – iki we köpsanly argumentleriň funksiýasydyr. Bu logiki elementiň goşmaça atlary : Logiki goşmak, Dizýuksiýa, OR – (Inlisçe –ýa-da diýmek).

I L I – funksiýany özleşdirýän logiki elemente dizýuksiýa ýa-da logikanyň « I L I » (Ýa-da) elementi diýilýär.

3. I – NE – funksiýa .Iki we köpsanly argumentin funksiýasydyr.

Başgaça atlary : - Şefferiň ştrihi, Şefferiň funksiýasy, NAND.



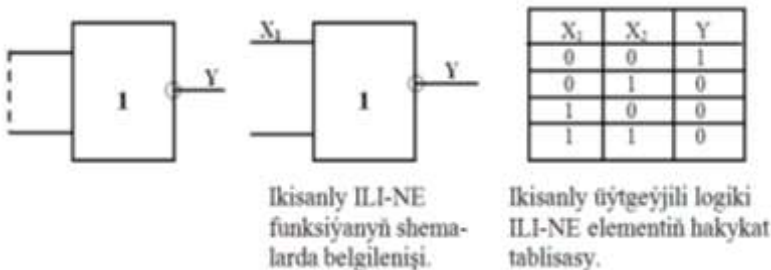
I – NE – funksiýanyň matematiki ýazylyşy.

$$Y = \overline{X_1 \wedge X_2 \wedge \dots \wedge X_n} \quad \text{ýa-da} \quad Y = \overline{X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n}$$

4. ILI – NE – funksiýa . Iki we köpsanly argumentiň funksiýasydyr.

Başga-ça atlary : - Webbanyň funksiýasy, Pirs-iň oky; NOR

Köpsanly ILI-NE funksiýanyň shemalarda belgilenişi.



ILI – NE – funksiýanyň matematiki ýazylyşy.

$$Y = \overline{X_1 \vee X_2 \vee \dots \vee X_n} \quad \text{ýa-da} \quad Y = \overline{X_1 + X_2 + \dots + X_n}$$



## 12. Sanly integral shemalar we olar hakda umumy maglumatlar.

Elektron elementleri, düwün çatymlary we gurnamalary : Ikisanly abzallaryň (enjamlaryň) esasynda bary-ýogy iki sany san (meselem 0 we 1) durýanlygy üçin şol sanly elementlere, çatymlara we gurnamalara sanly integral shemalar diýilýär. Şonuň üçin-de sanly 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 yönekeýligine garamazdan sanly tehnikaýyň örän çylşyrymly düwünlerini (çatymlaryny) we gurluşlaryny emele getirip, logiki elementiň I (we), Ili (ýa-da), Ne (ýok) ýaly logiki funksiýalaryny hem giňden ulanýarlar. Örän çylşyrymly funksional düwünler (çatymlar) we gurnamalar

I – NE we ILI – NE şifrlil elementleriň esasynda ýygnaýlar.

Senagat möçberinde öndürilýän logiki elementler özliriniň 0 we 1 ýagdaýlary bilen naprýaženiýeniň belli bir bahasynda işlemäge niýetlenilendirler. Meselem 155 tapgyrda öndürilen mikroschemalarda 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  $U^1$  derejesine logiki 0 – ýagdaýda bolsa naprýaženiýeniň pes  $U^0$  derejesine laýyk gelýär. Beýle gatnaşyklar logikaýyň položiteldigini aňladýar. Eger-de, logiki 1-iň naprýaženiýesi pes bolup, logiki 0-yň naprýaženiýesi ýokary bolsa, onda bular ýaly gatnaşyklar logikaýyň 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 gelyän signallaryň toplanysyna (kombinasiýasyna) bagly bolup we şol bir wagtyň özünde X – girelgä gelyän öň ýanyndaky signallardan bagly däldir.

Sanly – Yzygiderlikli sanly shemalar diýlip mikroshemanyň

Ý – çykalgasyndaky signallar belli bir wagtda diňe bir ; X – girelgä gelyän signallaryň toplanysyndan (kombinasiýasyndan) basga-da şol bir wagtyň özünde X – girelgä gelyän öň ýanyndaky signallardan hem baglydyr.

Sanly – yzygiderlikli shema diýilýäniniň sebäbi onuň düzümindäki elementlerde ýadynda saklamak ukybyň bardygy bilen olaryň içindeki ýagdaýy kesgitlemek we girelgä gelyän signallaryň yzygiderlikli ykbalyny öňünden 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 esasy I – NE, ILI – NE logiki elementler düzýän bolsa, onda izygiderlikli shemalarda logiki elementleri triggerler düzýärler.

Çylşyrymlygyň 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 (düwünleriň) 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 taýýarlanyş usuly shematehnologiýa nyşanlary (alamatlary) boýunça klassifisirlenýärler, ýagny klassifikasiýa bölünüşleriniň bazasy logiki elementleriň paýlanyşy 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 (  $I^2 L$  ) ;

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, I<sup>2</sup>L görnüşli MDÝ tehnologiýalar mikroshemalaryň ösmeginde tutýan orunlary uludyr.

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

Tehnologiyasy	Operasiýanyň gidişiniň orta bahasy	Kabul edilýän kuwwat	Integrasiýanyň derejesi (gatlagy)	Durnukly-gyň pozulma-gy	Gymmaty (bahasy)	Tehnologiki ýaşy
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
II 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
I <sup>2</sup> L	0,8	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4

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

MDÝ – IMS-iň tehnologiki operasiýasynyň sany 22 bolsa, onda ikipolýarly IMS-leriň taýýarlanylş tehnologiýasynyň operasiýasynyň sany 32. Taýýarlanylş

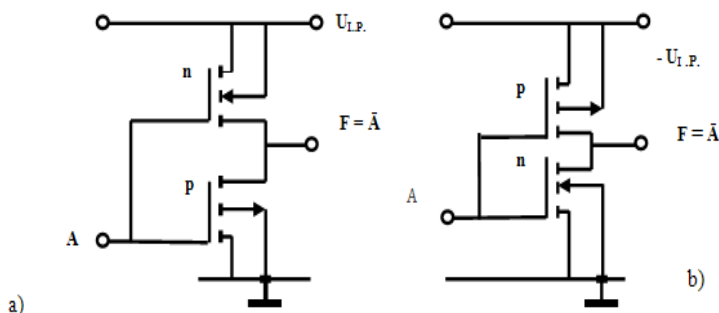
kynçylyklary boýunça-da MDÝ – IMS-iňki ikipolýarly IMS-lerden 30% azdyr.

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 kanalynyň  $n$  – 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 ýygnaýyp, abzallaryň ikisiniň-de burmasyna (zatworyna) girelge signallary berilýär. Şular ýaly birleşmelere komplementor (üstüni ýetirýän) düzümler ( KMDÝ ) diýilýär.



Surat 12.1. Üstüni ýetirýän tranzistorly inwertorlar ( KMDÝ ).

## Logiki we sanly gurluşlar.

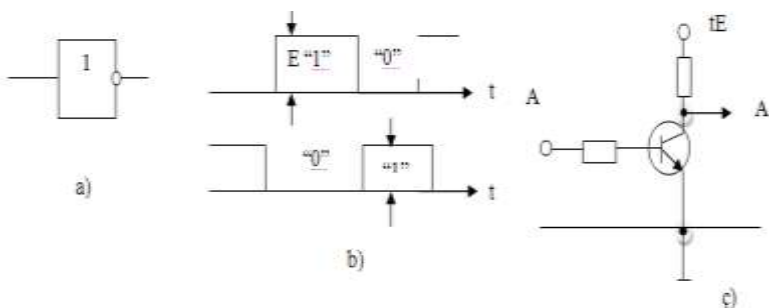
### 13. Logiki elementler

Esasy logiki operasiýalar we olaryň realizasiýasy. Birmanyly kesgitlemek mümkin bolan hakykylyk we hakyky dällik gatnaşyklaryna logiki gatnaşyklar diýilýär. Mysal üçin: "Generator ýakylan"; "Napryáženíýeniň girişinde az wagtda işleýär". Logiki funksiýa  $A=1$ , eger logiki maglumatyň hakykylygy (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 wagtlyň diagrammasy görkezilen  $E$  potensiala logiki funksiýanyň 1-lik belligini kabul edýär, 0 potensial bolsa 0 belligi kabul edýär.



13.1-nji surat. DÄL logiki operasiýasy.

Tablisa 1. DÄL operasiýasynyň hakykylygy

A	$\bar{A}$
0	1
1	0

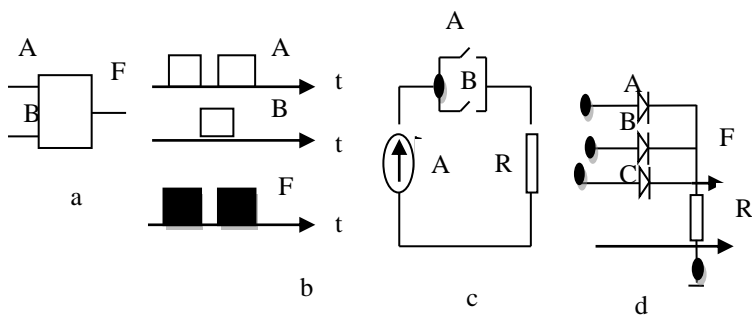
Tablisa 2. Ýa-da operasiýasynyň hakykylygy

A	B	$A+B$
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:  $F=AVB$  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 (13.1 b sur).



13.2-nji surat. Ýa-da logiki operasiýasy.

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

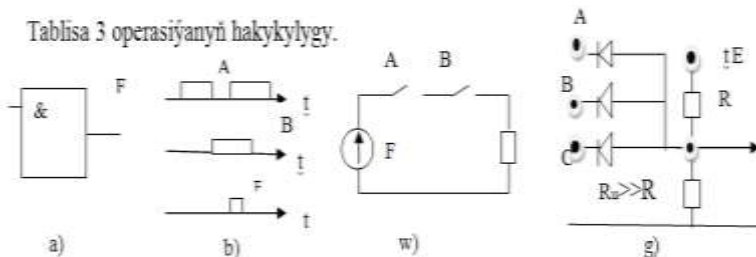
22-nji suratda Shemada eger birinji açar ( $A=1$ ) utgaşdyrylan bolsa ýa-da 2-nji açar ( $B=1$ ) utgaşdyrylsa ýa-da ähli açarlar ( $A=B=1$ ) utgaşdyrylan bolsa onda E potensiala agram düşýär 22 suratda logiki element ÝA-DA diodly çatgy. 3. Operasiýa we (U) (logiki köpelmeye ýa-da konýuksiya)  $F=AB$  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	$F=A \wedge B$
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.



Sur 13.3. Logiki operasiýa WE

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

Garşylykly ýagdaýynda açyly diod ýüki şuntirleýär we oňa potensial açyk diod  $U_{çyk}$  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.

### 13.1. 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.

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

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

1. Tranzistorlanan tranzistorly logika (logiki TTL-görnüşü).

WE-DÄL elementiň üçgirişli şekili 4.5. 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,

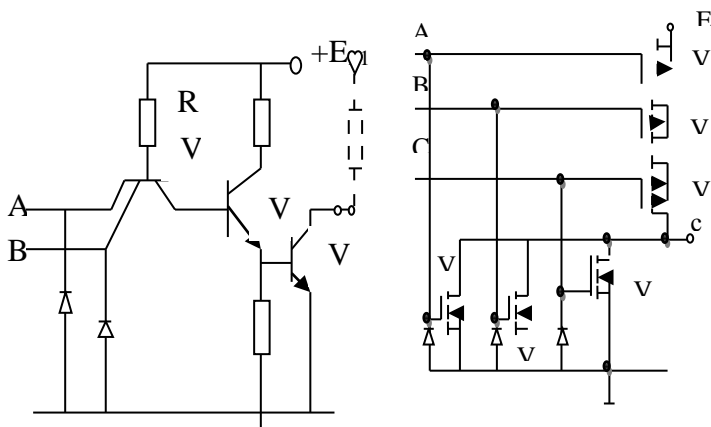
tranzistor ýapylýar, oňa kollektor +En golaý ýokary potensial berýär. (signal 1) (tabl. 4.).

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 elementSignal emele gelýär.

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

Suratdaky punktir bilen R rezistoryň elemente utgaşdyrylyşy, başga iýmit çeşmesiniň baglanşygy, naprýaženiýanyň dürli görnüşlerinde dürli iýmit çeşmelerinden işleýjileriň shemanyň dürli böleginde gatnaşygy görkezilen.

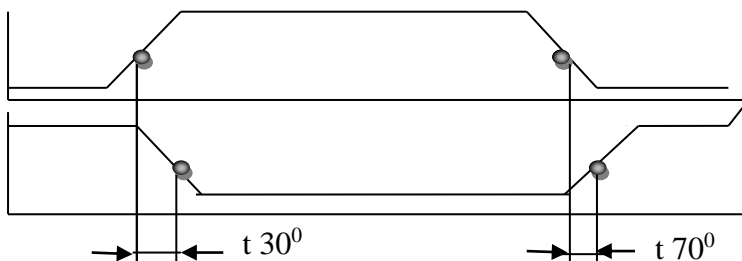


1.

