

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRLOGI**

**TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

Jomartow Akmyrat

Narmamedow Seylian

# **Prosesleri awtomatlaşdyrmak**

*“NGGIHT we DTGTBTP” hünärleri üçin*

**Aşgabat – 2011 ý.**

## 1. Giriş. Esasy düşünjeler we kesgitlemeler

Awtomatlaşdyrma – bu awtomatik gurluşlary döredýän, öwrenýän we işläp çykarýan tehnik ugurdyr (ýagny awtomatik ulgam dolandyryş, sazlaýyş we ölçeg geçiriş prosesine adam gatnaşmazdan işläp bilýär).

Awtomatlaşdyrma – bu maşyn önümçiliginiň tapgyry bolup, dolandyrmak funksiýasyny adaman awtomatik gurluşlara bermekligi häsiýetlendirýär.

TDD – tehnologik dolandyrylýan desga – ol tehnologok proses geçirilýän tehnologik enjamlaryň toplumydyr.

ADU – awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamy bu adamzadyň dürli iş sferasynda, amatly dolandyryşy üpjün etmek üçin gerek bolan, maglumatlary ýygnamaklygy we işlemekligi awtomatik ýerine ýetirmekligi üpjün edýän, adam-maşyn ulgamydyr.

Üznüksiz tehnologik prosesleriň artykmaçlyk edýän, himiýa tehnologiýasynyň we senagatyň beýleki ugurlarynyň (nebit himiýasy, nebiti gaýtadan işleýän, metallurgiýa we başgalar) ösmegi, ýerli awtomarik sazlaýjy ulgamdan (ASU) tapawutlanýan has kämilleşen dolandyryş ulgamyny döretmekligi talap etdi – bu ilgam tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamy (TP ADU) diýen ady aldy.

(TP ADU) tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamy – (TDD) tehnologik dolandyrylýan desgada kabul edilen ölçege (kriteriýa) laýyklykda – TDD-nyň işleýşiniň hil görkezijilerini häsiýetlendirýän we ulanylýan dolandyryjy täsirlerine baglylykda kesgitli bahalary kabul edýän, dolandyryjy täsirleri amala aşyrmak we işläp düzmek üçin (ADU) awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamy diýilip atlandyrylýar.

ADK – TDD-ny we TP ADU-yň bilelikde funksionirlenýän jemi awtomatlaşdyrylan dolandyryş kompleksini emele getirýär.

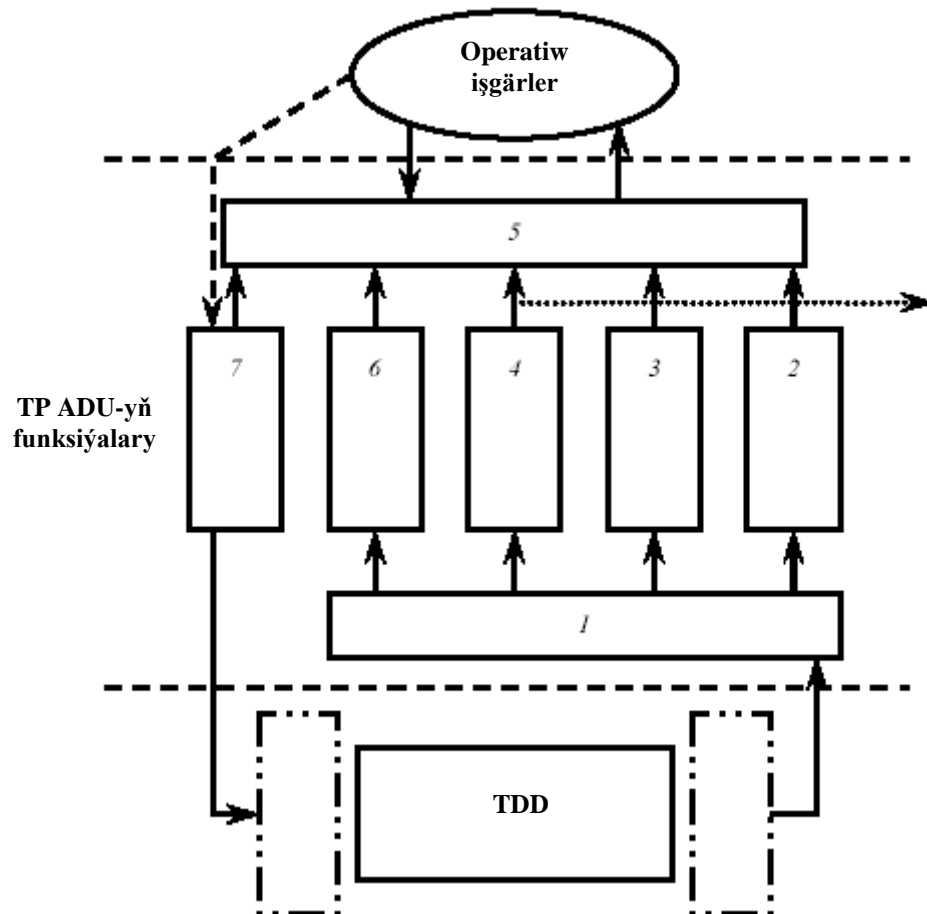
(TP ADU) tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamy ýerli (ASU) awtomarik sazlaýjy ulgamdan aşakdakylar bilen tapawutlanýar:

- has kämilleşen maglumatlar akymynyň amala aşyrylyşy;
- hakykatda maglumatlary almak, işlemek we bermek prosesiniň doly awtomatlaşdyrylmagy;
- dolandyryş prosesinde has effektiv çözümleri işläp çykarmak üçin operativ işgärleriň dolandyryjy EHM (elektron hasaplaýyş maşyny) bilen aktiw gepleşik (dialog) alyp baryp bilmek mümkinçiligi;
- önümçiligi işe goýbermekligi we saklamaklygy içine almak bilen, dolandyryş funksiýasynyň has ýokary derejede awtomatlaşdyrylmagy.

Seh we zawod-awtomatlar (awtomatlaşdyrmagyň ýokary derejesi) görnüşli önümçilikleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamyndan, (TP ADU) tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynda dolandyrmak prosesine ep-esli derejede adamyň gatnaşmagy bilen tapawutlanýar.

Tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamyndan (TP ADU) doly awtomatlaşdyrylan önümçiliklere geçmekden saklanylyşynyň sebäpleri:

- tehnologik prosesleriň kämil dăldigi (mekanizimleşdirilmedik tehnologik operasiýalaryň barlygy);
- tehnologik enjamlaryň ygtybarlygynyň pesligi; awtomatlaşdyryjy serişdeleriň we hasaplaýjy tehnikanyň ygtybarlygynyň ýeterli derejede dăldigi;
- (TP ADU) tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynda adam tarapyndan çözülýän, meseläniň matematiki ýazgysynyň agyrllygy we şuna meňzeşler.



1-nji surat. TP ADU-yň tipli düzümi.

1 – maglumatlaryň başlangyç işleniş; 2 – tehnologik parametrleriň we enjamyň ýagdaýyny görkezijileriň goýulan bahasyndan gyşarmasyny kesgitlemek; 3 – ölçenilmeýän ululyklary we görkezijileri hasaplamak; 4 – maglumat taýýarlamak, meňzeş we beýleki (ADU) awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamlary bilen çalyşmak işini geçirmek; 5 – operativ ýa-da çakylyk boýunça maglumatlary şekilendirmek we hasaba almak; 6 – tehnologik prosesiniň oýlanyşykly (rasional) düzgünini kesgitlemek; 7 – saýlanan düzgünü amala aşyrýan, dolandyryjy täsirleri formirlemek.

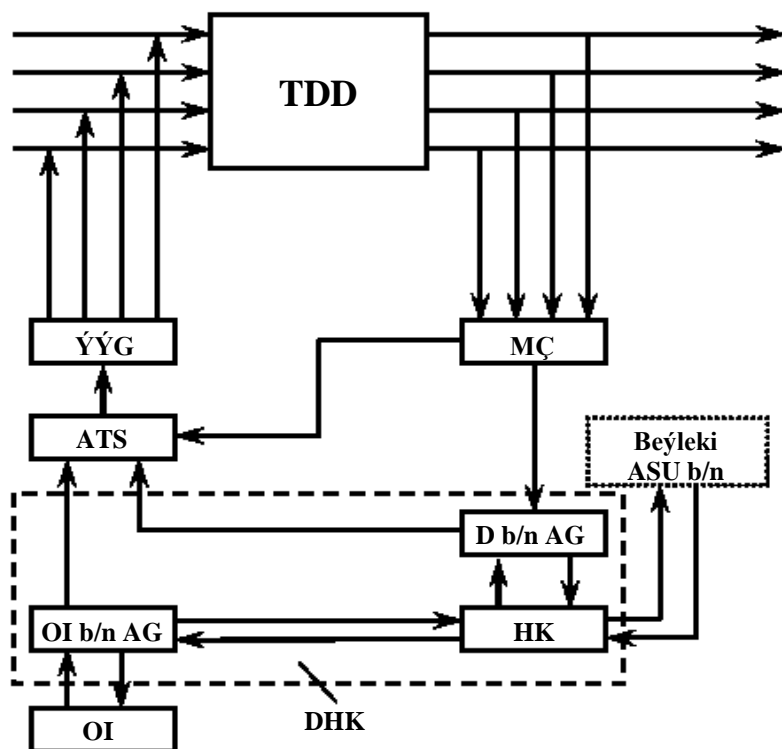
(TP ADU) tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynyň kömegi bilen (TDD) tehnologik dolandyrylýan desgany hemmetaraplaýyn dolandyrmaklygyň maksady, dolandyryjy täsirleriň köplüginin ýol beriyän bahasyny kesgitleýän, ähli şertler ýerine ýetirilende dolandyrmak ölçeginiň (kriteriýasy) iň ýokary (ekstremal) bahasyny saklamakdan durýar.

Köplenç ýagdaýlarda hemmetaraplaýyn maksat, aýratyn maksatlaryň hataryna bölünýär; olaryň her birine ýetmek üçin dolandyrmaklygyň has ýönekeý meselesini çözmeklik talap edilýär. Dolandyrmaklygyň aýratyn maksatlarynyň birine ýetmeklige gönükdirilen, ulgamyň hereketine tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynyň funksiýasy diýilýär.

Dolandyrmaklygyň aýratyn maksady, şeýle-de ony amala aşyran funksiýa, tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynyň funksional düzümini emele getirip, biri-birine kesgitli tabyn ýagdaýda bolýar.

Tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynyň funksiýalary:

1. Tehnologik dolandyrylýan desganyň ýagdaýy barada maglumatlary ýygnamak, özgertmek we saklamak; ol maglumatlary operativ işgärlere bermek ýa-da olary ýenede işlemeklige ugratmak.
2. Tehnologik dolandyrylýan desganyň häzirki ýagdaýy baradaky maglumatlary başlangyç işlemek.
3. Tehnologik parametrleri we enjamlaryň ýagdaýyny görkezijileriň goýulan bahasyndan gyşarmasyny kesgitlemek.
4. Ölçenilmeyän ululyklaryň we görkezijileriň bahasyny hasaplamak (gös-göni däl ölçeg, çaklama (prognozirrowaniýe));
5. Maglumatlary operativ şöhlelendirmek we hasaba almak;
6. Operativ işgärler bilen maglumat (informasiýa) çalyşmak;
7. Ýanaşyk (meňzeş) we ýokarda durýan awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamy bilen maglumat (informasiýa) çalyşmak.



2-nji surat. Awtomatlaşdyrylan dolandyryş kompleksiniň ýokary görüş (superwizornom) düzgüninde işlemek üçin (TP ADU) tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynyň tehniki düzümi.

MÇ – maglumat çeşmesi; D b/n AG – desga bilen argatnaşyk gurluşy; HK – hasaplaýyş kompleksi; OI b/n AG – operativ işgärler bilen aragatnaşyk gurluşy; ATS – ýerli ulgamyň funksiýalaryny amala aşyrmak üçin awtomatlaşdyrmagyň tehniki serişdeleri; ÝÝG – ýerine ýetiriji gurluş. DHK – dolandyrylýan hasaplaýyş kompleksi. TDD – tehnologik dolandyrylýan desga. ASU – awtomatik sazlaýjy ulgam.

Dolandyryjy funksiýalar üýtgeýän önümçilik şertindäki ýagdaýlarda dolandyryjy kriteriýalaryň bahalaryny in ýokary (ekstremal) ýagdaýda saklamagy üpjün edýär, ol iki topara bölünýär:

Birinjisi – amatly dolandyryjy täsiri döretmek;

Ikinjisi – bu düzgüni (TDD) tehnologik dolandyrylýan desga täsir edýän dolandyryjy täsirleri döretmek (formirlemek) ýoly bilen amala aşyrmakdan durýar (dyrnuvlaşdyrmak, programmalaýyn dolandyrmak; programmalaýyn-logik dolandyrmak).

Kömekçi funksiýalar ulgamyň içindeki meseleleri çazmekligi üpjün edýär.

(TP ADU) tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynyň funksiýalaryny amala aşyrmak üçin aşakdakylar zerur:

- tehniki üpjünçilik;
- programma üpjünçiligi;
- maglumat üpjünçiligi;
- guramaçylyk üpjünçiligi;
- operativ işgärler.

(TP ADU) tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynyň tehniki üpjünçiligi indiki elementleri içinde saklaýan tehniki serişdeler kompleksini düzýär:

- (TDD) tehnologik dolandyrylýan desganyň häzirki ýagdaýy barada maglumat almak üçin serişde;
- DHK – dolandyrylýan hasaplaýyş kompleksi;
- Awtomatlaşdyrmagyň ýerli ulgamynyň funksiýalaryny amala aşyrmak üçin tehniki serişdeler;
- (TDD) tehnologik dolandyrylýan desga gönüden-göni dolandyryjy täsiri amala aşyran ýerine ýetiriji gurluş (ÝÝG).

Köp (TP ADU) tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynyň tehniki serişdeler (TS) kompleksine (DES) döwlet enjamlar standartynyň elektrik şahasynyň düzüminden awtomatlaşdyrmagyň mehaniki tehniki serişdeleri hem girýär.

Tehniki serişdeler kompleksine (TSK) mahsus bolan (DHK) dolandyrylýan hasaplaýyş kompleksiniň düzümine girýän (HK) hasaplaýyş kompleksi, (HK) hasaplaýyş kompleksiniň desga we operativ işgärler bilen aragatnaşyk gurluşy.

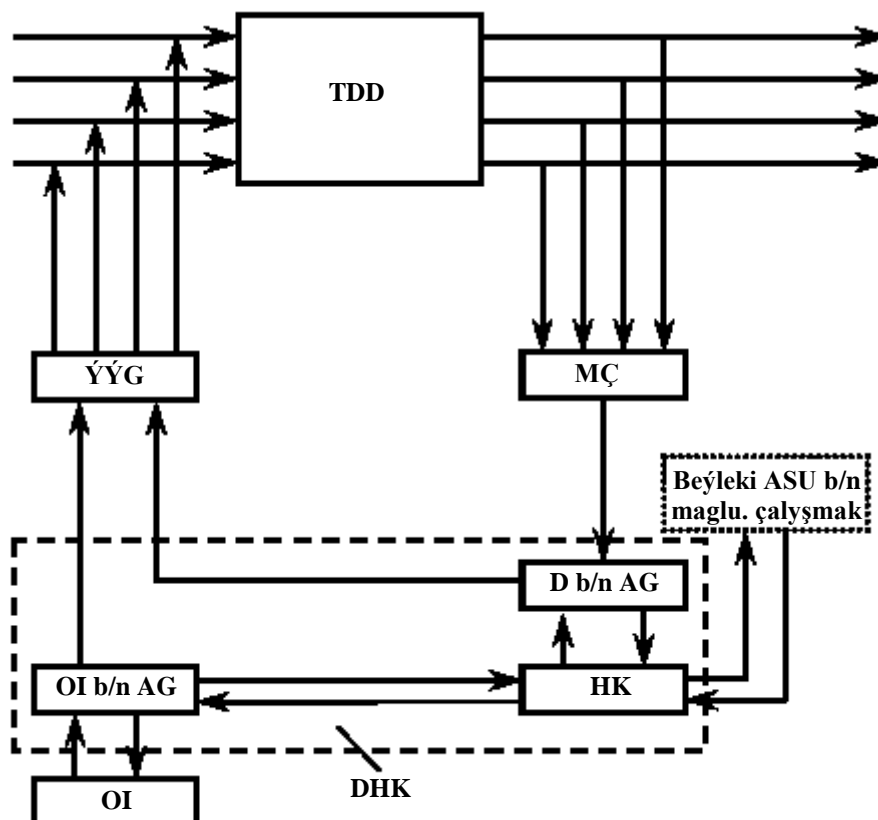
(TP ADU) tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynyň birinji we häzire çenli köp ýaýran görnüşiniň tehniki düzümi merkezleşdirilendir. Merkezleşdirilen düzümlü ulgamlarda, merkezleşdirilen düzümlü kompleksleri (MDK) dolandyrmak üçin gerek bolan ähli maglumatlar, bir merkeze – operator punktyna düşýär, ol ýerde (TP ADU) tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynyň maglumat çeşmelerinden we ýerine ýetiriji

mehanizimlerinden özge ähli tehniki serişdeleri goýulan. Şeýle tehniki düzümler has ýönekeý we birnäçe artykmaçlyklary bar.

Onuň ýetmezçilikleri aşakdakylardan durýar:

- ýokary ygtybarlygy üpjün etmek üçin (TP ADU) tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynyň elementleriniň sanynyň artykmaç köp gerekligi;
- kabeliň köp harçlanmagy.

Şeýle ulgam kuwwaty boýunça uly bolmadyk we ykjam awtomatlaşdyrylan tehniki kompleksler (ATK) üçin ulanmaklyk maksadalaýyk.



3-nji surat. Awtomatlaşdyrylan dolandyryş kompleksiniň gönüden-göni sanly dolandyryş düzgüninde işlemekligi üçin tehnologik prosesleriň awtomatlaşdyrylan dolandyryş ulgamynyň tehniki düzümi.

MÇ – maglumat çeşmesi; D b/n AG – desga bilen argatnaşyk gurluşy; HK – hasaplaýyş kompleksi; OI b/n AG – operatiw işgärler bilen aragatnaşyk gurluşy; ATS – ýerli ulgamyň funksiýalaryny amala aşyrmak üçin awtomatlaşdyrmagyň tehniki serişdeleri; ÝÝG – ýerine ýetiriji gurluş. DHK – dolandyrylýan hasaplaýyş kompleksi. TDD – tehnologik dolandyrylýan desga.

Mikroprosessorly tehnikanyň önümçilige ornaşmagy bilen baglanyşyklylykda diňe TP ADU-yň böleklenen tehniki düzümi ýagny ýerleşşi boýunça bölek dolandyrylýan tehnologik bölümleriň dolandyrmagyň ýerli tehnologik stansiýalaryndan durýan görnüşleri giňden ulanylyp başlady.

## 2.Awtomatlaşdyrmagyň görnüşleri

- Awtomatiki gözegçilik
- Awtomatiki gorag
- Awtomatiki sazlama

**Awtomatiki gözegçilik**-bu hereketiň zerur bolan täsirini aýdyňlaşdyrmak maksady bilen obýektiň gözegçilik edilýän parametrleriniň maglumatlaryny kabul etmek we ony işläp bejermek.

**Awtomatiki gorag**-gözegçilik edilýän parametrleriň bellenen belli bir bahasyndan üýtgeýän mahalynda prosesini bes edýän metodlaryň we serişdeleriň toplумы.

**Awtomatiki sazlama**-bu girizilen programma laýyklykda dolandyryjy prosesleriň çyzma talaplaryny kesgitleýän parametrleriň berlen bahalaryny awtomatiki üpjün etmekdir. Awtomatiki sazlama awtomatiki dolandyryşyň bir bölegi hökmünde seredilýär.

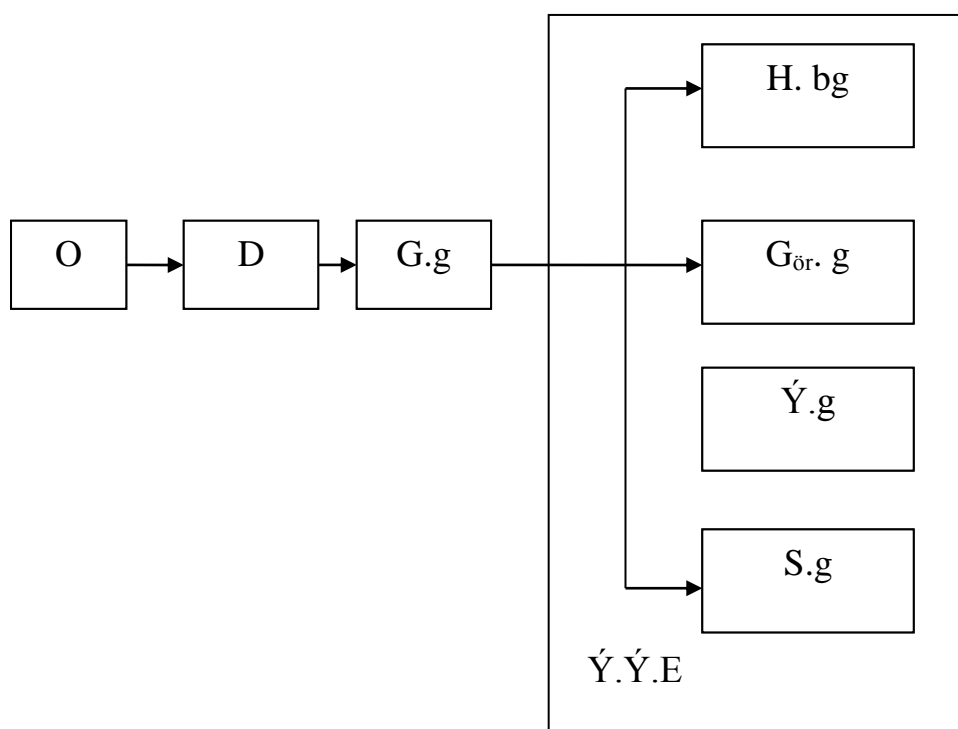
Sazlanýan obýekti we awtomatiki sazlaýjy awtomatiki sazlama sistemasy (ASS) diýip aýdylýar.

ASS göni we ters baglanyşyk bilen tapawutlandyrylýar.

**Göni baglanyşyk**-bu sazlaýjynyň her bir öňdäki elementleriň soňkysyna bolan täsiridir.

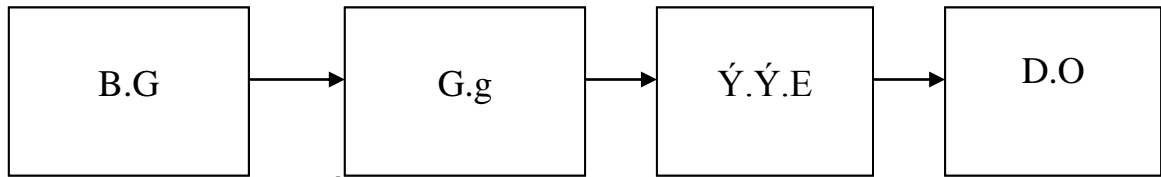
**Ters baglanyşyk**-bu soňky bir sazlaýjynyň ondan öňdäki bolan täsiridir.

**Maglumat teoriýasy**-maglumat toplamak, özgertmek, bermek usullaryny öwrenýär. Maglumat signallarynyň kömegi bilen berilýär we aňladylýar. Bu fiziki prosesini bolup, berýän maglumata baglylykda kesgitlenen parametri bolýar. Bu baglylygy gurmaklyga kodirlemek diýilýär.



4-nji surat. Awtomatik gözegçilik sistemasy (AGS)

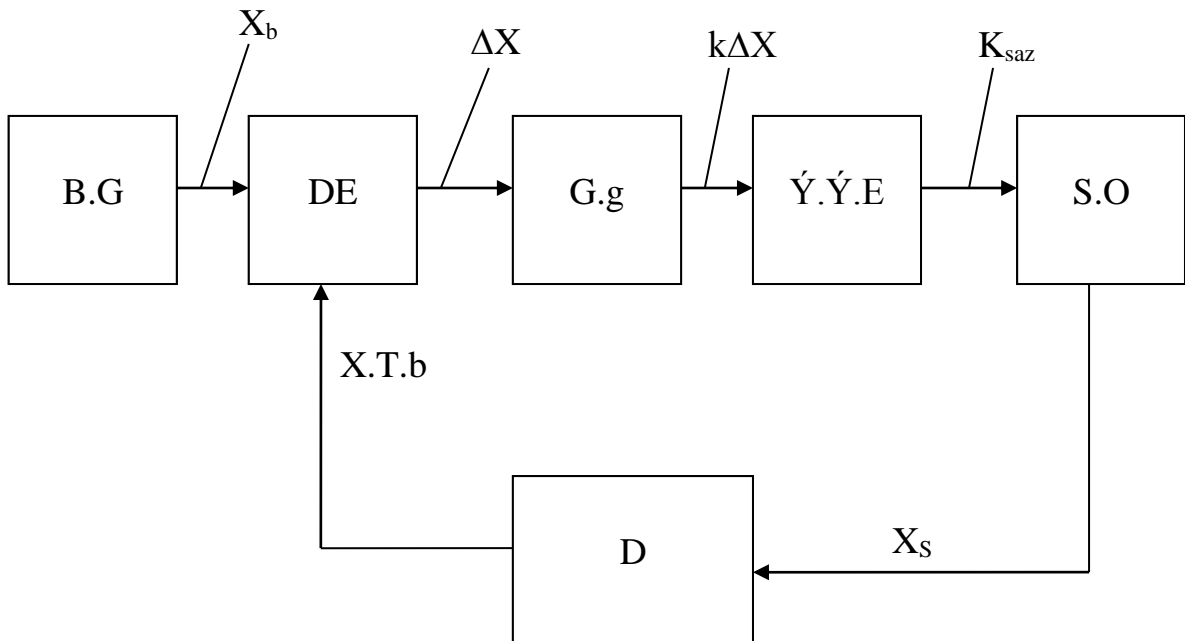
O-obýekt; D-duýujy datçik; G.g-güýçlendiriji gural; H.b.g.-habar beriji gural;



Gör.g-görkeziji gural: Ý.g-ýazýan gural: S.g.-sortlaýan gural:

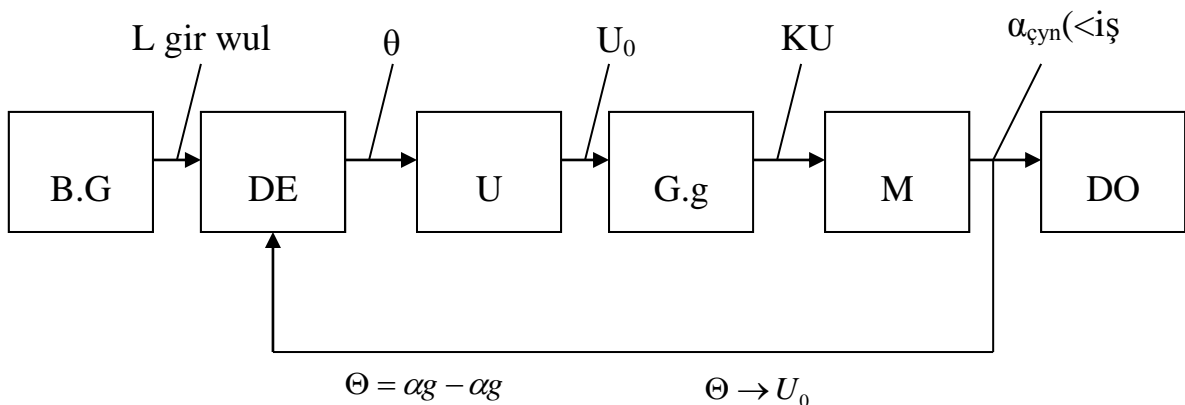
2-nji surat. Awtomatik dolandyryş sistemasy (ADS)

BG-belleýji gural; G.g-güýçlendiriji gural; Ý.Ý.E-ýerne ýetiriji element; DO-dolandyrylýan obýekt



3-nji surat. Awtomatik sazlaýyş sistemasy (ASS)

B.G.-belleýji gurluş; DE-deňeşdiriji element; G.g-güýçlendiriji gural; Ý.Ý.E-ýerine ýetiriji element; S.O-sazlanylýan obýekt; D-duýujy (datçik);



4-nji surat. Yzarlaýjy sistemasy (YS)

BG-belleýji gural; DE-deňeşdiriji element; U-üýtgediji; Güýçlendiriji gural; M-hereketlendiriji; DO-dolandyrylan obýekt;



Funksionirleme algoritmi – diýip haýsy hem bolsa gurluş sistema toplumynyň ýa-da gurluşyň tehniki prosesiniň dogry ýerine ýetirilmegine alyp barýan buýruklar toplumyna aýdylýar.

Dolandyryjy algoritmi – diýip, funksionirleme algoritmini ýerine ýetirmek maksady bilen dolandyryjy obýektine daşky täsirleriň häsiýetlerini kesgitleýän buýruklar toplumyna aýdylýar.

Aragatnaşyk kanaly – bu fiziki sredanyň üsti bilen berilýän (energiýa) görnüşiniň şol maglumat goýberýän gurluşyň we ony kabul edýän gurluş bilen emele gelýär.

Önümçilik roboty (ÖR) – bu önümçilik predmetlerini häsiýetlendirmekde adamyň analog funksiýalaryny çalşyryp bilýän (önümçilik prosesinde) hereketlenme we dolandyrma funksiýalaryny ýerine ýetirmek üçin niýetlenen özünde monipulýator we dolandyryş programmirleme gurluşyny sakalaýan awtomatiki maşyndyr.

Tele-dolandyryş sistemasy – dürli komandalary ýörite signallar bilen uzak aralyga ibermegi üpjün edýän gurluşlaryň toplumydyr. Şol komandalary kabul etmegiň deregine dolandyrylýan obýektleriň dürli zynjyrlaryna zerur bolan täsire özgerýär.

Tele-gözegçilik sistemasy – maglumaty kabul edýän bölüme ýörite signallary ibermek arkaly obýektiň ýagdaýy ýa-da onda bolup geçýän prosesler baradaky maglumaty aralyga bermegi ýa-da kabul etmegi üpjün edýär.

Telemehanika – bu tehniki ylmyň bir pudagy bolup, hereketli we hereketsiz obýektleriň ýagdaýyny gözegçilik edýän we aralykdan dolandyrma bilen baglanan kompleks soraglary derňeýär. Telemehanikanyň esasy gözegçilik, aragatnaşyk arkaly girýär.

Maglumat teoriýasy – maglumaty toplamak, özgertmek we bermek usullaryny öwrenýär. Maglumat signallaryň kömegi arkaly berilýär we aňladylýar. Bu fiziki proses bolup, berilýän maglumata baglylykda kesgitlenen parametrleri bolýar. Şular ýaly baglylygy guramaklyga kodirleme diýilýär.

Programmirleme teoriýasy – maglumaty dolandyryş wagtynda ulanmak we gaýtadan işlemek usullaryny bejerip taýýarlamak we doly öwrenmek bilen meşgullanýar. Maglumat metody algoritmi diýip atlandyrylýan kesgitlenen düzgün boýunça, dolandyryşyň islendik sistemamasynyň maglumaty gaýtadan işlemek ýoly arkaly işi programmirläme mümkinçilik berýär. Islendik dolandyryş sistemasynyň işiniň programmirläme umumy ýagdaýda aşaklary öz içine alýar:

Dolandyryş sistemalarynyň teoriýalary – beýleki dolandyryş sistemalary bilen bagly bolup, daşky täsire mümkin bolan reaksiýaly sistemalaryň gurluş prinsipi we strukturasyny öwrenýär. Umuman, dolandyryş sistemasy diýip, maglumaty maksada laýyk işläp bejermegi amala aşyran islendik fiziki obýekt atlandyrylyp bilner. Maglumat, özünde giň düşüňjani saklaýar we dürli hadysalary, prosesleriň anyk düşündirilmesi üçin ulanylýar.

**Datçik** - bu maglumaty aragatnaşyk kanaly boýunça bermekde has amatly parametre özgerdýän, ony ölçeyän, analizirleýän sredanyň täsirini kabul edýän gurluşdyr. Datçikler ýerine etirýän funksiýasy boýunça iki sany aýratyn gurluş (ýagny), görnüşde edilip bilner.

Dolandyryş ulgamy – bu çyzgyda işçi mehanizmiň (IM) aýlanma ýygylgyny (W) sazlamak kontury şekilendidir hemişelik togunyň elektrohereketlendirijiniň (M) ýakoryna berlen naprýaženiýe süýe güjün kömegi bilen (m) azaldyp we köpeldip bolýar. Şeýlelikde işçi mehanizmiň aýlanma ýygylgyny ýa-da tizlenmegi sazlap bolýar. Hemişelik toguň elektrohereketlendirijisi işçi mehanizmi we tahogenerator (VR) aýlaýar. Tahogenerator aýlanma ýygylgyny ölçemek üçin niýetlenendir. Ýagny tahogenerator aýlanma ýygylgyny naprýaženiýä öwürýär. Ol naprýaženiýe Woltmetriň (V) kömegi bilen ölçenýär. Woltmetriň şkalasy aýlanma ýygylgyny görkezzer ýaly edilendir. Woltmetriň görkezýän ululygyna baglylykda operator (OP) ýakora barýan naprýaženiýy üýtgedýär.

Sazlanma prosessi bu ýerde adamyň kömegi bilen bolup geçýär. Bu sazlama açyk ulgamy diýilýär. Ters baglanyşygy ulanyp açyk (üzük) sazlama ulgamynyňdaky ýapyk sazlama ulgamyny döredip bolýar.

Ulgamyň çykyşyň zady ululygyň bir böleginiň üýtgedilip ýa-da üýtgedilmän gi Dolandyryşa ters baglanyşygy girirmegi bilen ulgam awtomatiki sazlamana öwürýär. İşçi mehanizmi aýlanma tizligi ters baglanyşygy kömegi bilen belli bir bahada sazlanýar.

### **3.Ölçeg ýalňyşlyklary.**

#### **Esasy adalgalar we kesgitlemeler**

*Ölçeg* – berilen fiziki ululygyň we onuň ölçeg birligi diýilip kabul edilen käbir bahasynyň san gatnaşygyny tejribe ýoly bilen almaklyk prosesidir.

*Ölçegiň netijesi* – fiziki ululygy ölçemek ýoly bilen tapylan, atlandyrylan sandyr.

*Ölçegiň ýalňyşlygy* – ölçegiň netijesiniň ölçenýän ululygyň hakyky bahasyndan gysarmasy.

*Ölçegiň takyklygy* – ölçegiň netijesiniň ölçenýän ululygyň hakyky bahasyna ýakynlaşmak derejesi.

*Ölçeg serişdeleri* – kadalaşdyrylan metrologiýa häsiýetnamasy bolan we ölçeg prosesinde ulanylyan tehniki serişdelerdir.

*Metrologiýa* – ölçeg baradaky ylym, talap edilýän takyklyga ýetmekligiň ýollaryny we ölçegleriň meňzeşligini üpjün edýän serişdeler we usullar baradaky ylymdyr.

*Kanun çykaryjy metrologiýa* – metrologiýanyň bölümi bolup, özüne özara baglanyşykly toplumlary we özaraşertleşilen düzgünleri, talaplary we kadalary, şeýle-de döwlet tarapyndan reglamentasiýa gerek bolan, ölçegleriň ýeketäkligini üpjün etmeklige we ölçeg serişdeleriniň birmeňzeş bolmaklygyna ugrukdyrylan beýleki soraglary içine alýar.

*Barlag* – berilen kada bilen, barlanýan obýektiň ýagdaýyny ýa-da onuň häsiýetiniň arasyny gabat getirýän proses.

*Çen (mera)* – berien ölçegli fiziki ululygy ýüze çykarmak üçin niýetlenen ölçeg serişdesi.

*Ölçeg özgerdijisi* – gözegçi tarapyndan gönüden-göni görmeklik (duýmaklyk) mümkin bolmadyk ölçeg üçin niýetlenen signal maglumatlaryny aralyga geçirmeklige, gelejekde özgertmeklige, işlemeklige we saklamaklyga amatly görnüşde işläp çykarmaklyga niýetlenen ölçeg serişdesidir.

*Ölçeg enjamy* – ölçeg maglumatlarynyň signallaryny, gözegçiniň gönüden-göni kabul edip biler ýaly görnüşe getirmek üçin niýetlenendir

*Ölçeg maglumat ulgamy*-öbýkti dolandyrmak we işlemek, gözegçilik üçin düşnükli, ölçeg maglumatlaryny almak üçin niýetlenen we öz arasynda aragatnaşyk kanallary bilen birleşdirilen ölçeg serişdeleriniň (ölçeýji, ölçeg enjamlary, ölçeg özgerdijileri we ş.m.) we kömekçi gurluşlaryň toplumydyr.

*Ölçegiň netijesi* tejribe ýoly bilen tapylan, ululygyň hakyky bahasyny ýakynlaşan bahalandyryan ululykdyr. Ölçegiň netijesi ölçeg usulyna, ölçegiň tehniki serişdesine we ölçeg geçirýän gözegçiniň ölçegi kabul edişine baglydyr.

Ölçegiň  $X'$  netijesi bilen ölçenýän ululygyň hakyky  $A$  bahasynyň arasyndaky  $\Delta$  tapawuda ölçegiň ýalňyşlygy diýilýär

$$\Delta = X' - A$$

Şeýlelikde ölçenýän ululygyň  $A$  hakyky bahasy näbelli, onda ölçegiň ýalňyşlygy hem näbelli, şonuň üçin hatda öl barada ýakynlaşan maglumat almak üçin hakykatda ölçäp bolýan (örän takyk ölçeg enjamynda) ölçenýän ululygyň  $A$  hakyky bahasyna örän ýakynlaşan bahasyny almaly.

Ýalňyşlyklaryň döremekliginiň sebäpleri aşakdakylar bolup biler: ölçeg usullarynyň, ölçeg geçirilende ulanylýan ölçeg serişdeleriniň we gözegçiniň duýgy organlarynyň kämilleşmedikligi. Ölçeg geçirmekligiň şertleriniň täsiri bilen baglanyşykly sebäpleri başga topara birleşdirmeli.

Ýalňyşlyklaryň ýüze çykmaklygynyň ýokarda ýazylan sebäpleri faktorlaryň sanynyň köplüginin täsiri astynda toplanýar we olardan ölçegiň jemlenen ýalňyşlygy kesgitlenýär. Olary iki sany esasy topara birleşdirmek mümkin:

1. Ölçeg synagy (eksperimenti) prosesi döwründe hemişelik ýa-da kanuna laýyk üýtgeýän ýagdaýlaryň, meselem ölçege täsir edýän ululyklaryň birsydyrgyň üýtgemesi ýa-da ölçeg geçirilende ulanylýan nusgalyk ölçegleriň ýalňyşlyklary. Şu toparyň täsiri bilen kesgitlenýän, ýalňyşlygyň jemlenen düzüjileri, ölçegiň ulgamlaryn (sistematikiý) düzüjileri diýilip atlandyrylýar. Olary tapawutlandyryjy aýratynlyklar şu aşakdakylardan durýar, ýagny şol bir ululyk ikilenji gezek ölçenende ulgamlaryn ýalňyşlyk tötänleýin ýalňyşlykdan köp bolan ýagdaýda üýtgemän galýar ýa-da kanuna laýyk üýtgeýär. Olary hasaplamak mümkin ýa-da degişli barlaglar geçirip ölçegiň netijesinden aýyrmak mümkin.
2. Wagtal-wagtal ýüze çykýan we şeýle-de garaşylmadyk ýagdaýda ýok bolýan ýa-da öňden görmeklik kyn bolan ýoary depginde (intensiwlilikde) ýüze çykýan ýagdaýlar (faktorlar). Olara enjamlaryň elementleriniň we ugrukdyryjysynyň gyşarmasy, daýançlardaky sürtülmäniň wagtal-wagtal üýtgemesi, täsir edýän ululyklaryň azajyk fluktuasiýasy, ölçeg geçiriji operatoryň ünsüniň başga tarapa sowulmagy we şuna meňzeşler.

2-nji toparyň ýagdaýlarynyň täsiri bilen kesgitlenýän ölçegiň jemleýji ýalňyşlygynyň düzüjisi ýa-da bölegi tötänleýin ýalňyşlyklar diýilip atlandyrylýar.

Onuň esasy aýratynlygy ikilenji gezek ölçeg geçirilende ululygynyň tötänden üýtgemeginden durýar.

Şeýlelik bilen ölçeg ýalňyşlyklarynyň iki görnüşi bar:

Ulgamlaýyn (sistematik) ýalňyşlyk.

Tötänleýin ýalňyşlyk.

#### **4. Ölçegleriň ýalňyşlyklarynyň klasifikasiýasy**

Ölçeğiň umumy ýalňyşlygyny dürli görnüşli ýalňyşlyklary düzüjileriniň jemi hökümünde göz önüne getirmek mümkin. Ýalňyşlyklary derňemekligiň usuly ýalňyşlyklary düzyän düzüjileri her birini aýratynlykda matematiki ýazmaklyga esaslanandyr, ol umumy ýalňyşlyga baha bermeklyge mümkinçilik berýär.

Ýalňyşlyklary dürli alamlary boýunça klassifikasiýalar:

- Döremekligiň sebäpleri boýunça,
- Ýüze çykmaklygynyň kanunalaýyklygy boýunça,
- Ölçenýän ululygyň üýtgemeklik tizligine baglylygy boýunça,

Döremekligiň sebäpleri boýunça tapawutlandyrylar:

- Yzygiderligi (metodiki),
- instrumental,
- hususy (subýektiv) ýalňyşlyklar.

**Yzygiderligi ýalňyşlyk  $\Delta_y$**  ölçemekligiň usulynyň kämilleşmedikligi ýa-da ölçeg geçirilýän wagtynda käbir ýenilleşdirmeklige ýol beriendigi sebäpli ýüze çykýar. Ol hasaplamalar döwründe ýakynlaşan formulalary ulanmaklyk netijesinde ýa-da nýölmekligiň nädogry usulu ulanylanda ýüze çykýar. Nädogry usul saýlanmagy ölçenýän fiziki ululygyň onuň modeline gabat gelmeýändigini netijesinde bolup biler.

**Instrumental ýalňyşlyk  $\Delta_i$**  ulanylýan ölçeg serişdesiniň kämilleşmedikligi netijesinde bolup biler. Onuň ýüze çykmaklygynyň sebäbi, enjam ýaslanda we sazlananda ýol berilen säwlikler, enjamyň könelişmegi netijesinde shemadaky elementleriň parametrleriniň we konstruksiýasynyň üýtgemekligi bolup biler.

**Hususy (subýektiv) ýalňyşlyk** operatoryň hususy aýratynlyklary bilen ýüze çykyp biler: onuň iş tejribesi, ünüs berijiligi, duýgy organlarynyň ýagdaýy. Şeýlelikde analog pribor bilen ölçeg geçirilende onuň strelkasy boýunça hasaplama geçirilende strelkanyň tekizligine perpendikulýar ugurdan seredilmese ýüze çykyp biler. Mundan başgada ölçeg geçirilýän döwürde ölçenýän baha doly ölçenip bolunmadyk ýagdaýda hasaba alynsa hususy ýalňyşlyk ýüze çykyp biler.

Şeýlelikde häzirki zaman ölçeg priborlarynyň köpüsi sanlyölçeg pribory bolu durýar, şonuň üçin hususy ýalňyşlygy hasaba alma hem bolar, ölçeg ýalňyşlygyna yzygiderli  $\Delta_y$  we Instrumental  $\Delta_i$  ýalňyşlyklaryny jemi hökümünde seretmek bolar.

$$\Delta = \Delta_y + \Delta_i$$

**Ýüze çykmaklygynyň kanunalaýyklygy boýunça** ýalňyşlyklary ulgamlaýyn (sistemstik), tötänleýyn, gödek we hata (grubyý) bölýärler.

#### **5. “MÖ” edilýän häzirki zaman talaplary:**

- 1) Ýokary we häsiýetleri-duýujylyk, takyklyk, gönülik görkezilmegi ýa-da görkezmeleriň gaýtalanmagy ýa-da tizligi. Özara çalyşyklyk gisterezisiniň ýok bolmagy.
- 2) Ýokary ygtybarlylyk: gulluk wagtynyň köp bolmagy, daşky sreda durnuklylyk iş wagtynda durup galmazlygy.
- 3) Tehnologiki gowy taraplary: kiçi massaly, kiçi göwrümlü, gurlyşynyň ýönekeýligi, özüne düşýän gymmatynyň pesligi.

Ýokardaky hemme talaplary berjaý etmek kyn, ýöne MÖ mikro EHM bilen bilelikde işletsek, maşynyň hasaplamasynyň we logikasynyň hasabyna MÖ-niň kemçilikleriniň bir bölegini aýyryp bolýar. EHM-iň kömegi bilen;

- 1) MO egri çyzykly häsiýetnamany göni çyzykly häsiýete geçýär.
- 2) Duýujynyň sesi peselýär.
- 3) Daşky sredanyň täsir edýän temperaturasy peselýär.

Dolandyryş-berlen programma laýyklykda obýektiv funksionirlemegini goldamaga gönükdirilen hereket toplumydyr.

Dolandyrylýan obýekt-funksionirleme algoritmiki ýerine ýetirmek üçin guramaçylykly täsire mätäç bolan tehniki prosesleri amala aşyran gurluş. Önümçiligi dolandyrmak-bu haýsyda getirýän getirýän maglumat prosesidir.

Bölekleyin awtomatlaşdyrmak bu diňe kesgitlenen tehnologiki prosesinde özüniň çylşyrymlylygy bilen ýa-da çalt geçişi bilen adam tarapyndan ýerine ýetirip bolmajak aýratyn önümçilik operasiýalaryny awtomatiki ýagdaýda ýerine ýetirilmelidir.

Awtomatiki gözegçilik sistemasy (A.G.S.) AGS gözegçilik etmek we köp wagtlap saklamak üçin amatly bolan formada (görnüşde) berlen bahasy (etalonly) gözegçilik edilýän ululygy we netijeleri deňeşdirmäni, belleýän deňlemäni amala aşyýar.

Gözegçilik obýektinden GO gözegçilik ululygy D duýuja berýär we onda ölçeg üçin amatly bolan signala öwrülýär.

Datçikde özgerdilen signal DG berilýär. Soňundan belleýji gurluşda BG gözegçilik bahasy bilen baha deň bolanda datçikden alynýan bahanyň ululygyna deň bolan sistema, birnäçe etalon bahanyň ululygyny girizýän gurluşdyr. Eger-de AGS gözegçilik obýektinde absolýut ululygy ölçeýän bolsa onda BG bolmaýar.

Awtomatikada dolandyryş sistemasy (ADS). Bu sistemada islendik proses adamyň gatnaşygy bolmadyk ýagdaýda amala aşyrylýar.

DDG-dolandyryjy gurluş; DO-dolandyrylýan obýekt; ÝÝG-ýerine ýetiriji gurluş.

BG-ibermäge amatly ululyga özgerýän we öz gezeginde bahalandyran dolandyryjy signala sistemanyň girişini berýär. DG özgerdijileriň çykyşyndan signal ÝÝG barýar, we dolandyryjy obýekti täsir edýän signaly saýlap komandany ýerine ýetirýär.

Awtomatiki sazlaýyş sistema. Awtomatik sazlaýyş sistemasy önümçilik prosesleri häsiýetlendirýän sazlaýan obýektiň birnäçe ululygynyň berlen takyklykda bahasynyň hemişeligini ýokarlamagy, awtomatiki ýagdaýda amala aşyrylýar. Başgada berlen kanun boýunça ASS görkezilen ululyklaryň bahasynyň üýtgedip bilýär.

Awtomatiki sazlama prinsipi nähili maglumatlaryň easasynda we nähili sazlanýlýan obýekte sazlama täsiriň emele gelýändigini kesgitleýär. Sazlamanyň prinsiplerini häsiýetlendirýän esasy alamatlaryň biri iş maglumaty bolup durýar. Gyşarma (normadan üýtgame) boýunça sazlamak prinsipi (Polzunow Wattyň prinsipi)

## **6.Temperaturany ölçemek.**

Temperatura bu tehnologiýa prosesiň esasy parametrleriniň biridir. Suwuň, bugyň, ýanyň mazudyň, gazyň, sowuk howanyňe we ş.m. temperaturasyny ölçemek bolýar. Temperatura molekulanyň orta kinetik energiýasyna bagly bolup durýar we islendik zadyň ýylylyk ýagdaýynyň parametri bolup durýar. Şeýlelikde uly temperaturaly obýekt öz ýylylyk energiýasyny kiçi temperaturaly obýekte geçirýär we olaryň deňelmegi bolup geçýär.

Temperaturany ölçeyän abzal XVII asyrdan döredi. Temperatura - bu ýag döndürýän önümçiligiň hilini we prosesiň gidişini kesgitleýän esasy parametrleriň biri bolup durýar. Temperatura diýip haýsy hem bolsa bir zadyň gyzyş derejesini häsiýetlendirýän ululyga aýdylýar.

Termodinamiki skala (Kelwiniň şkalasy) Termodinamikanyň ikinji kanunyna esaslanyp özüniň takyklygy we deňölçeçliligi bilen tapawutlanýar. Halkara praktiki şkalada ölçenilýän temperatura  $t^{\circ}$  bilen belgilenýär, sanly bahasy  $^{\circ}\text{C}$  belgi bilen belgilenýär. Termodinamiki şkalada we halkara praktikada ulanylýan temperaturalaryň arasyndaky baglanyşyk  $T = t + 273,15$  gatnaşyk bilen aňladylýar.

Temperaturany ölçemek üçin termometrler ulanylýar. Olar işleýiş prinsipi boýunça aşakdakylara bölünýär:

## **7.Giňelme termometrleri.**

- a) Suwuklyk aýna termometrleri. Görkezilen termometrleriň işleýiş prinsipi aýnanyň içindäki suwuklygyň gyzyş giňelmegine esaslanýar. Termometriki suwuklyk esasynda rtut Hg, etil spirti  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , toluol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ , pentan  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  we ş. m. Esasan hem rtutdan bolan termometrler giňden ulanylýar. Olar ballondan 4, rtut bilen doldurylan kapilýar trubkadan 3, şkaladan 2 we daşky oboloçkadan 1 durýar. Bu termometrler bilen  $-30$ -dan  $+ 500^{\circ}\text{C}$  çenli aralykda bolan temperatura ölçenilýär. Rtutdan bolan termometrler ulanylşy boýunça şu aşakdakylara bölünýär : tehniki, laborator we abrazsowýý.

Bu termometrler yzy üznüksiz ýakyn aralykdan gazlaryň suwuklyklaryň temperaturasyny  $200^{\circ}\text{C}_{\text{del}}-750^{\circ}$  çenli aralykda ölçemek üçin niýetlenendir.

Aýnadan ýasalan suwuklyk termometrleriň (AÝST) işleýiş prinsipi aýnadan ýasalan turbajyga geýilen suwuklygyň gyzdyrylanda giňelip göwrümini artdyrma häsiýete baglydyr.

Turbajyga guýylan suwuklyklar: Simap, toluol, spirt, kerosin we ş.m.. Simap guýlanda aýna turbajygyň diwaryna ýelmeşip galmaýanlygy üçin giňden ulanylýar. Sebäbi bu häsiýet priboryň ölçeyiş ýalňyşlygynyň peselmegine eltýär.

b we ç) Delatametriýa we bimetal termometrleri D we  $B_m$  termometrleriniň işleýiş prinsipi gaty maddalaryň temperatura üýtgände özüniň uzynlygyny üýtgetmek häsiýetine esasanandyr. M: 2sany dürli giňeltme koeffisiýentli metal gyzdyrylanda olaryň uzalmagynyň tapawudy  $\Delta L$ , temperatura göni proporsionaldyr we ölçenilýän temperaturany görkezýär.

## 8. Manometriki termometrler.

Häzirki wagtda önümçiliklerde temperaturany ölçýän abzalyň dürli hili görnüşi duş gelýär. Manometriki termometrler suwuklygyň temperaturasyny 150-dan 300 °C çenli ölçemek üçin ulanylýar, takyklyk klasy 1, 1,5.

Manometriki termometrler beýleki ölçeg abzallaryndan konstruksiýasynyň ýönekeýligi, görkezijisiniň awtomatiki ýazgy edilmegi we uly bolmadyk aralyga goýberip bilmegi bilen tapawutlanýar. Ondan başgada olary ýangyn - partlama howply jaýlarda ulanmak bolýar.

Onuň ýetmezçiligi : bejerilişiniň kynlygy, termobalonyň otnositel uly ölçegi, ýokary takyklygyň ýetmezçiligi, tygşytylygynyň ýetmezçiligi bolup durýar.

Manometriki termometrleriň gurluşy we işleýiş prinsipi. Manometriki termometrler enjam bilen kapilýar trubka arkaly birikdirilen termoballondan durýar. Ballon kapilýar we manometriki pružina işçi suwuklyk bilen doldurylan, gysga utgaşdyrylan termosistemany emele getirýär. Ballony ölçenýän sredada ýerleşdirýärler. Ölçenýän ýerdäki temperaturanyň üýtgemegi ballonyň içindäki basyşyň üýtgemegine getirýär, ol bolsa manometriki pružina täsir edýär.

Manometriki termometrler gurluşy boýunça ýönekeý, işde örän amatly. Bu enjam bilen - 120-den + 600 °C çenli temperaturany ölçemek bolýar.

Gysga utgaşdyrylan sistemadaky işçi suwuklyga baglylykda manometriki termometrler şu aşakdakylara bölünýärler:

- gaz bilen doldurylan - onda termoballon, pružina we kapilýar ideal gaza ýakyn we termodinamiki düzümi bolan inert gazy bilen doldurylýar. Barometriki ýalňyşlygyň az bolmagy üçin enjamyň sistemasy 0,98 -4,9 Mpa basyşly gaz bilen doldurylýar.

- suwuklyk bilen doldurylan - onda enjamyň sistemasy suwuklyk bilen doldurylýar. İşçi suwuklyk hökmünde rtut -30-dan 600°C-çenli temperatura interwalynda we ksilol -40-dan +200°C interwalynda bolan suwuklyk ulanylýar.

- kondensasion - onda termoballon ýuwaş gaýnaýan suwuklyk bilen doldurylýar (hlormetil, hlorettil, aseton we ş.m.). Temperaturanyň ölçeg çägi - 25 -den +250 °C çenli. Ondan başgada manometriki termometrler görkeziji, özi ýazyjy we kontaktly görnüşde bolýarlar. Manometriki termometrleriň esasy ýalňyşlygy  $\pm 0,5 - 2,5$  % deň.

Manometriki termometrler ýag öndürýän önümçiliklerde dürli tehnologi proseslere gözegçilik etmek üçin ulanylýar.

Önümçilik tarapyndan manometriki termometrleriň dürli görnüşleri goýberilýär: gaz we suwuklyk görkeziji (TPG4, TPŽ4), pneumatiki we elektriki distansion goýberijisi bolan gaz we suwuklyk görkeziji (TPG4-V, TPG4-VI,

TPZ4-V, TPŽ4-VI), görkeziji signalizasiýaly elektrokantaktly (TPP-SK, TPG-SK), özi ýazyjy gaz we suwuklyk (TGS, TZS) we başgalar.

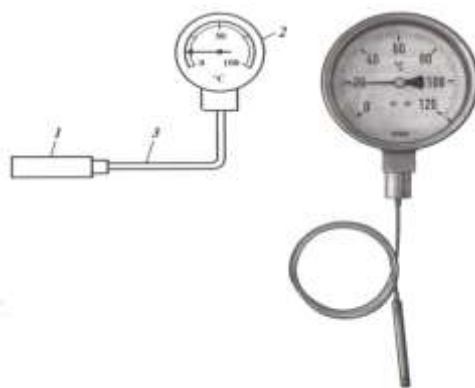
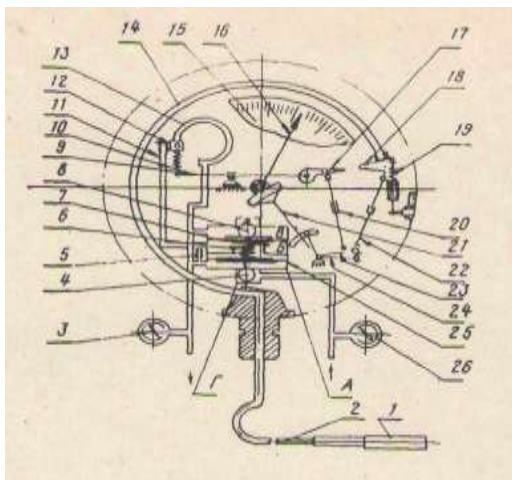
Manometriki termometrleriň gurluşy we işleýiş prinsipi aşakdaky mysalda görkezilen: Görkeziji pnevmatiki distansion goýberijili TPG4-V.

Enjam şu arakdakylardan düzülen : termosistemadan, birikdirilýän termoballondan 1 (surat 1), manometriki pružinden 14, kapilýardan 2, beriji mehanizmden, tribko-sektornýý mehanizm 21, strelka 16, şkalanyň ýüzünde herek edýän 15, týaga 22, bimetal plastina 18, týaga 20, powodki 23,17 we 24, ryçag 9, pružina 10,19 we 6, ters baglanşygyň uzeli ol ters baglanşygyň manometriki pružinasyndan 13, zaslonkadan 12, sopladan 11, drosselden 5, membranadan 7 we 25, şarikli klapýandan 8 we 4, manometrden 3 we 26 durýar.

Bu pribor gazyň, suwuklygyň, bugyň temperaturasyny ölçemek üçin ulanylýar. Şu görnüşde goýberilýän termometrleriň ölçeğ çägi -60-dan +600 °C çenli.

Manometriki termometrleriň gurnalşy.

Manometriki termometrler gurnalanda termoballonyň ýagdaýy gaz we suwuklyk termometrleri üçin islendik ýagdaýda bolup bilýär, kondensasion termometrler üçin bolsa wertikal ýagdaýda bolmaly. Agressiw sredada ýada uly basyş (6,27 Mpa ) astynda bolan sredany ölçemeli bolsa onda termoballon içi ýag bilen ýada Misnyý opilka bilen doldurylan gorag gilzanyň içinde gurnalýar. Enjamyň korpusy wertikal ýagdaýda gurnalmaly. Daşky sredanyň temperaturasy 60°C ýokary bolmaly däl. Pribor iş ýerinde ýa-da laboratoriyada barlanmaly.



5-nji surat.. TPG4-V - tipli termometriň daşky görnüşi we konstruksiýasy.

Manometriki termometrler buguň, agressiw däl gazlarynyň we suwuklarynyň temperaturasyny ölçemek üçin gerek. Ölçeýji çägi 200°C-den +100°C-a çenli ölçenilen maglumaty bermek boýunça MT şu aşakdaky görnüşlerden durýarlar: görkezýän, ýazýan we komberirlenen görnüşler MT esasy bölegi manometriki termosistemadyr.

Manometriki termosistema şu aşakdaky böleklerden durýar: Termoballon 1 (maýyşgak) birleşdiriji kopilýaryň 2 kömegi bilen maýyşgak duýujy element 3 bilen birleşdirilendir. Ölçeýji guralan temperaturanyň ölçeğ birliginde gradnirowka edilendir. Ölçeýji gural hökmünde manometriň dürli görnüşleri ulanylýar:



görkeziji, ýazýan manometr sistema tutuşlygyna (termaballon-kapilýar-manometriki prusyna) bug, gaz ýa-da suwuklyk bilen doldurylýar.

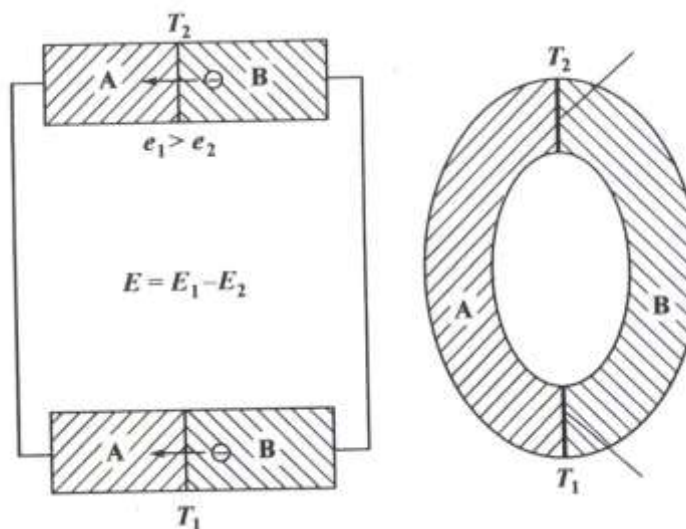
Suwuklyk termometrleri +500<sup>0</sup>l-e çenli

Gaz termometrleri +500<sup>0</sup>l-a çenli, inert gaz

Bug termometrleri +200<sup>0</sup>C-a çenli spirt, efir

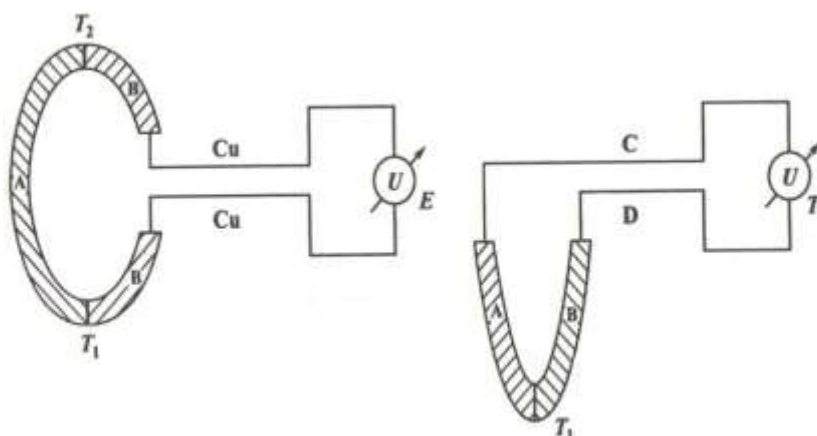
Kapilýar turbajygyň uzynlygy 40 sm den 40 metre çenli diametri bolsa 0.2-den 1mm-e çenli.

## 9. Termoparalar



6-nji surat

Metallaryň birleşýän ýerleri



7-nji surat.

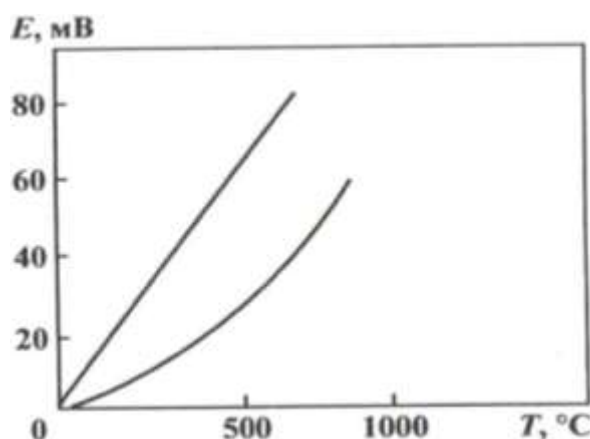
Termoparalar we daki bolup geýýän hadysalar. termoparalar arkaly temperaturanyň ölçenilişi

## 10. Garşylyk termometrleri.

Garşylyk termometrleriniň işleýiş prinsipi. Birnäçe arassa metallarda temperaturanyň ýokary galmagy bilen garşylyk takmynan  $0,4\% \text{ grad}^{-1}$  köpeliýär. Manometriki termometrler bilen deňeşdirilende garşylyk termometrleriniň üstünligine : ölçegiň ýokary takyklygy, görkezijisiniň uzak aralyga berilmegi, bir ölçeg enjamyna birnäçe termometrleri birikdirmek ýoly bilen temperatura gözegçilik edip bilmek mümkinçiligi. Ölçeg gurluşy garşylyk termometrinden, ölçeg enjamyndan we iýmitlendiriji tokdan durýar. Köplenç metaldan bolan garşylyk termometrleri ulanylýar, olaryň duýujy elementi arassa metaldan taýýarlanylýar. Garşylyk termometrleri üçin gerek bolan metallar : a) ölçenýän sredada okislenmeli däl we himiki baglanyşyklara girmeli däl. b) elektriki garşylygynyň uly we hemişelik temperatura koeffisienti bolmaly. w) uly udel garşylygy bolmaly. Görkezilen talaplara doly derejede platina we Mis dogry gelýär. Platinada ýeterlik derejede elektriki garşylygyň uly temperatura koeffisienti ( $3,94 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$ ) we uly udel garşylyk ( $0,099 \text{ Om} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) bar.

Platinanyň  $R_t$  garşylygy temperatura baglylykda  $0-650^\circ$  interwalynda aşakdaky formuladan tapylýar :  $R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$

nirede,  $R_0$  -  $0^\circ\text{C}$ -da bolan garşylyk  $A$  we  $B$  - hemişelik, termometriň graduirowkasynda kesgitlenýär.

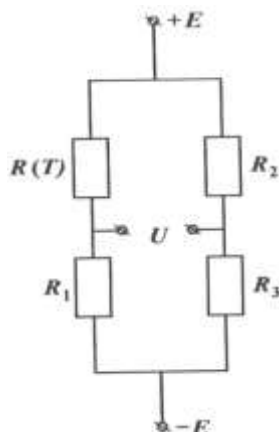


8-nji surat. Geçirijiniň garşylygynyň temperatura baglylygy

Misiň aýratynlyklary : ol arassa ýagdaýda aňsat alynýar, elektriki garşylygynyň uly temperatura koeffisienti ( $4,26 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$ ) deň. Misiň garşylygy temperatura interwalynda  $-50 \div 180^\circ\text{C}$  aşakdaky formula esasynda tapylýar

$$R_0 = R_0(1 + at)$$

nirede,  $a$  - Misiň garşylygynyň temperatura koeffisienti.