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 täsirliligi bilen TTL – görnüşli shemalardan tapawutlanýar. Meýdan tranzistorlarynyň ulanylyşynyň dürli görnüşleri, geçirijileri bar. Olar p- we n- tipli kanallar. ÝA-DA-DÄL girişli elementiň 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.

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. Iýmitlendiriji 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 ýymitlendiriji çeşmeden kuwwat ýetirijiligi;

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

$I_{\text{gir}}^1$  – 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;

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

$K_{\text{birl}}$  – 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.  $K_{\text{birleş}} = 8$ );

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

$T^{0,1}_{\text{ог}}$  we  $t^{1,0}_{\text{ог}}$  – parametri, elementleriň çatylmagynda 0 we 1 ýagdaýyny häsiýetlendirijiler we tersine. (olaryň ähmiýeti 4.8. suratda düşündirilýän).

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

#### 14. Kontrollerler

$Q_{1A}$  ýagdaýdaky MVI A,Z maglumatlaryň komandaly geçirilişinde, akkumulýatora gönüden-göni  $Z_1$  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 –  $Q_2$ -kä X4 getirýär (1.11-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 akkumulýatora girizilýär we hemme ustawkalar bilen yzygiderlikde deňleşýär. JZ komandaly şertleýin geçişde, soralyan ustawkalaryň biriniň, akkumulýatoryň 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.

[illegible]

Kontrolleriň ýadynyň göwrüminiň bahasyz ulalmagynyň şertinde, ýeke wibratordan boýun gaçyryp, programmalaýyn ýol bilen saklanmany amala aşyryp bolýandygyny belläliň. Munuň üçin S signaly (14.1-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

7-nji tablisa. 10 sek. saklanmaly programma

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

## 15. Mikroelektron sanly – analog we analog – sanly öwürüjiler

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 wagty köpeliýär, bu san sistemalarynyň öndürmegini kemeldýär. Bu kemçiligi aýyrmak üçin köp göwrümlü huşly sistemalarda urarhatiki struktura zu ulanylýar. Şol wagty sistemalarda dürli göwrümlü we tizleşýiji 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 göwrümli zu içinde saklanýar.

San sistemalarda içki we daşky zu ulanylýar. Daşky zu uly göwrümli 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, çeye 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 köplügiri özgerýär, köplenç  $U_{çyk}$  naprýaženiýany. Her bir razrýad özüniň "WES"-ne eýedir.

SAP işini aşakdaky formula arkaly düşündirip bolýar.

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

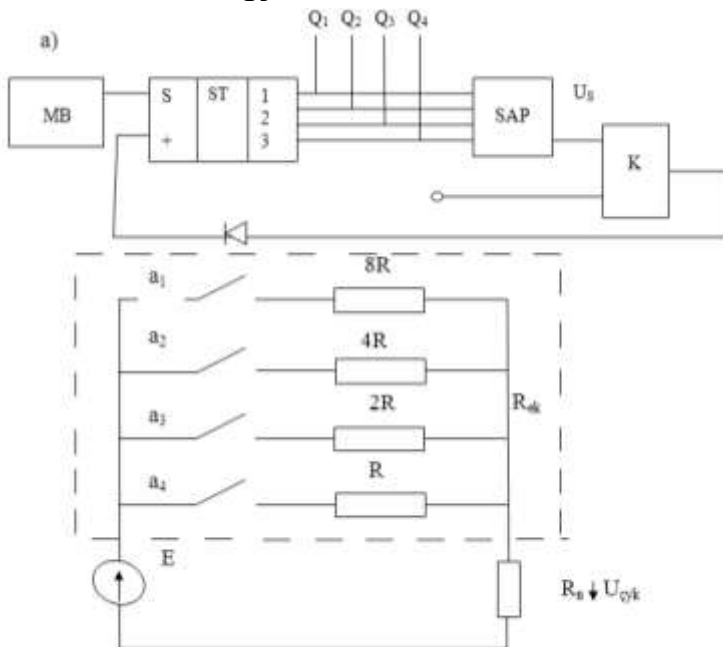
Nirede  $\ell$  - kiçi razrýadyň agramyna deň gelýär naprýaženiýe;  $Q_i$  – ikilik kodyň  $i$  razrýadyň ähmiýeti.

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

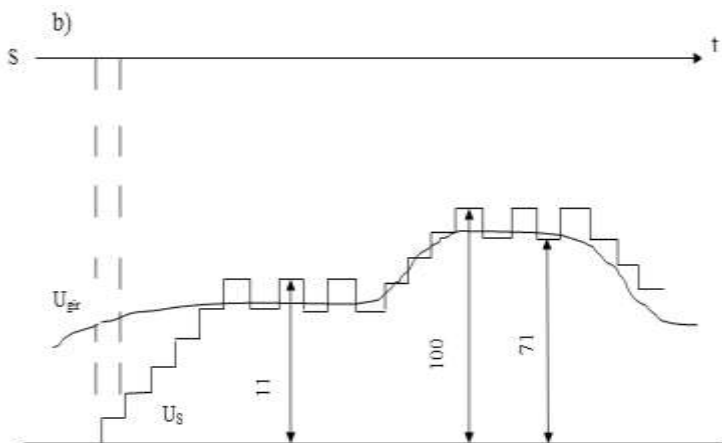
$$U_{\text{çyk}} = \frac{ER_M}{R_{\text{ƏK}} + R_M} = ER_M / R_{\text{ƏK}}$$

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

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



15.1-nji surat . San-analog özgerdijisi



## 16. Triggerler

### 16.1. Triggerler hakda umumy maglumatlar.

Kesgitlemesi : Triggerler iki sany durnukly ýagdaýy bilen häsiýetlenýän sifrli gurnamalaryň elementidir.

Signallaryň esasy we kömekçi maglumat signallaryna bölünüşleri ýaly, trigger elementleriniň-de girelgesi maglumatlar (informasiýalar) üçin esasy we kömekçi girelgelere bölünýärler.

Maglumat üçin niýetlenilen esasy girelgä berilýän signallar triggeriň ýagdaýyny dolandyrýar.

Kömekçi girelgä berilýän signallar bolsa, triggeriň işläp başlamagynyň ön ýanynda- onuň ýagdaýyny sinhron saklamak üçin hyzmat edýär.

Triggerler –özlerine mahsus bolan birnäçe alamlary boýunça dürli-dürli toparlara (klassifikasiýalara) bölünýärler:

1.Triggerleriň funksional mümkinçiliklerine görä bölünüşleri:

Aýratyn 0 we 1 görnüşde oturdylan sifirleri bilen (RS-trigger); Rezet- zýňylmak (iňlis), Set- oturtma (iňlis);

Girelgä gelyän maglumatlary bir-birden kabul edýänligi bilen

(D-trigger); Delaý (iňlis)- saklanmak. Başgaça görnüşi DV-triggerdir, onuň kömekçi V-girelgesi bolup, girelgesine gelyän maglumatlar boýunça ýazgylar geçirmek üçin ýörite ygtyýarly signallar berilýär Valve- klapan (iňlis).

ç) Girelgesini 0 we 1 görnüşde towlap sanaýan trigger (T-trigger) Toggel- (iňlis sözi – towlandy diýmek). Başga görnüşli hasap edilyän TV- triggerler hem ulanylýar. Bu triggeriň-de kömekçi V- girelgesi bolup, girelgesine gelyän maglumatlar boýunça ýazgylar geçirmek üçin ýörite ygtyýarly signallar berilýär.

d) Uniwersal trigger (JK- trigger). Bu JK – triggerde gadagan edilen

ýagdaý ýokdur. Diýmek, ýokarda agzalan islendik triggeriň deregine

ulanmak bolýar. (JK)- Jump+ Keep. (iňlis) – üstünden zýňmak –

saklamak.

Maglumatlary (informasiýalary) kabul etmek usuly boýunça triggerler asinhron we sinhron diýilýän iki topara bölünýärler.

Asinhron triggerler – girelgesinde maglumatlaryň signallary dörän wagty işläp başlaýar.

Sinhron triggerler - bolsa diňe ýöriteleşdirilen girelgelerinde sinhronlanan C maglumatlaryň signallary berilende duýýar we işläp başlaýar.

Clock- wagt, sagat (iňlis).

Sinhron triggerleri dolandyrmak usuly boýunça statiki we dinamiki dolandyryşlara bölýärler.

Statiki dolandyrylýan triggerler, haçanda olaryň C-girelgesine berilýän maglumatlaryň signallary 1-derejeli signal bolanda duýýar.

Triggerler özleriniň gurluş çylşyrymlyklaryna görä birbasgançakla we ikibasgançakla bölünýärler.

Birbasgançakly triggerlerde onuň ýeke-täk basgançagy bir gezek maglumat bilen doldurylýar.

Bular ýaly triggerlerde maglumatlaryň ýazylyşy-wagt boýunça üznüksiz üýtgeýan prosesiniň ýagdaýyny durnukly saklamak üçin maglumatlaryň signallarynyň üsti bilen amala aşyrylýar.

Ikibasgançakly triggerlerde maglumatlaryň signallary bilen iki basgançagy-da doldurylýar. Olar Sinhron (taktly) impulsar bilen dolandyrylanda ilki bilen birinji basgançagyň maglumatlary ýazylýar, soňra ikinji basgançagyň maglumatlary ýazylýar, olaryň netijeleri bolsa triggeriň çykalgasyndan alynýar.



Shemalarda birbasgançakly triggerler bir sany T-harpy bilen, ikibasgançakly.

Yzygider birikdirilen iki sany sinhron RS- triggere ikibasgançakly triggerler diýilýär ýa-da MS- triggerler (Master-slave flip-flop, Iňlisçe) diýilýär.

Bu iki triggerleriň birinjisine alyp baryjy ýa-da S-trigger diýilýär (Slade – işçi, hyzmatkär- iňlis).

Flip- flop trigger [durydäl trigger – (ptiklenip – şappatlanmak) iňl.]

Bu trigger öz ýagdaýyny diňe C – girelgesinde signalyň kesmeginde üýtgedip bilýär.

MS- triggeriň kiltli triggerlerden tapawudy dury-däldigidir ýagny  $C=0$  we  $C=1$  bolanda-da R we C girelgeleriniň dury (açyk) däldigidir.

## **17. Ýagtylyga duýgur abzallar**

### **17.1. Ýagtylyga duýgur abzallar hakda umumy maglumatlar.**

Kesgitlemesi. Ýagtylyga duýgur abzallar (optiki şöhleleri kabul edijiler) diýlip, optiki diapazonda elektromagnit şöhlenenmegi tapyp bilýän ( duýýan ) hem-de şol şöhleleri ölçäp bilýän abzallara aýdylýar.

Ýagtylyga duýgur abzallar – elektromagnit energiýalaryň şöhleneniş hadysasyna esaslanyp, olary başga elektrik signallaryna, (başga energiýalara, meselem görünilýän optiki şekillere) öwürip bilýän abzallardyr.

Klassifikasiýalary (toparlara bölünişleri) : Ýagtylyga duýgur abzallary – fotoelektronly, fotoelektrikli, ýylylykly ýaly üç topara bölýärler :

1. Fotoelektronly abzallaryň işleýiş prinsipleri daşky fotoeffektlere hem-de wakuumly ýa-da gaz bilen doldurlan abzallardaky döredilýän elektrik meýdanynyň täsirinden hereketlendirilýän elektronlaryň akymyna esaslanýarlar. Käbir abzallarda bolsa içki fotoeffektler ( widikonlara ) we ýylylyk effektlere

( Piro-widikonlara ) esaslanýarlar ( Piro-ýanýan, ýangyn – Grek sözi, Widio-görmek-Latyn, eikon – şekil – Grek sözlери).

Olara degişli abzallar : Telewideniýelerde ulanylýan elektron şöhlelerini döredýän turbalar, fotoelektronly köpeldijiler ( FEK ), fotoelementler, elektronly-optiki özgerdijiler, fotoelektronly özgerdijiler, fotoemissiýaly ýüwürük (ylgaýan) tolkunlaryň çyralary we başgalar.

2. Fotoelektrikli abzallaryň işleýiş prinsipleri içki fotoeffektlere hem-de ýarymgeçirijileriň taýýarlanýş tehnologiýasyna esaslanýar.

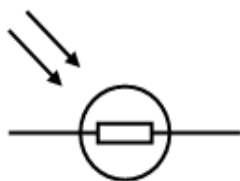
Olara degişli abzallar. Fotorezistorlar, fotodiodlar ýarymgeçirijilerden ýasalan fotoelementler ( Gün elementleri ),

fototranzistorlar, fototiristorlar, zaryadlary äkidýän ýagtylyga duýgur abzallar (ZÄÝDA).

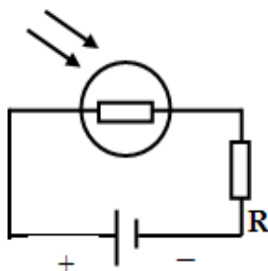
3.Ýagtylygyň ýylylyk täsirine has duýgur abzallara ýylylygyň abzallary diýilýär. Ýylylyk abzallarynyň işleýiş prinsipi şöhleleriň ýuwdulan wagty, abzallara edýän täsirinden temperaturanyň garşylygynyň üýtgemeginiň duýgurlygyna esaslanýar ýa-da temperaturanyň üýtgemegi netijesinde birnäçe kristallaryň üstlerinde elektrik zaryadlarynyň toplanýanlygy sebäpli garşylygynyň üýtgeýiş duýgurlygyna esaslanýar. Olara degişli abzallar : Ýarymgeçiriji bolometrlar, şöhlelenýän piroelektriki ýükler, bolometriki ýylylygy kabul edýän gurnamalar ( ÝKEG ) .

Ýagtylyga duýgur abzallarda bolup geçýän esasy fiziki hadysalar.

Daşky fotoeffekt. Daşky fotoeffekt diýlip, elektromagnit şöhleleriniň jisimler tarapyndan ýuwdulýanlygy sebäpli jisimlerden wakuuma tarap elektronlaryň emissiýalanmak hadysasyna aýdylýar.



**a-belgilenşi**



**b-shemalara  
birleşdirlişi**

Jisimiň üstüne düşýän elektromagnit şöhlelerindäki fotonlaryň energiýasy elektronlara goşmaça energiýa bermek üçin harçlanýar.

Şu energiýanyň hasabyna elektron özüniň  $m_e$  – massasy bilen  $A_{\text{çyk}}$  – işi ýerine ýetirýär we  $V$  – başlangyç tizligine eýe bolýar.

Ýokardaky aýdylan energiýa, iş, tizlik we massa ýaly ululyklaryň özara matematiki baglanşyklary Eýnşteýniň deňlemesi bilen aňladylýar.

$$h\nu = A_{\text{çyk}} \frac{m_e V^2}{2}$$

Bu ýerde  $h=6,626 \cdot 10^{-34}$  Joul-sek;  $V$  – elektromagnit şöhlelenmegiň ýygylgy.

Fotorezistorlaryň şertli belgilenişi we elektrik shemalaryna çatylyşy hem-de olaryň dürli elementler üçin häsiýetnamalary 8.10-njy çyzgyda görkezildi.

## 17.2. Fotogalwaniki elementler.

Fotogalwaniki element diýlip, ýagtylyk energiýasyny göni elektrik energiýasyna öwürýän ýarymgeçirijiden ýasalan abzallara aýdylýar.

Olaryň işleýşi fotogalwaniki effekte esaslanýar. (Bu effekt 7-nji bapda giňişleýin seredilipdi).

Fotogalwaniki elementler, başgaça-da dürli-dürli atlandyrylýar : Wentilli (diodly), fotoelement, ýarymgeçiriji fotoelement, Gün elementleri we ş.m.

Fotogalwaniki elementler Gün batareýleri hökmünde elektrik energiýany öndüriji çeşme hasaplanylýar we durmuşda, ösen tehnikalarda giňden ulanylýar.

Meselem fotometriýada, awtomatikada, ýagtylygy ölçeýji abzallarda (Lýuksmetrlerde), suratlar alynanda we kinolara düşürilende bolmaly ýagdaýy (ekspozisiýany) kesgitlemek üçin eksponimetrler hökmünde-de ulanylýar.

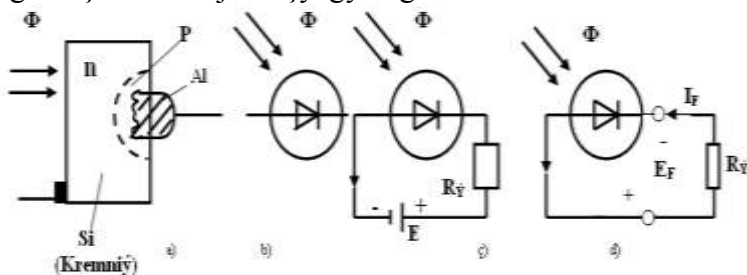
Fotogalwaniki elementler özleri üçin aýratyn iýmitlendiriji çeşme talap etmeýär. Şular ýaly elementleri taýýarlanlarynda Kremniý, Selen, Germaniý we başga-da birnäçe ýarymgeçirijiler giňden ulanylýarlar (ozal belläp geçişimiz ýaly, ähli p-n geçişler şol elementlerden döredilýär).



### 17.3. Fotodiodlar.

Ýagtylygyň akymy bilen togy dolandyrylýan ýarymgeçiriji diodlara fotodiod diýilýär. Fotodiodyň düzümi iki gatladan ýygynan bir sany  $p-n$  – geçelgeli abzaldyr (17.3.1-nji a çyzga seret).

Elektrik shemalarynda fotodiodlaryň grafiki görnüşde şertli belgilenişi 17.3.1-nji b çyzgyda görkezildi



17.3.1-nji çyzgy. Fotodiodlaryň şertli belgilenişleri we elektrik shemalaryna çatylyşlary : a – düzümi; b – belgileniş; ç, d – shemalara birleşdirilişi.

Fotodiodyň bölegi hökmünde Kremniý, Germaniý, Arsenid-Galliý ýaly ýarymgeçirijiler ulanylýarlar. Fotodiodyň işleýiş düzgünini iki hilli ýagdaýda düşündirip bolýar. Fotodiodly we 2) Fotogalwaniki düzgünler.

Fotodiodly düzgün bolanda daşky iýmitlendiriji çeşmäniň  $E$  – EHG-si bilen fotodiodyň polýarlary özära ters birleşdirilýärler (8.13-nji ç çyzga seret). Bu düzgünde fotoeffekti ulanmak bilen, fotodiodda döreýän  $I_F$  – tok bilen belgilenen ters togy, ýagtylygyň akymy bilen dolandyrylýar.

Fotogalwaniki düzgün bolanda daşky iýmitlendiriji çeşme bolmaýar (17.3.1-nji d çyzga seret) . Bu düzgünde fotogalwaniki effekti ulanmak bilen, fotodiodda döreýän  $E_F$  – EHG-ni ýagtylygyň akymy bilen dolandyrylýar.

#### 17.4. Fototranzistorlar.

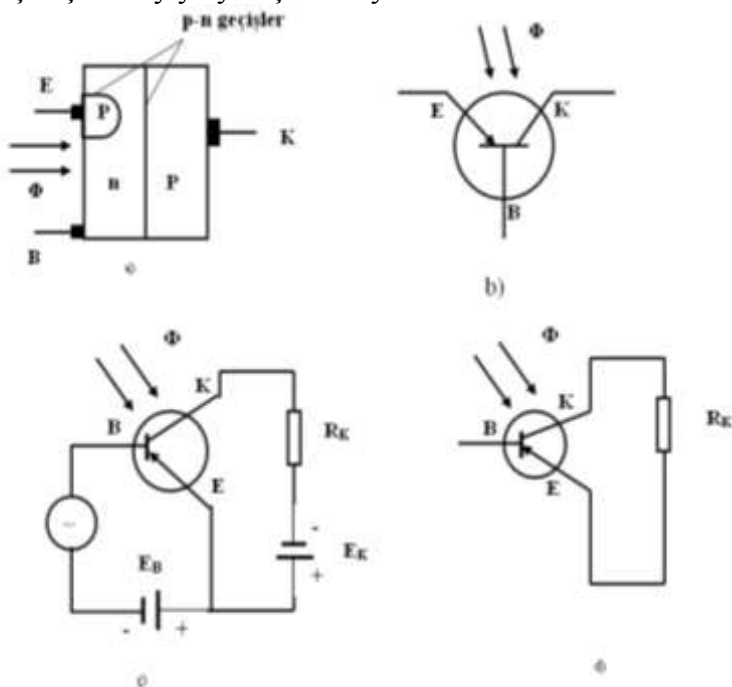
Fototranzistorlar – üstünden geçýän toguny ýagtylygyň  $\Phi$  – akymy bilen dolandyryp bolýan, gurluşy boýunça adaty tranzistorlara meňzeş abzaldyr. Has takygy, tranzistorlaryň gurluşy iki polýarly tranzistorlara meňzeşdir. Emitterli we kollektorly iki sany  $p-n$  geçelgesi bolup  $p-n-p$  ýa-da  $n-p-n$  görnüşde ýygnaýlarlar. Bazasy hasap edilýän gatlagy örän ýuka taýýarlanylýar.

Düzümi ýarymgeçiriji kristallardan ýasalan fototranzistorlar ýöriteleşdirilen korpusyň içinde ýerleşdirilýär. Oňa ýagtylygyň şöhlesi düşüp durar ýaly korpusyň oňaly ýerinde aýna böleginden ýasalan dury penjire berkidilýär. Fototranzistoryň gurluşy, şertli belgilenişi we shemalara çatylyşy 8.17-njy çyzgyda ýerleşdirildi. Iýmitlendiriji çeşmäniň zynjyryna fototranzistoryň çatylyşy adaty ikipolýarly tranzistorlaryň birleşdirilişlerine meňzeşdir, sebäbi emitterli geçelgesine göni naprýaženiýe, kollektorly geçelgesine bolsa polýary ters naprýaženiýe berilýär. Köplenç ýagdaýlarda emitteri umumylaşdyrılan shema ulanylýar (8.17-njy ç çyzga seret).

Köp ulanylýan shemalaryň ýene-de bir görnüşi, ol hem bazasy umumylaşdyrılan shemadyr (8.17-njy  $d$  çyzga seret). Düzümi  $p-n-p$  tertipde gurnalan fototranzistoryň bazasy (ýagny  $n$  – bölegi) ýagtylyk bilen şöhlelendirlende elektron-deşik jübütleri emele gelýärler. Kollektor-emitter aralygy birleşdirilen  $E_K$  – çeşmäniň elektrik meýdanynyň zarbyna deşikler çydaman kollektora tarap geçip  $I_K$  – fototogy döredýärler, elektronlar bolsa  $n$  – bölekde (bazada) toplanyp emitter geçelgedäki potensial päsgelçiligi (barýeri) azaldýar. Netijede, emitterden baza tarap çüwdürlüp akýan (*inžeksirlenýän*) deşikleriň sany (*mukdary*) diýseň çalt köpeliýär we kollektorly geçelgä tarap hereketlenip, onuň üsti bilen kollektora akyp barýarlar. Şular ýaly deşikleriň hasabyna, kollektordaky toguň düzüminde  $I'_K$  – goşulmasy emele gelýär. Kollektordaky  $I_K$  – umumy tok, deşikleriň döredýän  $I_K$  –

tokdan has köp derejede uludyr. Kollektordaky  $I_K$  – togyň şular ýaly birden köpelmegine ýagtylyk akymynyň täsiri bilen düşündirilýär. Diýmek, fototranzistorlary güýçlendiriji abzal hökmünde-de ulanmak bolar.

Ýagtylygyň ýok wagty (*tümlükde*) kollektorly geçelgeden diňe tümlük wagty döreýän  $I_T$  – tok akýar. Beýle bir uly bolmadyk bu tok, deşikleriň emitter geçelgesinden  $n$  – bazanyň içine girip, soňra kollektor geçelgesini böwsüp kollektora tarap geçýär. Tümlük wagtyndaky  $I_T$  – toguň kiçijik bolmagyny, deşikleriň baza ( $n$  – bölege) geçenlerinde emitterli geçelgeden potensial päsgelçiliginiň (barýeriniň) köpelyänligi bilen düşündirilýär. Şeýlelikde, kollektordan akýan ähli toklaryň jemini şu aşakdaky ýaly düşündirilýär.



17.4.1-nji çyzgy. Fototranzistorlaryň şertli belgilenişleri we elektrik shemalaryna çatylyşlary : a – düzümi, b – belgilenişi, ç we d – shemalara birleşdirilişi.

$$I_K = I'_K + I_F + I_T = \beta I_F + I_F + I_T = (\beta + 1) I_F + I_T$$

Bu ýerde,  $\beta = h_{21E}$  – tok boýunça güýçlendiriş koeffisiýent. Fototranzistorlarda fototoguň döreýänliginden başga-da signallary güýçlendirmek hadysasy-da bolup geçýär. Sonuň üçin-de bular ýaly fototranzistorlaryň integral duýgurluklary fotodiodlara garanyňda has ýokary bolýar.