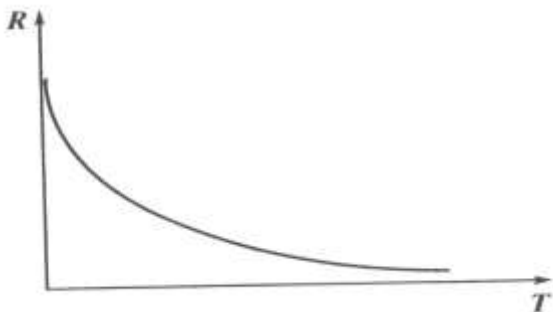
### 9-nji surat

Metallara görä, garşylyk termometrleri Misiň, marganesiň, magniniň, nikeliň we beýleki metallaryň okis bilen garyndysyndan ýagny ýarymgeçiriji metallardan taýýarlanylýar.

Platinadan bolan garşylyk termometrleri. Olar tehniki, obrazowyý we etalon görnüşinde bolýarlar. TSP görnüşli tehniki termometrleri -200-den +650 °C temperatura üçin goýberilýär.

Garşylyk termometrleri dürli proseslerde temperaturany ölçemek üçin ulanylýar : ýagyň dezodorasiýasynda, ýagyň üznüksiz gidrogenizasiýasynda.

Yarym geçiriji garşylyk termometrleri. Yarym geçiriji garşylyk termometrleri - 90 -dan +180°C diapazonda temperaturany ölçemek üçin ulanylýar we termistor ýa-da termorezistorlar diýlip atlandyrylýar.



10-njy surat. Käbir ýagdaýlarda ýylylyk prosesleri önümçilik tehnologiýasynda esasy bölek bolup durýar. Şonuň üçin hem oňa dyngysyz we gözegçilik etmeli bolýar. Maddalaryň gyzygynlyk (ýylylyk) ýagdaýy onuň temperaturasy bilen häsiýetlendirýär. Temperaturany ölçemek üçin 1 sany temperatura  $\rho_1$  şkalasy ulanylýar.

- 1) Termodinamiki şkalasy, ölçeg birligi gradus kelwin ( $K^0$ ).
- 2) Halkara şkala, ölçeg birligi gradus selsiý ( $^0C$ )

Temperaturany gönüden gönü ölçäp bilýän ölçeg görnüşü yok. Şonuň üçin hem temperaturany ölçemek üçin jisimleriň temperaturasyňa bagly bolan we aňsat ölçäp bolýan fiziki häsiýetlerini ulanylýar. Temperaturany ölçemek üçin priboryň işini esaslandyryýan fiziki häsiýetleriniň hataryna şu aşakdakylar girýär.

- 1) Gyzdyrylanda jisimleriň göwrüminiň otnositel giňelmegi.
- 2) Gyzdyrylanda ýapyk göwrümdäki basyşyň artmagy.
- 3) Temperatura üýtgände elektrik toguny geçirijileriň we ýarym geçirijileriň elektrik toguna bolan garşylygynyň üýtgemegi.
- 4) Gyzdyrylanda iki geçirijiniň seplesme nokadynda termoelektrik hereketlendiriji güýjüniň döremegi.
- 5) Gyzdyrylanda jisimlerden gaýdýan şöhlelenme güýjüniň artmasy ýa-da kemelmegi we başgalar.

Ölçeýiş usullarynyň esasy bolup durýan maddalaryň fiziki häsiýetlerine we fiziki hadysalara baglylykda temperaturany ölçeyän priborlara ýa-da termometrlere şu aşakdaky atlara dakylýar.

Temperaturany termoelektrik usul boýunça ölçemek, iki sany dürli görnüşli geçirijilerden düzülen zynjyrdä, olaryň seplesdirme nokatlarynda temperaturany deň bolmadyk ýagdaýynda termoelektrik hereketlendiriji güýjüniň döremegine esaslanandyr. TEHG-nyň döremegi metallarda erkin elektronlaryň barlygy bilen baglanyşyklydyr. Erkin elektronlaryň dykzyzlygy hemme metallarda deň däl

şonuň üçin hem elektronlar uly dykzylygy (A) elektroddan kiçi dykzylykly (B) elektroda akyp başlaýar.

Iki geçirijiniň seplesýän nokadynda temperaturada näçe gyzgyn bolsa erkin elektronlaryň diffuziýasy şonça hem ýokary bolýar Temperaturasy ölçenilýän obýektde ýerleşdirilýän seplesme nokadyna termometriň işçi nokady diýilýär. Ölçeýji pribor çatylyan seplesme nokadyna bolsa erkin uýy diýilýär.

$T_E U = const$  şonuň üçin TEHG boýunça obýektiň temperaturasy barada maglumat alyp bolýar TEHG-ni ölçemek üçin termometriň 2-nji erkin uýyny üzüp, oňa milli woltmetr çatmaly.

## 11. Garşylyk termometrleriň işleýiş prinsipi.

Metaldan ýasalan elektrik togyny geçirijileriň temperaturasy üýtgände özüniň elektrik toguna bolan garşylygyny üýtgetmek häsiýetini esaslanandyr. Garşylyk termometri ilkinji özgerdiji bolup durýar we olar diňe garşylyk (elektrik togunyň) garşylygyny ölçäp we şoňa degişli temperaturany görkezýän pribory bilen bilelikde işläp bilýär.

Mis tok geçirijiniň garşylygynyň temperatura baglylygy aşakdaky formula bilen kesgitlenýär.

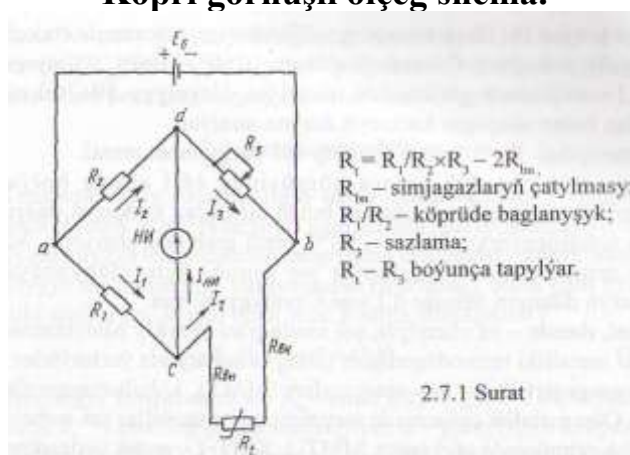
$$R = R_0(1 + \alpha d);$$

d-garşylyk koeffisiýenti  $R_0$ -0°C-daky garşylyk R-garşylyk t°C-daky

Garşylyk termometrleriň uzynlygy 400-700mm diýametri 2=3÷5 mm 260°C- dan +1100°C Mis garşylyk termometrleri 200°C-dan +200°C temperaturasyňy ölçäp bilýärler.

1. Garşylyklary köpri görnüşli ölçeg shemasynyň kömegi bilen deňeşdirmek.
2. Strelkaly Ommetr ýa-da logometrleriň kömegi bilen ölçemek.

### Köpri görnüşli ölçeg shema.



11 -nji surat

### Köpri görnüşli ölçeg shemasy

Dört egniniň her birinde garşylyk bolup bir diogonalyny tok çeşmesiniň naprýaženiýasy bolýan bolsa şeýleki diogonalýndan hem çykyş naprýaženiýasy  $U_{cyk}$  alynýan bolsa oňa köpri diýilýär.

Hemişeki tok bolanda köpri görnüşli deň agramlyk şertli.

$$R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_4 \quad \text{R-erginiň garşylygy}$$

$$Z_0 \cdot Z_3 = Z_2 \cdot Z_4 \quad \text{Z-erginiň doly garşylygy}$$

## 12. Kadalaşdyryjy üýtgeýji.

S79 tijili kadalaşdyryjy ölçeyji üýtgeýjiler temperaturanyň ähli üýtgeýiş interwalyndaky. TGR belgili garşylyk termouýtgeýjilerden gelýän signallary. Hemişelik toguň 0-5 MA ýa-da naprýaženiýanyň 0-10W aralygyndaky ukifitsirlenen signalyna öwürmek üçin niýetlenendir. N4 suratda kadalaşdyryjy priboryň garşylyk termouýtgeýjisi bilen birleşdirmegiň ýönekeýleşdirilen prinsipi elektrik shemasy görkezilendir;

$R_t$  garşylyk termouýtgeýji beýleki  $R_1$ ,  $R_{g1}$ ,  $R_{gz}$  rezistorlar bilen birlikde diogonallary c-d a-b bolan deňagramlaşdyrmak köpri görnüşli shemany emele getirýär. Deňagramlaşdyrmak köpri görnüşli shema  $R_t$  tý-n garşylygynyň a-b diogonaldan alynýan  $U_{ab}$  hemişelik toguň naprýaženiýesine öwürmek üçin niýetlenendir.  $\Delta U = U_{ab} - U_{tb}$  naprýaženiýa berilýär. Garşylyk üýtgeýjiniň oturdylan ýerindäki temperatura üýtgeýän we ol hem öz gezegine  $U_{ab}$  naprýaženiýanyň tapawudynyň üýtgemegi  $\Delta U = U_{ab} - U_{tb}$  naprýaženiýa berilýär. Ol hem  $R_k$  nagruzkanyň gurluşygynyň üstünde we ters baglanyşygy gurluşynyň /TBG/ üstünden akýan  $I$  çyk toguň üýtgetmeýär.

TBG-dan  $R_{tb}$  ters baglanyşygynyň garşylygynyň üstünden  $I_{tb}$  ters baglanyşygyň togy akyp geçýär, we şonda  $U_{tb} = I_{tb} \cdot R_{tb}$  formula bilen aňladylyan  $I$  açyk çykyş toguň porapeslen bolan naprýaženiýanyň peselmegine getirýär. Ters baglanyşygyň naprýaženiýasy termogarşylygyň oturlan ýerindäki temýylarynyň täze bahasyna poraplizalar laýyklykda toguň bahasyna laýyklykda deňagramlaşdyrmak köpri görnüşli shemanyň kompensirilýär.

## 13. Garşylygyň termouýtgedijileriniň kadalaşdyryjy pribor bilen birleşdirilişiniň iki geçirijili we üç geçirijili shemasy.

$R_t$  Garşylyk termouýtgedijisi (GI) ölçeyji pribor bilen  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  gemirijileri arkaly birleşdirýär. (surat 5)

GI geçirijiler bilen bilelikde köpri görnüşli ölçeg shemasynyň bir egninde (b-d) ýerleşýär. Şonuň üçin geçirijileriň garşylygyny ululygy köpri görnüşli ölçeg shemasynyň (KGOS) deňagramlylyk şertine täsir edýär.

GT-den ölçeyji pribora barýan geçirijileriň garşylygy hemişelik ululyk bolmalydyr we şol ýagdaýda ölçeg priboryň şkalasynyň gradirlenmesi geçirilmelidir we ol garşylyk priboryny şkalasynda görkezilmelidir.

Meselem: priboryň şkalasynda  $R_g=50\text{m}$  ýazylan bolsa, onda geçirijileri her biriniň garşylygy  $2.50\text{m}$  deň bolmaýar.

ON we GT aralygy üýtgände şonuň täsirini aýyrmak üçin  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  geçirijiniň garşylygyny, margarinden ýasalan  $R_{d1}$  we  $R_{d2}$  deňleşdirip tegeleriň üsti bilen  $2.50\text{m}$ -a çenli azaldylýar.

$R_{d1}$  we  $R_{d2}$  deňleşdiriji tegekleriň KGOS bilen GT-i birleşdirýän her bir geçirijä birikdirýärler. Pribor çatylanda (montaž edilende)  $R_{d1}$  we  $R_{d2}$  deňleşdiriji tegekleriň garşylygynyň  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  geçirijileriň garşylygyna görä azaltdyk olaryň  $R_{g1}+R_{d1}$  we  $R_{g2}+R_{d2}$  jeminiň 1.5 Om bolmagyna gazanylýarlar.

Ölçeg priborlaryň görkezýän maglumatyna (biziň shemada deňagramly köpri görnüşli).  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  geçirijileriň ýerleşýän ýerindäki temperaturasynyň täsiri bardyr. Garşylyk termouýtgedijisini deňagramly köprini 2 geçiriji bilen (2 geçirijiniň birikdirme shemasy) penje birleşdi, birikdirmede ulanylýan 2 geçiriji hem köprüniň şol bir (b-d egni) egnine girýär.

Deňagramly köprüniň deňagramlylyk şerti aşakdaky görnüşde ýazylýar:

$$R_1 * R_3 = R_2 * (R_{d1} + R_t + R_{g2} + R_{d2})$$

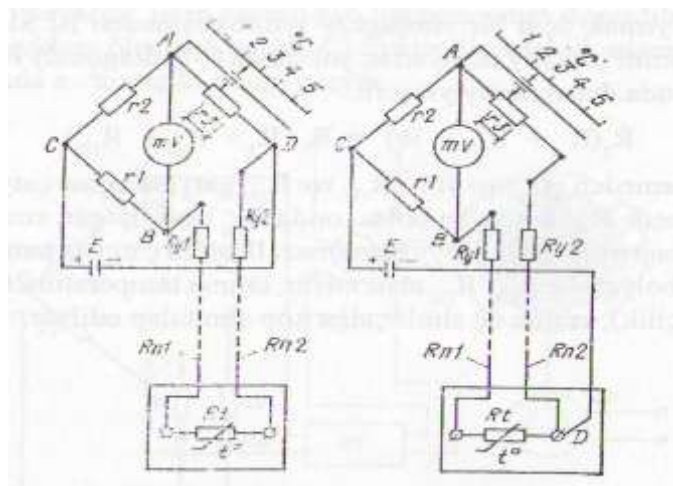
$R_t$  garşylykly termouýtgedijiniň oturdylan ýerindäki temperatura hemişelik bolanda, ýöne  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  geçirijileriň ýerleşýän ýerindäki temperatura üýtgän mahalynda köpri görnüşli shemada rabolans ýüze çykýar. Priboryň görkezýän maglumatyna geçirijiniň ýerleşýän ýerindäki temperaturanyň täsirini aradan aýyrmak üçin 3 geçirijili temada ulanylýar. (n3 b surat)

(+) položitel tok çeşmesinden gaýdýan geçirijini garşylyk termouýtgedijiniň klemosyna birleşdirilen şunlukda ol nokat C-d dioganalynda garşylyk. Termouýtgedijisiniň klemosyna geçilýär. Bu ýagdaýda birleşdiriji geçirijileriň  $R_g$  we  $R_{g2}$  garşylyklaryň köpri görnüşli shemanyň gabatlaýyn eginlerine birleşdirýär we köpri görnüşli ölçeg sistemasynyň deňagramlylyk şerti aşakdaky ýaly ýazylýar.

$$R_2 * (R_{d1} + R_{g1} + R_t) = R_1 * (R_3 + R_{d2} + R_{g2})$$

Iki geçiriji hem bir ugurdan geçirilýär şonuň üçin hem temperatura üýtgän mahaly olaryň  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  garşylyklary birmeňzeş bahaly üýtgeýär.  $R_{g1}$  we  $R_{g2}$  garşylyklar KGOS-nyň gabatlaýyn eginlerine birleşdirileni üçin ol shemanyň deňagramlylygy bozulmaýar. Şeýlelikde garşylyk termouýtgedijileriniň köpri görnüşli ölçeg shemasy bilen birleşdirilýän geçirijileriň garşylygynyň üýtgemegi netijesinde ýüze çykýan ölçeg ýalňyşlygy aradan aýyrýar.

Ýokarda ýazylanlary göz önünde tutsak geçirijileriň oturdylan ýerindäki temperatura üýtgände ýüze çykýan ýaňňyşlygy iki geçirijili shemanyň kemçiligi bolup durýar. Garşylyk termouýtgedijileriniň köpri görnüşli ölçeg shemasy bilen birleşdirmeginiň üç geçirijili shemasynda ýokardaky kemçilikler bolanok, ýöne termouýtgedijini tok çeşmesi bilen birleşdirýän geçirijiniň uzynlygy ýaly artykmaç geçiriji talap edilýär.



## 12 -nji surat

Garşylygyň termouýtgejileriniň kadalaşdyryjy pribor bilen birleşdirilişiniň iki geçirijili we üçgeçirijili

### 14.Basyşy ölçemek. Basyşyň görnüşleri.

Basyşy basyşyň tapawudyny we seýrekleşmäni (rasrezeniýeni) ölçeyän priborlar bilen gazlaryň, suwuklygyň, howanyň, ýaglaryň we beýlekileriň basyşy ölçenilýär.

Ylymda tehnikada dinamiki we statiki basyşy tapawutlandyrýar.

Dinamiki basyş-bu hereket edýän gazyň ýa-da suwuklygyň tizligi bilen häsiýetlendirýän basyşdyr.

Statiki basyş bu suwuk ýa-da gaz görnüşli sredanyň potnsial energiýasyna (potnsial energiýasynyň bahasyny) bagly bolan basyşa aýdylýar.

Biz geljekde “Basyş diýlen jümle (söz) bilen statiki basyşy atlandyrýarys. Fizikada bilişimiz ýaly basyş diýip güýjüň meýdan birligine edýän täsirine aýdylýar.

SI sistemasynda basyşyň esasy ölçeg birligi paskaldyr. (Pa)

$$P = \frac{F}{S}; \left[ \frac{\text{nýuton}}{M^2} \right] [Pa]$$

paskal 1 nýuton güýjüň 1m<sup>2</sup> meýdana edýän täsiridir.

### 15.Basyşyň görnüşleri.

Artykmaç basyş-(Part) bu atmosfera basyşynda ýokary basyş.

Absolýut basyş-atmosfera basyşy bilen artykmaç basyşyň jemine deňdir.

$$P_{als} = P_{atm} + P_{art}$$

Absolýut basyş-P<sub>als</sub>-bu abzolýut nuldan hasaplanýan basyşdyr.

Wakummetriki basyş-(P<sub>wak</sub>)- bu atmosfera basyşynda aşak basyş durýar:

$$P_{vakk} = P_{atm} - P_{aks}$$

Tehniki ölçegler-üçin “tehniki atmosfera” diýilen düşünje kabul edilendir.

Tehniki-atmosfera bu 1 kg g/9.8 nýuton güýjüň 1 sm<sup>2</sup> meýdana edýän täsirine aýdylýar. Basyşy we basyşyň tapawudyny ölçeyän priborlara manometrler diýilýär.

Manometrleri ulanylýan ýerlerde laýyklykda aşakdaky atlar dakylýar.



Barametrler-atmosfera basyşyny ölçemek üçin

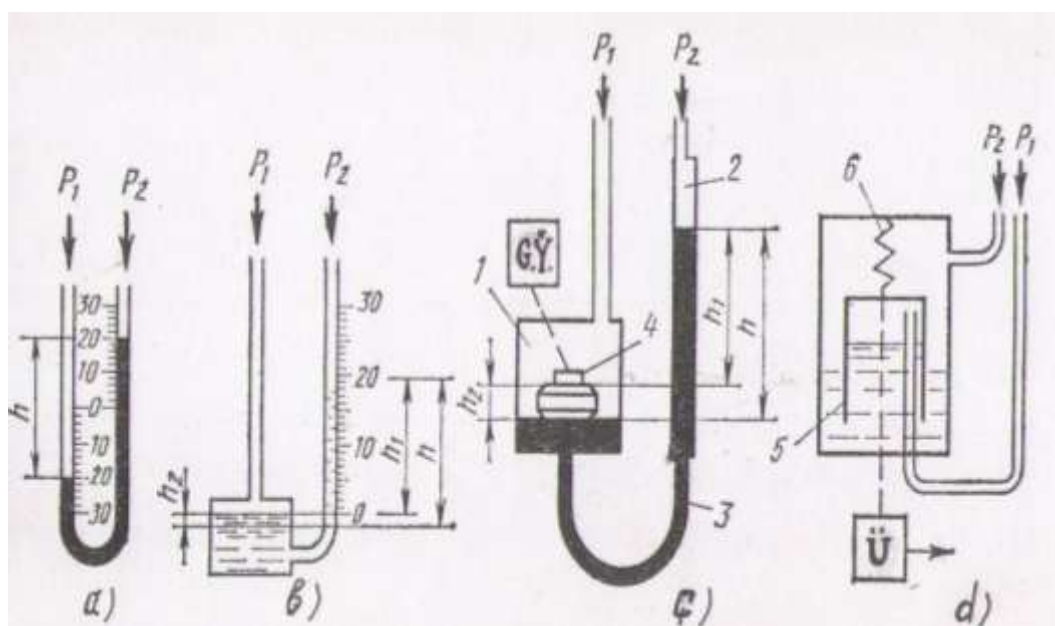
Absolýut basyşyň manometrleri-absolýut basyşy ölçemek üçin.

Artykmaç basyşyň manometrleri-artykmaç basyşy ölçemek üçin.

Wakuummetrler wakuummetriki basyşy ýa-da atmosfera basyşyndan aşak bolan basyşy ölçemek üçin.

Nanarometrler we tyagometrler göz görnüşli sredalaryň örän pes (40 kpa çenli bolan) artykmaç we wakuummetriki basyşlary ölçemek üçin.

Differensial manomefrler-basyşlaryň (iki basyşyň) Tapawudyny ölçemek üçin.



13 -nji surat

Manometrleriň shemalary:

- a) U harp görnüşli (iki turbajykly) manometr
- b) Ýeke turbajykly (jam görnüşli) manometr
- c) Poplawokly (ýüzgüçli) manometr
- d) Jaň görnüşli manometr

Mikromonometrler-örän ujypsyz (atmosfera basyşa ýakyn bolan). banlaşyklary we olaryň tapawdyny ölçemek üçin we ş.m. Guruşyna laýyklykda basyşy ölçeýän priborlar şu böleklere bölünýärler. Suwuklykly priborlar-bularda ölçenilýär. Basyş suwuklyk sütüniň özüniň beýikligine görä edilýän basyşy bilen kesgitlenýär.

Pružynly priborlar-bu priborlarda ölçenilýän basyş dürli görnüşli elementleriň maýyşgak deformassiýasynyň güýji bilen kesgitlenýän.

1 u harp görnüşli neweblyk manometrleri. Suwukluk manometrlerini suwukluk bilen doldurylanda şol suwuklygyň üstünde  $R_1$  we  $P_2$  basyşy kabul edip bilen ýaly sany baslyk bolmalydyr.



Suwuklyk manometrlerinde ölçenilýän basyşyň ululygy suwuklugyň beýikligi boýunça ýa-da gabyň gapdal üstüne edilýän basyşyň güýji boýunça kesgitlenýär.

-Birinji bölegiň priborlarynyň hataryna

-U harp görnüşli iki kurbaly monometr.

-çaş kaly (bifurbaly) manometr.

-poplawokly monometrler.

-Ikinji bölegiň monometrleriniň hataryna bolsa balakly (jaňly manometr girýär)

-v-harpy(meňzeş) görnüşli manometr (1 e surat)

-v-harbyň meňzeş бүкүлөн bir sany oýnadan ýasalan turbajykda ýa-da aşagy birleşdirilen 2 sany turbajykdan ybarat.

Turbajyklar bir zadyň üstüne wertikal görnüşde birleşdirilendir we olary beýiligi boýunça ortasy nuldan başlanýan iki taraplaýyn şkala çyzylandyr. Turbajyklara suwuklyk bilen nol belgä çenli doldurylýar. Ulanylýan suwuklyklar: suw, spirt ondan başgada simap we transformatorlara guýulýan ýaglar.

v-harp görnüşli manometrlerde basyş seýrekleşmäni (rastezeniýe) ýa-da basyşyň tapawudy suw ýa-da simap sütününiň MM beýikligi bilen ölçenýär. Ölçenilýän maglumaty MM-de dälde paskalda aňlatjak bolsak aşakdaky formula ulanylýar.

$$P = gh(\rho - \rho_s) \quad (1)$$

$\rho$ -erkin gaçmanyň tizlenmesi [MK<sup>2</sup>]

h-ulanylýan suwuklyklaryň sütüniniň baýikliginiň tapawudy [M].

$\rho$ -ulanylýan suwuklyklaryň dykzlygy [kg/m<sup>3</sup>]  $\rho_s$ -ulanylýan suwuklyklaryň üstündäki sredanyň dykzlygy [kg/m<sup>3</sup>]

Eger P<sub>2</sub> atmosfera basyşyna deň bolsa (1) formula aşakdaky görnüşe geler:

$$P = P_{gh} \quad (2)$$

Senagatda iki turbaly DT-5 we PT-50 tipli manometrler goýberilýär.

Çaşkaly ýeke turnajykly manometr (1 b surat) gatnaşykly gapdal we onuň bilen birleşdirilen aýna turbajykdan ybaratdyr. Şunlukda kgabyň diýametri D diýmek onuň üstüniň meýdanyň d turbajygyň diýametrinden ep-esli ulydyr. (adatça  $d^2/D^2 \geq 1/400$ )

Obýektiň P basyşyny ölçemek üçin silindriki gap bilen birleşdirýär. Ölçeg turbajygy bolsa atmosfera basyşy bilen birleşdirilýär. Seýrekleşmäni (разращение) ölçenilen wagtynda bolsa ölçegiň tertibi tersine bolýar. Ölçeg turbajygy obýekt bilen birleşdirilýär.

Q gap bolsa atmosfera bilen birleşdirilýär. Iki basyşyň tapawudy ölçenilende uly basyş gaba berilýär, kiçi basyş bolsa ölçeg turbajygyna berilýär. Haçanda basyşyň seýrekleşmäniň ýa-da basyşyň tapawudynyň täsiri netijesinde ölçeg turbajygyndaky suwuklyk h<sub>1</sub> beýiklikde galýar. h<sub>2</sub> beýikligi aşak düşýär. Onda ölçeg ululygyň bahasy.

$$h = h_1 + h_2 \quad (1) \text{ deň bolar.}$$

Eger-de F<sub>1</sub>-ölçeg turbajygyň

F<sub>2</sub>-giň şu gabyň üstüniň meýdany bolsa;

$$\text{Onda } F_1 h_1 = F_2 h_2 \quad (2)$$

F<sub>1</sub>h<sub>1</sub>-ölçeg turbajykda suwuklygyň göwrümi.

$F_2 h_2$ -giňiş gapdan gysylyp çykarylan suwuklugyň göwrümini (1) we (2) deňlemede tapýarys:

$$h = h_1 \left( 1 + \frac{F_1}{F_2} \right) = h_1 \left( 1 + \frac{d_2^2}{D^2} \right)$$

$\frac{d^2}{D^2} \geq \frac{1}{400}$  örän kiçijik ululyk şonuň üçin ony ýok diýip göz öňünde tutup, ölçege diňe  $h_1$  boýunça hasaplarys.

Sebagatda birturbajykly TDZ we MMN-240 kysymly monometrler çykarylýar.

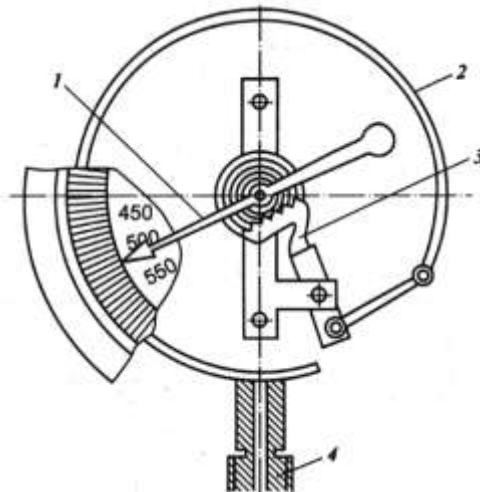
### 16. Turba görnüşli pružinli manometrler.

Turba görnüşli pružinli manometriň shemasy 4.1-nji suratda görkezilen: 1 – manometrleriň şkalasynyň dili. 2 – içi deşik metal turbajyk (polat, latun, berillili bronza) bir tarapy kebşirlenen (Burdonyň turbajygy); 3 – dişli hereket geçiriji; 4 – basyş bermek üçin ştuser. Ölçege çäkleri:  $10^5 - 10^3$  Pa. Ýalňyşlygy: 0,1 – 5 %.

Daşky basyşyň täsiri netijesinde turbajyk gönelyär. Turbajygyň ahyrky nokadynyň süýşmesini aşakdaky aňlatma bilen ýazmak mümkin

$$X = (p_{am} - p)(A_1 - A_2) / C,$$

Bu ýerde  $A_1$  we  $A_2$  – turbajygyň içki we daşky üstleriniň meýdany;  $C$  – turbajygyň gatylygy.



14-nji surat. Turba görnüşli pružinli manometriň shemasy

### 17. Membranaly manometrler.

$P$  basyşyň täsiri astynda (4.2-nji surat) 1 metal membrana egrelýär. Azyrak ýerini üýtgedýän (kiçi deformasiýa) üçin

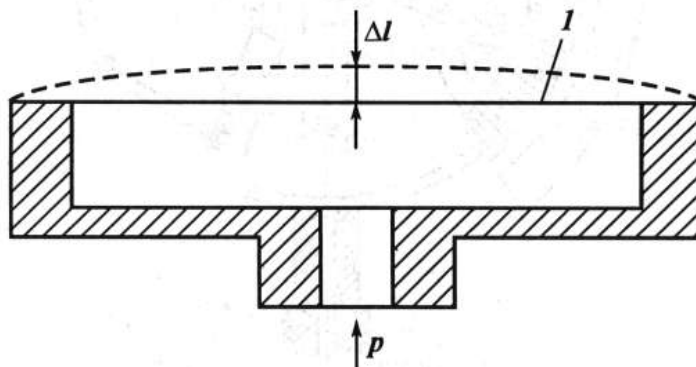
$$\Delta l = k \frac{R^4}{E \delta^3} p,$$

Bu ýerde  $k$  – proporsionallyk koeffisiýenti;  $R$ - membrananyň radiusy;  $E$ - membrananyň maýyşgaklyk moduly;  $\delta$  – membrananyň galyňlygy;  $p$ - basyş.

Membrananyň merkeziniň ýerini üýtgetmesi elektrik signalyna öwrülýär. Özgertmekligiň birnäçe usuly 4.3-nji suratda görkezilen.  $P \approx P_{orta}$  bolanda ýalňyşlyk az bolýar. Membrananyň (diliň) ýerini üýtgetmesi:

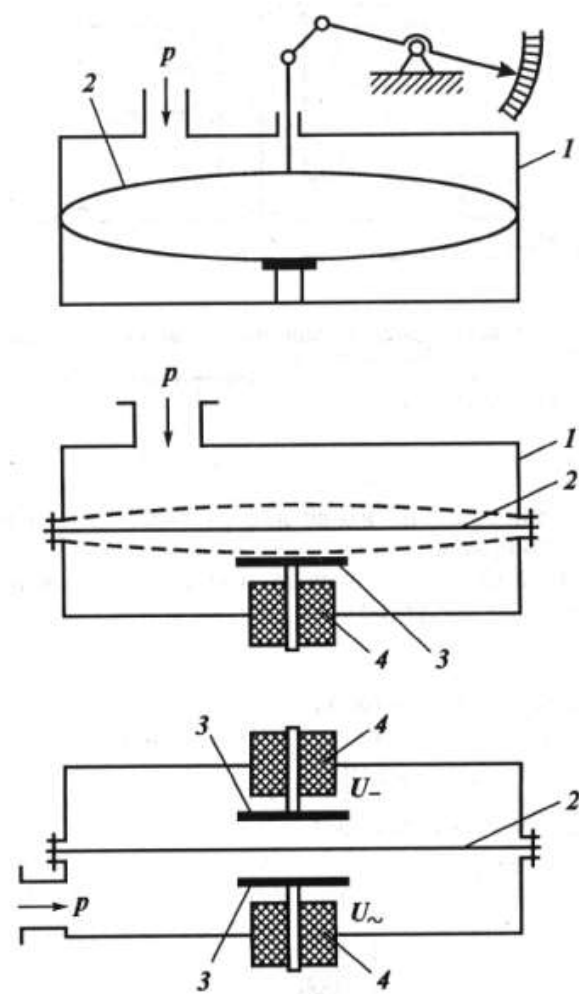
$$X = (p_{orta} - p) / K$$

Bu ýerde  $K$  – hemişelik koeffisiýenti.

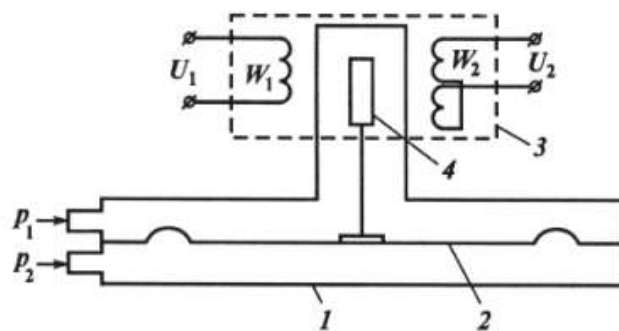


15-nji surat. Membranaly manometriň shemasy

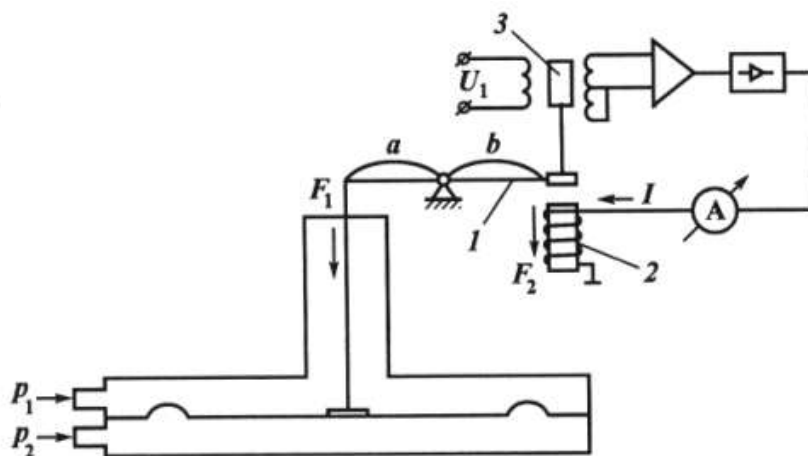
Membranaly duýgur elementi bolan differensial manometr 4.4 we 4.5-nji suratlarda görkezilen. Datçikde  $p_1$  we  $p_2$  basyşly iki boşluk bar.  $p_1$  we  $p_2$  basyşlaryň tapawudynyň täsiri astynda membrana egilýär we 4 serdeçnigiň ýerini üýtgedýär.



16-njy surat



17-nji surat



18-nji surat.

## 18. Maddanyň mukdaryny we harçlanyşyny ölçemek

### Üýtgeýän basyşly harçlanyşy ölçýän proborlar standartlaşdyrylan gysyjy gurluşlar.

Tehnologiki prosesiniň gidişine gözegçilik etmek üçin käbir ýagdaýlarda maddanyň mukdaryny we harçlanyşyny ölçemek gerek bolýar.

Maddanyň harçlanyşy diýip turba geçirijiniň kese-kesiginden wagt birliginde akyp geçen maddanyň mukdaryna aýdylýar.

Maddanyň mukdaryny massanyň ölçeg birliginde (kg tonna) ýa-da göwrümiň ölçeg birliginde ( $m^3$  litr) ölçýärler.

Şoňa laýyklykda massa boýunça harçlanyş  $Q_m$  (kg/sek; kg/sag; tonna/sag) ýa-da göwrüm boýunça harçlanyş  $Q$  göwrüm ( $m^3$ /sek; litr/sek;  $m^3$ /sag) bolup biler.

Turbageçiriji boýunça belli bir wagt aralygynda (smena, sutka we ş.m.) akyp geçip maddanyň mukdaryny hasaplaýan pribora hasaplaýjy pribor diýilýär.

Maddanyň harçlanyşyny ölçýän priborlara bolsa harçlanyş ölçýjiler diýilýär.

## 19. Üýtgeýän basyşly harçlanyşy ölçýän Priborlar!

Olaryň işleýiş prinsipi, gysyjy gurluşlaryň görnüşleri, ulanylýan ýerleri.

Senagatda bu metod turbageçirijiler boýunça akyp geçýän gazlaryň, howanyň suwuň we beýleki suwuk we gaz görnüşli maddalaryň harçlanyşyny ölçemek üçin giňden ulanylýar.

Maddalaryň harçlanyşyny bu metod boýunça ölçemek üçin turbageçirijiniň göni geçýän böleginiň içinde gysyjy gurluşlary ýerleşdirilýär.

Suwuklyk, gaz ýa-da bug gysyjy gurluşyň deşiginden akyp geçen wagtyndan, Bernilliniň yzy üzülmazlik kanuny esasynda akymyň gysyjy guraldan soňky tizligi, onuň gysyjy guraldan öňki tizligi bilen deňeşdirilende ep-esli artýar. Ol hem bolsa öz gezeginde akymyň kinetik energiýasynyň artmagyna we potensial energiýasynyň şoňa laýyklykda akymyň basyşynyň kemelmegine getirýär.

Suratda gysyjy gurluşyň üstünden akyp geçýän akymyň gapdal kesigi we  $P$  basyşyň turba geçirijiniň diwarlarynyň we okunyň ugry boýunça ýaýraýşy görkezilen.

Akymyň gysyjy gurluşa çenli basyşynyň  $P_1$  we gysyjy gurluşyndan soňky basyşynyň  $P_2$  tapawudy  $\Delta P$  harpy bilen bellenyär.

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

Gysyjy gurluş harçlanyşy ölçemeginiň ilkinji özgerdijisi bolup hyzmat edýär sebäbi onda ölçenilýän sredanyň akymynyň gysylmagy bolan netijesinde harçlansa göni proporsional bolsa  $\Delta P$  basyşynyň tapawudy döreýär.

Merçlanyň özi bolsa  $\Delta P = F(a)$  görnüşli öwrülmäniň nominal häsiýetnamasyna laýyklykda  $\Delta P$  basyşyň tapawudynyň üsti bilen differensial monometriň kömegi arkaly kesgitlenýär.

Marçlanşy ölçemeginiň ýönekeýleşdirilen formulasy aşakdaky ýalydyr:

$$Q = C\sqrt{\Delta P}$$

C-proporsionallyk koeffisiýenti.

Bu metod boýunça harçlanyşy ölçemek üçin komflektiň düzümine

- Gysyjy gurluş
- Impulsly turbabirleşdirijiler.
- Differensial monometr girýär.

Dismonometr gysyjy gurluşdaky basyşyň tapawudyny ( $\Delta P = P_1 - P_2$ ) ölçemek üçin gerekdir.

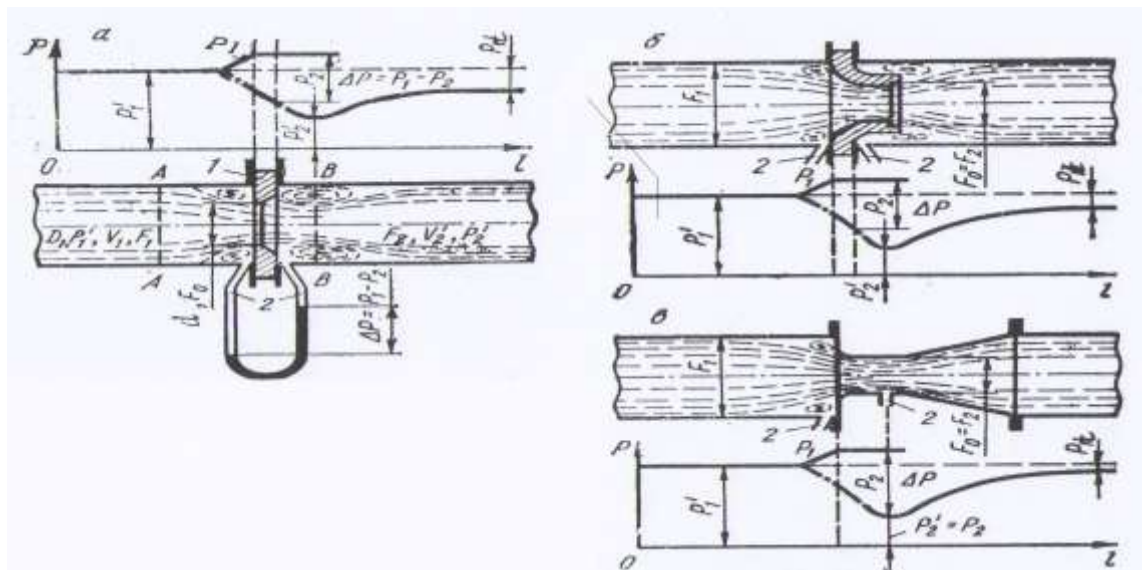
## 20. Standartlaşdyrylan gysyjy gurluşlar.

Gysyjy gurluşlar Standartlaşdyrylan ýa-da standartlaşdyrylan gysyjy gurluşlar diýip talap edilýän düzgünleri görä normetiw dokumentleriň esasynda taýýarlanan we oturdylan gysyjy gurluşlar aýdylýar.

Normatiw dokumentlerde gysyjy gurluşlary taýýarlamagyň we ýerine oturtmagyň tertibi we metodikasy bardyr.

Standartlaşdyrylan gysyjy gurluşlar şu aşakdakylar degişlidir.

- Kameraly we kemersiz diafragmalar.
- Basyşyň bahasyny deşikleriň üsti bilen edýän sapalar.
- Wenturiniň soplalary.



### 19-njy surat.

Akymyň häsiýeti we turbo geçirijiniň içinde dürli gysysygy gurluşlar goýulanda, statiki basyşyň turbogeçirijiniň okunyň ugry boýunça ýaýraýşynyň shemalary

- a. diafragma ulanylanda
- b. soplo ulanylanda
- c. Wenturiniň soplosy ulanylanda

Diafragmalar iň bir ýönekeý we giňden ýaýran gysygy gurluşlardyr. Olaryň diametri 50mm-den pes bolmadyk tegelek kesekli turba geçirijilerde oturdylýar.

Diafragmanyň esasy bölegi bolup merkezden tegelek deşikli polatdan ýasalan disk hyzmat edýär. Kameraly diafragmelerde statiki basyşyň bahasy iki sany halka görnüşli kameranyň üsti bilen alynýar.

Kameralar metaldan ýasalan turbajyklaryň kömegi bilen ditmanometre birleşdirilýärler.

Soplo-ulanylýan ýerleri diafragmanyňky bilen meňzeş  $0.05 < m < 0.65$ .

Diatnag bilen deňeşdirilende metalyň karraziýasy we hapalanyşy pesirop, hem-de ölçenmäniň ýokary takyklygyny gazanyp bolýar.

Wenturiniň saplary-ony statiki basyşyň ýitigi bahasy peseltmek üçin ulanylýan sebäbi wenturiniň sapbaşynyň maddanyň akyşyna bolan jgarşylygy pes diýmek basyşyň ýitmesi hem az bolýar.

## 21. Göwrüm we tizlikli hasaplaýjylar

Göwrüm sýotçikleriniň işleýiş prinsipi belli göwrümde we hasaplamanyň san porsiyalaryndan hasaplaýjylar arkaly geçen ölçeme kameralarynyň kömegi bilen ölçeme sredanyň göwrümleriniň yzygiderligine esaslanandyr. Göwrüm hasaplaýjylary gysygy we boşadyja bölünýär. Boşadygy göwrüm hasaplaýjysy sredanyň erkin akmagy ölçenilende berk kamera eýe bolýar. Bu hasaplaýjy gazy ölçemek üçin ulanyp bolmaýar. Gysygy göwrüm hasaplaýjysy ölçenýän fazany akdyrýan gozganýan diwarlary ölçeg kameralara eýe bolýarlar, indiki porsiya üçin kameraly boşadýar. Ýaý şekilli şesternýaly hasaplaýjy bolup durýan suwuk zatlaryň (nebit, gaz, nebitgeçiriji) göwrüm hasaplaýjy giňden ýaýrandyr.

Korpusyň 3 içinde iki sany ýaý şekilli birleşdirilen şesternýalar 1,2 ýerleşýär. Ylgayan şesternýa ölçenýän akymda olary basyşyň P1, P2 pese gaçmagyny döredýär. Bu täsiriň aslynda basyşyň pese gaçmagynda akymda aýlanýan moment ýüze çykýar we şesternýany 2 getirýän bu şesternýany döretmäge mejbur edýär. Suratda aýlanýan moment bir şesternýada 2 ýüze çykýar, indi 1 şesternýa getirýär.

Suratyň ýagdaýynda korpus bilen şesternýanyň 2 çep böleginiň arasynda göwrümiň doldurylmagy döredýär, emma bu sag şesternýa akýar, emma ölçenýän göwrüm suwuklyk bilen şesternýanyň 1 we korpusyň arasynda äkidilýär. Şesternýanyň bir aýlawda V1 we V2 ölçeg polostlar iki gezek doldurylýar we iki

gezek öňe gidýär. Bir aýlawyň jeminde hasaplaýjy arkaly V1 dört göwrüme deň bolan suwuklygyň göwrümi getirilýär. Ok şesternýanyň birini esbanyň korpusda ýerleşdirilen hasap mehanizm aýlaýar. Ýalňyşlyk ölçeme birliginde  $0,5\%$  ýetmezçiligi-ölçenýän sredany mehaniki garyndylardan hökman gowy filtrlemeli, şol sanda guratmagyň ýokary derejesi. Aşakdaky kalibrde goýberilýär.  $D=12\div 250$  mm. Ölçeme predeli  $0,01\div 250$  m<sup>3</sup>/ç. Gazly akymlyary ölçemek üçin olar kalibr eýe bolýarlar  $d=50\div 1200$ mm, çykdaýjylaryň ölçeme predeli  $40\div 4000$  m<sup>3</sup>/ç çenli.

## **22.Tizlikli hasaplaýjylar**

Olar göwrüm hasaplaýjylary ýaly ölçeme sredanyň göwrüm mukdaryny kesgitlemek üçin ulanylýar, emma olar ölçeg kameralara eýe bolýarlar we göwrüm birliklerinde serişdeleriň mukdarynyň ölçemelerini öndürýär. Turbajykda duýuş elementi bolup, hasap arkaly akýan suwuklyk akymynyň aýlanmagyna getirýär. Täsir edijiligi turbajykda aýlawyň möçberi wagt n tizlik akymyna proporsionaldyr.

$$n=kW$$

bu ýerde k-proporsional koeffisienti, w-S hasaplaýjy kesiminde akym tizlenmesi.

Çykdaýjynyň göwrüm hasaplaýjysy.

$$Q=WS [m/s \times m^2]=m^3/s;$$

Bu formuladan alýarys

$$N=k/S \times Q,$$

Ýagny turbada aýlawyň pursat sanlary ölçenýän tahometriň şkalasy göwrüm çykdaýjynyň Q birliklerinde graduirlenýär. Tahometriň rotory turbanyň akymynda aýlanma alýar, statorda E.H.G. induktirläp woltmetr bilen ölçenilýär ( $E=kFn$ ).

Tizlikli hasaplaýjylar 50-300 mm diametre  $3\div 1300$ m<sup>3</sup>/ç çykdaýjynyň ölçenmesi üçin taýýarlanýar.

## **23.Üýtgeýän derejäniň rashodometri**

Gidrawlikadan belli bolşy ýaly eger suwuklyk gapdaky deşik arkaly erkin akýan bolsa, noda gapda H öz aralarynda çykdaýjy Q we dereje baglanyşyklydyr, bu ýerde üýtgeýän derejäniň rashodometrlerinde täsirine esaslanandyr. Düýbi deşik gap-birinji özgerdiji.Şunuň üçin islendik seredilýän urawnomerler aralyk özgerdiji bolup hyzmat edýär üýtgeýän derejäniň rashodometrleri agressiw sredada çykdaýjyny ölçemeklik üçin we sygymda olaryň hapalanan suwuklyklary akdyrmakda ulanylýar atmosfera basyşyň astynda ýerleşýär.

## **24.Elektromagnit rashodomerler.**

Olaryň işleýşi magnit meýdanynda hereket geçirýän elektromagnit induksiýasynyň kanunyna laýyklykda esaslanandyr. E.H.G getirilýän geçirijiniň hereket tizligine proporsionaldyr. Elektromagnit rashodomerlerde turboprowod 1 boýunça akýan elektrik geçiriji suwuklyk geçirijiniň roluny ýerine ýetirýär we elektromagnit 2 magnit meýdanynda 3 kesişýär. Şonuň üçin suwuklyk hereketiniň tizlenmesine proporsional E.H.G Yagny suwuklygyň çykdaýjysyny



getirilýär. Çykyş signaly turbogeçirijiniň diwarynda oturdyňan iki sany izolirlenen elektrodlerden alynýar. Turbogeçirijiniň uçastogynyň iki tarapy boýunça elektrodlyr ýapýar. Sebäbi suwuklyk arkaly getirilýän E.H.G we turbogeçirijiniň diwarynda şuntirlemäni aýyrmaly.

Ölçeme blogy unifisirlenen tokly signalda getirilýän E.H.G özgerdilýär.

Elektromagnit rashodomerleriň artykmaçlygy

1.Ölçeme ýerinde goşmaça basyşyň ýitgileriniň ýok bolmagy  
2.Agressiw, çygly suwuklygyň we pulpyň çykdaýylarynyň ölçeme mümkinçiligi

Ýetmezçiligi geçirileýji suwuklyklar üçin ölçemek mümkin däl.

## **25.Ultraseli rashodomerler.**

Olaryň täsiri tizlikleriň goşulmagy suwuklygyň ultraseleriniň we suwuklygyň akymynyň tizliginiň ýaýradylmagyna esaslanandyr.

Rashodomerlerde ultraseli signallaryň torsly ölçeg ýerlerinde ýerleşdirilýär. Elektron bolgy 4 generator impulslaryndan we ölçeme wagty şöhlelenme we priýomnigiň arasyndaky aralygyň impulsyň geçişini saklaýar. Ekspluatasiýanyň ön ýanynda rashodometr suwuklyk bilen doldurylýar, sebäbi impulsynyň wagty geçirilmegi üçinkesgitlemeýär.

Akymyň hereket etmegi bilen onuň tizligi ultraseli tizlik bilen ýerleşdirilýär. Sebäbi impulslaryň böküp geçmegi wagtyň kiçelmegine getirilýär. Bu wagt blokda 4 unifisirlenen tokly signal arkaly özgerdilýär. Akymyň tizligi näçe köp bolsa, şonça-da kiçi bolar, ýagny onuň çykdaýjysy  $Q$  şonça-da uly.

Ultraseli rashodomerler şol bir mümkinçiliklere eýe bolýar, sebäbi elektro magnit bularda başgada elektrik geçirmeýji suwuklyklar çykdaýjyny ölçäp bilýärler. F-kesim;

## **26.Derejäni ölçemek üçin enjamlar we ony ölçemegiň usullary.**

Dereje diýip, iki sredany bölýän üstden pesde ýa-da ýokarda ýerleşen islendik erkin saýlanan bellige çenli aralyga düşünilýär.

Aşakdaky dereje ölçejileri tapawutlandyrýarlar:

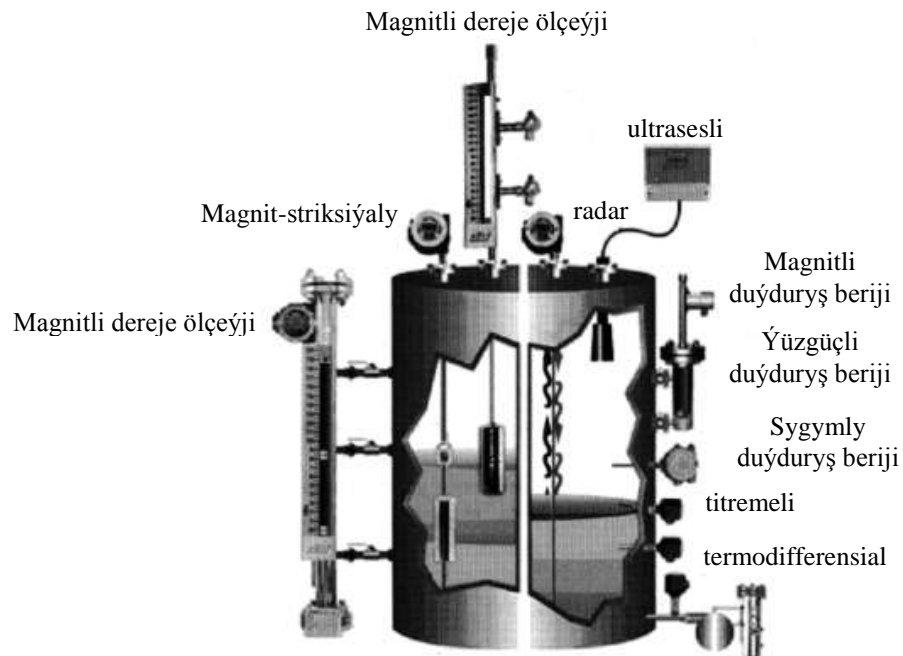
• Derejäniň absolýut bahasynyň dereje ölçejileri. • Derejäniň duýdurys berijileri (signalizatorlary) (derejäniň berilen bellikden pese düşenligi ýa-da ýokary galanlygy barada habar berýär) • Sredanyň bölünýän ýerini ölçejiler.

Işleýiş prinsipi boýunça indiki dereje ölçejileri tapawutlandyrýarlar.

- Mehaniki.
- Buýokly.

- Hidrostatiki.
- Akustiki.
- Sygymly.
- Radarly.

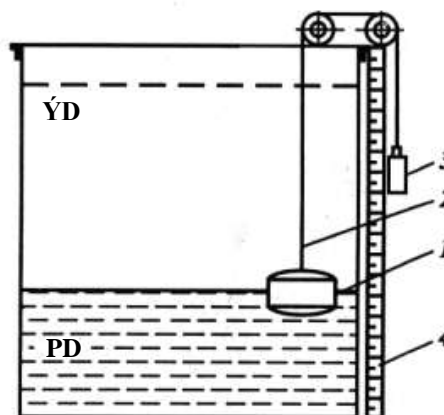
Senagat dereje ölçýjileriniň käbir görnüşleri 6.1-nji suratda görkezilen.



20-nji surat. Senagat dereje ölçýjileri

## 27. Mehaniki ýüzgüçli dereje ölçýji.

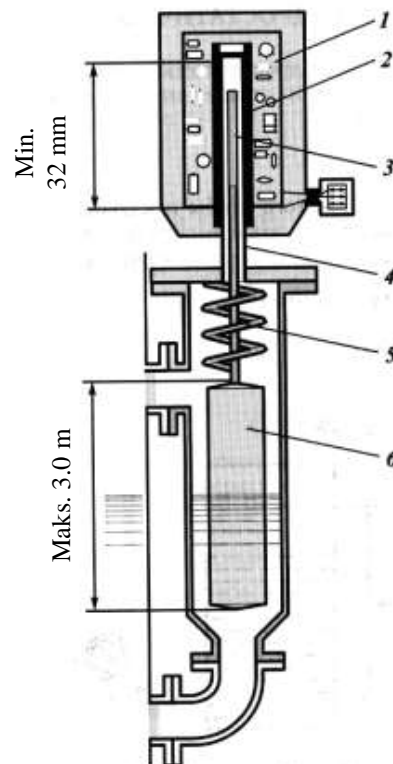
Ýüzgüçli dereje ölçýjiniň duýgur elementi bolup (6.2-nji surat) suwuklygyň üstünde duran ýüzgüç hyzmat edýär. 1 ýüzgüç 2 çäýe tanabyň kömegi bilen 3 ýüke birleşdirilen. Suwuklygyň derejesi 4 şkala görä ýüküň ýagdaýy bilen kesgitlenýär. Ölçeğiň çäginä ýokarky ÝD we pes PD derejeleriniň kabul edilen bahalaryna degişlilikde goýýarlar.



21-nji surat. Ýüzgüçli dereje ölçýji.

## 28. Buýokly dereje ölçýji.

Buýokly dereje ölçýjiniň (6.3-nji surat) iş prinsipi, işçi suwuklyga çümdürilen buýoga täsir edýän itip çykaryjy güýç boýunça dereje kesgitlemäge esaslanan.



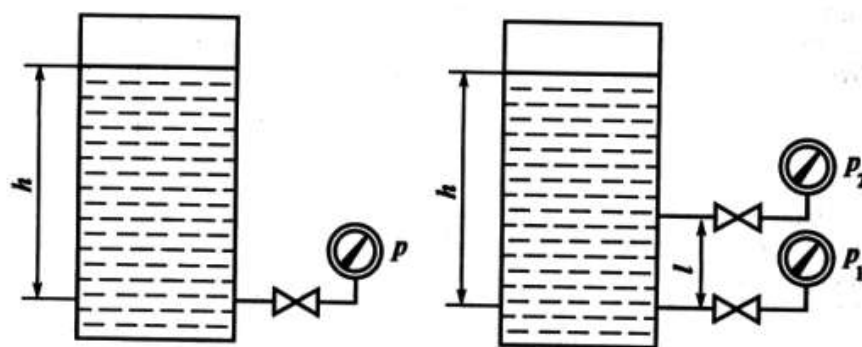
22-nji surat. Buýokly dereje ölçýji:

1 – elektron shema; 2 – differensial-transformatorly özgerdiji (DTÖ); 3 – hereketli serdeçnik DTÖ; 4 – izolirleýji turbajyk; 5 – pružina; 6 – buýok.

Buýoga (Arhimediň kanuny boýunça) buýogyň çümmek derejesine we degişlilikde, suwuklygyň derejesine proporsional bolan itip çykaryjy güýç täsir edýär. Bu güýjüň täsirini agram duýujy element kabul edýär.

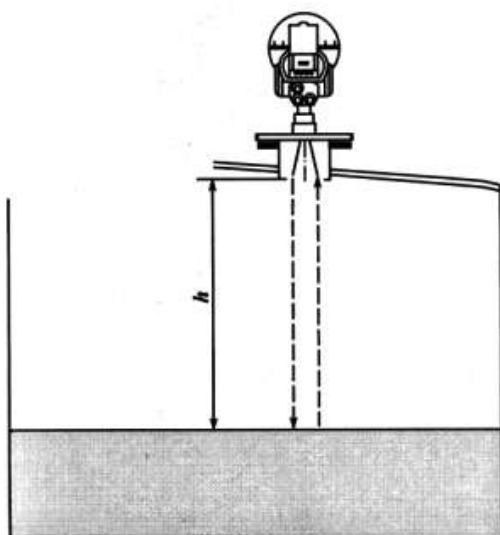
Buýogyň agramynyň  $F_2 = mg$  we itip çykaryjy güýjiň  $F_1 = \rho g h s$  bahasyny ýazarsyň, onda buýogyň asma nokadyna täsir edýän güýç:

$$P = F_1 - F_2 = \rho g h s - mg \text{ bolar.}$$

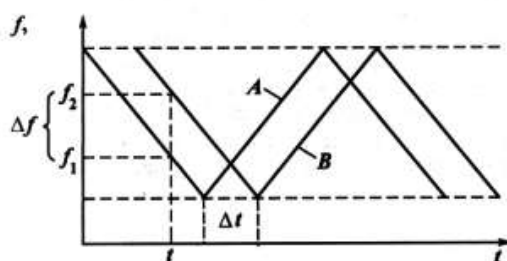
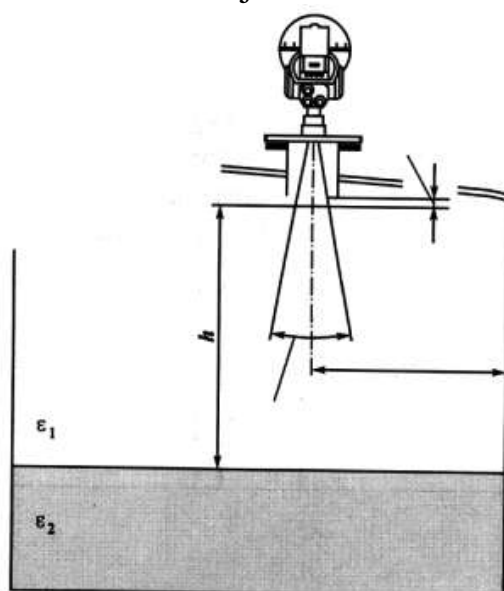


23-nji surat

## 29. Radarly dereje ölçýjiler



24-nji surat.



25-nji surat.

### 30.Çyglylygy ölçýjiler

Tebygy gazyň düzümindäki çygyň mukdaryny ölçemek.

*Çygsaklaýjylyk* – bu, suwuklygyň, gazyň ýa-da gaty jisimiň düzüminde saklanýan, jisimiň himiki häsiýetlewrini üýtgetmän aýyryp bolýan suwuň mukdary.

*Udel çygsaklaýjylyk  $r$*  – bu, gury jisimiň massa birligine düşýän suwuň massasy.

*Absolýut çygsaklaýjylyk* – bu çyglylyksaklaýjy jisimiň  $v$  göwrüm birligine düşýän suwuň  $m$  massasy:

$$d_{\zeta} = m / V$$

Gazlar üçin absolýut çyglylyk saklaýjylyk – bu suw buglarynyň dyklyzlygy. Ony kesgitlemek üçin gazyň belli mukdaryny, meselem, howany, *silikagel* ýaly çyglylyk çekiji materialyň üstünden geçirmeli we ony gaz geçirmezden öň we soň çekmeli. Absolýut çygsaklaýjylyk kub metre düşýän gramda ( $\text{g/m}^3$ ) aňladylýar. Şeýle ölçeg geçirmekligiň netijesine atmosfera basyşy täsir edýär, şonuň üçin bu ölçeg geçiriliş inženerçilik praktikasynda örän seýrek ulanylýar.

*Otnositel çygsaklaýjylyk  $H$*  – bu käbir temperaturada ölçenen howadaky  $p_h$  suw buglarynyň basyşynyň (bölekleyin (parsial) basyşy), şol bir temperaturada doýgun buguň in ýokary basyşyna  $p_{db}$  bolan gatnaşygydyr. Otnositel çygsaklaýjylyk elmydama göterimlerde (prosent) ölçenýär:

$$H = 100p_h/p_{db}$$

*Gyraw nokady* – bu suw buglarynyň bölekleyin basyşynyň in ýokary bolýan temperaturasydyr, ýagny suwuň bug we suwuk fazasy deňagramlylyk ýagdaýynda bolýar. Gyraw nokady – bu howanyň otnositel çygsaklaýjylygynyň 100% -de deň bolýan temperaturasydyr. Turageçirijilerde (gaz akýan wagtynda) gazyň çygsaklaýjylygyny ölçemeklik, laboratoriyada derňew geçirmeklikden tapawutlylykda, ölçeg geçirmekligi kynlaşdyrýan birnäçe goşmaça sebäpler ýüze çykýar, olardan esasylyary aşakdakylaradan durýar:

- gidrofil garyndylar (senagatda ulanylýan köp çyglylyk ölçejiler üçin suwdan tapawutlandyryp bolmaýan metanol ýa-da dietilenglikol);
- gidrofob garyndylar – suwuň kondensaty emele gelende gidrat döredýän, şeýlede çyglylyk ölçejileriniň duýgur elementiniň üstüni ýapýan, ýokary derejede gaýnaýan uglewodorodlar ýa-da kompressor ýaglary;
- suwuň kondensaty bilen reksiýa geçende kislota döredýän,  $\text{CO}_2$  we  $\text{H}_2\text{S}$ -in, garyndylary, ýerli korroziýa döredýär;
- çyglylyk ölçejileriniň görkezmesine täsir edýän, tebygy gazyň üýtgeýän düzümi;
- mehaniki garyndylar.