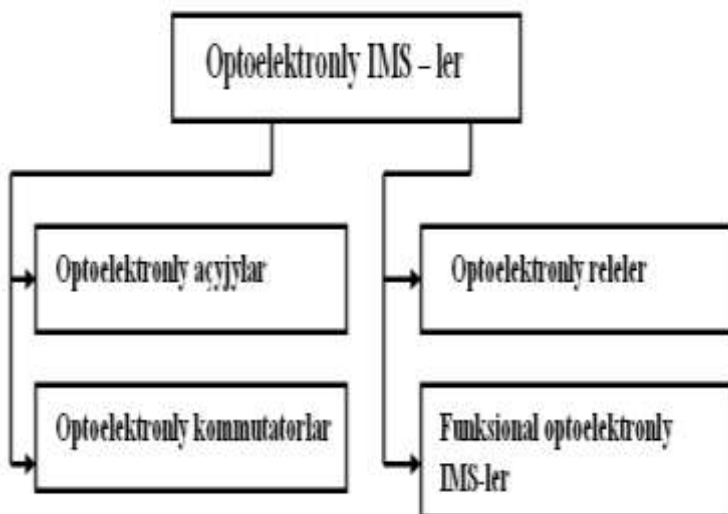
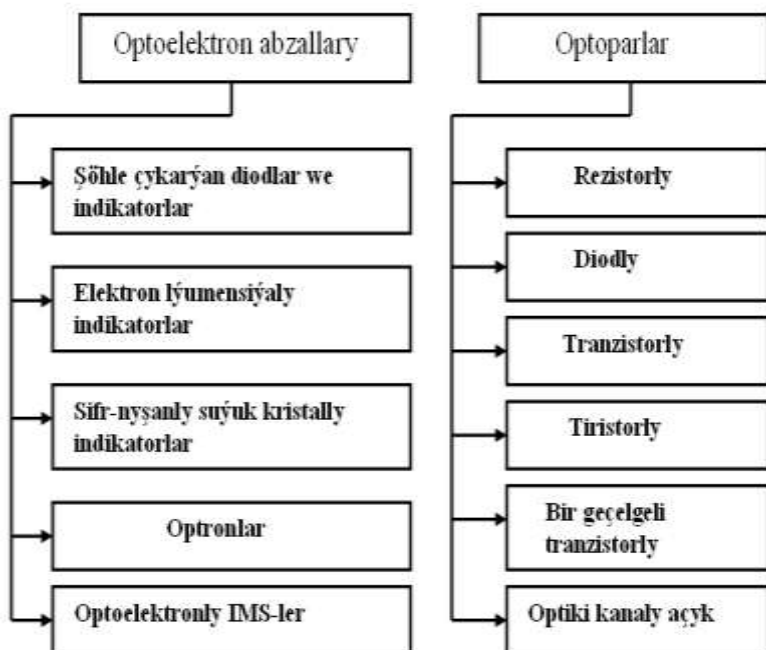
Fototranzistorlaryň Wolt-Amper häsiýetnamalary diýlip kollektordaky toguň kollektor-emitter aralykdaky  $U_{KE}$  – naprýaženiýe bilen ýagtylyk akymynyň hemişelik ( $\Phi = \text{const}$ ) ýagdaýyndaky baglansyklaryna aýdylýar. Şeýle seredeniňde bu baglansyklar adaty iki-polýarly tranzistorlaryň baglansyklaryna juda meňzeşdir. Ýeke-täk tapawudy, ol hem hemişelik saklanýan ululuk adaty iki-polýarly bazadaky  $I_B = \text{const}$  bolsa, fototranzistorlarda ýagtylygyň akymydyr,  $\Phi = \text{const}$  saklanylýar.

### 17.5. Optoelektron abzallary.

Kesgitlemesi. Optoelektron abzallary diýlip, elektrik signallaryny optiki signallara we tersine özgerdip bilýän ýarymgeçirijiden ýasalan abzallara aýdylýar. Optoelektron abzallarda ýagtylygyň şöhlesi bilen onuň iş düzgüni geregiçe dolandyrylýar. Ýagtylyk şöhlesiniň bitirýän işi edil üçelektrodly çyranyň torunyň, tranzistorlaryň bolsa bazasynyň bitirýän işlerine meňzeşdir.

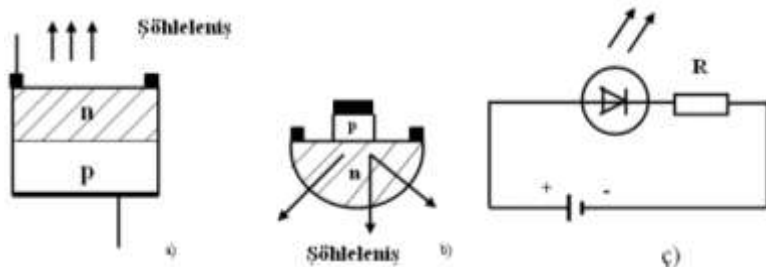
Optoelektron abzallaryny öz bitirýän işlerine laýyklykda şu aşakdaky toparlara bölýärler : 1) optoelektron abzallary ; 2) optoparlar (optojübütler) ;

oproelektronly integral mikroshemalary (IMS).



Mysal hökmünde ýagtylyga duýgur diodlara (şöhledioda) seredeliň. Şöhlediod elektrik energiýany şöhleledýän ýagtylygyň energiýasyna göni özgerdýän bir sany p-n geçişli ýarymgeçirijili abzaldyr.

Şöhlediodlaryň ýasalyşynyň iki görnüşü 17.5.1-nji çyzgyda görkezildi.



17.5.1-nji çyzgy. a – konstruksiýasy tekiz; b – konstruksiýasy ýarymsfera; ç – shemalara çatlyşy.

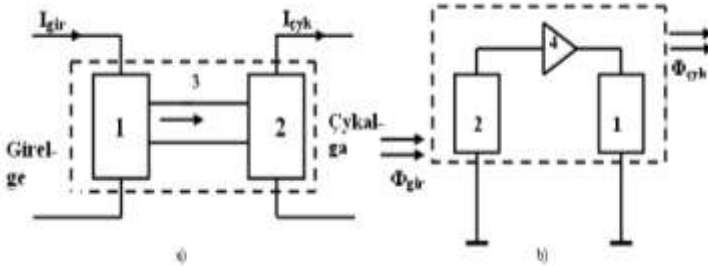
Eger-de şöhlediodlaryň polýarlaryny iýmitlendiriji çeşmäniň polýarlary bilen biratly çatyşdyrsak, onda p-n geçelgeden göni ugur boýunça tok akyp başlar. Öz gezeginde deşikler bilen elektronlaryň p-n geçelgede özara gapma-garşy hereket edenlerinde rekombinasiýa hadysasy döräp, elektronlaryň geçirijilik zonasyndan walentli zona geçýärkän ýol ugruna gadagan zonanyň giňişliginde şöhle görnüşde özünden energiýany bölüp çykarýar. (8.20-nji çyzga seret).

Energiýanyň şöhlä öwrülýändigini diňe gadagan zonasy giň bolan (arsenid galliýde – 1,5 eW, fosforid galliýde – 2,2 eW, karbid kremniýde – 2,5 – 3 eW) ýarymgeçirijilerde görmek bolýar. Meselem ýöne germaniýde ýa-da kremniýde gadagan zonalarynyň örän (dar) kiçdikleri sebäpli, şöhleler spektoryň görünmeýän bölegine ýylylyk görnüşde bölünüp çykýar.

Şöhlediodlaryň esasy häsiýetnamalary hökmünde Wolt-Amper, ýagtylyk we spektral baglanşyklary kabul edilendir. Bu baglanşyklar 8.22-nji çyzgyda ýerleşdirildi.

## 17.6. Optronlar.

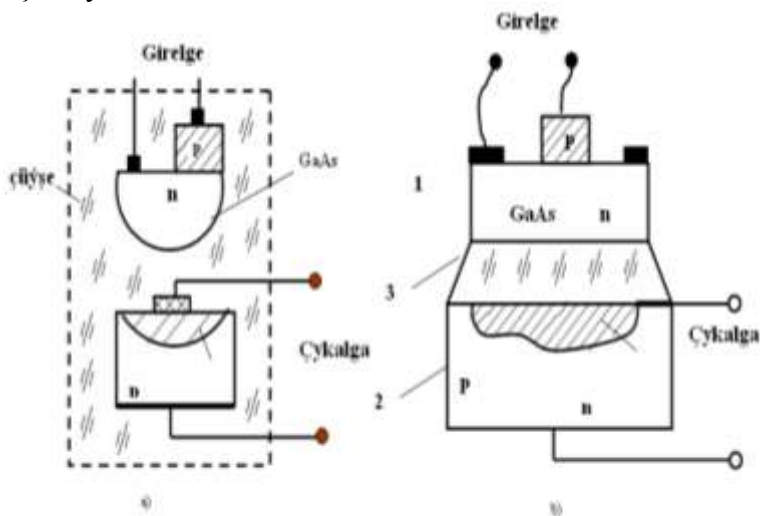
Kesgitlemesi. Optronlar optoelektronly ýarymgeçiriji abzal bolup, düzüminde ýagtylygyň şöhlesini öndüriji çeşmesi we şöhläni kabul ediji ýüki bolup, olar özara ýa optiki ýa-da elektrikleşdirilen optiki birleşdirmeleri bilen üpjün edilen abzaldyr.



17.6.1-nji çyzgy. Optoelektronly elektronlar. a – içi foton daşy elektrik baglansykly, b – içi elektrik daşy foton baglansykly.

Optronlaryň gurluşy (düzümi). Optronyň girelgesindäki we çykalgasyndaky simjagazlara daşky çatymlar diýilse, içindäkilere içki çatymlyry diýilýär. Daşky we içki çatymlarynyň görnüşlerine görä optronlary iki topara bölýärler. Içi foton baglansykly, daşy bilen elektrik baglansykly (17.6.2-nji a çyzgy). Daşy bilen foton baglansykly, içi elektrik baglansykly (17.6.2-nji b çyzgy). çyzgylardaky belgileriň beýany : 1 – şöhläni dörediji, 2 – şöhläni kabul ediji, 3 – şöhläni geçiriji, 4 – elektrik signallaryny güýçlendiriji. Içi foton, daşy elektrik baglansykly optronlar elektrik signalyny – optiki signal – soňra ýene-de elektrik signalyna öwüriji bolsa, içi elektrik, daşy foton baglansykly optronlar optiki signaly elektrik signalyna, soňra ýene-de optiki signala öwürüjidir. Optron abzallarynyň gurluşynda iki görnüşi tapawutlandyrýarlar : diskretli korpussyz elementlerden , b) integral mikroelektronly optron. Diskret elementleri korpussyz optronlar, hemme elementleri

bilen metaldan ýasalan germetik umumy korpussyň içinde ýerleşdirilýär.



17.6.2-nji çyzgy: Optronlaryň gurluşlary : a – diskretli korpussyz elementlerden , b – integral mikroelektronly.

Optronyň içine şöhlegeçiriji bolar ýaly ýörite aýna böleklerini eredip guý- ýarlar. Şular ýaly optronlaryň dört sany çykalga simi bolup, olaryň ikisi girelge, ikisi bolsa çykalga üçindir (17.6.3-nji çyzga seret). Mikroelektronikada optron abzallary integral tehnologiýasynyň usuly bilen taýýarlanylýar. Integral tehnologiýasynyň usuly bilen taýýarlanylýan IMS-optronyň gurluşy 8.24-nji b – çyzgyda görkezildi. Şeýle mikroelektronly optronlaryň esasy n – tipli kremniýden bolup, onuň ýokarsynda p – gatlak emele gelenden soň planlaşdyrlan – diffuziýa boýunça şöhle kabulediji formalanýar (kemala gelýär). Emele gelen p-n geçelgeli gurluşa fotodiod diýilýär. Onuň-da ýokarsyndan şöhlegeçiriji 3 – Selenli-aýna ýerleşdirilýär. Şol Selenli-aýna böleginiň üstünden n – tipli GaAs – Arsenid galliý berkidilýär. Arsenid galliýniň ýokarsynda bolsa diffuzirlenen p – gatlak



formalanýar (kemala gelyär). Her bir gatlakda-da daşky shema bilen birleşdirmek üçin Om garsylykly sim çykalgalary bilen üpjün edilýär. Şeýlelikde, biz diodly optron abzala seretdik. Bu abzallarda ýagtylygyň çeşmesi şöhlédiod bolup, kabuledijisi fotodioddyr. Şular ýaly diodly optronlaryň garşylygy örän uly ( $10^2 - 10^4$  MOm) töweregi bolup, daşky shemalar üçin (optronyň girelgesinde-de, çykalgasynda-da) ýapyk ýagdaýy emele getirýär. Optronda şöhläniň döremegi bilen onuň girelgesindäki we çykalgasyndaky garşylyklar  $10^2 - 10^4$  Oma çenli kiçelýär. Şeýle çalt kiçelmek ýa-da ulalmak toguň  $10^6 - 10^7$  Gs töweregi ýygýlykda amala aşýar. Şeýle optronlar shemalary açmak – ýapmak üçin açar hökmünde giňden ulanylýar.