Gazyň akýan wagtynda çygsaklaýjylygyny derňemekde ulanylýan enjamlaryň arasynda köp ulanyýan, esasy dör sany görnüşini tapawutlandyrmak mümkin:

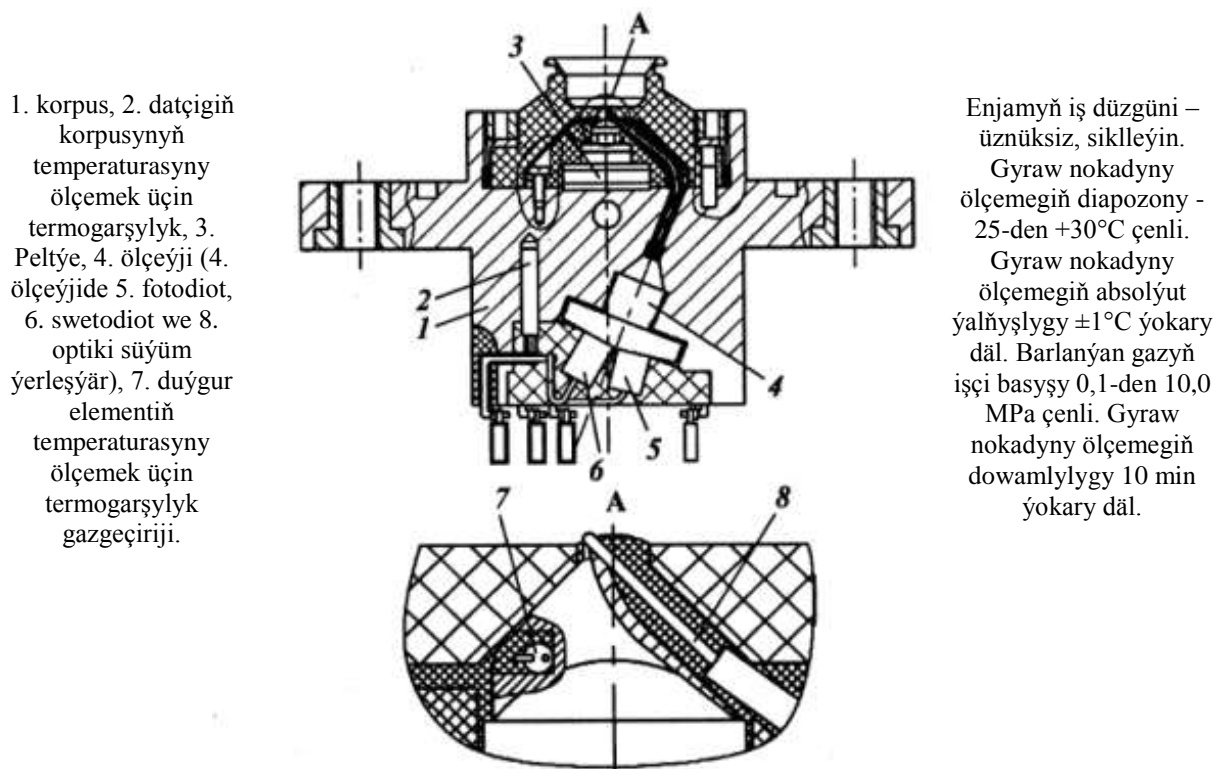
- Optiki kanalda suw buglarynyň kondensirlenýän temperaturasyny ölçeyän, optiki derňejiler (analizatorlar). Bu derňejiler gyraw nokadynyň birliginde ölçeg geçirýärler.
- Faradeýiň elektroliz kanunlaryny ulanýan (elektrik mukdaryny başokisli fosforyň siňdirýän suwunuň massasy bilen baglaşdyrýan), başokisli fosforyň

( $P_2O_5$ ) esasynda elektolitli öýjügi (ýaçeýkasy) bolan çyglylyk ölçeýjiler. Ölçeý absolýut birlikde geçirilýär.

- $Al_2O_3$  ýa-da  $SiO_2$  plýonkalaryň esasynda ýasalan sygym datçiklerini ulanýan çyglylyk ölçeýjiler. Iki elektrod we  $Al_2O_3$  /  $SiO_2$  dielektrikleriniň kömegi bilen ýasalan kondensatoryň sygymy, suw buglarynyň bölekleyin (parsiyal) basyşy üýtgände, üýtgeýär. Ölçeýiň netijeleri gyraw nokadynyň temperaturasynyň birligine özgerdilýär.

- Ýörite örtükli pýezokristalyň esasynda ýasalan mikroagramlar (mikowesow) prinsipini amala aşyrýan çyglylyk ölçeýjiler. Kwars rezonatorynyň polimer örtgüsiniň öýjükleri tarapyndan siňdirilýän suw, onuň massasyny üýtgedýär, diýmek, onuň ýygylgy hem üýtgeýär. Çyglylyk ölçeýji absolýut çygsaklaýjylygy ölçeýär.

### 31. Gyraw nokadynyň temperaturasyny ölçeýji



26-nji surat. Kong-Primiň gyraw nokadynyň temperaturasyny ölçeýjisiniň duýgur elementi

### 32. Analog aragatnaşyk kanallary.

**Analog çykyş signallary bolan datçikleriň kontrollerlere birikdiriliş shemalary**

**Iki sany tok geçirijili aragatnaşyk liniýalary bolan datçikler.**

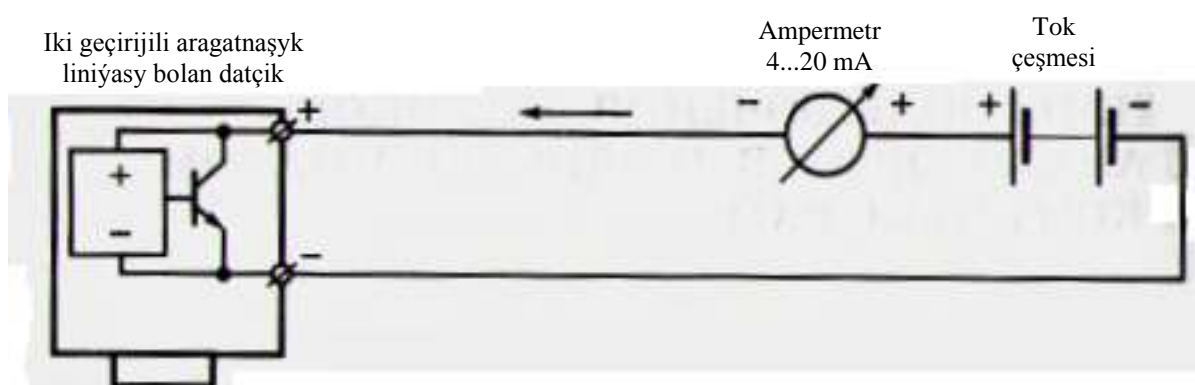
Belenilip gecilişi ýaly analog signallaryny ibermekligiň köp ýaýran görnüşi bu 4...20 mA signaldyr.

Başlangyç özgerdijileriň (datçikleriň) esasy häsiýeti – bu giriş signalynyň iň kiçi bahasynda az energiýa ulanýandygydyr. Datçigiň işlemekligi üçin 4 mA-den

azyrak tok talap edilýär. Diňe şu ýagdaýda elektrik iýmitlendiriş we çykyş signal bir liniýadan ugradylyp biliner.

8.1-nji suratda datçigiň iki geçirijili tipli shema boýunça birikdirilişi görkezilen. Datçigiň elektron shemasyny iýmitlendirmek üçin ýokary bolmadyk 5...8 W naprýaženiýe talap edilýär. Ol datçikde  $\pm 2,5$  W stabilizirlenen iki polýar naprýaženiýä özgerýär. Bu naprýaženiýe güýçlendirijiniň işlemegi, şeýlede displeýi we çykyş tranzistory dolandyrmak üçin ýeterli. Şu funksiýalaryň ählisi üçin 2 mA-den azyrak tok harçlanýar. Eger datçik biraz ýokary signal işläp çykarsa hem ýagdaý üýtgemeyär. Ýokarky çäkde elektronika tarapundan harçlanýan tok biraz ýokary. Çykyş tranzistory şeýle açylýar (ýagny geçişiň garşylygy azalýar) diňe 18,1 mA togy geçirmek üçin, netijede aragatnaşyk liniýasy boýunça doly tok 20 mA geçýär (sur. 8.2).

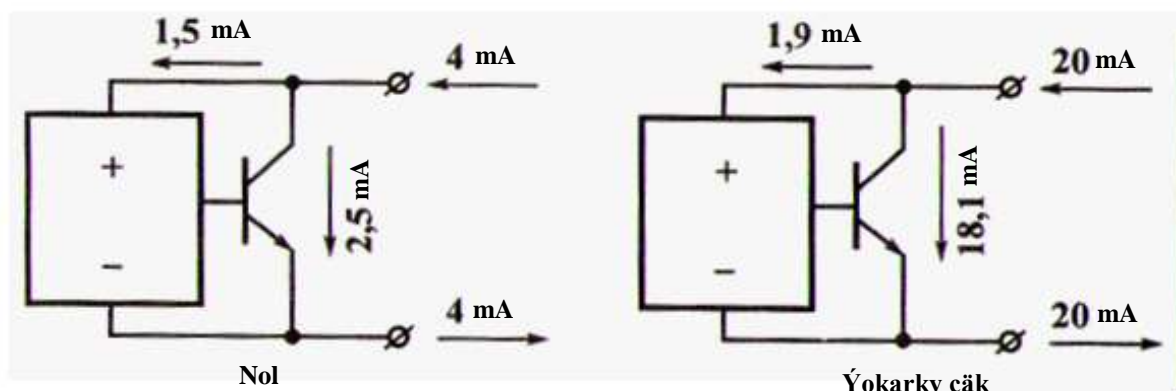
Datçigi kontrollere çatmagyň seredilýan shemasy *tokly halka* diýilip atlandyrylýar, we senagatda ölçegleri geçirmek üçin enjamlarda giňden ulanylýar we birnäçe artykmaçlyklary bar. Birinjiden tokly halkanyň garşylygy pes, şeýlede, naprýaženiýe signally aragatnaşyk liniýalaryna seredende bozulmalara durnukly. Mundan başgada, belli bir çäge ýetýänçä ol aragatnaşyk liniýalarynyň geçirijileriniň içki garşylygynyň üýtgemesini duýmaýar. Ikinjiden, 4...20 mA tokly konturyň “*noly*” “işeýän enjamyň signalynyň *nolundan*” tapawutlanýar, bu hem datçigiň näsazlygyny unamly kesgitlemäge, şeýlede aragatnaşyk liniýasynyň üzük ýerini bilmekige mümkinçilik berýär.



27-nji surat. Datçigiň iki geçirijili shema boýunça birikdirilişi

Datçigiň elektron bölegi enjamyň işlemeýändigini bilýär (meselem, duýgur elementiň (sensor) näsazlygy) we çykyş signalyny tizden-tiz 3 mA deň edýär. Liniýa üzülende tok ýok bolýar (0 mA). Iki ýagdaýda hem çykyş signaly ölçeg düzgünindäki signalda tapawutly bolar, bu hem näsazlygy kesgitlemäge mümkinçilik berýär (sur. 8.3.). 4...20 mA diapazonynyň fiksirlenen ýokary çägi bar, şonuň üçin 20 mA geçýän tok hem ölçeg signaly hökümünde görkezilip bilinmez. Bu hem ölçenýän parametriň bahasynyň ölçeg diapazonynyň çäginde geçendigini görkezmek, ýa-da gysga utgaşmanyň, näsazlygyň bardygyna güwä geçmek üçin hyzmat eder. Şunuň bilen gysga utgaşma togy kontroller tarapynda gorag garşylygynyň (ýa-da ereýän goraýjynyň) kömegi bilen belli bir bahada çäklendirilmeli.

Eger datçik kalibrlen bolsa, ol basyş ýok wagtynda “nol” görkezer. Ampermetriň  $i_a$  togy 4 mA görkezmegi üçin, çykyş tranzistory “açylmaly” we iýmitlendiriji liniýadan kesgitli tok almaly, we zynjyrdaky doly togy 4 mA çenli ýetirmeli.



28-nji surat. Ölçeg geçirilýän düzgünde datçigiň toklarynyň çäkleri

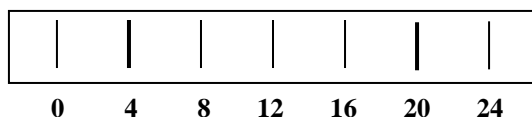
Tok 3,6 mA-dan pesde ýa-da 21 mA-dan ýokarda bolsa näsazlyk bardygyny kepillendirýär. Şonuň üçin, ölçenilýän  $i_{ölç.}$  signal çykyşy içine almak bilen diapazonyň aşak araçäğinden aňyrdaky we dipazonyň ýokary araçäğinden artmasy, 3,8 mA we 20,0 mA arasyndaky çäklerde bolmaly:

### 33. Datçigiň signallaryndan many çykarmak

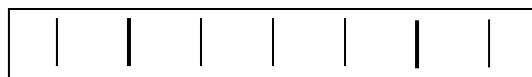
Näsazlyk,  $i_a$  .....  $0 \leq i_a \leq 3,6 \text{ mA}$

Ölçeg signaly  $i_{ölç.}$  .....  $3,8 < i_{ölç.} < 20,5 \text{ mA}$

Näsazlyk,  $i_a$  .....  $i_a \geq 21 \text{ mA}$



Toguň şkalasy, mA



Ret etme 0 50 100 Artdvrma

Basyşyň şkalasy, Pa  
Ölçeg diapazony 0...100 Pa

29-nji surat. Ölçenýän signalyň şkalasy we datçigiň togy.

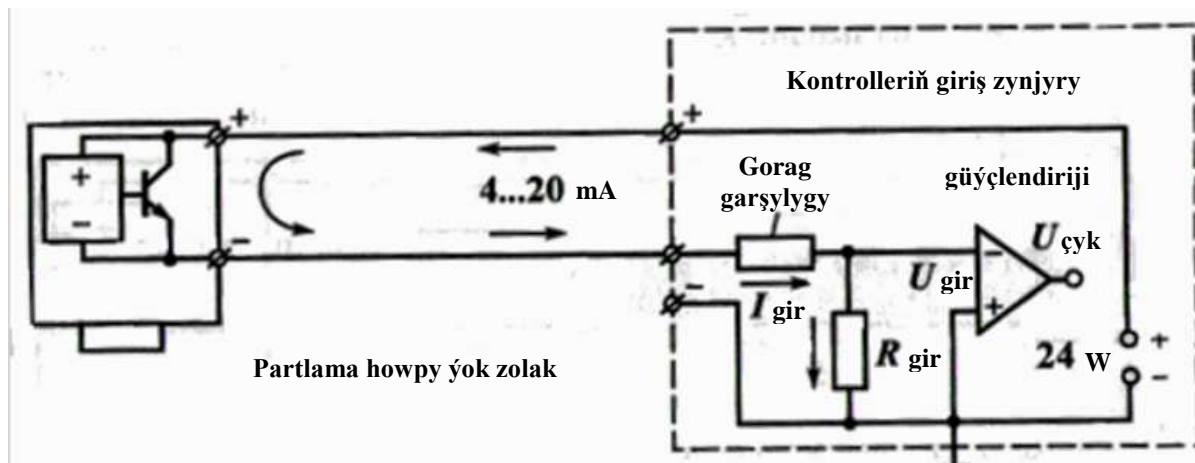
Mysal: datçigiň ölçeg diapozony 100 Pa deň, şonuň üçin, datçigiň 10 mA çykyş togy  $(100 / 16) * 6 = 37,5 \text{ Pa}$  basyşa gabat gelýär.

Nebitgaz senagatynda ulanylýan datçikleriň köpüsi meýdanda ulanylýan enjamlardyr, olar ölçenýän parametri 4...20 mA signala özgerdýär. Howpsuzlyk germewi bolmasa olary diňe partlama howpsuz ýerlerde ulanyp bolýar. Degişli howpsuzlyk germewi bilen birleşdirip datçikleri partlama howuply zonalarda hem ulanmak mümkin.

### 34. Partlama howpsuz zonalarda datçikler

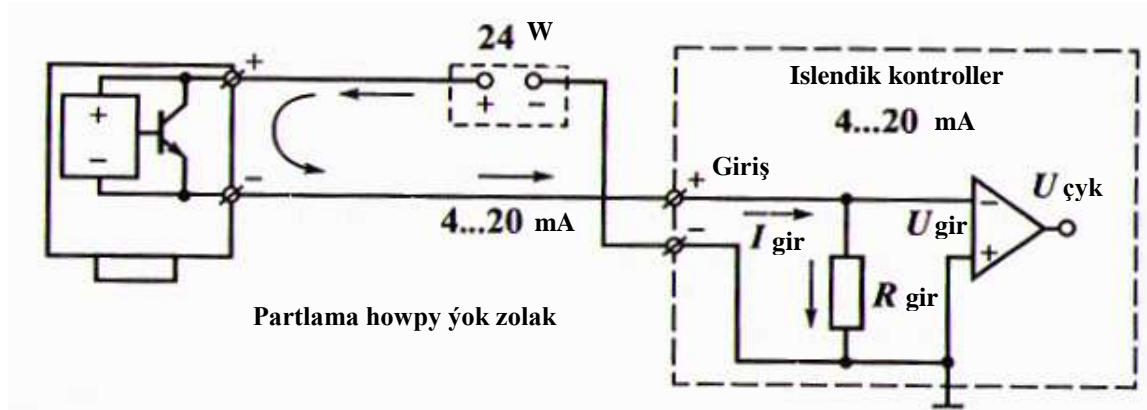


Datçikler iýmitlendiriji naprýaženiýe 8...28 W diapazonda bolanda işläp bilýärler. Birnäçe analog girişi bolan kontrollerlerde iýmitlendiriji naprýaženiýe analog datçikleri iýmitlendirmek üçin klemma çykarylýar. Ölçeg shemasy elmydama birmeňzeş (8.4. sur.). Ölçeg togy  $I_{gir}$   $R_{gir}$  garşylygyň üstünden akýar we naprýaženiýe düşmesine proporsional bolan  $U_{gir}$  döredýär, ol ölçeg güýçlendirijisinde güýçlendirilýär. Netijeleýji naprýaženiýe  $U_{çyk}$  ölçegiň netijelerini görkezmek üçin ulanylýar we komparatoryň kömegi bilen trewoga signalyny formirleýär.



30-nji surat. Iki geçirijili 4...20 mA datçigi giriş zynjyrynda datçikler üçin iýmitlendiriji bolan kontrollere birikdirilişi.

Eger iki geçirijili datçik, datçik üçin iýmitlendiriji klemma göz önünde tutulmadyk kontroller bilen işleýän bolsa, onda ony 24 W naprýaženiýesi bolan daşky tok çeşmesine (ýa-da akkumulýatora) birikdirmek gerek. Bu ýagdaýda tok çeşmesiniň položitel polýusy, gönüden-göni datçigiň položitel iýmitlendiriji polýusynyň birikdirilýär, tok çeşmesiniň otrisatel polýusy, kontrollerde 4...20 mA giriş signalynyň otrisatel polýusy üçin niýetlenen klemma birleşdirilýär (8.5. sur.).



31-nji surat. Iki geçirijili 4...20 mA datçigi daşky iýmitlendiriji çeşmesi bilen kontrollere birikdirilişi.

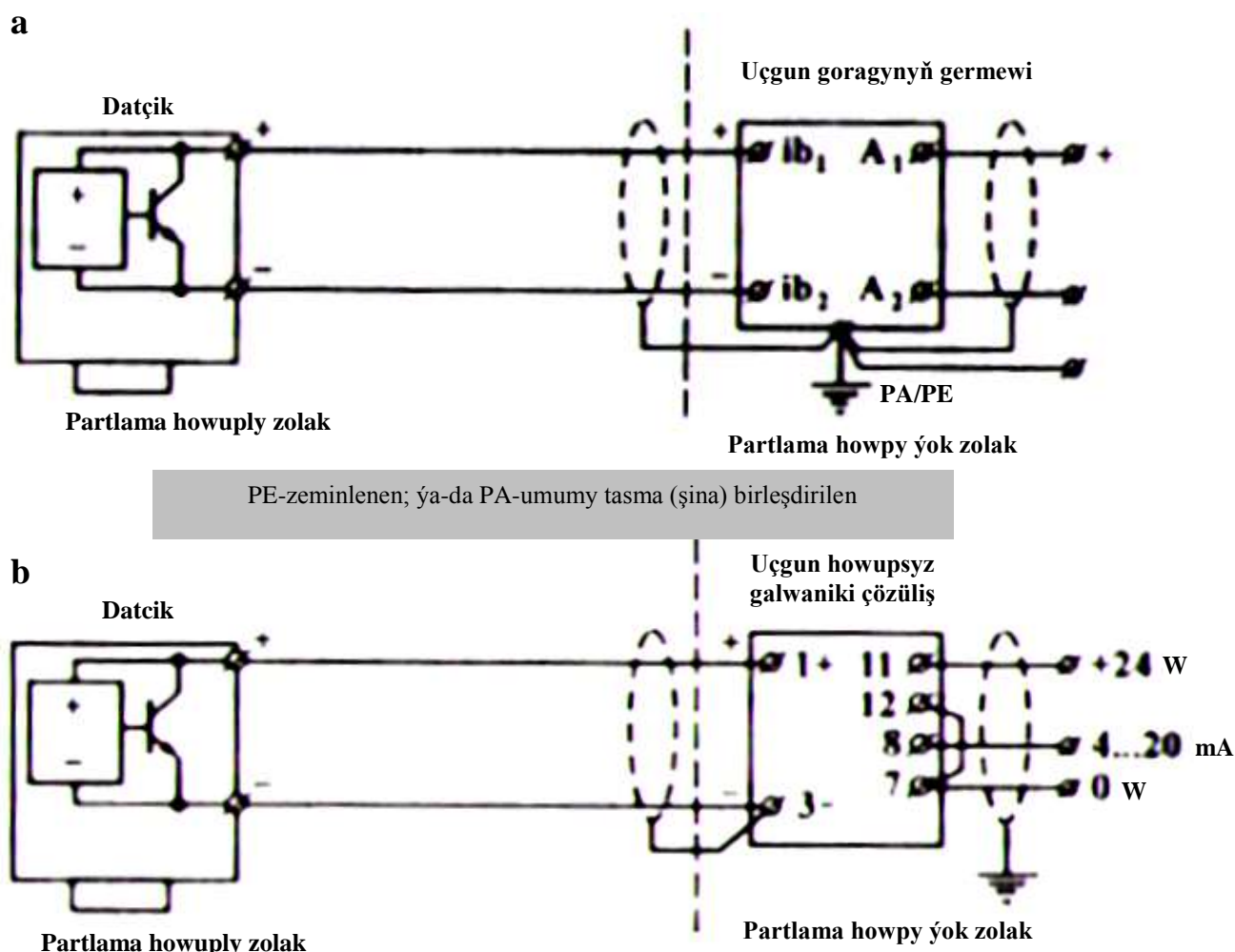
### 35. Partlama howuply zonalar üçin datçikler Howpsuzlyk germewi

Nebit we gaz senagatynyň edaralarynda barlag-ölçeg enjamlarynyň üstüni doldurlak üçin, partlama howpsuz zonada ýerleşen datçikler bilen, partlama howuply zonada oturdylan datçikleriň arasyny bölmek üçin, partlama howuply we partlama howpsuz zynjyrlaryň arasyny bölýän bölüji element hökümünde *uçgun goragynyň germewi* ulanylýar.

Partlama howuply zonada enjamlaryň iki görnüşini ýerleşdirmek rugsat edilýär:

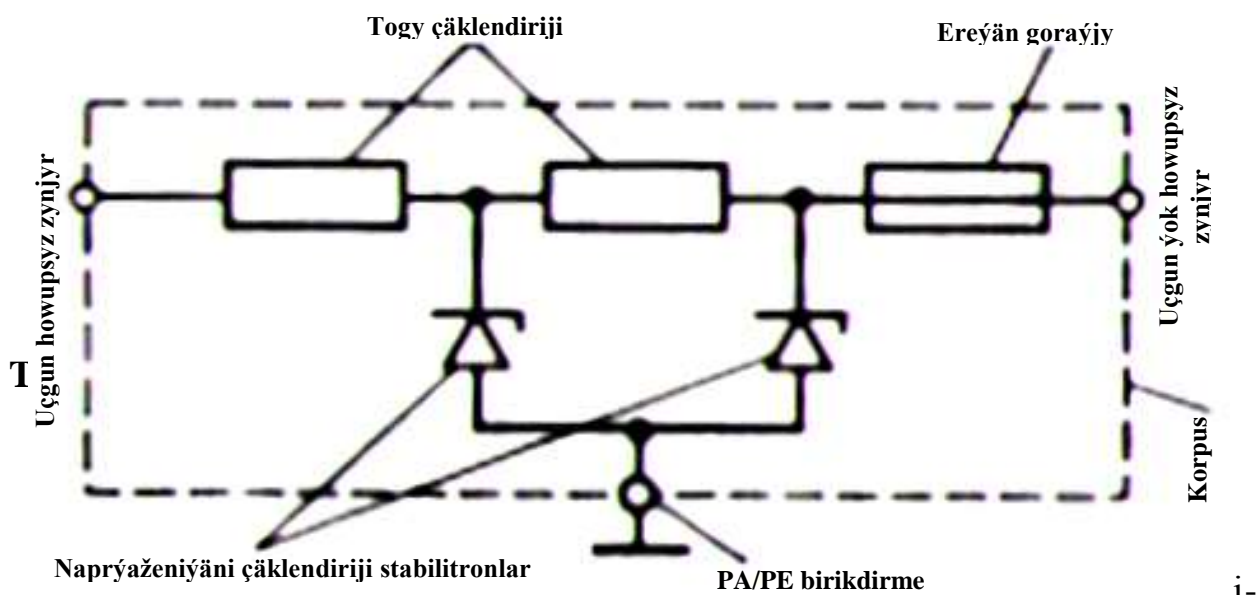
- *partlamadan goralýan* konstruksiýaly (“d” – partlama geçirmeýän örtükli), haçanda enjamyň örtüginin daşynda bolan partlamanyň basyşynyň bozujy täsiriniň ýaýramaklygyna ýol berilmeýän ýagdaýynda ulanylýar).

- *uçgun howpsuz* konstruksiýaly (“Ex” bellik goýulýar) Uçgun howpsuzlyk – bu bir näsazlyk (“ib”) ýa-da hatda iki baglanyşyksyz näsazlyk (“ia”) ýüze çykanda, datçigi gurşap alan ýanmaga ukypli garyndyny otlap biler ýaly, enjamda gyzgyn üstüň, ýa-da uçgunyň emele gelmejekdigini güwälendirýän gorag usuly.



32-njy surat. Datçigiň howpsuzlyk germewine birikdiriliş shemasy:  
a – galwaniki çözülişsiz; b – galwaniki çözülişi ulanmak bilen

Bu usulda beýleki gorag usullaryndan tapawutlylykda diňe bir datçik uçgun howpsuz bolman, eýsem ahli zynjyr uçgun howpsuzdyr. Bu uçgun howpsuz zynjyr, kontrolleriň uçgun howuply zynjyryndan *howpsuzlyk germewi* arkaly bölünip aýrylmaly.



d 33-nji surat. Howupsyzlygyň passiw germewiniň shemasy

Dolandyryşyň awtomatiki sistemasy (DAS) bu topary ýa-da birdenkä kesgitlenen funksiýa adam tarapyndan ýerine ýetirilýän, dürli gurluşlar bilen informasiýany kabul etmekde işläp bejermekde we dolandyrmakda ulanylýan sistemadyr. DAS adam-maşyn dolandyryş sistemasy bolup durýar.

Datçik (duýujy)-maglumaty aragatnaşyk kanaly boýunça bermekde has amatly parametre özgerdýän, ony ölçeýän, analizirleýän sredanyň täsirini kabul edýän gurluşdyr.

Datçikler ýerine ýetirýän funksiýasy boýunça iki sany aýratyn gurluş görnüşde berlip bilner.

- 1) Diňe ölçeği ýerine ýetirýän gurluş ýagny birinji özgerdiji ýa-da gözegçi ölçeýji diýip atlandyrylýar.
- 2) Özgerdijiler-ýagny ölçeýän ululygy özgerdýän gurluş. Datçik rus warianty, iňlisçe-çençor duýujy diýmekdir.

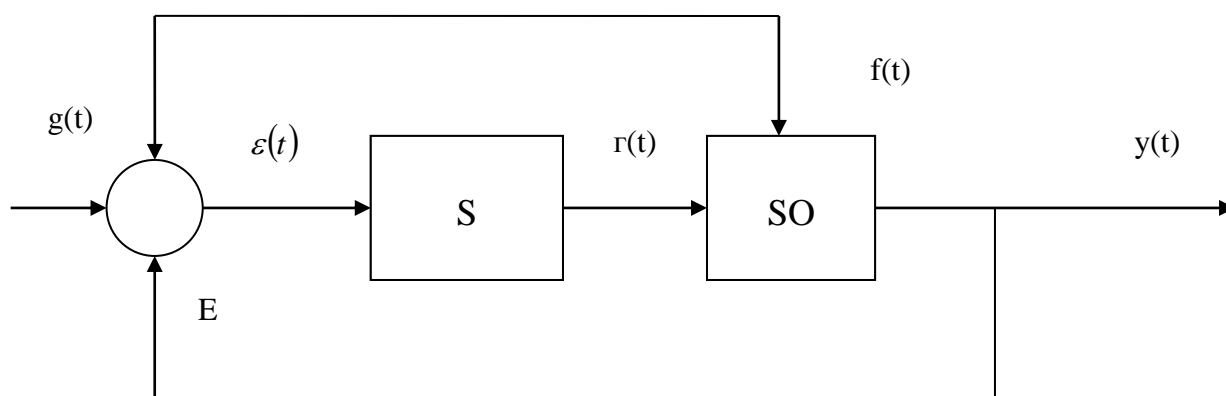
Ölçeği özgertmek- bu funksional baglylykda bir fiziki ululygyň ölçeğini, beýleki bir fiziki ululygyň ölçeğini, beýleki bir fiziki ululygyň ölçeğini bilen aňladylýar. Ölçeği özgertmek bu islendik ölçeğ gurluşlaryny praktikada ulanmakda ýekeje metal bolup durýar.

**Ölçeğ özgerdiji**-bu bir görnüşli ölçeğ özgertmesini ýerine ýetirýän belli bir fiziki prinsipiň täsiri guralan tehniki gurluşdyr. Özgerdijilere-“Maglumat özgerdijisi” diýilýär.

### 36.Awtomatiki dolandyrmaklygyň nazarýeti barada esasy düşüňjeler Awtomatiki dolandyryş ulgamlarynyň klaslara bölünişi we iş prinsipi.

Berlen bahalary sazlaýjy parametriň hakyky bahasyny derňemek üçin şol parametr sazlanýlýan obýektiň çykyşyndan sazlaýjynyň girişine berilýär. Bu ýerde kontur emele gelyär. Bu ters baglanyşykly kontura esasy ýa-da boş ters baglanyşykly kontur diýip aýdylýar. Boş ters baglanyşyk otresatel baha eýedir. (-)

Egerde sistemanyň elementiniň çykyş ululygy onuň girişine berlende  $Y(+)$  çykyş ululygynyň giriş ululygyny güýçlendirýän bolsa onda bular ýaly TB položitel TB diýilýar (+). Täsirini bermek boýunça TB gaty we maýşgan baglanyşyk bolýar. Gaty baglanyşyk gurnalan we geçiş rezimlerinde täsir edýär, gurnalan (durnukly) rezimde onuň täsiri bes edilýär. Duşky sredanyň sazlama obýektini bolan täsirine daşky täsiri ýok etmek üçin daşky täsir (rusça weznişeniýe). Daşky täsiri ýok etmek üçin daşky täsir (wozmuşeniýe) boýunua sazlama prinsipi kodirlenilýän. Muňa daşky täsir boýunça ýa- da kompensusiýa prinsipi diýilýär. Bu prinsipiniň manysy obýekte edilýän dürli täsirlerden esasy biri sazlanyp alynýar, onyň täsirine kompesasiýa edilýär. A S. S. – da obýekte edilýän täsir boýunça, onuň sazlanylýan parametri sazlaýjynyň girişi bilen bagly dälidir. Sazlaýjynyň girişi bilen bagly dälidir. Sazlamak täsiri obýektdäki prossesiň iş hakyndan hem sazlanylýan parametre amala aşyryjy sazlaýjy arkaly ,  $f(t)$  daşky täsiriň netijesi we dolandyрма kanuny bilen kesgitlenýär.



34-nji surat. Kombinirlenen sazlama

Ölçeýiş we ölçeýiş serişdeleri.

Shemada ters baglanyşyk hem ýokdur. Şonuň üçin hem daşky täsir boýunça dolandyrylýan ASS açyk şekilli sistema bolup durýar.

Seredip geçilen her bir sistemanyň artykmaçlygy ýa- da kemçiligi bar. Meselem gyşarma prinsipi bilen işleýän sistemada sazlama täsiriniň emele gelmegi üçin ýalňyşlygyň bolmagy gerek. Bu kemçilik bolup durýany sebäpli bu ýalňyşlygy sazlaýjy bilen aýyrmaly.

Önümçiligiň düşewintliligi (efsintliligi) we önümiň hili tehnologiiki prossesiň gidişi baradaky ölçeg maglumatynyň doly, dogry we wagtynda alynşyna baglydyr.

Käbir parametriň bahasy baradaky maglumaty almak üçin ony ölçemek gerekdir. Ölçemek – tehnologiiki parametriň bahasynyň ýöriteleşdirilen tehniki serişdeleriň kömegi bilen tapmakdyr.

Ölçeg üçin ulanylýan we belli bir kadalaşdyrylan (norma getirilen) metrologiki häsiýetnamasy bolan ýöriteleşdirilen serişdelere tehniki serişdeler diýilýär. Ölçeg tehniki serişdeleriniň esasy görnüşleri:

- ölçeg priborlary.

- ölçeg üýtgedijileri.
- ölçeg sistemalary.

Ölçeg priborlary: bu synçy (adam) tarapyndan seredilende görniş organlary bilen kabul edip boljak, ölçeg signallary bermek üçin niýetlenen ölçeg serişdelerine aýdylýar.

Ölçeg priborlary analog we diskred signal görnüşde bolýarlar.

Diskret ölçeg priborlary-ölçeg maglumatyny diskret signal görnüşde berýär. Meselem: sifrlir priborlar. Diskretleşdirmek prosesi üznüksiz üýtgeýän ölçeg ululygyny onuň buhularynyň diskret köplüğine öwürmekden ybaratdyr.

Bu prosese kwantlaşdyrmak diýilýär. Analog ölçeg priborlary-bu görnezmä bahalaň ölçenme ululygynyň üznüksiz funksiýasy bolup durýan priborlardyr.

Analog priborlarda ölçenilýän (üýtgeýän) giriş ululygynyň wagtyň birligindäki bahasyna çykyş bahasynyň ululygy üznüksiz funksiýa görnüşinde berilýär.

Analog ölçeg priborlary: görkezýän, ýazýan (registrlilýän), integrirlilýän görnüşde bolup biler.

Görkezýän priborlar diýip gözegçilik edilýän parametriň san bahasyny gözün bilen görüp bolýan priborlara aýdylýar.

Gurluşy boýunça görkezýän priborlar stasionar we göçýän görnüşde bolýarlar. Satasionar priborlar ölçelýän priborlar periodiki ölçegler üçin niýetlenendir.

Ýazýan priborlar-ýazýan we çap edýän bolýarlar. Ýazýan priborlar ölçeg parametriniň bahasy tegelek (disk) görnüşli ýa-da lenta görnüşli diagrammalarda ýazylyar.

Çap edýän priborlarda ölçeg bahalary san görnüşinde çap edilýär.

Çap edýän priborlarda ölçeg bahalary san görnüşinde çap edilýär.

Integrirlilýäji diýip ölçeg ululygynyň bahasyny wagtyň birliginde jemleýän priborlara aýdylýar. Ölçeg priborlary şol bir wagtyň özünde görkezýän, ýazýan we ýörite gurluşlar bar bolsa habar berýän sazlaýan hem bolup bilerler.

Ölçelýäji üýtgedijiler-bu ölçeg maglumatynyň signalyny ýene-de üýtgetmek üçin niýetlenen ölçeg serişdeleridir. Ýöne ölçenilýän signaly gözün bilen görmek mümkin däl (surat 1).

Ölçelýäji serişdeleriň bu funksional görnüşde birleşdirilen ölçeg serişdeleriniň we kömekçi abzallarynyň birleşmesi bolup, dur ölçeg maglumatlarynyň signalyny DAS-a alyp bermäge, işlemäge we ulanmaga oňaly görnüşde bermek üçin niýetlenendir.

Umumy maglumatlar. Awtomatiki sazlamagyň teoriýasy – bu ýörite ylym bolup ähli ýapyk awtomatiki sistemalar üçin (fiziki esasynda bagly bolmak) gurluş prinsipini we olaryň statiki we dinamiki düzümlerini gözlemegiň metodlaryny öwrenýär.

Awtomatiki sazlamak teoriýasynyň esasy problemsy: işiň takyklygy, awtomatiki sazlamak sistemasynyň çydamlylygy we hili bolup dyrýar. Şu faktoryň ählisi hem häzirki wagtda kämilleşen matematiki apparatyň kömegi bilen teoretiki çözülýär. Sistemanyň aýratyn elementleriniň arasynda mukdar we logiki gatnaşyklary guralan, şol sanda hem sistema we dolandyrylýan obýektiň arasynda differensial deňlemesi esasynda awtomatiki sazlamak sistemasynyň okuw

prosesiniň programmasynda seredilip geçilmeýän has çylşyrymly matematiki apparat ulanylýar. Şonuň üçinem awtomatiki sazlamak teoriýasynyň (AST) diňe element berler.

Işläp düzülen sistema kesgitlenen tehnologiýa we energetiki talaplaryny kanagatladyrmalydyr (prosesiň maksimal we minimal tizligi, sazlama diapazony, kuwwaty, statiki takyklyga bagly bolan güýçlenme koeffisiýenti). Saýlap alnan sistemasyny iki režimde işletmek zerurdyr: anyklanan ýa-da kesgitlenen (haçan-da, sistemasynyň işini häsiýetlendirýän ululyklaryň wagta bagly bolmadyk ýagdaýynda seredilýär) we dinamiki (haçanda, ululyklar wagtda bagly bolup, şoňa baglylykda hem bir ýagdaýdan beýleki ýagdaýa geçende statsionar däl prosesiniň ornuny tutýar).

Kesgitlenen režimi işleýän etapynda sistema goýlan we sistemanyň ters baglanyşygy bilen baglanylyşan utgaşmanyň içki çäklerini köplenç hasaba alyp bolmaýar. Bu çäkleri diňe sistemasynyň işiniň dinamiki režimde analizlenende hasaba alyp bolýar. Dinamiki režimi analiz etmek ýapyk mümkinçilik berýär. Durnuklylyk onuň işi ýarowlylygyny, çalt täsirlilik bolsa dinamiki takyklygyny we tehnologiýa abzallaşdyrma önümçiligine täsir edýä. Dinamiki režim ýokary önümçiligi almak üçin zerur bolsan maşynlary dolandyryýan sistema üçin kesgitleýji bolup durýar.

Kesgitlenen režimde durnukly bolan sistema köplenç dinamiki režimde durnuksyz bolar. Eger girişden dolandyryjy signaly aýyrsak, onda çykyşda kesilmeýän yrgyldylar döreýär we bu sistema durnuksyz diýip hasap edilýär. Bular ýaly sistema işe ýarawsyzdyr, sebäbi onda döreýän işçi güýjenme kinematiki baglanyşyklaryň bozulmagyna getirýär.

Şunuň bilen, ters baglanyşyk bilen işleýän, awtomatiki sazlamak sistemasyny döretmekde çözülmegi zerur bolan merkezi soragyň biri olaryň durnuklylygyny üpjün etmek bolup durýar. Durnuklylyk, çalt täsirlilik we güýçlenme koeffisiýenti, bular sistemasynyň işiniň himiki kesgitlemek üçin esasy bahalandyryş kriteriýasy bolup durýar. Olar öz aralarynda galma-garmylyklydyrlar, bu bolsa ylalaşykly çözüwi gözlemekligiň zerurdygyny görkezýär.

Awtomatiki sazlamak sistemasynda ýazyp beýan edýän differensial deňlemeler anyk işde onuň matematiki modeldigi belläp geçmeli. Ony islendik berlen takyklygy we önümçilik, şol sanda hem daşky täsirleri hasaba almak bilen bahalandyryş kriteriýasynyň bahalaryny almaga mümkinçilik berýär.

### **37.ASS-ň elementleriniň statiki we dinamiki häsiýetnamalary. Ýgylyk häsiýetnamasy. Awtomatiki sazlamak teoriýasynyň elementleri. Geçiriji funksiýalar.**

Ass häsiýetleri sistema girýän elementleriň häsiýetlerine we olaryň özara birleşdirme usallaryna baglydyr. Elementleriň häsiýetnamalary olaryň statiki we dinamiki häsiýetnamalary arkaly kesgitlenilýär. Elementiň sh. diýip onuň gurluşyny, adyny işleýiş prinsipini hasaby almazdan elementiň durnuklaşan ýagdaýyndaky çykýany we gidýan ululyk arasyndaky baglylyga aýdylýar. Ol şeýle görnüşde ýazylýar.  $Y = S(x)$

SH içki böleginiň görnüşi boýunça ähli elementler göni çyzykly bolmadyk görnüşli bölünýär.

Göni çyzykly diýip, SH göni çyzykly deňlemeler bilen kesgitleýän elementlere aýdylýar.

$$Y = k \cdot x \quad Y = A + k \cdot x$$

A-ölçeşler y-den bolan hemişelik ululyk  $k=y/x$  ölçeşi bolan geçiş koeffisiýenti  $k$ -nyň bahasy göni çyzykly SH. ýapgytlyk derejesini kesgitleýär.

### 38.Dinamiki häsiýetnama

Dinamiki nukdaý nazardan seredilende elementiň (dinamiki düzüminiň) adyna dinamiki zynjyr ýa-da dinamiki zwenon diýilýär.

Zwenonyň dinamiki häsiýetnamasy  $Y=f(x,t)$  baglanyşyk bilen kesgitlenýär.

Zwenonyň DH diýip, differensial deňleme bilen aňladylýan, giriş we çykyş ululyklasryň wagta görä gatnaşyk funksiýalaryna aýdylýar, ýa-da başgaça zwenonyň DH diýip, geçiş režiminde çykyş ululygy  $Y$ -ň geçiş ululygy  $x$  bolan gatnaşygyna aýdylýar. Zwenonyň çykyş ululygyny kesgitlemek meselesi differensial deňlemäni çözmekden ybaratdyr:

Sebäbi analitiki görnüşde DH DD-ň üsti bilen görkezilýär, grafik görnüşde bolsa geçiş prosesiniň egri çyzyklary bilen görkezilýär.

DH iki görnüşden ybaratdyr:

- 1) Wagt (geçiş) häsiýetnamasy
- 2) Ýyllyk häsiýetnamasy

Zwenonyň wagt (geçiş) häsiýetnamasy onuň geçişine birlik böküşiniň täsirinde, zwenonyň çykyş ululygynyň wagta görä üýtgetmek grafigine aýdylýar. Zwenonyň geçiş häsiýetnamasy (exp deňlemesi)

$k$ -güýçlendiriş koeffisiýenti

T-zwenonyň wagt hemişeligi

$$\Delta Y_{\text{çyk}} = 0.63kx$$

Geçiş prosesi  $Y_{\text{max}}$  ululygyny 95% bahasyna ýeten wagtynda gutarýar.

### 39.Ýygylýk häsiýetnamasy.

YH zwenonyň girişine garmoniki yrgyldy netijesinde zwenonyň häsiýetini görkezýär. Zwenonyň girişine sinusoýdal kanun boýunça üýtgeýän garmoniki yrgyldy bilen täsir edeliň.

$$x = a \cdot \sin \omega t$$

a-giriş signalynyň amplitudasy,  $\omega$ -şol täsiriň burç ýygylýgy. Geçiş prosesi gutaran mahalynda zwenonyň çykyşynda giriş yrgyldysynyň ýygylýgy bilen deň garmoniki yrgyldy emele gelýär, ýöne olar biri-birinden amplitudasy we fazasy boýunça tapawutly bolýar:

$$Y = A \cdot \sin(\omega t + y)$$

A-çykyş signalynyň amplitudasy

y-giriş we çykyş yrgyldylaryň arasyndaky faza güýjenmesi.



Umumy maglumatlar. Awtomatiki sazlamagyň teoriýasy – bu ýörite ylym bolup ähli ýapyk awtomatiki sistemalar üçin (fiziki esasynda bagly bolmak) gurluş prinsipini we olaryň statiki we dinamiki düzümlerini gözlemegiň metodlaryny öwrenýär.

Awtomatiki sazlamak teoriýasynyň esasy problemasy: işiň takyklygy, awtomatiki sazlama sistemasynyň çydamlylygy we hili bolup dyrýar. Şu faktoryň ählisi hem häzirki wagtda kämilleşen matematiki apparatyň kömegi bilen teoretiki çözülýär. Sistemanyň aýratyn elementleriniň arasynda mukdar we logiki gatnaşyklary guralan, şol sanda hem sistema we dolandyrylýan obýektiň arasynda differensial deňlemesi esasynda awtomatiki sazlamak sistemasynyň okuw prosesiniň programmasynda seredilip geçilmeýän has çylşyrymly matematiki apparat ulanylýar. Şonuň üçinem awtomatiki sazlamak teoriýasynyň (AST) diňe element berler.

Işläp düzülen sistema kesgitlenen tehnologiýa we energetiki talaplaryny kanagatladyrmalydyr (prosesiň maksimal we minimal tizligi, sazlama diapazony, kuwwaty, statiki takyklyga bagly bolan güýçlenme koeffisiýenti). Saýlap alnan sistemasyny iki režimde işletmek zerurdyr: anyklyklyk ýa-da kesgitlenen (haçan-da, sistemasynyň işini häsiýetlendirýän ululyklaryň wagta bagly bolmadyk ýagdaýynda seredilýär) we dinamiki (haçanda, ululyklar wagtda bagly bolup, şoňa baglylykda hem bir ýagdaýdan beýleki ýagdaýa geçende statsionar däl prosesiniň ornuny tutýar).

Kesgitlenen režimi işleýän etapynda sistema goýlan we sistemanyň ters baglanyşygy bilen baglanylyşan utgaşmanyň içki çäklerini köplenç hasaba alyp bolmaýar. Bu çäkleri diňe sistemasynyň işiniň dinamiki režimde analizlenende hasaba alyp bolýar. Dinamiki režimi analiz etmek ýapyk mümkinçilik berýär. Durnuklylyk onuň işi ýarowlylygyny, çalt täsirlilik bolsa dinamiki takyklygyny we tehnologiýa abzallaşdyrma önümçiligine täsir edýä. Dinamiki režim ýokary önümçiligi almak üçin zerur bolsan maşynlary dolandyryýan sistema üçin kesgitleýji bolup durýar.

Kesgitlenen režimde durnukly bolan sistema köplenç dinamiki režimde durnuksyz bolar. Eger girişden dolandyryjy signaly aýyrsak, onda çykyşda kesilmeýän yrgyldylar döreýär we bu sistema durnuksyz diýip hasap edilýär. Bular ýaly sistema işe ýarawsyzdyr, sebäbi onda döreýän işçi güýjenme kinematiki baglanyşyklaryň bozulmagyna getirýär.

Şunuň bilen, ters baglanyşyk bilen işleýän, awtomatiki sazlamak sistemasyny döretmekde çözülmegi zerur bolan merkezi soragyň biri olaryň durnuklylygyny üpjün etmek bolup durýar. Durnuklylyk, çalt täsirlilik we güýçlenme koeffisiýenti, bular sistemasynyň işiniň himiki kesgitlemek üçin esasy bahalandyryş kriteriýasy bolup durýar. Olar öz aralarynda galma-garmylyklydyrlar, bu bolsa ylalaşykly çözüwi gözlemekligiň zerurdygyny görkezýär.

Awtomatiki sazlamak sistemasynda ýazyp beýan edýän differensial deňlemeler anyk işde onuň matematiki modeldigi belläp geçmeli. Ony islendik berlen takyklygy we önümçilik, şol sanda hem daşky täsirleri hasaba almak bilen bahalandyryş kriteriýasynyň bahalaryny almaga mümkinçilik berýär.



Awtomatiki sazlamak sistemasy, ozal belleşimiz ýaly, her haýsy kesagitlenen funksiýany ýerine ýetirýän elementlerden düzülendir. Bu elementler matematiki modelini işläp taýýarlamakda zwenon diýip atlandyrylýan we olara differensial deňlemeler, zerur bolan häsiýetnamalar belli bolan ýönekeý element bilen çalşyrylýar. Özara degişli görnüşinde ýerleşdirilen dinamiki zwenolar görnüşinde sistemany aňlatmakçy matematiki modeli gurmagyň wagtyny gysgaldýar. Ýöne has kämilleşen ASS-lar ýokary derejeli çylşyrymly differensial deňlemesi görnüşindäki matematiki modeldedir. Olary çözmeklik köplenç ýakyn bolýar, kämahallar bolsa çäk şertleriniň formulirowkasynyň belli bolmalydygy sebäpli çözüwi hem bolmaýar.

Iki girişi bolan islendik statsionar, göni çyzykly, üznüksiz zwenon (10-njy surata seret) aşaky görnüşdäki bir hilli bolmadtyk differensial deňleme bilen ýazylyp edilýän: Şu ýerde  $y^{(n)}$ ,  $x^{(m)}$ ,  $f^{(e)}$ ,  $n$ ,  $m$  we  $e$  wagtda görä alnan önüm. Göni çyzykly zwenolar (sistemalar) üçin superpozisiýa prinsipi adalatlydyr, sistema goýlan bir wagtda, birnäçe täsir reaksiýasalaryň jemi bilen deňdir. Bu prinsip gyzykly differensial deňlemeleriň çözüwine esaslanandyr. Has aýratynlykda bolsa (8) sistema üçin superpozisiýa prinsipi aşakyny aňladýar. Eger  $Y_x(t)$ -sistemasynyň reaksiýasy (çykyş ululygynyň üýtgetmesi)  $x=x_0(t)$  bolanda we  $f=0$ ,  $Y_f(t)$ -sistemasynyň reaksiýasy  $f=f_0(t)$  bolanda we  $x=0$  bolsa onda  $x-x_0(t)$  bolanda we  $f=f_0(t)$  (şol bir başlangyç şertlerde) bolsa onuň reaksiýasy aşakydyr.

$$Y(t) = Y_x(t) + Y_f(t)$$

Superpozisiýa prinsipi çykyşy bilen birnäçe girişi bolan sistemany islendik wagtda bir girişli sistema getirip işlese bolýar şolar ýaly sistema aşaky ýaly beýan edilýär.

$$a_0 y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + \dots + a_n y = b_0 x^{(m)} + b_1 x^{(m-1)} + \dots + b_m x$$

$$Q(P)Y = R(P)X$$

$Q(P)$  differensial operatory çykyş ululygynnda hususy operator diýip atlandyrylýar.  $R(P)$  operator bolsa çykyş ululygynnda täsir eden operatory diýip atlandyrylýar.  $P$  operatory ulanylyp ýazylyan deňlemeliň ählisi (9) deňlemäň simwoliki formadaky ýazgysy bolup durýar. Şular ýaly ýazgy-geçiriji funksiýasyny amala aşyrmakda has amatlydyr.

Geçiriji funksiýalar. ASS we ADS beýan etmek üçin iki sany dürli geçiriji funksiýalary ulanylýar.  $[W(P)]$  operator formadaky geçiriji funksiýasy diýip täsir ediş operatoryň hususy operatora bolan gatnaşygynnda aýdylýar.  $W(S)$  Laplas şekillendirmesindeki geçiriji funksiýasy diýip çykyş ululygyna bolan gatnaşygyna aýdylýar. Şu ýerde  $S$ -Laplasynyň üýtgeýän özgertmesi.

Kesgitlemä görä, (9) ýa-da (10) zwenonyň operator formadaky geçiş funksiýasy:

$$W(P) = \frac{R(P)}{Q(P)} = \frac{b_0 P^m + b_1 P^{m-1} + \dots + b_m}{a P^n + a_1 P^{n-1} + \dots + a_n}$$

$W(P)$  ulanylyp aşaky deňligi alarys:

$$Y = W(P)X$$

Bu deňlik (9) deňlemäniň ýazgysynyň simwoliki formadaky görnüşleriniň biri bolup durýar. Başlangyç nol şertlerindäki Laplasynyň ögertmesini şoňa köpeldeliň:

$$L\{a_0 y^n + a_1 y^{(n-1)} + \dots + a_1\} = L\{b_0 x^m + b_1 x^{(m-1)} + \dots + b_1 x\}$$

Bu ýerde L-Laplasyň (operator) özgerme simwoly Başlangyç nol şertlerinde:

$$L\{Y^i(t)\} = L\{P^i Y(t)\} = S^i Y(S)$$

Bu ýerde  $Y(S) = L\{Y(t)\}$

Laplasyň  $L\{ax_1(t) + \beta x_2(t)\} = aL\{x_1(t)\} + \beta L\{x_2(t)\}$  özgermesiniň göni-lik häsiýeti we ýokarky häsiýeti ulanyp alarys:

$$(a_0 S^n + a_1 S^{n-1} + \dots + a_n)Y(S) = (b_0 S^m + b_1 S^{m-1} + \dots + b_m)X(S) \quad (11)$$

Dogrudan hem, (9)-dan (11)-e geçmek üçin mälim bolşy ýaly (9) deňlemäni (10) deňlemäniň dimwoliki formasynda aňlatmaly we (10) deňlemede P ululygyň ornuna S goýmaly, Y(t) we X(t) bolsa olaryň şekillendirmesindeki funksiýasy üçin alarys:

$$W(S) = \frac{Y(S)}{X(S)} = \frac{b_0 P^m + b_1 P^{m-1} + \dots + b_m}{a_0 P^n + a_1 P^{n-1} + \dots + a_n}$$

Şonuň üçin (9) zwenonyň Laplas şekillendirmesindeki (başlangyç nol şertlerinde) deňlemesi aşaky görnüşe eýe bolýar:

$$Y(S) = W(S)X(S)$$

Hakykatdan hem, W(S) geçiş funksiýa W(P)-den  $P=S$  formal çalyşma arkaly alynýar:

$$W(S) = W(P)_{P=S}$$

Iki formadaky geçiş funksiýanyň rarasyndaky şular ýaly baglanşyk diňe stasionar sistema üçin adalatlydyr.

Eger-de sistemanyň (zwenonyň) q girişi we r çykyşy bar bolsa, onda ony teswirlemek üçin qr geçiş funksiýasy gerek bolar. Hususanda, iki girişli we bir çykyşda (8) iki sany geçiriji funksiýa bilen teswirlenýär:

$$W_x(P) = \frac{b_0 S^m + b_1 S^{m-1} + \dots + b_m}{a_0 S^n + a_1 S^{n-1} + \dots + a_n}$$

$$W_f(P) = \frac{c_0 P^e + c_1 P^{e-1} + \dots + c_m}{a_0 P^n + a_1 P^{n-1} + \dots + a_n}$$

Şu geçiriji funksiýalary ulansak, simwoliki formadaky /8/ deňleme aşaky görnüşini alýar:

$$Y(t) = W_x(P)x(t) + W_f(P)f(t)$$

Geçiş funksiýalaryny we Laplas şekillendirmesindeki deňlemesindeki deňlemeleri şular ýaly edip düzmek kyn däl. Geçiş funksiýalary differensial deňlemeleri bilen bir hatarda ADS-ny aňlatmakda giňden ulanylýar. Ýöne başlangyç nol şertleriň ol köp hatarda in tapyjy häsiýeti bolup durmaýar. Eger hususy operatornyň we sistema täsir bolsa, onda geçiş funksiýasy ýagdaýynda onuň differensial deňlemesini we erkin başlangyç şertlerindeki prosesleriň ýazgysyny alyp bolmaýar.

#### 40. Awtomatiki sazlaýjy sistemasynyň tipli bölekleri. ASU-nyň durnuklylygy we hili barada düşüňjeler

ASS-iň analiz edilende funksional ýa-da konstruktiw alamatlary dälde dinamiki häsiýetleri boýunça bolunýar. Netijede dürli görnüşli biri-birinden üýtgeşik iş prinsipi elementleri birmeňzeş oliff deňlemeler bilen teswirlemäge mümkinçilik berýär. Elementler böleklere başgaça tipli bölekler (zwenolar) diýilýär.

#### 41. Proporsional bölekler (inersiýasyz):

Y çykyş ululygy x giriş ululygyna proporsional bolsa olara  $P_2$  diýilýär.  $Y=kx$ ; k-bölegiň geçiş koeffisiýenti. Operator görnüşde geçiş funksiýasy  $W(P)=K$  -ýygylyk geçiş funksiýasy  $W(j\omega)=Y(j\omega)/x(j\omega)$ . Bu zwenoda geçiş funksiýa ýokdur. PŽ degişli enjamlar: reduktor, potonsiometr, elektron, güýçlendiriji, selsinler, transformatorlar, ryçagly enjamlar.

#### 42. Differensial zwenno

DZ diýip  $Y_{\text{ç.u.}}$ ,  $X_{\text{ç.u.}}$  tizliginiň üýtgemegine proporsional zwenosyna aýdylýar.  $Y_{\text{ç.u.}}$ ,  $X_{\text{ç.u.}}$  önümüne proporsionaldyr.

a) Ideal differensial zwenno

$$Y = k \frac{dx}{dt} \quad \frac{dx}{dt} \text{-giriş üýtgame tizligi}$$

Başlangyç şertleri nola deň bolanda

$$Y(P) = KPX(P) \quad \text{onda } \omega(p) = kp$$

Operator  $\omega(p) = kp$  ýygylyk görnüşde  $\omega(j\omega) = k(j\omega)$

b) Real (hakyky) differensial zwenno

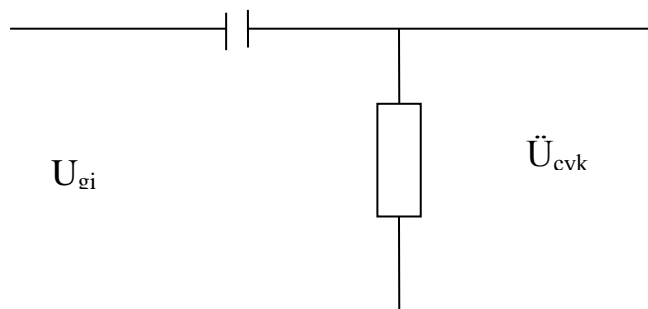
$$T \frac{dy}{dt} + y = k \frac{dx}{dt}$$

T we K hemişelik koeffisiýentler. Operator görnüşde

$$(TP + I) \cdot Y(P) = KTPX(P); \quad W(P) = \frac{KTP}{KT + 1}$$

RDZ görnüşli:  $R_c$  zynjyrlary, tokogeneratorlar, differensirleýji güýçlendiriji.

#### 43. Integrirleýji zwenno



35-nji surat.

Integrirleýji zwenno diýip. Y çykyş täsiri x giriş täsiriniň integralyna proporsional

bölegi diýilýär.  $Y = K \int_0^t x dt$  K-IZ güýçlendiriji koeffisiýenti

Integralyň belgisini  $1/p$  operator bilen çalyşyp

$$Y(P) = K \frac{x(P)}{P}$$

YZ geçiş funksiýasy operator görnüşde:  $W(P) = \frac{K}{P}$  IZ kesgitlemesiniň ilkinji warianty: IZ diýip çykyş ululygynyň üýtgemesiniň tizligi göni ululyga proporsional bolan we 1-nji derejeli differensiýal deňleme bilen täsirlemesi bölegi diýilýär.

$$\frac{dy}{dt} = kx \quad py(p) = kx(p); \quad W(P) = \frac{K}{P}$$

#### 44. Apereodiki zwenó (I tertipli inersion zwenó).

Bu bölekde  $x$  g.u.-ň bökmä üýtgemesinde  $I_{cu}$  eksponential kanun boýunça täzeden (üýtgemesinde  $Y_{cu}$ ) düzülen durnukly ýagdaýa ymtylýar. Bu bölekde hemişelik koeffisiýentli I tertipli ýönekeý differensial deňleme bilen tesbirlenýär.

$$T \frac{dy}{dt} + y = k \cdot x$$

$T_{wek}$  elementiň görnüşüne we iş prinsipine bagly bolan hemişelik koeffisiýenti operator görnüşde

$$TP(P) + Y(P) = k \cdot x(P)$$

Geçiş funksiýasy:  $W(P) = \frac{k}{TP + 1}$

$W(j\omega)$ -kompleks geçiji funksiýa.

Hakyky sanlaryň oky sistemasynyň çykyş ululygynyň giriş ululygyna bolan gatnaşygyna kompleks formada aňladylýar we oňa  $W(j\omega)$  kompleks giriş koeffisiýenti diýilýär. Kompleks giriş koeffisiýentli  $W(j\omega)$  kompleks tekizligine grafiki ýagdaýda nokat görnüşinde aňladylýar. Ol nokatdan koordinatalaryň başlangyjyna çenli bolan aralygy bolsa  $A$  modul kesgitleýär. Maddy okunyň položitel ugreekmanysynyň arasyndaky borjy bolsa  $|\cot \varphi|$  onuň argumenti kesgitleýän.

Ýygylýk  $\omega$  0-dan  $\infty$  çenli üýtgände  $A$  modulyň uzynlygy we faza üýtgeýär.  $A$  kesimiň uýy käbir eger çyzgylý grafik godograd diýilýär, ýa-da başgasy oňa awtomatik sistemanyň amplituda-fazaly häsiýetnamasy  $|A \angle \varphi|$  diýilýär.  $\omega |j\omega| = kR$  k-geçiş koeffisiýentiniň moduly,  $\varphi$ -onuň fazasy.

k-ny grafiki görnüşde göni çyzykly R-uzynlygy bolan we absissa okuna  $\varphi$  burç astynda ýapgytlygy bolan kesim hökümünde görkezmek bolar. Onda başgada k-ny hakyky we hyýaly bölekleriniň algebraik jemi hökümünde görkezmek bolar. Meselem:

AZ degişli görnüşler: Induktiv gurluşykly elektron güýçlendiriji magnitli güýçlendiriji termoduýujy (datçik)

#### 45. Yrgyldyly zwenolar (II derejeli inersion zwenó).

Bu bölekde u.g.u-ň bökme üýtgemesinde  $I_{\text{ç.u.}}$  yrgyldy görnüşde täzeden düzülen durnukly ýagdaýa ymtylýar.

B bölek üçin dinamiki deňlemäni şu görnüşde ýazyp bolýar.

$$T_2^2 \frac{d^2 y}{dt^2} + T \frac{dy}{dt} + y = kx_1 \quad \text{ýa-da}$$

$$T_2 P^2 y(P) + T P y(P) + y(P) = kx(P)$$

Geçiş funksiýasy:

$$\omega(P) = \frac{k}{T_2^2 P^2 + T P + 1}$$

$$\text{AFH deňlemesi: } \omega(sm) = \frac{k(1 - T_2^2 \omega^2)}{(1 - T_2^2 \omega^2) + T_1^2 \omega e} - s \frac{k T_1 \omega}{(1 - T_2 \omega e)^2 + T_1^2 \omega e}$$

$$\text{Modul: } A(\omega) = \frac{k}{\sqrt{(1 - T_2^2 \omega^2) + T^2 + \omega^2}}$$

Görnüşleri: yrgyldyly kontur, m massaly pružinden asylan ýük.

Kompleks tekizliginde giriş  $x(t)$  we çykyş  $y(t)$  ululyklary wagtyň her bir bahasy üçin  $a$  we  $A$  wektorlara degişlilikde kesgitlenýär. Koordinata başlangyjyndan  $a$  we burç astynda  $A$  bolsa  $\omega t$ -y burç astynda geçirilen. Garmoniki giriş we çykyş ululyklaryň kompleks formada aňladýşy:

Hakyky formada  $a \cos \omega t$  we  $A \cos(\omega t + y)$  hyýaly bölegi  $a \sin \omega t$  we  $A \sin(\omega t + y)$  kompleks giriş we çykyş ululyklaryň bahalaryny wagtyň dürli momentlerinde  $x(t)$  we  $y(t)$  görnüşde aňladalyň we dürli momentlerinde  $x(t)$  we  $y(t)$  görnüşde aňladalyň we olaryň aňlatmasyny kompleks trigonometrik formada ýazalyň:

$$x(t) = a(\cos \omega t + j \sin \omega t)$$

$$y(t) = A[\cos \omega t + j \sin(\omega t + y)]$$

Eýleriň  $e^{j\omega t} = \cos \omega t + j \sin \omega t$  formulasynda peýdalanyp giriş we çykyş ululyklaryny görkezilen formada ýazmak mümkin:

#### **46. Awtomatik sazlaýyş sistemasynyň durnuklylygy, durnuklylyk kriteriýalary.**

Awtomatik sazlaýyş sistemasynda daşardan täsir ýüze çykanda ol berlen sazlaýyş ululykdan gyşarýar, awtomatik sazlaýjy bolsa awtomatik sazlaýyş sistemasynda berlen baha getirjek bolup çalyşýar.

Şeýle täsiriň netijesinde geçiş prosesi ýüze çykýar.

Wagtyň geçmegi bilen sazlaýjynyň täsiri astynda awtomatik sazlaýjy sistema haýsy hem bolsa bi takyklyk derejesinde berlen baha gaýdyp gelse, onda geçiş prosesine baryşýan, awtomatik sazlaýjy sistemasyna sazlanýlýan ululygyň berlen bahasyna gaýdyp barmasa, gaýta ondan daşlaşsa, onda şeýle geçiş prosese daşlaşýan, awtomatik sazýlaýjy sistemasyna bolsa durnuksyz diýilýär. Awtomatik sazlaýjy sistemasyna öz wezipesine ýetirer ýaly, ol ilki bilen durnukly bolmalydyr. Şonuň üçin hem awtomatik sazlaýjy sistemasynyň durnuklylygynyň analizi awtomatik sazlamagyň teoriýasynyň iş esasy meseleleriniň biri bolup durýar.

Geçiş prosesinde awtomatik sazlaýjy sistemasynyň özüni alyp barşynyň tebigaty onuň häsiýetlendiriji deňlemelerine baglydyr we olaryň kökleriniň görnüşi bilen kesgitlenilýär.

Alymlar diff we häsiýetlendiriji deňlemesiz awtomatik sazýlaýjy sistemasynyň durnuklylygyny kesgitleýji gös-g bolmadyk alamatlary we düzgünleri tapdylar. Bu düzgünlere durnuklylygyň kriteriýasy diýilýär. Olar iki bölege bölünýäler:

- Algebraik (wyšnegradschiniň, Raus-Gurwitsiň)
- Ýygylyk (Naýkwist, Mihaýlow, logoritmik ýygylyk, häsiýetnamalar metody, geçiriş funksiýanyň metody).