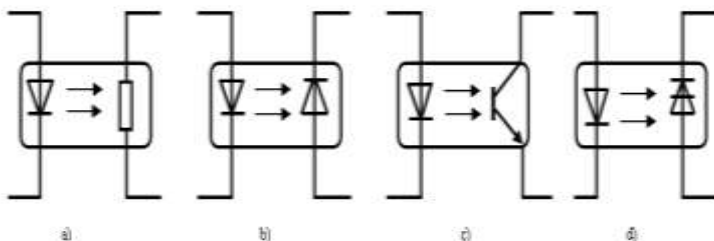
Tranzistorly optronlar. Bu abzallarda kabulediji hökmünde fototranzistorlar ulanylýar. Tranzistorly optronlaryň ýagtylyga bolan duýgurlygy fotodiodlara garaňda has ýokarydyr. Şonuň üçin-de, tranzistorly optronlar ykdysady tarapdan has tygşytlý hasap edilýär. Daşky shemalary açyp – ýapmak mümkinçiligi  $10^5$  Gs töweregi ýygýlykda amala aşýar.

Tiristorly optronlar. Bu abzallarda kabulediji hökmünde fototiristorlar ulanylýar. Tiristorly optronlaryň girelgesinde kiçijik (  $10$  mA töweregi) impulsly tokda, onuň çykalgasynda örän ullaňan (  $5$  A töweregi ) toguň impulsyny işletmäge mümkinçilik döredýär. Şular ýaly tiristorly optronlar uly kuwwatly daşky shemalar üçin giňden ulanylýar. Ýokarda seredilen üç sany optronlaryň üçüsi-de gözaçyp-ýumasy salymda, tiztäsirli hem-de çylşyrymly shemalary açmak we ýapmak üçin, ýagny iki ýagdaýly açar hökmünde giňden ulanylýar.

Dürli häsiýetli elektrik zynjyrlaryny kontaktsyz awtomatiki usulda dolandyrmak gerek bolsa rezistorly optronlar (ýagtylygy kabul ediji fotorezistorlar) ulanylýar. Bu optronlaryň tiz-täsirligi beýle bir ýokary bolmasa-da, girelge signallary üçin giň diapazony we girelgedäki toklaryň tempiniň kiçiligi bilen tapawutlanýar.

Has çylşyrymly optronlar, ýagtylygy ýuwutmakdan ýa-da şöhlendirmekden başga-da çykalgasy güýçlendiriji abzal hökmünde-de ulanylýar. Şeýle çylşyrymly optronlaryň elementleriniň hemmesi integral tehnologiýanyň usuly bilen bir bitewi korpusda ýerleşdirilýär.

Optronlaryň shemalarda grafiki görnüşde şertli belgilenişleri 8.25-nji çyzgyda görkezildi.



17.6.3-nji çyzgy: Optronlaryň shemalarda grafiki görnüşde şertli belgilenişleri:

a – rezistorly optron, b – diodly optron, c – tranzistorly optron, d – tiristorly optron.

## 18. Mikroprosesoryň umumy häsiýetnamasy. Mikro-EHM - lere gysgaça syn. Mikroprosesoryň kuwwaty.

Ilkinji EHM - ler geçen asyryň 50 - nji ýyllarynda döredi. Ol EHM-lerde esasy logiki elementleri düzmek üçin elektrowakum lampalary peýdalanylyardy. Şol lampalaryň kömegi bilen wentilleri we triggerleri - hasaplamalary ýerine ýetirýän, maglumatlary ýatda saklaýan we dolandyryýan gurluşlary düzülýär.

Triggerleri ýa-da summatorlary döretmek üçin köp wentiller gerek. Şonuň üçin lampalardan duran (düzülen) EHM-ler köp ýeri tutýardy, ölçegi örän ulydy. Mundan başga-da elektrowakum lampalar köp ýylylyk bölüp çykarýardy. Şonuň üçin ol döwrüň EHM-ni ýörite sowadýş ulgamy arkaly sowatmaly bolýardy.

50-nji ýyllaryň soňunda elektrowakum lampalar ýarym geçiriji elementler - diodlar we transiztorlar bilen çalşyrylyp ugrady. 60-njy ýyllardan EHM-i ýarym geçiriji elementleriň

üsti bilen kämilleşdirmek dowam etdi. 60-njy ýyllaryn ortalaryna, 70-nji ýyllaryň başyna ýarym geçiriji elementleri integral shemalara ýygnamak başlanýar, ýagny uly integral shemalar (UIS) düzülýär.

UIS-leriň döremegi EHM-leri täze ösüş etabyna itergi berdi we mikroprosessorlar döredi. 80-nji ýyllaryň başlaryna bolsa personal kompýuterler döredi.

Mikroprosessorlar (prosessorlar) kompýuteriň esasy elementidir. Olar maglumatlary işläp taýynlamaga niýetlenen enjamlardyr. Maglumatlary işläp taýynlamak - maglumatlar bilen hasaplama geçirmäge we olary dolandyrmaga syrykdyrykýar. Hasaplama işlerini geçirmäge niýetlenen gurluşa arifmetiko - logiki gurluş (ALG) diýilýär. Ol ALG, ADD, SUBTRACT, AWP, OR görnüşli funksialary ýerine ýetirýär.

Mikroprosessoriň (MP) beýleki bir esasy işleriň biri ulgamy dolandyrmakdyr. Dolanyryjy shemalar maglumatlary işläp bejermek üçin amatly görnüşe getirýärler (dekodirleýärler), hem-de maglumatlary işläp bejermegiň nähili yzygiderlikde geçmelidigini kesgitleýärler.

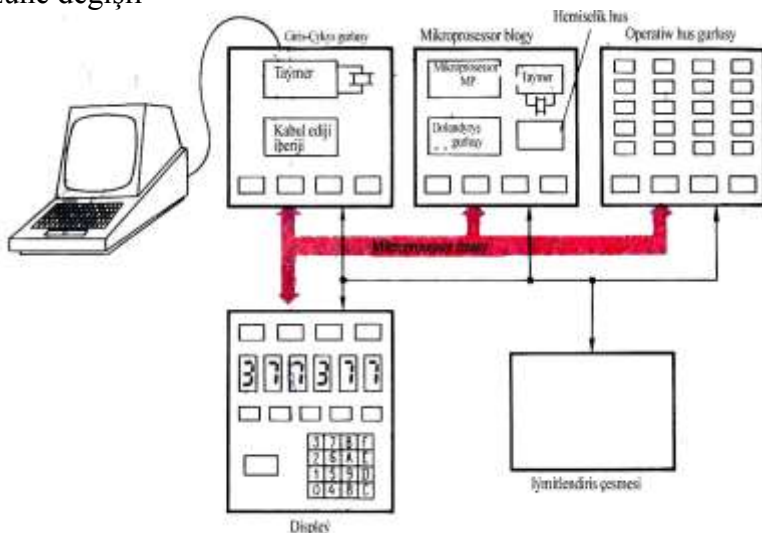
Şeýlelikde Mikro - EHM - ler doly derejede taýynlanan hasaplaýyş ulgamydyr. Onuň merkezi elementi bolsa MP - dir. Umumy ýagdaýda EHM - ler aşakdaky bloklardan ( ulgam platalaryndan) durýar: MP, huş gurluşy, giriş-çykyş gurluşy. Bulardan başga-da her bir elektron enjamynda bolşy ýaly iýmitlendiriş çeşmesiniň blogy bar. EHM - daki hemme bloklar şinalar diýilýän signal liniýalary bilen biri-birine baglanandyr.

MP-niň blogy takt signallarynyň generatoryny - Taýmeri (T) we hemişelik huş gurluşyny (ROM-Read Only Memory) öz içinde saklaýar.

Giriş - çykyş gurluşy maglumaty EHM-e girizmek okamak, görmek üçin zerur bolan elementleri we uniwersal asinhron kabul ediji we iberijini (UAKI) saklaýar.

Huş gurluşy maglumatlary ýatda saklamak üçin ulanylýar we maglumatlar işläp bejermekde ulanylýan energiýa bagly bolmadyk ýatda saklaýan elementleri öz içinde saklaýar.

Her bir tehniki serişdede bolşy ýaly MP-iň her görnüşiniň özüne degişli



18.1-nji surat. EHM - iň umumy struktura shemasy (blok çyzgysy).

kuwwaty bolýar. MP-iň kuwwaty diýip onun maglumaty işläp bilijilik ukybyna düşünilýär. Ol 3 ululyk bilen häsiýetlendirilýär:

1. *Maglumatyň söz uzynlygy;*
2. *Huşuň adresleriniň söz uzynlygy;*
3. *Komandanyň ýerine ýetiriliş tizligi.*

MP-niň maglumat söz uzynlygy 4, 8, 16, 32, 64 bit bolýar we bit sany näçe uzyn bolsa şonça-da MP kuwwatlydyr.

EHM huşdan maglumat aljak bolanda, şol maglumatyň ýerleşýän huş öýjükleriniň adresine ýüzlenýär. Adresler 2 - lik ulgamda bolup, näçe kân bolsa, huşda şonça-da köp komanda ýa-da maglumat ýerleşdirip biler.

MP-niň kuwwatyny häsiýetlendirýän 3-nji ululyk-takt ýygylgydyr, ýagny komandany huşdan alyp ony ýerine ýetirmek üçin gerek bolan wagtdyr. MP-niň takt ýygylgy näçe uly bolsa bir komandany ýerine ýetirmek üçin şonçada az wagt gerek bolýar.

### **19. Mikroprosessoriň içki gurluşy.**

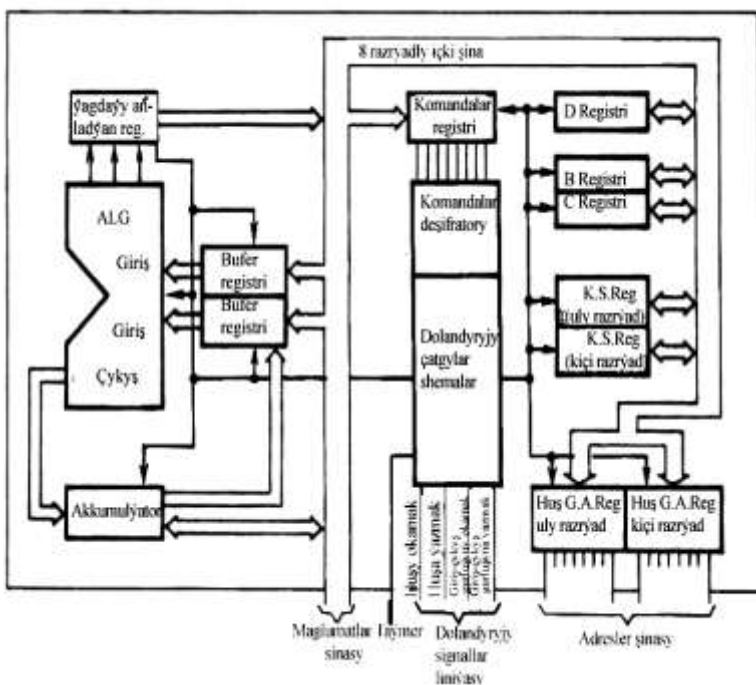
#### **ALG (arifmetiki logiki gurluş), MP - niň registrleri.**

ALG - MP-niň esasy işleriniň birini - maglumatlary işläp taýýnlamagy ýerine ýetirýär. ALG - de 2 giriş 1 çykyş bardyr. ALG- niň 2 girişiniň her birine bufer registrleri birikdirilendir (5-nji surat.). Ol registrler maglumatlary wagtlaýyn ýatda saklamaga niýetlenendir. ALG - niň çykyşy bolsa akkumulýatora baglanandyr. Akkumulýator işläp taýýarlanan maglumaty ALG - den alyp ýatda saklaýar. Akkumulýator ALG - niň çykyşyna hem girişine hem baglydyr. Şonuň üçin ALG maglumaty akkumulýatordan hem alyp bilýär. ALG - niň ýerine ýetirýän işleriniň mukdary MP - niň görnüşine berk bagly bolýar.

Registrler MP - niň esasy düzüm bölegi bolup, MP -niň logiki funksalaryny ýerine ýetirmekde ulanylýar. Registrleriň bir böleginiň hersiniň aýratyn ýerine ýetirýän işi bolsa, beýleki bölegi MP - niň we programmistiň işini ýeňilleşdirmek üçin ulanylýar. Umumy alanyňda her bir MP - de aşakdaky ýaly 6 görnüşli registrler bar. Olar:

- ✓ *ýagdaý aňladýan registrler;*
- ✓ *bufer registrleri;*
- ✓ *huş gurluşynyň adresleriniň registrleri;*
- ✓ *komandalar registri;*
- ✓ *komandalary sanajy registrler we*
- ✓ *akkumulýatordyr.*

Bu registrleriň hersiniň aýratyn ýerine ýetirýän işleri bardyr.



19.1- nji surat. 8 razryadly MP-niň struktur shemasy.

### *Akkümülyator*

Akkümülyator ýokarda ady agzalan registrleriň iň uniwersalydyr. Sebäbi ALG akkümülyatorlary maglumatlary işläp taýynlamakdan ön hem soň hem ulanýär. Akkümülyator ALG-niň hemme operasiýalaryna gatnaşýar. Akkümülyatoryň razryad sany MP-niň söz uzynlygyna deňdir. Käbir MP-lerde goşalaýyn razryad uzynlykly akkümülyatorlar hem bar. Adatça her bir MP-de 1 akkümülyator bolýar. Käbir MP-ler özünde 2 akkümülyator saklar hem bilýär.