#### 47.Raus-Gurwitsiň durnuklylyk kriteriýasy.

Makswel awtomatik sazlaýjy sistemasynyň durnuklylygynyň matematiki barlag prosesinde n tertipli sistema n derejeli algebraik deňlemäniň kökleriniň hemme maddy bölümleri atrisatel bolsa durnuklylygyny ýüzde çykaryjylar. 1895-nji ýylda şweýsar alymy A.Gurwis öz awtomatik sazlaýjy sistemasynyň durnuklylygynyň kriteriasyny hödürledi.

$$a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + a_2 p^{n-2} + \dots + a_{n-1} p + a_n = 0$$

Awtomatik sazlaýjy sistemasynyň häsiýetlendiriji deňlemesiniň kökleri otrisatel maddy bölümleri we awtomatik sazlaýjy sistemasynyň durnukly bolar onuň esasy kesgitleýjiniň hemme diagonallary položitel bolmalydyr. Onuň üçinem deňlemäniň hemme koeffisientleriniň položiteldigi ýeterlik we zerur. Gurwisiň esasy kesgitleýjisi awtomatik sazlaýjy sistemasynyň häsiýetlendiriji deňlemesinden şular ýaly düzgünlerden düzülýär:

1. Kesgitleýjiniň haýsy diagonalynynda  $a_1$  balans awtomatik sazlaýjy sistemasynyň häsiýetlendiriji deňlemesiniň koeffisientleriň yzygider ýazylýar.

2. Esasy diagonaldan başlap kesgitleýän kolonkalary ýokary yzygiderli ulanýan giňişli koeffisiýentler bilen amaly-zyygider kiçelýän indeksli koeffisientler bilen dolandyrylýar.

3. indeksi noldan pes bolan we indeksi deňleme derejesinden uly bolan koeffisientler nol bilen çalyşýarlar. Gurwisiň esasy kesgitleýjisiniň umumy görnüşini alýarys:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & a_7 & a_9 & \dots & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & a_6 & a_8 & \dots & 0 \\ a & a_1 & a_3 & a_5 & a_7 & \dots & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 & a_6 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & a_1 & a_3 & a_5 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \end{vmatrix} > 0$$

Gurwisiň kriteriasyna laýyklygyň bu kavgitleýjiň duiagonal minary položitel bolmalydyr.

1-nji mysal. Awtomatik sazlaýyş sistemasynyň häsiýeti şu aşakdaky differensial deňleme bilen teswirlenýär.

Gurwiniň kriteriýasyny ullanyp, awtomatik sazlaýyş sistemasynyň durnuklylygyny kesgitlemeli.

Häsiýetlendirijili deňlemäni:  $p^3+7p^2+14p+18=0$  hem-de Gurwisiň esasy kavgitleýjisini düzýäris.

$$\Delta = \begin{vmatrix} 7 & 8 & 0 \\ 1 & 14 & 0 \\ 0 & 7 & 8 \end{vmatrix}$$

Bu kavgitleýjiň diagonal minorlaryny kavgitleýäris.

$$\Delta_1 = 7 > 0; \Delta_2 = \begin{vmatrix} 7 & 8 \\ 1 & 14 \end{vmatrix} = 7 \cdot 14 - 1 \cdot 8 = 98 - 8 = 90 > 0$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} 7 & 8 & 0 \\ 1 & 14 & 0 \\ 0 & 7 & 8 \end{vmatrix} = \Delta_2 \cdot 8 = 7200$$

Gurwisiň esasy kavgitleýjisiniň hemme diagonal minorlary položitelidir, şuna göräde häsiýetlendiriji deňlemäniň hemme kökleri otrisatel maddy bölüminde we Awtomatiki sazlaýjy sistemasyna durnuklydyr.

#### 48. Wyşnegradskiniň durnuklylyk kriteriýasy.

Algebraik kriteriýanyň mysaly hökmünde 1876-njy ýylda rus alymy I.W. Wyşnegradskiý tarapyndan hödürlenlen kriteriýany barlalyň. Bu kriteriý üçünji tertipli differensial deňleme sag tarapsyz berlen.

$$a_3 Y''' + a_2 Y'' + a_1 Y' + a_0 Y = 0$$

$$\text{Bu ýerde: } Y' = \frac{dy}{dt} = Y'' = \frac{d^2 y}{dt^2} = Y''' = \frac{d^3 y}{dt^3}$$

Häsiýetlendiriji deňlemäni düzeliň.

$$a_3 r^3 + a_2 r^2 + a_1 r + a_0 = 0$$

Ýokary (28) deňlemäň ähli agzasyny  $a_0$  bolup şuny alýarys.

$$\frac{a_3}{a_0} r^3 + \frac{a_2}{a_0} r^2 + \frac{a_1}{a_0} r + 1 = 0$$

Täze üýtgänini girizeliň:

$$q = r \cdot 3 \frac{a_3}{a_0} = \frac{r}{w}$$

$$\text{Bu ýerde; } w = 3 \frac{a_3}{a_0}$$

(30) formulada  $r$  ornuna  $gw$  goýup we özgertmeleri ýerine ýetirip (30) deňlemäne Wyşnegradskiň görnüşinde ýazalyň:

$$Q^3 + Ag^2 + Bg + 1 = 0$$

Bu ýerde:  $A = \frac{a_2 * w^2}{a_0}$ ,  $B = \frac{a_1 * w}{a_0}$  Wyşnegradskiniň alamatlary (parametrleri)

Wyşnegradskiniň diagrammasy guralyň, A we B alamatly tekizlikde durnuklylyk çäginı gurýarys (sur 15). Durnuklylyk çäginıň deňlemesini şeýle ýazyp bolar:

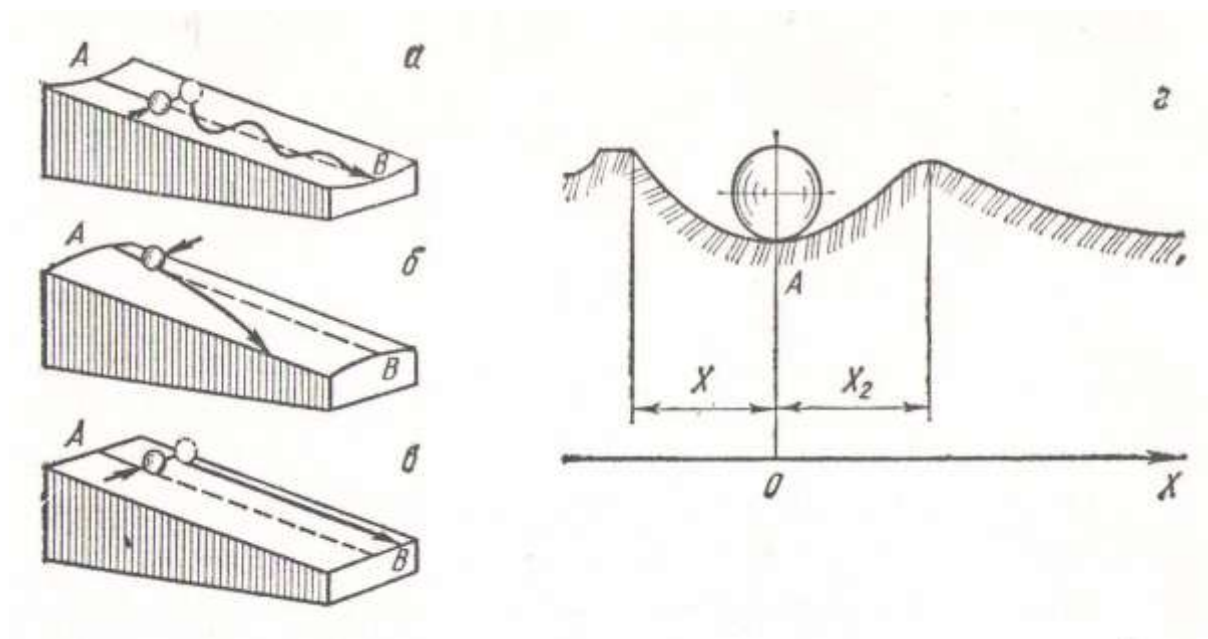
$$AB-1 \quad (A>0 \text{ we } B>0)$$

Deň taraply boýunça gurulýar. Mysal üçin  $A=0,5$  bolsa, onda

$$B = -\frac{AB}{A} = -\frac{1}{0,5} = 2 \quad \text{we ş.m.}$$

Deň taraply giperbola tekizligi iki bölege bölýär, I-durnukly bölek, II-durnuksyz bölek. Görkezilen grafik Wyşnegradskiniň diagrammasy diýip atlandyrylýar. Wyşnegradskiniň durnuklylygynyň kriteriýasyny şeýle formulirlenen bolar: üçünji tertipli differensial deňleme bilen teswirlenen ASS durnuklydyr, egerde A we B köpeltme hasyly birden uly bolsa

$$(A>0, B>0 \text{ we } AB>1)$$



36-njy surat.

Sistemanyň durnuklylygynyň görnüşleriniň shemalary

#### 49.Raus-Gurwitsiň durnuklylyk kriteriýasy.

Makswel ASS-iň durnuklylygynyň matematiki barlag prosesinde n tertipli sistema n derejeli algebraic deňlemäniň kökleriniň hemme maddy bölümleri otrisatel bolsa durnuklylygyny ýüze çykaryjylar. Onuň haýyşy boýunça 1873-1877 ýyllarda aralygynda matematik E.Raus tarapyndan n derejeli häsiýetlendiriji deňlemäniň maddy bölüminiň kökleriniň otrisatel alamatynyň zerur we ýeterlikli şertleri tapyldy.



Bu şertleri E.Raus deňlemäniň koeffisiýentjerinden düzülen deňsizlik görnüşinde ýazypdyr. Deňsizlikleriň sany differensial deňlemäniň tertipli göterişini ýaly görterilipdir.

Az wagtdan soň A.Stodola Awtomatiki sazlaýjy sistemanyň durnuklylygyny barlap, matematik A.Gurwise şeýle mesele bilen ýüz tutdy. A.Gurwis 1895 ýylda sistemanyň durnuklylyk şertlerini (geçiş prosesiniň meňzeşligini) tapdy, we olary hasaplama oňoý bolan determinirlenen görnüşde ýazdy. Raus bilen Gurwiniň durnuklylyk kriteriýeleriň esasy bir bolan soň, we Gurwisiň determinatlary çözülen Rausyň deňsizliklerine getirýänligi sebäpli, bu kriteriýalary Raus-Gurwisiň durnuklylygynyň kriteriýalary diýip atlandyrylýar.

Raus bilen Gurwisiň bir-birine garamazdan az-kem tapawutly görnüşde deňsizlikleri hödürleýdirler, onuň ýerine ýetirilişi dürli tertipli sistemanyň zerur we ýeterlik bolan durnuklylyk şertidir. Şeýlelikde, 1895-nji ýylda şweýsar A.Gurwis öz ASS durnuklylygynyň kriteriýasyny hödürledi.

$$a_0P^n + a_1P^{n-1} + a_2P^{n-2} + \dots + a_{n-1}P + a_n = 0$$

ASS-yň häsiýetlendiriji deňlemesiniň kökleri otrisatel maddy bölümlü we ASS durnukly bolar öňi esasy kesgitleýjiniň hemme dioganalary položitel bolmalydyr. Onuň üçinem deňlemäniň hemme koeffisiýentleriniň položiteligi ýeterlik we zerur.

Gurwisiň esasy kesgitleýjisi ASS-iň häsiýetlendiriji deňlemesinden şular ýaly düzgünlerden düzülýär:

1. Kesgitleýjiniň hasy dioganalynda  $a_1$  balans ASS-iň häsiýetlendiriji deňlemesiniň koeffisiýentleri yzygider ýazylýar;

2. Esasy dioganaldan başlap kesgitlenýän kolonkalary ýokary yzygiderli ulanýan giňişli koeffisiýentler bilen, amaly-zyygider kiçelýän indeksli koeffisiýentler bilen doldurylýar;

3. Indeksi nol-dan pes bolan we indeksi deňleme derejesinden uly bolan koeffisiýentler nol bilen çalyşýarlar.

## **50. Naýkwist-Mihaýlowyň durnuklylyk kriteriýasy.**

1932-nji ýylda amerikan alymy Naýkwist güýçlendirijileriň ters baglanşygynyň barlydy üçin we rus alymy A.B.Mihaýlow 1938-nji ýylda ASS-iň durnuklylygy barlagy üçin durnuklylyk ýygylgynyň kriteriýasyny teklipl etdiler.

Naýkwistiň kriteriýasy ýapyk bolmadyk sazlanýan optimallaryň durnuklylygyna ýa-da durnuksyzlyga baglylykda ýapyk ASS-nyň durnuklylyga analizi geçirmä mümkinçilik berýär.

Şu meselelere laýyklykda kriteriýa şeýle açyk kesgitlenýär:

Eger ýapyk bolmadyk sistema durnukly bolsa, ýapyk sistemaň durnuklylygy üçin ýapyk bolmadyk sistemaň amplituda-faza häsiýetnamasy  $(-1, j0)$  koordinataly nokatlara ýetmelidirler.

## **51. Sazlaýjylaryň düzülýän parametrlerini hasaplamak Sazlanýan obýektiň häsiýetleri.**

Sazlanýan obýektiň dinamiki häsiýetleri geçiş prosesiniň görnüşine täsir edýär. Awtomatlaşdyrmagyň shemasy sintezlenende, sazlaýjynyň işlemeli kanuny saýlananda we ony düzüji parametrleriniň amatly bahasy kesgitlenende obýektiň häsiýetlerini bilmek zerur. Obýektiň häsiýetleriniň dogry hasaba alynmagy ýokary hil görkezijili geçiş prosesli awtomatik sazlaýjy ulgamy döretmäge mümkinçilik berýär. Sazlanýan obýektiň esasy häsiýetleri şulardan ybarat: öz-özünü gönükdirmek, sygymlylyk we gijikmeklik.

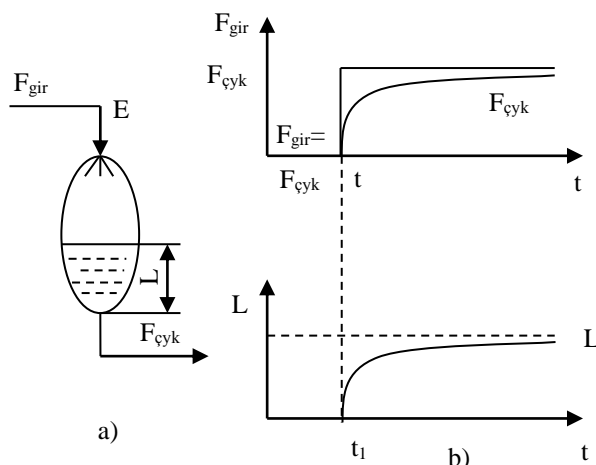
*Öz-özünü gönükdirmek.* Obýektiň, giriş täsiri üýtgäenden soňra özbaşdak deňagramlylyk ýagdaýyna gelmeklik häsiýetine öz-özünü gönükdirmeklik diýilýär. Öz-özünü gönükdiriji obýektlerde giriş ululygynyň başançaklaýyn üýtgemegi, çykyş ululygynyň nula çenli ýuwaş-ýuwaşdan azalýan tizlik bilen üýtgemegine getirýär, bu içki otrisatel ters baglanşygyň barlygyna bagly.

Öz-özünü gönükdirmekligiň derejesi näçe uly bolsa, çykyş ululygynyň başlangyç ýagdaýdan gysarmasy şonça az.

Şeýlelik bilen obýektiň öz-özünü gönükdirmekligi onuň durnuklylygyny häsiýetlendirýär.

## 52.Öz-özünü gönükdirmesi bolan obýekt.

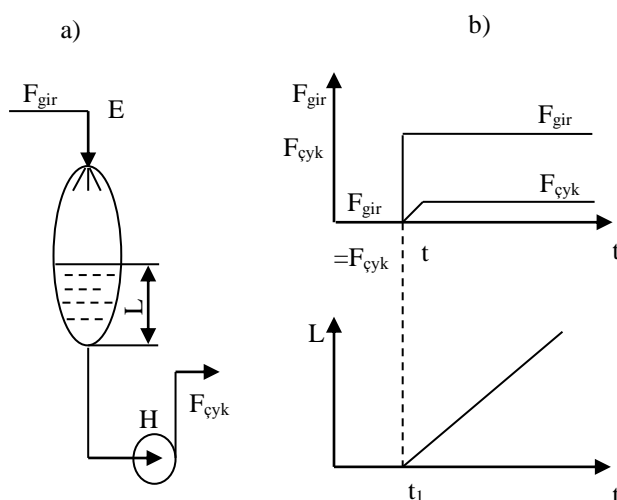
Obýekt –  $E$  sygymlylyk (sur. 11.1, a);  $F_{gir}$  – giriş boýunça harç;  $F_{çyk}$  – çykyş boýunça harç.  $L$  derejäniň üýtgemeginiň  $F_{gir}$  we  $F_{çyk}$  ýagny  $L = f(F_{gir}, F_{çyk})$  üýtgemegine baglylygyna serederis.  $F_{gir}$  harjyň ulalmaklygy bilen (sur. 11.1, b); wagtyň  $t_1$  pursadynda dereje ulalyp başlaýar; şunuň bilen göwrümdäki sütüniň gidrostatik basyşy hem ulalýar, bu hem  $F_{gir}$  harja ymtylýan,  $F_{çyk}$  harjyň artmagyna getirýär. Dereje ulalýar, emma harçlaryň deňleşýän pursady bellenen  $L_{\infty}$  baha gelýär. Öz-özünü gönükdirmesi bolan obýekti aperiodik zweno hökümünde görkezip bolar.



37-nji surat. Öz-özünü gönükdirmesi bolan obýektiň (a) shemasy we (b)  $L = f(F_{gir}, F_{çyk})$  –iň grafigi

## 53.Öz-özünü gönükdirmesi bolmadyk obýekt.

Bu ýerde göwrümiň çykyşynda,  $F_{çyk}$  – kesgitli öndürijiligi bolan  $H$  nasos



38-nji surat. Öz-özünü gönükdirmesi bolmadyk obýektiň (a) shemasy we (b)  $L = f(F_{gir}, F_{çyk})$  –iň grafigi

oturdylan (sur. 11.2, a).

$F_{gir}$  – harjyň ulalmagy bilen wagtyň  $t_1$  pursadynda harç üýtgemeyär, bu hem derejäniň ýokarlanmagyna getirýär (sur. 11.2, b). Berilen obýekti integrirleýji zveno hökümünde görkezip bolar. Sygymlylyk obýektiň inersionlygyny, ýagny  $X$  giriş ululygyň  $dy/dt$  çykyş tizliginiň üýtgemesine täsir derejesini häsiýetlendirýär.

$$C = \frac{x}{dy/dt} \quad (11.1)$$

Sygymlylyk näçe uly bolsa, obýektde çykyş ululygyň üýtgemesiniň tizligi şonça kiçi we tersine. Obýektiň sygymlylygy ähli tehnologik obýektler üçin mahsus bolan häsiýet bolup durýar.

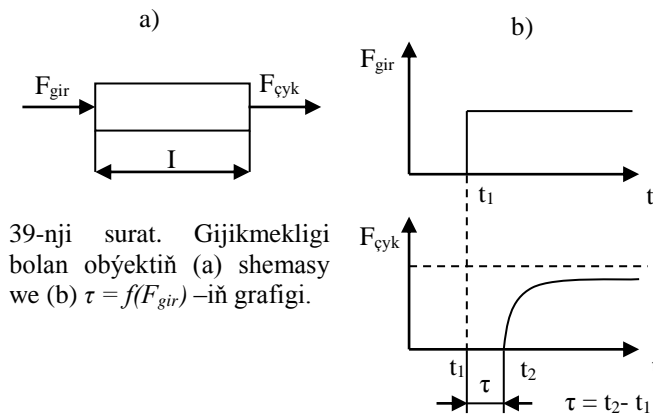
Obýektiň *gijikmekligi* şeýle aňladylýar, Onuň çykyş ululygy  $y$  bozuýy täsir girizilen dessine üýtgäp başlaman, birnäçe *gijikmekligiň wagty* diýilip atlandyrylýan  $\tau$  wagt aralygyndan soň üýtgäp başlaýar. Nebit we gaz senagatynyň ähli hakyky obýektleriniň gijikmekligi bar we signalyň bozulma girizilen nokadyndan çykyş ululygyň üýtgemesiniň hasaba alynýan ýerine çenli aralygy geçmek üçin wagt talap edýär. Bu aralygy  $l$  (sur. 11.3, a), signalyň geçiş tizligini  $V$  bilen belgiläp,  $\tau$  gijikmeklik wagtyňy aşakdaky görnüşde aňladarys:

$$\tau = \frac{l}{V}. \quad (11.2)$$

Gijikmekligi bolan obýekte mysal hökümünde, girişine  $F_{gir}$  harçlanýan önüm düşýän, çykyşynda hem  $F_{çyk}$  bolan (sur. 11.3, a) uzynlygy  $l$  deň bolan turbageçirijä seredeliň. Sur. 11.3, b-de  $F_{gir}$  – iň  $t_1$  wagt pursadynda üýtgemesiniň grafigi görkezilen.  $F_{çyk}$  üýtgemekligi  $t_2$  wagt pursadyndan käbir  $\tau$  gijikmeklik bilen bolýar. Gijikmeklik wagtalaryň tapawudy bilen kesgitlenýär.

$$\tau = t_2 - t_1$$

Obýektleriň häsiýetleri sazlamaklygyň awtomarlaşdyrylan ulgamynyň geçiş prosesleriniň hiline we sazlamaklygyň kanunyny saýlamaklyga düýpli täsir edýär.



Obýektiň öz-özünü gönükdirmesi hem awtomatik sazlaýjynyň işine meňzeş täsir edýär. Şeýlelikde, öz-özünü gönükdirmesi bolmadyk obýektler, özbaşdak durnukly işlemekligi üpjün edip bilmeýär we hökmany awtomatik sazlaýjynyň ulanylmaklygyny talap edýär. Üstesine-de, şeýle obýektleri dolandyrmaklygy her bir sazlaýjy başarmaýar. Şeýlelik bilen, obýektde öz-özünü gönükdirmesiniň bolmazlygy sazlamak meselesini çylşyrymlaşdyrýar, onuň bolmaklygy hem sazlanýan parametri berilen bahada saklamaklyk meselesini ýeňilleşdirýär. Öz-özünü gönükdirmek derejesi näçe ýokary bolsa, şonça hem ýeňil usul bilen sazlamaklygyň talap edilýän hilini üpjün etmek mümkin.

Obýektleriň *sygymlylyklylygy* sazlaýjynyň görnüşini saýlamaklyga täsir edýär. Ol näçe az bolsa, ýagny, ýüklenmäniň berilen üýtgemesinde obýektiň çykyş ululygynyň üýtgemesiniň tizligi näçe uly bolsa, sazlaýjy şonça uly derejede obýekte täsir edip bilmeli.

Sazlamaklygyň awtomarlaşdyrylan ulgamynda *gijikmekligiň* bolmaklygy obýektde tehnologik parametrleri sazlamaklyk meselesini çylşyrymlaşdyrýar. Şonuň üçin ony azaltmaklyga ymtylmaly: ulgamyň ölçeg özgerdijisini we ýerine ýetiriji mehanizimini sazlanýan obýekte mümkin boldugyça ýakyn oturtmaly, inersionlygy kiçi bolan ölçeg we normalaşdyryjy özgerdijileri ulanmaly we şuna meňzeşler.

Obýektleriň häsiýetleri analitik, eksperimental we eksperimental-analitik usullar bilen kesgitlenýär.

*Analitik usul* obýekti matematiki taýdan ýazmaklykdan durýar, onda barlanylýan obýektde bolup geýýän fiziki we himiki prosesleri nazary derňemekligiň esasynda, enjamlaryň gurluşlaryny we gaýtadan işlenilýän jisimleriň häsiýetnamalaryny hasaba alyp, statiki we dinamiki deňlemeleri tapýarlar. Bu deňlemeler çykarylanda jisimiň we energiýanyň saklanmaklygynyň düýp (fundamental) kanunlaryndan, şeýlede ýylylygy we massany geçirmegiň, himiki öwrülme prosesleriniň kinetiki kanunalaýyklyklaryndan peýdalanýarlar.

*Analitik usul* fiziki-himiki prosesleri ýeterli gowy öwrenilen tehnologik obýektleri dolandyrmak ulgamlaryny taslamak üçin ulanylýar. Ol obýektleriň işiniň statiki we dinamiki düzgünlerini çaklamaga mümkinçilik berýär, emma düzülen deňlemäni derňemeklik we çözmeklik kynçylyklar bilen baglanyşykly we bu deňlemeleriň koeffisiýentlerini kesgitlemek üçin ýörite barlaglar geçirmekligi

talap edýär. Bulardan başgada, hakyky obýektleriň matematiki ýazgysynyň takyklygy uly derejede ýönekeýleşdiriji çaklamalara bagly.

*Eksperimental usul* hakyky obýektde ýörite eksperiment geçirmek ýoly bilen obýektiň häsiýetnamasyny kesgitlemekden durýar. Usul ýeterli ýönekeý, az zähmet talap edýär, konkret obýektiň häsiýetlerini ýeterli takyk kesgitlemeklige mümkinçilik berýär. Eksperimental usulda gaýtadan işlenilýän we alynýan jisimleriň häsiýetleriniň arasyndaky funksional baglanyşyklary, obýektiň tehnologik prosesiniň kada görkezijilerini we konstruktiv häsiýetnamalaryny ýüze çykarmak mümkin däl. Şu ýetmezçilik şuna meňzeş obýektlerde şol eksperimental usul bilen alynan netijeleri ulanmaklyga ýol bermeýär.

*Eksperimental-analitik usul* obýektde bolup geçýän hadysalary derňemek ýoly bilen deňlemeler düzmekligi içine alýar, bu ýagdaýda alynan deňlemeleriň san koeffisiýentleri hakyky obýektde eksperimental kesgitlenýär. Bu usul obýektleriň häsiýetlerini kesgitlemekligiň analitik we eksperimental usularyň utgaşmasy bolmak bilen olaryň kemçiliklerini we artykmaçlyklaryny hasaba alýar.

#### **54.Sazlamaklygyň kanunlary.**

Sazlaýyş ulgamlarynda tehnologik parametri, berilen bahasynyň töwereginde awtomarik saklamaklygy üpjün etmeklige kömek edýän gurluşlar *awtomarik sazlaýjylar* diýilip atlandyrylýar. Sazlaýjy awtomatik sazlaýjy ulgamyň esasy bölegi bolup durýar.

Awtomatik sazlaýjynyň (AS) girişine (sur.11.4) häziki  $y_T$  we sazlanýan parametriň  $y_0$  berilen bahasy berilýär. Olaryň gabat gelmezligi  $\Delta y = y_0 - y_T$  sazlaýjynyň çykyş ululygynyň üýtgemegine getirýär – sazlaýjy täsir  $\chi_s$ -iň  $\chi_s = (y_0 - y_T)$  baglylygyny sazlamaklygyň kanuny diýilip atlandyrylýar.

Senagat ulgamlarynda sazlamaklygyň esasan üç sany analog kanuny ulanylýar: deňölçegli (proporsional) (P), deňölçegli-integral (PI) we deňölçegli-integral-differensial (PID) sazlamaklygyň kanunlary.

*Deňölçegli sazlaýjylara* şular girýär, ýagny sazlanýan zolagyň çäklerinde  $\chi_s$  sazlaýjy täsir giriş ululygynyň üýtgemegi –  $\Delta y$  gabat gelmezligi bilen deňölçegli üýtgeýär.

P-sazlaýjynyň dinamiki deňlemesiniň şeýle görnüşi bar.

$$\chi_s = k\Delta y, \quad (11.4)$$

bu ýerde  $k$  – sazlaýjynyň deňölçeglilik koeffisiýenti, onuň düzedilýän parametri bolup durýar.

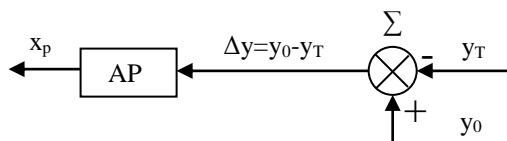
P-sazlaýjynyň giriş ululygynyň her bir bahasyna çykyş ululygyny kesgitli bahasy gabat gelýär. P-sazlaýjynyň çykyşyndaky signal diňe giriş signalyň üýtgemegi bilen üýtgeýär.

P-sazlaýjynyň düzülýän parametri köplenç  $\delta$  deňölçeglilik çägi görnüşinde berilýär.

$\delta$  deňölçeglilik çägi sazlaýjynyň  $k$  güýçlendiriş koeffisiýenti bilen aşakdaky gatnaşyk ýaly baglanyşýar.

$$\delta = \frac{1}{k} \cdot 100\% . \quad (11.5)$$

P-sazlaýjynyň esasy artykmaçlygy onuň ýönekeýligi we sazlaýjy organyň orun üýtgetme tizliginiň we sazlanýan parametriň üýtgeýiş tizliginiň arasyndaky deňölçegli baglylygyň barlygydyr.



40-nji surat. Awtomatik sazlaýjynyň düzüm shemasy

Bozuýy täsirler ýüze çykan ýagdaýynda şeýle sazlaýjylar obýekti çalt deňagramlylyk ýagdaýyna getirýär. Emma P-sazlaýjynyň üpjün edip bilýän sazlamaklyk takyklygy beýlekiler bilen deňeşdirilende ýokary däl. P-sazlaýjyly awtomatik sazlaýjy ulgama statiki ýalňyşlygynyň bolmaklygy mahsusdyr, ýagny sazlanýan parametriň galyndy gyşarmasy.  $k$  güýçlendiriş koeffisiýenti näçe kiçi, ( $\delta$  deňölçegliligiň çägu näçe ulu) bolsa, bu gyşarmanyň ululygy şonça uly bolýar.

Sazlaýjynyň güýçlendiriş koeffisiýentini ulaltmak bilen sazlamaklygyň statiki ýalňyşlygyny azaldyp bolýar, emma ony doly aýyrmak mümkin däl.

Sazlanýan obýektde sazlamaklygyň awtomatiki ulgamy ulanylýan wagtynda tehnologik şertler boýunça sazlamaklygyň statiki ýalňyşlygynyň bolmaklygyna ýol berilýän ýerlerinde P-sazlaýjylary ulanýarlar.

Sazlaýjylaryň  $\chi_s$  çykyş ululygynyň üýtgemegi  $\Delta y$  giriş ululygynyň üýtgemegine, şeýle-de onuň üýtgemesiniň integralyna proporsional bolsa, şeýle sazlaýjylar *deňölçegli-integral* diýilip atlandyrylýar.

PI-sazlaýjynyň dinamiki deňlemesiniň şeýle görnüşi bar.

$$x_s = k\Delta y + \frac{1}{T_i} \int_0^t \Delta y dt, \quad (11.6)$$

Bu ýerde  $k$  – sazlaýjynyň güýçlendiriş koeffisiýenti we  $T_i$  – integrirleme wagty ol sazlaýjynyň düzülýän paramrtri bolup durýar.

Deňölçegli-integral sazlaýjyny parallel birleşdirilen güýçlendiriji we integrirleýji zwenolardan durýan ulgam hökümünde seretmek mümkin.

PI-sazlaýjynyň çykyş ululygyň üýtgemesine jogap berişi (reaksiýasy) iki düzüjiden durýar: deňölçegli – P we integral – I. Netijede giriş ululygyň birmeňzeş üýtgemesine PI-sazlaýjy P-sazlaýjy bilen deňeşdirende biraz gijä galýar.

Emma PI-sazlaýjy bilen işlände statiki ýalňyşlyk bolmaýar. Şonuň bilen baglansyklykda PI-sazlaýjynyň hut özi dürli tehnologik parametrleri saklamak üçin giňden ulanylýar.

Deňölçegli düzüji  $k$  güýçlendiriş koeffisiýentiniň kömegi bilen, sazlaýjynyň integral düzüjisi –  $T_i$  integrirleme wagtyny üýtgediji arkaly düzülýär.

*Deňölçegli-integral-differensial sazlaýjylar.* Kābir ýagdaýlarda sazlamaklygyň hilini, sazlamaklygyň kanunyna, birinji önümine (proizwodnysyna) deňölçegli ýa-da sazlaýjynyň çykyş ululygynyň tizliginiň üýtgemesine, düzüji girizip ýokarlandyrmak mümkin. Bu differensirleýji düzüjidir.

PID-sazlaýjynyň dinamiki deňlemesiniň şeýle görnüşi bar.

$$x_s = k\Delta y + \frac{1}{T_i} \int_0^t \Delta y dt + T_D \frac{dy}{dt}, \quad (11.7)$$

Bu ýerde  $k$  – güýçlendiriş koeffisiýenti;  $T_i$  – integrirleme wagty;  $T_D$  – differensirleme wagty, ol sazlaýjynyň düzülyän parametrleri bolup durýar.

Şeýlelik bilen PID-sazlaýjynyň üç düzülyän parametri,  $k$  güýçlendiriş koeffisiýenti,  $T_i$  integrirleme wagty,  $T_D$  – differensirleme wagty bar. Bu sazlaýjylaryň giriş ululygynyň çykyşa täsiri,  $k$  – nyň ulalmagy,  $T_i$  integrirleme wagtynyň azalmagy we  $T_D$  differensirleme wagtynyň ulalmagy bilen ulalýar.