### *Komandalary sanaýjy registr*

Komandalary sanaýjy registr MP-niň esasy registrleriniň biridir. Programma kompýuterlere berlen meseläni çözmegiň yzygiderligini görkezýän komandalar toplumydyr. MP-e

berlen meseläni takyk çözmek üçin komandalary berk zyzgiderlikde ýerine ýetirmek gerek. Komandalary sanaýjy registriň esasy işi hem şu zyzgiderligiň takyk ýerine ýetirilmegidir. Ýagny, programmadaky haýsy komanda ulanyldy, haýsysy ulanylýar, haýsysy hem nobat boýunça ulanylmaga garaşýar. Komandalary sanaýjy registr şu zyzgiderligiň berk ýerine ýetirilmegine gözegçilik edýär.

### *Huş gurluşynyň adresleriniň registri*

Huş gurluşynyň adresleriniň registri - kompýuter her gezek huşa ýüzlenende, huşuň ulanylmaly böleginiň adresini (salgysyny) görkezýär. Huş gurluşynyň adresleriniň registri özünde huş bölekleriniň adresini ikilik san hökmünde saklaýar. Bu registriň çykyşy adresler şinasy diýilip atlandyrylýar. MP huşa näçe gezek ýüzlense huş gurluşynyň adresleriniň registri hem şonça gezek MP tarapyndan ulanylýar. Huş gurluşynyň adresleriniň registri huşuň islendik böleginiň adresine ýüzlenmek üçin razrýady ýeterlik bolmaly. Şonuň üçin bu registr 2 bölege bölünýär we 1-nji bölekde adresleriň uly baýty ýerleşýär, 2-nji bölekde bolsa kiçi baýt ýerleşýär (16 baýt).

### *Komandalar registri*

Komandalar registri ýerine ýetirilýän komandany özünde saklaýar. Komandanyň huşdan alnyp, onuň ýerine ýetirilmegine çenli aralyga **masyn sikli** diýilýär. Masyn sikli 2 bölümden, komandalary saýlamakdan we ýerine ýetrimekden ybarat. Huşdan alnan komanda içki maglumatlar şinasy boýunça komandalar registrine düşýär. Soňra deşifratoryň (dekoderiň) kömegi bilen dekodirlenýär we ýerine ýetirilýär. Komandalar registriniň razrýad sany mikroprosessora bagly bolýar.

### *Ýagdaýy aňladýan registr*

Ýagdaýy aňladýan registriň bolmagy bilen EHM ýönekeý kalkulýätordan (hasap masynyndan) tapawutlanýandyr. Bu

registr programma ýerine ýetirilende käbir barlaglaryň netijesini ýatda saklamaga niýetlenendir. Bu netijeleriň ýatda saklanmagy “Geçişli-böküşli” (programmadaky komandalaryň ýerine ýetiriliş yzygiderliginiň käbir üýtgesikliklere sezewar edilmegi) programmalary ulanmaga mümkinçilik berýär.

Programmada geçiş käbir barlaglaryň netijesi garaşylýan netijä deň bolanda bolup geçýär. Bu netijeler bolsa ýagdaýy aňladýan registrde saklanýar. Ýagdaýy aňladýan registrdäki razryadlaryň ulanylmagy MP-iň täze komandalarynyň döremegine getirdi.

### *Bufer registri*

Bufer registri arifmetiko-logiki gurluşa barýan maglumatlaryň wagtlaýyn ýatda saklanmagy üçin niýetlenendir. Ýagny, huşdan hasaplamalarda ulanmak üçin alynýan maglumatlar ilki bufer registrine düşýär, soňra arifmetiko-logiki gurluş tarapyndan işlenýär we akkumulýatora düşýär. Bufer registrine beýle zerurlyk arifmetiko-logiki gurluşyň özüniň ýatda saklaýan gurluşynyň ýoklugy bilen düşündirilýär.

### *Umumy işlere niýetlenen registrler.*

Her bir MP-de ýokarda sanalan 6 registrden başga-da umumy işlere niýetlenen birnäçe registrlei bar. Olaryň käbiri ýatda saklaýan gurluşlar hökmünde ulanylsa, käbirleriniň mümkinçilikleri akkumulýatoryň mümkinçilikmerinden pes däl. Soňky aýdylan mümkinçilik eger arifmetiko-logiki gurluş olarda maglumat ýerleşdirip bilýän bolsa döreýär. Bu registrleriň haýsysy ulanylmaly wagty boş bolsa, şol registr hem saýalnyp ulanylyp bilinýär. Bu registrlere **umumy işlere niýetlenen registrler** diýilýär.

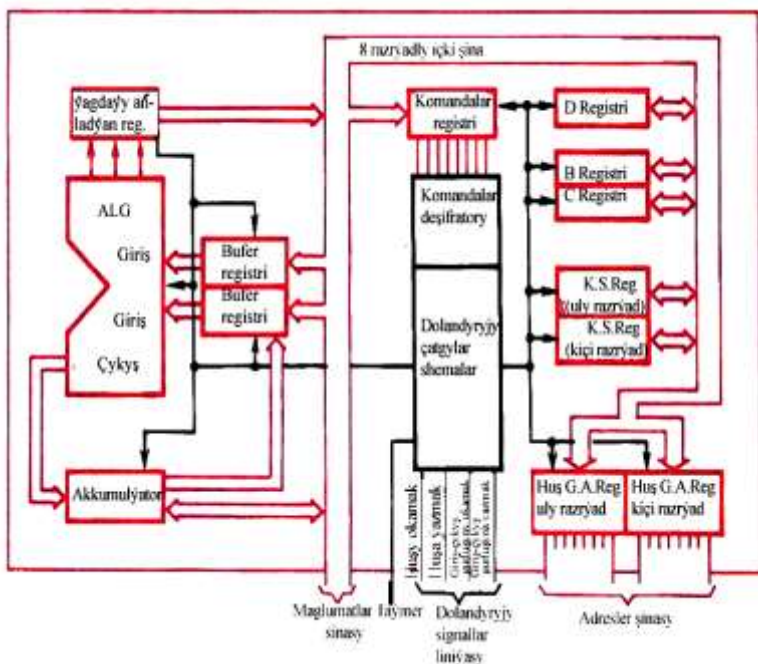


## **20. MP-niň struktur shemasy. MP-iň içki maglumatlar şinasy**

MP-niň içinde dolandyryş liniýalary dolandyryş shemalaryny, MP-niň hemme elementleri, daşky bloklar, huş, giriş-çykyş gurluşy bilen baglaýarlar. Başga-da dolandyryş liniýalary takt impulslarynyň generatory (TIG) bilen baglanandyr. TIG dolandyryjy sinhrosignallary döredýär.

Şeýlelikde dolandyryş shemalary birnäçe işleri ýerine ýetirýär. Meselem: Ýymitlendiriş çeşmesiniň çatylyp aýrylmak yzygiderligini, üzülme prosesiniň dolandyrylyşyny anyklaýar. Üzülme - bu başga gurluşlardan MP-iň dolandyryjy shemalaryna gelýän signal soragdyr. MP-iň dolandyryjy shemalary haçan we nähili ýagdaýda başga gurluşlar içki maglumatlar şinasy ulanyp biljekdigini anyklaýar. MP-iň içki maglumatlar şinasy ALG bilen MP-iň registrlerini birleşdirýär, ýagny, MP-iň her bir funksional blogy içki maglumatlar şinasya baglydyr. Maglumatlar şinasy MP-e baglylykda 8, 16, 32, 64 razrýadly bolýar we dürli bloklaryň arasynda maglumatlar alyş-çalyşygyny alyp barýar.

Dolandyryjy shemalaryň işi öňünden belli bolan kiçijik programma boýunça ýerine ýetirilýär. Şonuň üçin dolandyryjy shemalary MP-iň içindäki kiçijik mikroprosessor hökmünde göz önüne getirmek bolar. Dolandyryjy shemalaryň esasy işleriniň biri - komandalar registrinde ýerleşýän komandalary deşifratoryň kömegi bilen dekodirlemekden durýar. Dekodirlenen komandalar ýerine ýetirmek üçin taýyn bolýar.



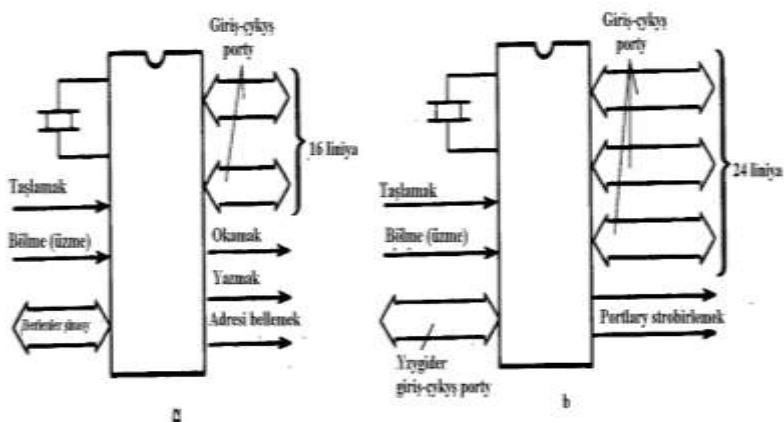
Mikro-EHM bir kristallda döredilende iň kiçi kristally saklaýar, bu bolsa önümçilikde tehnologik serişdeleriniň ýagny hasaplaýjy tehnikanyň UIS (uly integral shemalar) esasynda ýaýramagyndan durýar. Merkezi prosessor, HHG, OHG we giriş-çykyşyn serişdeleri bu elementler hökmany ýagdaýda birkristalli mikro-EHM-yň düzümine girýär. Köplenç bir kristallda amala aşyrylan mikro-EHM-i bir kristally mikroprosessor diýip atlandyryrlar. Hakykatda bolsa bir kristalldaki mikro-EHM uly däl hasaplaýjy ulgam bolýar.

Köp ýagdaýlarda şunun ýaly bir kristally hasaplaýjy ulgamlar, şol bir maşgala degişli mikroprosessorlaryň gerekli mukdardaky kuwwatyny ulanmak üçin guralandyr. Emma bu düzgün hokmany dälidir.

Köplenç mikroprosessoryň birnäçe maşgalasyna ýakyn bolan birkristally mikro-EHM-ýň gaýtadan işleniş

ýenişdirilýär. Bu bolsa mikro-EHM-y döretmekde gerek bolan serişdeleri taslamak we hyzmat etmek hem-de mikroprosessoriň belli bir maşgalasyny kesgitlemek bilen baglanşyklydyr. Bir kristally mikro-EHM-daky HHG-nyň göwrümi 1024-ýa-da 2048 baýtdan durýar. Arzan bolan bir kristally mikro-EHM köp programmany HHG-da saklaýar. Emma maglumaty öwürmäge mümkinçiligi bolan HHG-ly mikro-EHM-nyň bunuň ýaly tipi käbir ýagdaýlarda köp programmasy anologly mikro-EHM-e niýetlenen panel-de hem ýerleşin bilýär, ýagny wariantlaryň amala aşmagynda mikro-EHM bir netijäni berýär. Bu bolsa ulgamyň tehniki serişdeleriniň gaýtadan işleýşini we kämilleşmegini ýeňilşdirýär.

Bu kristally mikro-EHM öz düzüminde OHG-ny hem saklaýar, onuň göwrümi bolsa HHG-nyň göwrümünden birnäçe esse kiçidir. Köplenç ýagdaýlarda OHG-sy 64, 128 ýa-da 256 baýta deň bolan mikro EHM ulanylýar. Käbir bir kristally mikro EHM-de huşuň birnäçe bloklaryna birleşmek üçin ýörite netijeleri saklaýar. Emma huşuny ulaldyp bolmaýan mikro-EHM-ler hem bar. Bir kristally mikro EHM-ler köplenç bir meseläni çözmek üçin ulanylýar, munuň programma amala aşmasy bolsa huşy talap edýär. Käbir ýagdaýlarda esasy huş ýetmezçilik edýär. Bu ýagdaýda bolsa goşmaça huş ulanmaly bolýar. Käbir OHG-ly mikro EHM-de programmany huşda saklamak bolanok. EHM-de operatiw ýatda saklaýyş gurluşlar diňe maglumat saklamak üçin ulanylýar. Hemme programmalar HHG-a ýazylýar. Mikro EHM-iň birnäçesi maglumatyň giriş çykyşynyň köp mümkinçiliklerini saklaýar. 20.2-nji suratda känbir tapawutlanmaýan mikro elementleriň netijesiniň ýerleşşi şekillendirilen. Bir kristally mikroprosessor 16 sany iki ugra ugrukdyrylan ugurlaryň giriş çykyşyny we 8-razrýadly maglumatyň düzümini saklaýar. 20.2-nji suratda (b). Bir kristally mikro EHM-iň netijesiniň ýerleşşi özünde üç sany 8-razrýadly paralel giriş çykyşly porty saklaýar. Iki mikro EHM-nyň hem içki taýmerleri bar.



20.2-nji surat. Bir krislally mikro-EHM.

## 21. PENTIUM III prosessory

Pentium prosessory PII-den ilkinji nobatda SIMD-ni akymlaýyn giňeldýän – Strating Simd Extensions blogynyň barlygy bilen tapawutlanýar. Simd abberiatuassy Single Instruction, Many Data – bir instruktıyalygy köp maglumat aňladýar. Pentium III, 70 sany täze SSE instruksiýasyny ýerine ýetirip bilýär (ol käte MMX2 diýilip atlandyrylýar). Celeron prosessorynda şeýle blok, Celeron 566 bilen başlap döredi. Biziň bazarymyzda şeýle prosessorlary käte Celeron II diýip atlandyryrlar (intel-de beýle atlandyрма ýok). Aşakda Pentium III modifikasiýasynyň kodly atlandyrylşy we olaryň parametrleri getirilendir.

**Katmai-Discetes**-iň göni nesil dowam etdirijisidir. 100 MGs gurşawyň ýygylgy üçin tehnologi prosessiň bazasynda edilip 0.25 mikron tilsimatda ýasalan. Içki taktly ýygylgy – 450-600 MGs, ikinji derejeli keş – ýatkeşligi (512 Kbaýt) prosessor platasyna ýerleşdirilen. 133 MGs ulgamly gurşawyň ýygylgynda işläp bilýän modeller tehnologi prosessiň bazasynda 0.18 mikron ädimli edilendir.

**Coppermine**-Pentium III prosessory 0.18-mikronly tehnologiýa bazasynda edilendir. KEŞ L2, prosessor bilen bir kristalda integrirlenip, 128-256 Kbaýt göwrüme eýedir. Taktly ýygylgy 600 MGs – den we ýokary. FSB133 modifikasiýa bilen bir hatarda FSB100-de satylýar. Birleşdiriji poneli-Slot1.

Coppermine FC-PGA 370-Coppermine-iň arzan wariýantydyr, ol ulgamly platada Socket 370 göwrümli we 100 MGs ulgam gurşawyň ýygylgy bilen ulanmaklyga niýetlenendir. Döreýşi boýunça, bu Celeron-Pentium-II-Pentium III zynjyrynda Pentium II-iň ýerini tutujdyr. Intel-iň nukdaý nazary bilen, Coppermine-bu gabat gelýän häsiýetnamaly Pentium III-dir.

**Pentium III Xeon**-PIII-iň serwerli wariantydyr, **Pentium Pro** – ny çalşyryan diýip äşgär edilen. PIII Xeon prosessory ilkinji nobatda, kuwwatly serwerler we iş stansiýalary üçin niýetlenendir. Ol multiprocessorly konfigurasiýada işlemäge ukyplydyr. Dischutes ýadrosynda gurulan we 0.25 mikronly tehnologiýa boýunça goýberilýär. Keş – ýatkeşlik L2 prosessoryň ýygylgynda operirlenýär we 2048 Kbaýt çenli göwrüme eýedir, bu köplenç halatda ýokary bahalygy we uly ýygylgyk çykmany kesgitleýär. Eger, öňki bolup geçmede keş we ýadro bu korpus bilen birleşdirilen bolsa, onda Xeon-da bu iki çip, bir kartridžemiň aşagynda birleşdirilendir. PIII Xeon konstruksiýasynda täze elementler ulanypdy: SECC2 formatyň kartredži we Slot2 sökülmesi. SECC-den tapawutlykda SECC2 formaty termoplastjileri saklamaýar. Çiplerden ýygylgyk, olara gysylan radiator bilen eltilýär.

**Tapper**- Pentium III Xeon modifikasiýasydyr ýagny edil Katmai – yň Dischutes-den tapawutlanylşy ýaly takmyndan tapawutlanýar. Tapper prosessory ilkinji nobatda ýokary hili serwerler üçin niýetlenendir. Taktly ýygylgy-500MGs-den, ulgamly gurşawyň ýygylgy –100MGs. Prosessoryň ýygylgynda işleýän ikinji derejeli keş-e eýedir. L2 keşiň göwrümi, wariantlardan garaşlylykda, -512, 1024 we 2048 Kbaýt. MMX we SSE saklaýar, keş birinji derejeli şol bir –32

Kbaýt. Bu sekiz prosessorly konfigurasiýada işlemäge ukyply Intel prosessorydyr.

**Cassades** – pentium III Xeon tehnologiki prosesin bazasynda 0.18 mikron ädimlidir. Bu faktly **Coppermine**-in serwerli wariantydyr. Prosessoryň chipinde 256 Kbaýt göwrümlü, takt ýygylgy – 133 MGs, L2 keş saklanýar.

Berkidiş sökülmesi Slot 2.

**Willamete**, ýa-da Pentium 4 – köplenç PK-da ulanmaklyga niýetlenen, Coppermine-den soň indiki Intel prosessorydyr. Öndürilijiligi ulaltmaklyga ugrukdyrylan birnäçe ädimler kabul edildi: ýerine ýetiriji modullar, dekodepler goşulan, buferleriň göwrümi ulaldylan we ş. m. Deshutes we Katmai prosessorlary 30-50%-de öndürilijiligi boýunça tapawutlanýarlar. 0.18 mikron ädimli, taktly ýygylgy –1GGs we ýokary bolan tehnologiýa boýunça öndürilýär. Berkidilme sökülmesiniň formaty-Socket 462 (surat 6).

## **22. AMD firmasynyň prosessorlary**

AMD firmasynyň prosessorlary Intel firmasynyň esasy bäsdeşi, PK bilen bilelikde IBM PK üçin prosessorlar bazasynda American Micro Divices (AMD) formasy bolup durýar.

Bu bäsdeşlik, prosessorlaryň bahasyny gaçmagynyň çaltlaşdyrýar we haýsy prosessor gowy diýen soragy ýäze çykarýar. Görnüşi we reňki boýunça jogap bermek ikiuçsydyr, ýöne dogry saýlamak üçin käbir oýlanmalary getirmek mümkin. Intel firmasy pudak ýolbaşçysy bolmak bilen prosessorlaryň aglabasyny öndürýär. Programmaly üpjün ediş öndürijileri ilkinji halatda şu prosessorlara salgylanýarlar. Ýöne beýleki bir tarapdan AMD prosessorlary, köplenç Intel prosessorlarynda analogiki arzandyr. Programmalar bilen ylaýyklyklar bolsa prosessorlary öndürijileriň esasy meselesidir. Eger päsgelçilikler ýüze çyksa onda olar, ylalaşyksyz kodlary çalyşyýy programmaly zaplatkalara ýaýratmaly we işläp düzmeli bolýarlar. Bu hadysa, kompýuteri

satyn alyjylary we Intel prosessorlary bilen bäsleşip işleýänleri gorkuzyp durmaýar.

Aşakda ýaýran AMD prosessorlary agzalyp geçilen we olaryň esasy parametrleri getirilen.

Processor **K5-AMD** ilkinji prosessor, ýagny pentium bilen bäsleşikde çykyş eden ilkinji prosessordyr. K5 prosessorynyň ulgamly gurşawyň ýygylgy 50 den 66 MGs çenli durýar. Keş L1 – 24 Kbaýt, keş L2 ulgam platasynnda ýerleşen, ulgamly gurşawyň ýygylgynda işleýär. 0.6 mikron tehnologiýa boýunça ýerine ýetirilen K5 prosessorlarynyň käbir alamatlary şeýledir: K5-75, K5-90, K5-100. Ýadro bilen işlenilse eýe bolan, 0.35 mikron ädimli tehnologiýa boýunça ýerine ýetirilen K5 prosessorlar üçin gowy häsiýetnamalar alyndy. PK – reýting hasaby bilen olary atlandyrýarlar: K5 – PK 120, K5 – PK 133, K5 – PK 166. K5 – AMD firmasynyň socket 7 sökülmäniň aşagynda edilen, ilkinji prossesarydyr.

1997-nji ýylyň Gurbansoltan aýynda, Pentium II çykmagynyň bir aý öňünde K6 prossesory öndürilip başlandy. Ol ilki 0,35-mikronly tehnologiýa boýunça öndürilip başlandy, has soňrak 0,25-mikronly tehnologiýa boýunça öndürilip başlandy, has soňrak 0,25-mikronly tehnologiýa boýunça modifikasiýa edip K6 prossesory, AMD alynan Nex Gen kompaniýasynyň 686 prossesorynyň dizaýny boýunça döredildi. Öz deňindäkiler bilen deňeşdirme boýunça K6 MMX moduly we keş L1 ulaldylan göwrümi aldy. Biraz gijiräk K6 model 7 getirilip başlady, ýygylgy 266 we 300 MGS, tehnologiýa prossesi - 0,25 MKM, FSB-66 MGS bolan.

K6-2 prossesor – K6 prossesorynyň indiki dowamydyr. Ol 1998-nji ýylyň maýynda döredi. Esasy ösüjiligi bolup

**3DWow!** atlandyrylan instruksiýa toplumunyň goşmaça saklanylmagy we ulgamly gurşawyň ýugulynyň 100 MGS çenli ýokarlanmagy. L1 KEŞ göwrümi –64 Kbaýt. L2 KEŞ Ene platasynnda bolýar, ulgamly gurşawyň ýygylgynda işleýär we 512 Kbaýtdan 2 Mbaýta çenli göwürüme eýe bolup biler. K6-2 maksimal takytly ýygylgy 500 MGS durýar. K6-2

prossesorynyň iki dürli modeli bolýar. Birinji model AMD – K6-2 model 8 –266, 300, 333, 350 we 366 MGS ýyglykda işleýär. Ikinji model – AMD K6-2 model 9 –380, 400, 450 we 475 MGS ýyglygynda işleýär. B AMD K6-2 model 9 edip K6-III daki ýaly täze ýadro ulanylýar. Täze ýadroda esasy tapawudy – KEŞ bilen işlemegi modifikasirlenen usulydyr.

**Sharptooth** – (K6-III)-kristall ýadrosynda ýerleşen, ikinji derejeli KEŞ-e eýe bolan AMD-den ilkinji prossesorydy.

1999-njy ýylyň Baýdak aýynda göýberilen 400 we 450 MGS wariýantlarynda, soňra 500 MGS ýyglykly wariýant döredi. Hakykat-da Sharptooth, L2 keş-ýatkeşlikli (256 Kbaýt) çipde ýerleşen K6-2 analogy özünde saklaýar. keş L2 prossesoryň ýyglygynda işleýär. Keş L1 64 Kbaýt göwrüme eýedir. Başgada keş L3 bar, ol ene platasyny bolup, ulgamly gurşawyň ýyglygynda işleýär. Ol 512 Kbaýtdan 2 Mbaýta çenli göwrüme eýe bolup biler. Bu prossesor Sockt 7 sökülmäniň aşagynda edilen.

**K7-Athlon** –AMD-den ilkinji prossesorydyr ýagny Athlon diýlip hususy ady alan Athlon-y döretmek bilen, AMD işläp düzüjiler intel-iň arhitektura prinsiplerinden göni göçürmeden ýüz öwürdiler we kompýuter bilen ylalaşykly IBM PC üçin plat- formalaryň öz wariýantyny baza hödürldi. 2000-nji ýylyň Magtymguly aýynda şu prosesör bilen 1000 MGS taktly ýyglygyň päsgelçiligi geçildi. Keş L2 göwrümi 512 Kbaýtdan 8 mbaýt-a çenlidir. Ulgam gurşawy **Alpha** prossesorynyňky ýalydyr. Bu edil AMD we Alpha prosesörly ýagny ulgamly platany göýbermäge mümkinçilik berýär. Ulgamly gurşawyň taktly ýyglygy –200 MGS, 400 MGS we ýokary ulaltmany göýberýär. MMX instruksiyasynyň toplumyny, şeýle-de KG-III deňeşdirme boýunça giňeldilen 3 DWOW! instruksiya toplumyny saklaýar. Şel görnüşli baglaýjy söküme –Slot A. KEŞ2 göwrümünden garaşlylykda Alhlon prosesörlary, Athlon value, Athlon ultra we Athlon Select atlandyrylýan goşmaça pristawkalara eýedirler.



**K7-Duron-** bu prosessoryň göýberilşi AMD firmasynyň Celeron prosesorynyň döredilmegine reaksiýasy ýaly seredýär. Duron-ny esasy utýan zady, prosesoryň kristalynda ýerleşen L2 KEŞ-iň (192 Kbaýt) uly göwrümindeligidir. FSB ýygylgy – 200 MGS çenlidir. Sosket A baglaýjy prosesorly sökülmeli – 462 ýörite enjamlaşdyrylan ene platasyna işleýär. Ýylylyk bölünmesi boýunça Duron, Seleron prosessoryndan bir azajyk öte geçýär, şonuň üçinem ony gowusy sowatmaly (Duron 650 takmyndan Pentium III 733 prosessory ýaly möçberdäki ýygylgy bölýär).

### **23. CYRIX firmasynyň prosessorlary.**

Intel we AMD hatarynda, ornaşan kompýuterler –IBM PC üçin prosessorlary döredijiler bilen baglanşykly ýene-de bir at giňden mälimdir. Bu – **Cyrix**. Aşakda Cyrix maşgalasyna degişli bolan has giňräk tananylyan prosessorlar barada gysgaça sanawlar getirilen.

**6x86** prosessor ýa-da M1. birinji derejeli KEŞ – 16 Kbaýt. Düzüm gurşawynyň ýygylgy – 50 den 75 Mgs çenli. Baglaýjy sökülmeli – Sosket 7.

Cyrix işläp düzüjileri bu prosessorlary altynjy döwürde degişli edip, ony marketinge salgylanmalary boýunça 6x86 diýip atlandyrdylar. Hakyktda bu, arhitektura we öndürjilik çözümleri boýunça başinji we altynjy döwür arasynda aralyk ýagdaýyny eýeleýär. PK reýtingi çykarmak üçin 6x86 prosessoryna Pentium prosessorlarynyň ýygylgy saýlanyndy, igni oňa şu öndürjilige ýetmek üçin işlemek gerek bolardy. 6x86 prosessorlarynyň PK-reýtingi 120 –den 220 mGs çenli durýar. Prosessorlaryň ilkinji görnüşleriniň PK garaşlylykda birnäçe uly ýalňyşlyklara getirýändigini barada durnukly pikir bar. Şu prosessorlaryň aşagynda ýörite “patch” goýbermeli bolupdy. Hakykatda bolsa ähli kynçylyklary programmadaky ýalňyşlyklar bilen baglanşyklygy. Esasan-da Glipper-de ýazylyan programmalar bilen kynçylyklar mälimdir.

**Media GX** – Cyrix prosessorlar maşgalasynda şahalanýandy. Bu PC-on-a-chip ýörite ideologiýa boýunça edilen ilkinji prosessordyr. 5x86 ýadro ýatkeşlik gözegçisi we PCI gurşawy goşulandy, çipde esasy saklaýjydykly kadrlý buferli wideoçaltlandyryşy integrirlenendir. Faktly – bu dogrudyr, bir kristala PK. Arzan düzümler üçin niýetlenen.

**6x86 MX** (soňrak M-II atlandyrylan) prosessor – bu, döreýşi boýunça, 6x86, uly öndürjilige ýetmek üçin işlenip düzüldir. Keş L1-64 Kbaýta çenli 4 esse ulaldy, prosessoryň umumy öndürjiligi ulaldy, MMX blogy goşuldy, aýry iýmitlenişniň goldawy döredi. Düzümler gurşawyň ýyglylygy – 60 dan 75 MGs çenlidir. Onuň PK – reýtingi – 166 dan 266 MGs çenlidir. 6X86MX prosessorlaryny IBM kompaniýasyda etdi. 6X86MX prosessorlaryň bu görnüşleri üçin PK reýting – 60 dan 75 MGs çenlidir. Olar gurşawa 66, 75 ýa-da 83 MGs niýetlenendir. Soňrak Syrix kompaniýasy öz prosessorlaryny M-II atlandyrdylar, IBM bolsa Cyrix bilen işlemegiň suňuna çenli olary 6X86MX markasynyň aşagynda satdy.

**Cyrix M II**-häzirki wagtda Cyrix-iň prosessorlarynyň esaslarynyň biridir. 1998 ýylyň Nowruz aýynda çykarylýp başlandy. Birinji derejeli Keş-64 Kbaýt. Keş L2 Main Board-da bolup, düzümler gurşawynyň ýyglylygynda işleýär we 512 Kbaýtdan 2 Mbaýta çenli göwrüme eýedir. MMX instruksiýa düzümini saklaýar. 250MGs-de takyk ýyglylygynda PK-reýting 366 MGs-de eýedir. Öndürjilikde 0,25-mikronaly tehnologiýa ulanylýar, 0,18 ädimli tehnologiýanyň aşagynda işlemeklik bardyr. PK-reýting 300-500MGs demonstrirleýän model bardy. Baglaýjy söküme – Socket 7.

**Gobi** (M II) – bu prosessor adaty bolmadyk iki kodly ada eýedir. Ilki ol Jedi diýilip atlandyryldy, soňra awtor hukuklarynyň eýeleriniň talaby boýunça Gobi diýilip atlandyryldy. Bu Cyrix-iň Socket 370 baglaýjy sökülmesine niýetlenilen ilkinji prosessorlarynyň biridir. MMX, 3 Dnow!-instruksiýalary düzümini saklaýan. Keş L1-64 Kbaýt. Keş L3

(256 Kbaýt) çinde ýerleşdirilip, proressoryň ýygylgynda işleýär.

**Media** PC-Media GX-iň ösüş liniýasydyr. 233 den 300 MGs çenli ýygylgyda işleýär. Ýadrosyda edil Gobi – niňki ýalydyr, ýagny grafiki çaltlandyryjy goşulmakly we periferiýnli gözegçiliklidir. Baglaýjy sökúlmesi – Socket 7.

#### **24. Pentium IV proressoryň arhitekturasy**

Intel kompaniýasy Pentium 4 proressory işläp taýýarlamakda Chipset 850 mikroshemasyny çykardy, onuň düzümine şular girýär:

1. Intel 82850 tipiň esasynda huşyň barlaýjy - konsentrator MCH (Memory Controller Hub);

2. Intel 82801BA tipiň esasynda giriş - cykyş gurluşy üçin barlaýjy konsentrator ICH2 (I/O Controller Hub);

3. Intel 80802AB tipiň mikrokodlary barlaýjy FWH (FirmWare Hub):

Chipset 850-ni ulanmak bilen Pentium 4 proressory işläp taýýar-lamagyň arhitektura ulgamy suratda görkezilen. Bu proressoryň arhitek-turasynyň esasy aratapawudy FSB ulgamlaryň şinanyň ulanmagydyr. Bu şina 400 Mhz ýygylgyda maglumatlary geçirmek bilen, alyş - çalyşgy 3, 2 Gbaýt/sek tizlikde dolandyýar. Şular ýaly tizli k ýokary tizlikli iki kanally RDRAM huşlaryň täze tipleriniň üsti bilen, we 4 kanally huşuň tipi bolan barlaýjy konsentrator MCH kömegi bilen işlenilip taýýarlanylýar.

Barlaýjy (контроллер) MCH 128 Mbaýt - dan (minimal geçiriş göwrümi) 2 Gbaýta çenli ikeldilen kanallaryň, Direct RAMBUS tipli operatiw huşuň kömegi bilen işleýär. Huş RAMBUS kompaniýanyň goýberýän PC 800 ýa - da PC 600 tipli ýokary tizlikli iki kanally RDRAM huşlar esasynda işläp taýýarlanylýar. Şeýlelikde, operatiw huşa umumy mümkinçilik alyş - çalyşyň dört kanalyny ulanmak bilen amala aşyrylýar. 100 Mhz takt ýygylgyly kanalarda umumy ýygylgy alyş - çalyşgyny üpjün edýär. Bu 400 Mhz -e ekwiwalentdir. Beýle diýildigi 133 Mhz ýygylgyda işleýän ýokary tizlikli

ulgamlaýyn platalarda üç esse ýokary diýmekdir. Huşuň RDRAM tipli ulgamlaýyn mikroshemasy ulanyşda problemalar döretmegi mümkindir. Bu problemalar bahasynyň ýokary bolmagy we goýmakda kesgitli çylşyrymlyklaryň bolmagydyr. Şonuň üçin häzirki döwürde dinamiki huşlaryň tizlikli tipleri ulanylýar. NEC, Toshiba, Samsung, Hyndai, Infineon çykaryjy kompaniýalardyr.

MCH barlaýja uniwersal razýomly AGP4X hem çatylýar. Ol

1Gbaýt/sek tizlikli maglumat alyş - çalşygy bolan grafiki adapterleri baglanyşdyrmak üçin ulanylýar. Barlaýjy ICH – bu ULTRA ATA/66/10 interteýsi ulanmak bilen daşky gurluşlar çatmak işini ýerine ýetirýär.

Bu interteýs 66 ýa - da 100 Mbaýt/sek tizlikli gaty diskler bilen alyş - çalşygy ýola goýýar. ICH2 UHTRADMA/33 interteýsiň kömegi bilen 33 Mbaýt/sek tizlik bilen daşky gurluşlaryň huşuna göni baglanşyk mümkinçiligini gurnaýar. Bu barlaýjy USB şinanyň kömegi bilen yzygider portlaryň çatylyşyny hem gurnaýar. Ethernet ulgamynyň lokal arabaglanşygyny we PCI şinanyň parallel alyş - çalşygyny hem ýola goýýar. Mundan başga-da kanallardan ses magumatlaryny geçirmeklik mümkinçiligini hem üpjün edýär.

Pentium 4 ulgamyny döretmek üçin Intel kompaniýasy D850GB tipli ulgamlaýyn (esasy) platany goýberip başlady. Plata 30,5x24,4 sm<sup>2</sup> ölçegli bolup mikroprosessorlar we beýleki gerek bolan mikroshemalar, 4 razýomly RIMM modully RDRAM huşlary öz içine alýar. Platada BIOS giriş-çykyş ulgamynda saklanýan 4 Mbit göwrümlü flash huşlar, PCI şinanyň 5 slotlary we USB kontrolleriň yzygider şinasynyň 2 sanysy, (4 USB porta hyzmat edýär) ýerleşdirilendir. Mundan başga-da Keyboard we mouse üçin portlar, iki sany gaty diskleri baglanyşdyrmak üçin interfeýsler we bir sany çeyde diskler, bir COM (zyygider) we bir LPT (parallel) portlar ýerleşdirilendir.

## Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. 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.Ökdirow, Т. Kulyýew “Senagat elektronikasy” Aşgabat. Ylym 2005.
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.....	7
1. Mikroelektronikanyň taryhynyň beýany.....	10
2. Mikroelektronika hakda umumy maglumatlar.....	17
3. Integral mikroshemalar hakda umumy maglumatlar.. .....	21
4. Integrirlenen mikroshemalaryň korpuslary.....	25
5. Integrally mikroshemalaryň grafiki we şertli belgilenişleri.....	31
6. Elektron güýçlendirijiler.....	36
6.1. Çüýçlendirijileriň girişi we çykyşy üçin hodürlenilýän ekwiwalent shemalar.....	39
6.2. Güýçlendirijileriň häsiýetnamalary.....	45
7. Operasion güýçlendirijiler mikroelektronikanyň baza elementi.....	47
7.1. OG-leriň grafiki-şertli belgilenişleri.....	48
7.2. Operasion güýçlendirijileriň ulanylýan ýerleri.....	51
7.3. OG-leriň iýmitlendirilişi we olaryň häsiýetnamalary.....	53
7.4. Operasion güýçlendirijileriň esasy shemalary.....	56
7.5. Summirleýän güýçlendiriji (Summator).....	59
7.6. Differensial ( tapawudyny berýän ) güýçlendiriji...	60
8. Elektron generatorlary.....	62
8.1. Impulslaryň parametrleri.....	68
8.2. Bloking generatorlary.....	71
8.3. Awtoýrgyldyly bloking – generatory.....	71
8.4. Sinhrolaşdyrma düzgüninde işleýän bloking – erator.....	77

9. Multiwibratorlar.....	78
9.1. Logiki elementlerden gurnalán awtoýrgyldyly multiwibrator.....	83
10. Göneldijiler.....	85
10.1. Göneldijileriň birfazaly shemalary.....	90
10.2. Bir - we ikiýarymperiodly göneldijileriň shemalary.....	91
10.3. Signallaryň örküçlerini düzleýji elektrik süzgüçleri.....	100
11. Logiki algebranyň esaslary.....	105
12. Sanly integral shemalar we olar hakda umumy maglumatlar.....	110
13. Logiki elementler.....	115
13.1. Logiki mikroshemanyň görnüşleri.....	118
14. Kontrollerler.....	123
15. Mikroelektron sanly – analog we analog – sanly öwürjiler.....	125
16. Triggerler.....	128
16.1. Triggerler hakda umumy maglumatlar.....	128
17. Ýagtylyga duýgur abzallar.....	131
17.1. Ýagtylyga duýgur abzallar hakda umumy maglumatlar.....	131
17.2. Fotogalwaniki elementler.....	133
17.3. Fotodiodlar.....	134
17.4. Fototranzistorlar.....	
17.5. Optoelektronabzallary.....	137
17.6. Optronlar.....	140
18. Mikroprosesoryň umumy häsiýetnamasy. Mikro- EHM - lere gysgaça syn. Mikroprosesoryň kuwwaty..	143
19. Mikroprosesoryň içki gurluşy.....	146



20. MP-niň struktur shemasy. MP-iň içki maglumatlar şinasy.....	150
21. PENTIUM III prosessory.....	153
22. AMD firmasynyň prosessorlary.....	155
23. CYRIX firmasynyň prosessorlary.....	158
24. Pentium IV prosessoryň arhitekturasy.....	160
Edebiýatlar .....	162