D-düzüjiniň bolmaklygy bilen sazlaýjynyň çykyş  $\chi_s$  ululygy giriş ululygyna otnositellikde birnäçe önürtme bilen, onuň  $dy/dt$  tizliginiň üýtgemesine deňölçegli üýtgeýär.  $dy/dt$  önümiň (proizwodnynyň) azalmagy bilen sazlaýjynyň önürtme täsiri hem azalýar we haçanda  $y = const$ ; bolanda doly kesilýär, şonuň üçin PID-sazlaýjylary önürtmeli sazlaýjylar şa-da önünden düzedilýän diýilýär.

Şeýlelikde sazlamagyň kanynynda D-düzüjiniň bolmaklygy bilen sazlaýjy giriş ululygyň tizliginiň üýtgemegini duýýar, şonuň ýaly sazlaýjy, P-sazlaýjy bilen deňeşdireniňde tiz işe girýär.

Sazlamagyň kanynyna önüm (proizwodny) bilen täsir etmekligiň girizilmegi geçiş prosesine sazlaýjynyň täsirini güýçlendirýär, şunuň bilen geçiş prosesiniň wagty gysgalýar we sazlanýan ululygyň durnuksyzlygy azalýar.

PID-sazlaýja parallel birleşdirilen güýçlendiriji, integrirleýji we ideal differensirleýji zwenolardan durýan ulgam höküminde seretmek mümkin.

## 55.Sazlaýjynyň parametrlerini düzmekligiň sazlamaklygyň hiline täsiri.

Sazlaýjynyň parametrlerini düzmekligiň geçiş prosesiniň görnüşine täsirini PID-sazlaýjy ulanylan sazlamaklygyň awtomatlaşdyrylan ulgamynyň mysalynda seredeliň:

$$x_s = k\Delta y + \frac{1}{T_i} \int_0^t \Delta y dt + T_D \frac{dy}{dt},$$

Bu ýerde  $\chi_s$  – sazlaýjy täsir (sazlaýjynyň çykyşy);  $\Delta y$  – gabat gelmezlik – sazlaýjynyň girişi (sazlanýan parametriň şu wagtky we berilen bahasynyň arasyndaky tapawut);  $dy/dt$  – sazlanýan parametriň üýtgemesiniň tizligi;  $k, T_i, T_D$  – degişlilikde, güýçlendiriş koeffisiýenti, integrirleme wagty we differensirleme wagty – sazlaýjynyň düzülyän parametrleri.

Sazlamaklygyň awtomatlaşdyrylan ulgamynda, PID-sazlaýjynyň dürli parametrlerini düzmek üçin ýumuş üýtgände ýüze çykýan geçiş proseslerine seredeliň.

1.  $k$  güýçlendiriş koeffisiýenti üýtgändäki täsire seredeliň. 11.5-nji suratda güýçlendiriş koeffisiýentiniň dürli bahalary üçin ýumuş berilende geçiş prosesiniň iki görnüşi görkezilen. 1-nji geçiş prosesinde güýçlendiriş koeffisiýenti  $k_1$ ; 2-nji geçiş prosesinde güýçlendiriş koeffisiýenti  $k_2 > k_1$ .

Güýçlendiriş koeffisiýentiniň ulalmagy  $\chi_s$  sazlaýjy täsiriň ulalmagyna getirýär, ýagny sazlanýan obýekte täsir ulalýar. Şunuň bilen dinamiki ýalňyşlyk ulalýar  $y_{din 2} > y_{din 1}$ , sazlamaklyk wagty azalýar  $t_{s 2} < t_{s 1}$ .

11.5-nji surat.  $k$  güýçlendiriş koeffisiýentiniň geçiş prosesleriniň hil görkezijisine täsiri

11.6-njy surat.  $T_i$  integrirlemekligiň wagtyň geçiş prosesleriniň hil görkezijisine täsiri

2.  $T_i$  integrirlemekligiň wagtyň üýtgemekliginiň täsirini 11.6-njy suratda görkezilen geçiş prosesleri boýunça seredeliň.

1-nji geçiş prosesiniň integrirlemekligiň wagty  $T_{i1}$ , 2-nji geçiş prosesiniň integrirlemekligiň wagty  $T_{i2}$ ;  $T_{i2} > T_{i1}$ .

11.7-nji surat.  $T_D$  differensirlemekligiň wagtyň geçiş prosesleriniň hil görkezijilerine täsiri

## **55.Ýerine ýetiriji mehanizmler.**

Ýerine ýetiriji mehanizmler pnevmatik sazlaýjylar bilen işlemek üçin niýetlenendir. Olar esasan hem membrana (membrana pružinli) we porşenli görnüşde çykarylýar.

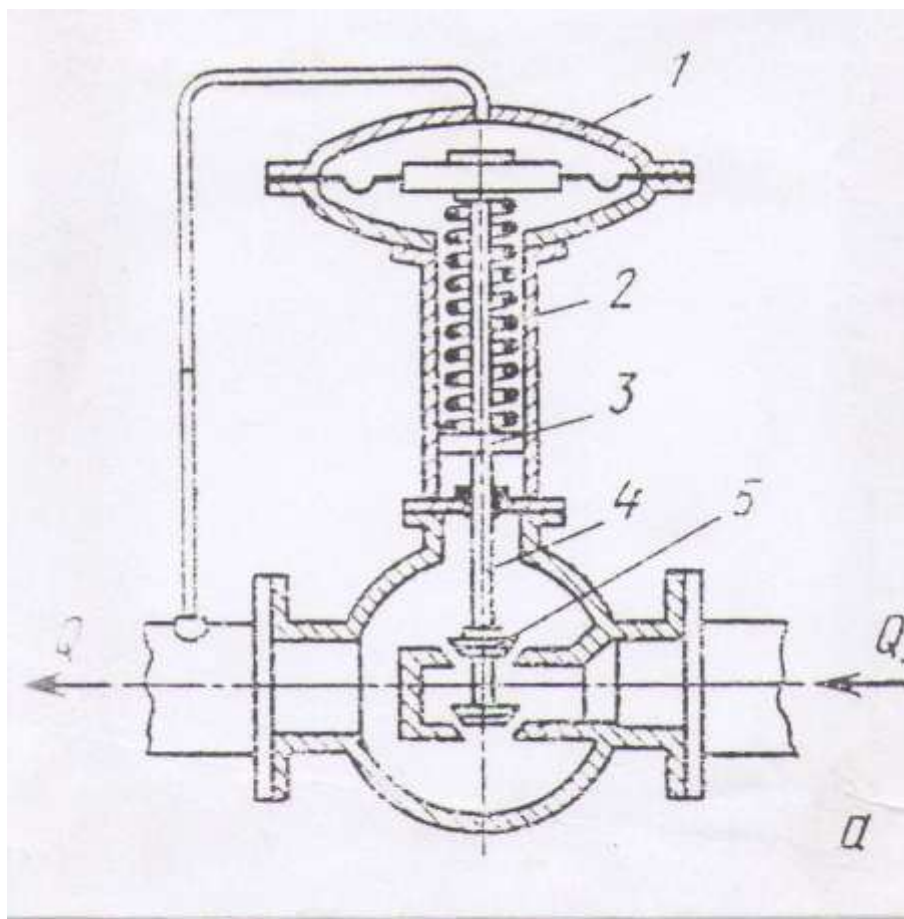
Membranaly ýerine ýetiriji mehanizmler gysylan howanyň basyşyny çykyş elementiň (meselem: ştok, ryçag we ş.m.) propoeshional süýşürmesine öwürýän üýtgedijidir. Ol süýşürmeleriň bahasy otnositel köp bolman 0.6-dan 100 mm aralykda bolup bilerler. Membranaly ýerine ýetiriji mehanizmler 3 ýokarky we 6 aşakdaky ýapgylardan durup olaryň arasynda 5 çeýe membrana ýerleşendir.

5 çeýe membrananyň aşagynda 4 metaldan ýasalan disk ýerleşýär. Ol disk öz gezeginde membrananyň gaty merkezi bolup durýar. Ol disk 8 korpusa ýerleşdirilen 7 pružine direlýär 7 pružina diýilýär. Pružine aşakdaky ujy 9 deregiň üstünde durýar. 4. Diskiň merkezinde B ştok ýerleşendir.

Kroştýn 11 ýerine ýetiriji mehanizmleri sazlaýjy organyň korpusyna birikdirmek üçin niýetlenendir. 3 ýapgydaky 2 deşigiň üsti bilen 1 impulsly turbajyk boýunça sazlaýjylardan ýokary basyşly gysylan howa M3 kamera gelýär. Çeýe membrananyň aşagyndaky kamera bolsa atmosfera bilen gatnaşyklydyr.

Ýerine ýetiriji mehanizmler membrananyň ýokarysyndaky kamera girýän gysylan howanyň basyşyny.





41-nji surat. Ýerine ýetiriji mehanizimi bolan sazlaýjynyň gurluşy

## 56. Tehnologik prosesleri dolandyryş ulgamlary.

Konkurensiýa garşy durarlykly önümleri almaklyga gönükdirilen, häzirki zaman ýokary tehnologiýaly prosesler, aşa çylşyrymlylygy bilen, bir tarapdan, we az öwrenilenligi bilen ikinji tarapdan, tapawutlanýarlar. Prosesler baradaky bilimleriniň derejesiniň kesgitsizdigi öňden gelýän kanunlary we metodlary doly ulanmaga mümkinçilik bermeýär. Şunuň bilen baglanyşyklylykda ýagdaý we ekspert dolandyryş ulgamlarynyň ösüşi düşnükli, takyk bolmadyk we setden işlemeýän sazlaýjylaryň döredilmegi, işçi we uýgunlaşma dolandyryş. Bularyň ählisi dolandyryş kanunlarynyň çylşyrymlaşmagyna getirýär, şularyň netijesinde häzirki zaman kompýuter tehnologiýasyny ulanmaly bolýarys.

Personal kompýuterleriň döremegi, ylaýtada onuň tehnologik prosesleri dolandyrmakda ulanylmagy uly rewolýusion özgermelere getirdi. Dolandyrylýan obýektleriň teretoriýalarda ýerleşişiniň bölekleyinligi we ýerine ýetirýän funksiýalarynyň biri-birinden funksional aýratynlyklaryna bu zatlar baglylykda hasaplaýyş işleriniň çäklendirilmegi, merkezleşdirilen dolandyryş ulgamyndan bölekleyin dolandyryş ulgamyna (BDU) geçmäge öňünden şert dörettdi. Bu ýagdaýy mundan başgada bölekleyin berlenleri işlemekligiň zynjyr (baglanyşykly) tehnologiýasynyň uly tizlik bilen ösmegi netijesinde mümkin boldy.

Mikroprosessorlaryň bahasynyň arzanlamagy we tehniki häsiýetnamasynyň giňelmegi, ýatda saklaýjy elementleriň we umuman mikroelektronikanyň ösmekligi dürli işler üçin niýetlenen mikrokontrollerleriň, ýöriteleşdirilen mikro we mini-EHM-leriň, monoblokly we modully kontrollerleriň, intellektual terminallaryň we işçi stansiýalaryň, şol bir sanda önümçiligiň gaty şertleri ýokarda agzalan dürli enjamlaryň döremegine getirdi.

Bölekleýin dolandyryş ulgamynyň düzüminde dürli hasaplaýyş tehnikasynyň bilelikde ulanmaklygy, berlenleri ibermekligiň protokolyny we habarlary kodlaşdyrmagyň usulyny, dolandyrmagyň tehniki we programma üpjünçiligini Bütindünýä standartyna geçmeklige şert dörettdi we ISO (International Organization for Standardization) ady bilen, özüne 70-den gowurak milleti birleşdirýän standartlaşdyrmak boýunça Bütindünýä guramasy döredildi.

BDU-nyň emele gelen arhitekturasy datçikleri we ýerine ýetiriji mehanizmleri (0 ýa-da ýer derejesi), obýekt bilen aragatnaşyk serişdeleri (1-nji dereje) kontrollerler (2-nji dereje) we awtomatlaşdyrylan işçi ýer (AIÝ) (3-nji ýa-da dispetçer derejesi). Bu arhitektura soňky wagtlarda hasaba alarlyk özgertmelere sezewar bolýar. Köp sanly firmalar (OSI, Soft, Siemens, Icomics we başgalar) bazara önümçilik awtomatikasynyň (tehnologik prosesleri awtomatlaşdyrmak boýunça) gutarnykly görnüşini, tutuş kärhanany ýa-da awtomatlaşdyrylan öndüriji enjamlaryň toplumyny satuwa çykarýar. Bu ýerde hasaplaýjylyk mümkinçilikleriniň gorizontal we wertikal jemlerini, berlenleriň ýeketäk bazasyny ulanmak bilen kärhanany dolandyrmaklygyň ähli meselelerini çözüň görnüşini ulanylýar. BDU-nyň köpbaşgançakly düzüminiň bolmaklygy bilen 3-nji derejäniň we önümçiligi awtomat dolandyrmak ulgamy (ÖADU) derejäniň (4-nji administratiw ýa-da biznes-dereje), berlenleriň ýeketäk bazasynyň serweri pes derejeden habarlary geçirýär. Şunuň bilen bir sanda energiýa çeşmelerine awtomat gözegçilik ediş we hasaba alyş ulgamlary, Operatiw-dispetçer dolandyryşyň awtomatlaşdyrylan ulgamlary we başgalar, bu habarlaryň ählisini unifikirlenen görnüşde administratiw derejä berýär. Şeýlelikde berlenleriň ýeketäk bazasynyň serweri kärhananyň tutuşlygyna jemlenen dolandyryş ulgamynyň ýadroly bolup hyzmat edýär.

Kärhanalarda dolandyrmaklygyň hemmetaraplaýyn meselelerini çözmekde esasy orny aşakdaky we ýokardaky derejelerde çäklendirilen hasaplaýyş seti (ÇHT) eýeleýär. Häzirki zaman önümçiliginde senagat setlerini datçikler, ýerine ýetiriji mehanizmler, kontrollerler we işçi stansiýalar birleşdirýärler. Olar giň gerimleýin habarlary ýygnamak, işlemek daşyndan gözegçilik etmek we ýatda saklamak, şeýle hem enjamlaryň işläp bilijilik ukyplaryny anyklamaklygy amala aşyrýarlar. Iň soňky maslahat bermelerden görnüşini ýaly senagat seti görnüşinde kontrollerleriň we operatorlaryň işçi stansiýalarynyň arasyndaky aragatnaşygy saklamak üçin Industrial Ethernet seti ulanmak maslahat berilýär. Bu setden başgada häzirki wagtda Modbus+, ProfibusDP, CAN, Interbus, DeviceNet we başgalar giňden ulanylýar. Mundan beýläkde senagat setiniň tehnologiýasynyň Ethernet seti bilen bilelikde ulanylmagy bu seti Bölekleýin Dolandyryş Ulgamynyň düzüminde esasy bolmaklyga alyp gelýär. Soňky ýyllarda senagatyň awtomatlaşdyrylyşyny we hazarlar tehnologiýasyny bir ýere jemlemek göz önünde

tutyldy. Muny dürli ýurtlarda geçen awtomatlaşdyryş boýunça sergä göz aýlasak tasyklaýar (ISA ABŞ-yuda, BIAS Italiýada, Juterkama Germaniýada we Rusiýada).

Biz esasan BDU-uyň koutrolllerli, dispetçer biznes derejelerine ünüs berýäris, bu önümçiligiň ähli dolandyryş ulgamynyň tehnalogik aýlow düzýär. Biri birinden öndüriligi bilen, ütgeýänleriň giriş-çykyş kanollaryň sany bilen Komymkasiöu mümkinçilikleri bilen, programirlemegiň gurallary bilen, özünde oturdylan programmasy bilen, şol sanda SCADA-ulgamy we başgalar bilen tapawutlanýan koutrollerlerden durýar. Bu biri-birine gabat gelmeýän görkezijiler bel bir kesgitli iş üçin tehniki serişdeler saýlanyp alynanda kynçylyklar döredýär. Şol sebäplere görä hem programmirlenýän logik koutrollerleriň emele gelen klaslaryny (PLK ýa-da Programable Logik controllers), monoblokly (tygşytlaşdyrylan) we modully, bulardan başgada PC-koutrollerler (PC-base ýa-da PC-ylalaşykly koutrollerler) derňemeli bolýarys. Koutrollerleri programirmek düşege (plotforma)-bagly bolmadyk dilleriň, sözlemde sözleriň baglanyş ýoluny we ýat tutmaklyk usullaryny kesgitleýär IEC61131-3 (standart) üñheleriň kömegi bilen amala aşyrylýar. Bu SFC, FBD, LD, ST we IL programmirlemegiň dilleri Koutrollerleriň işde ähmiýetli prikladnoý (PÜ) programma üpjünçirigini döretmek üçindir. Öndürijileriň enjamlar bilen bilelikde berýän PLK-leriniň programma üpjünçiliginde ýokarda görkezilen programmirlemegiň dilleriniň ählisiniň doly mukdarda bolmaklygy, dolandyryjy ulgamy işläp düzüjiler üçin aýdyň meselelerini işläp taýýarlamaklykda we koutrollerleriň toplumyny saýlap almakda hem-de şol ulgama programma düzmeklikde amatlylyklar döredýär.

Bir zady bellemeklik gerek ýagny, monoblokly (kompakt) we modully koutrollerden başgada, şeýlede modully giriş-çykyş ulgamy, şol sanda gorag derejeli IP 67 (MEK 529 standarty boýunça), soňky ýyllarda PC-koutrollerleri ösüp başlady (PC-base ýa-da PC-ylalaşykly koutrollerler). PC-koutrollerleri – bular açyk IBM PC ylalaşykly arhitekturaly we giriş-çykyş funksiýalydyr. Şeýlelikde bu PC-koutrollerleriniň oturdylan hakyky wagtyň operasion ulgamy (OS-9, QNX, MS-DIS we başgalar), ýady (DRAM, SRAM, EEPROM, FLASH), standart şinasy, kommunikasias protokolly we standart programma üpjünçiligi (PÜ) bar. Bütindünýä standartyna gabat gelmekligi ulgamyň açyklygyny, programma-apparat ylalaşykly arhitekturasynyň dürli enjamlary we programma üpjünçiligini öndürijileriň önümleri bilen gabat gelýändigini kesgitleýär.

Operatoryň işçi stansiýasynyň programma üpjünçiliginden başgada operator interfeýsini döretmek üçin dürli SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) -ulamlary ulanylýar. Olara InTouch (Wonderware firmasy), iFIX (Intellution firmasy), Genesis32 (Iconics firmasy), Trace Mode (AdAstra Research Group, Ltd. firmasy) we başgalar. SCADA-ulgamyny kämilleşdirmek OPC (OLE for Process Control), tilsimatly işleri awtomat dolandyryş ulgamynda (TIA DU) özara täsiriň programma üpjünçiliginiň standart mehanizmi görnüşinde ykrar edilen, Mikrosft firmasynyň COM/DCOM hakyky modeline esaslanyp, Internede we geçirijisiz telekommunikasiýa daýanmaklyk ugry bilen barýar.

Programma platformalarynyň arasynda önümçilikde giňden ýaýrany esasan Windows NT. SCADA-ulgamynyň köpüsi Windows 95/98/NT we az bölegi Windows CE platformasynda işlenilip düzülendir.

Dolandyryş ulgamlarynyň apparat üpjünçiligi hem uly depginde ösýär, suwuk kristally displeýler, panelli personal kompýuterler we işçi stansiýalar, içinden gurnalýan birplataly kompýuterler, önümçilik klawiaturalary, dolandyrmaklygyň we habarlary toplamaklygyň bölüşdirilen ulgamlary, sowadylmaýan prosessor modullary we beýleki enjamlar.

### **57. Programmirlenýän logiki kontrollerleriň (PLK) dolandyrş ulgamynda ulanylyşy.**

Dolandyrylýan obýektiň häsiýetnamasyna baglanşyksyzlykda, aýratyn desgamy ýa-da köp ugurly önümçiligi, böleklenen dolandyrş ulgamynyň düzümi başlangyç awtomatlaşdyryjy datçikleriň we ýerine ýetiriji mehanizimleriň – (nul ýa-da meýdan derejesi diýip atlandyrylýar), barlyk derejesi bilen çak edilýär, obýekt bilen aragatnaşyk derejesi (giriş-çykyşyň analog we bölekleyin signallarynyň öwrüjileri) – tilsimatly işleri awtomat dolandyrş ulgamlaryniň (TI ADU) birinji derejesi, kontroller derejesi – ikinji dereje, dispetçer derejesi – üçünji dereje we biznes dereje – TI ADU-nyň dördünji derejesi.

Aşakdaky derejede ölçeg we buýruk beriji habarlary geçirmek üçin *HART*-protokol (*tok halkasy 4...20mA*), *AS*-interfeýs, *RS232*, *RS485* peýdalanylýar, Köp sanly datçikler we ýerine ýetiriji mehanizimler habarlary sanly görnüşinde ibermek we kabul etmek üçin meýdan şinasyny (*fieldbus*) peýdalanýarlar, bu şina iki geçirijili aragatnaşyk linýasydyr (*örülen jübüt, ýagtylyk süýümi*) bir wagtyň özünde şina boýunça abzal üçin iýmit we habar geçirmäge ukyplydyr. Şular ýaly senagat setlerine ýagny datçikleri, ýerine ýetiriji mehanizimleri, kontrollerleri we işçi stansiýalary birleşdirýän başgada ulgamlar bar, olardan Foundation Fieldbus, Profibus DP we Interbus (*RS-485 standarty boýunça*) *Dewicenet* (*4-geçirijili kabel*), *Profibus PA* we başgalar. Ýokary derejede ulanylýanlary *Fast Ethernet*, *Arenet*, *Token Ring* we başgalar. Bir zady, ýagny – pes derejelerde Ethernet, a ýokary derejede – Fast Ethernet setine aralaşmaklyga niýetlenen meýilleri desine belläliň.

Önümçilik kompýuterleriniň (ÖK) saýlanyşyna seredende kontrollerleri saýlamaklyga goýulýan artykmaçlyklary aýdyp geçeliň. Belli boluşy ýaly, önümçilik kompýuterleri içinde oturdylyan ulgamlary – obýekt bilen aragatnaşyk saklaýjy gurluşyň platasy, ýat, kommunikasion modullar we şuna meňzeşleriň kömegi bilen dolandyrmaklyk funksiýasyny we görmekligi bir ýere jemleýär, programmirlenýän logiki kontrollerleriň ýadyna ýerleşmeýän, uly göwrümlü ýat gerek bolan SCADA-ulgamlary önümçilik kompýuterlerinde ýeňil amala aşyrylýar. Birnäçe firmalar tarapyndan öndürilýän (Advantech, Axiom, Portwell we başgalar) önümçilik kompýuterleri ulanylyşyň örän agyr şertlerinde kanagatlандырýar – ön tarapyň goragy derejesi IP65, işçi ýylylyk düzgüni 0-dan 50°C-çenli. Standart operasion ulgam dürli firmalaryň işläp çykaran prikladnoý programma üpjünçiliginiň instrumental serişdelerini ulanmaga mümkinçilik döredýär. Girişň-çykyşyň kommunikasiýa portlarynyň bolmaklygy, SCADA-ulgamynyň programma bölekleriniň özara täsir standartynyň özara täsir

mehanizimi önümçilik kompýuteriniü islendik enjam bilen – PLK-den islendik işçi stansiýa çenli özara täsir edişmegine mümkinçilik berýär.

Şol bir wagtyň özünde programmirlenýän logiki kontrollerler set mümkinçilikleri boýunça önümçilik kompýuterine ýakynlaşýar, olaryň ýady Flash memory kiçiräk SCADA-ulgamlary ýerleşer ýaly ýeterlik sygyma eýýedir. Muňa mysal edip, “Laguna”, Lomikont, Tekonik we ADEM kontrollerleriniň SoftPLC görnüşinde ýadynda ýerleşdirilen Trace mode SCADA-ulgamyny görkezmek bolar. Programmirlenýän logiki kontrollerler artdyrylan ygtybarlyga, yokary tiztäsiredijilige (0,9 mks. we baza buýruklaryna mundan azyrak), kiçi daşky ölçegleri, modullary “gyzgyn” çalyşmaklyk mümkinçiligi (modullary iýmitlendiriş çeşmesinden aýyrmazdan çalyşmak) we başgalar. Goşmaça mümkinçiliklere degişliler: saklow taýmeriniň bolmaklygy, özözünüň ýetmezini anyklamak, sazlaýjynyň ölçeglerini awtomat düzmek düzgünü we başgalar. Kontrollerleriň programmirlenşi goýulan meselä we kontrolleriň görnüşine baglylykda programmirlenmegiň dürli dillerinde IEC 61131-3 standartynda amala aşyrylýar.

Işçi ýylylyk düzgünü 0-dan 50°C-çenli. Standart operasion ulgam dürli firmalaryň işläp çykaran prikladnoý programma üpjünçiliginiň instrumental serişdelerini ulanmaga mümkinçilik döredýär. Girişin-çykyşyň kommunikasiýa portlarynyň bolmaklygy, SCADA-ulgamynyň programma bölekleriniň özara täsir standartynyň özara täsir mehanizimi önümçilik kompýuteriniü islendik enjam bilen – PLK-den islendik işçi stansiýa çenli özara täsir edişmegine mümkinçilik berýär.

Şol bir wagtyň özünde programmirlenýän logiki kontrollerler set mümkinçilikleri boýunça önümçilik kompýuterine ýakynlaşýar, olaryň ýady Flash memory kiçiräk SCADA-ulgamlary ýerleşer ýaly ýeterlik sygyma eýýedir. Muňa mysal edip, “Laguna”, Lomikont, Tekonik we ADEM kontrollerleriniň SoftPLC görnüşinde ýadynda ýerleşdirilen Trace mode SCADA-ulgamyny görkezmek bolar. Programmirlenýän logiki kontrollerler artdyrylan ygtybarlyga, yokary tiztäsiredijilige (0,9 mks. we baza buýruklaryna mundan azyrak), kiçi daşky ölçegleri, modullary “gyzgyn” çalyşmaklyk mümkinçiligi (modullary iýmitlendiriş çeşmesinden aýyrmazdan çalyşmak) we başgalar. Goşmaça mümkinçiliklere degişliler: saklow taýmeriniň bolmaklygy, özözünüň ýetmezini anyklamak, sazlaýjynyň ölçeglerini awtomat düzmek düzgünü we başgalar. Kontrollerleriň programmirlenşi goýulan meselä we kontrolleriň görnüşine baglylykda programmirlenmegiň dürli dillerinde IEC 61131-3 standartynda amala aşyrylýar. PLK-ler üçin goşmaçany ýola goýmak we işlemekligiň integrirlenen paketi görnüşinde ISaGRAF programma paketi we yokary derejäniň programma üpjünçiligi bilen baglanşygy, şeýlede IEC61131-3 standartynda kontrollerleri FBD dilinde programmirmek üçin Ultralogik ulgamy giňden ulanylýar.

Dolandyrmak ulgamy üçin kontrollerleriň görnüşlerini saýlamaklyk öndürijilik/nyrh kriteriýasyndan ugur alyp, aýratynlyklaryna görä kesgitlenýär. Bular monoblokly, modully ýa-da içinde gurnalan kontrollerler bolmaklygy mümkin. Esasy häsiýetnamalarynyň arasynda – öndürijilik, üýtgeýänleriň giriş-çykyş kanallarynyň iň yokary sany, kommunikasion mümkinçilikleri (ulanyjy tarapyndan talap edilýän portlaryň sany), ygtybarlyk, interfeýsiň amatlylygy, bahasy, ýaýradylan oblastlary we başgalar. Kontrollerlere baha berilende onuň

aýratyn bölekleriniň hem ähmiýeti az bolmaýar. Ilki bilen prosessor böleginde – prosessoryň häsiýetnamasy, ýadyň göwrümi, operassion ulgamyň goldanmagy, giňeltmegiň standart şinasy, gözegçi taýmeriň bolmaklygy, portlary, kesgitli setleriň goldanmagy, galwaniki izolýasiýa, ýagdaýyň şöhlelendirilişi, işçi temperaturasy, iýmitlendiriş naprýaženiýesi we başgalar.

Monoblokly kontrollerlerde analog we diskret giriş/çykyşyň özünde oturdylyan kanallary bar. Şeýlede Schneider Elektrik firmasynyň täze Twido monoblokly kontrolleinde giriş/çykyşyň 24 giňeltmesi bilen 88-e çenli kanaly bar, FPO firmasynyň Matsushita monoblokly kontrolleriniň 16 diskret girişi we 16 diskret çykyşy bar, Klinkman firmasynyň Unitronics M90 Mikro monoblokly kontrolleriniň analog girişi we 16 diskret giriş/çykyşy bar.

Modully kontrollerlerde bir korzinada 16-a çenli modul bolýar, modullaryň sanyny giňeldiş platalaryny goýmaklygyň we täze korzina goşmaklygyň hasabyna ulaldyp bolýar. Analog signallaryň giriş/çykyş modullary kanallarynyň sany, analog-sanly we sanly-analog öwürüjileriň razrýady, giriş/çykyş signallarynyň diapozony, tiztäsiredijiligi, takyklygy, izolýasiýanyň naprýaženiýesi, aşanaprýaženiýe düşmekligiň goragy, datçikde üzük ýeriniň barlygyny kesgitläp bilýärmä (ýa-da ýok), goşmaça päsgelçilikleri (pomeh) gowşadyp bilish derejesi, iýmitleniş naprýaženiýesi we başgalar bilen tapawutlanýarlar. Şeýlede diskret signallaryň giriş/çykyş modullary hem kanallaryň sany boýunça tapawutlanýarlar, giriş we çykyş signallarynyň häsiýetnamasy boýunça, “gury kontakt” görnüşli releli ýa-da açyk kollektor görnüşli tranzistorly çykyşynyň barlygy, kommutirleýän togy ýa-da naprýaženiýesi boýunça, gözegçi taýmeriň bolmaklygy, ýagdaýyň şöhlelendirilişi we başgalar.

Önümçilik setleriniň (torlarynyň) kommunikasiýa modullary saýlananda we derňelende setiň häsiýetnamasyny hem göz önünde tutmalydyr – ibermekligiň uzaklygy we tizligi, uzel stansiýalarynyň sany, şinada iýmitiň (pitaniýa) barlygy, setiň topologiýasy. GSM-telemehanika (sotowoy telefonyň bazasynda, modem we SIM-karta), SNMP-protokolda berilenleri iberip bolýanlygy, Internet – tilsimatynyň, ulanarlyk çäkleriniň giňelýändigini görüňär, bulary bellemek gerek.

Taslamada gerek bolaýjak, ýörite niýetlenen modullaryň sanyna, aragatnaşyk moduly, hasaplaýjy, logiki we anyklaýjy modul, ýadyň we hakyky wagtyň moduly, durýan ýeri, tehniki görüjiligi, uçgun howupsyzlygynyň germewi we başgalar girýär.

Önümçilik we panelli kompýuterler, kontrollerleri we oturdylyan ulgamlar üçin programma üpjünçiliginiň ösüş tendensiýalarynda durup geçeliň.

Ulanyjylaryň SCADA-ulgamyny saýlamakda edýän talaby esasan SCADA-ulgamynyň ýerine ýetirijilik mümkinçilikleriniň taslamanyň talaplaryna gabat gelmeginde jemlenýär, berilenleriň bazasyny döretmekde instrumental gurşawyň häsiýetnamasy, grafiki redaktor (palitra, trendy, alarmy), skriptowog dil, şeýlede ýerine ýetiriji gurşawyň häsiýetnamasy, şeýlede Personal kompýuteriň platformasy, ekran, anyklaýyş, rugsat edilmedik üýtgetmelerden gorag, ätiýaçdan saklanmaklyk we başgalar. Taslamada öwretmekligiň göz önünde tutulmagy, dokumentleriň doly bolmaklygy (sorag-jogabyň “Help” bolmaklygy) we onuň mümkin boldugyça türkmençeleşdirilmegi hasap edilýär.

SCADA-ulgamynyň ösmekligi ORS (ORS-SCADA-ulgamynda programma komponentalarynyň özara täsiriniň standarty) interfeýsiniň hökmany bolmaklygy, VBA diliniň ulanylmagy, kommunikasiýa mümkinçilikleriniň giňeldilmegi we operator stansiýasynyň derejesinde funksiýalary ýerine ýetirmekligi, taslamanyň açyklygynyň we ýitiliginiň ýokarlanmagy, işläp taýýarlamak sredasynyň mugut bolmaklygy, taslamanyň modullylygy, SCADA-ulgamynyň kontrolleriň ýadyna ornaşdyrylmagy, ýoly bilen barýar.

Şeýlelik bilen Personal kompýuteriň we programmirlenýän logiki kontrolleriň tehniki häsiýetnamalarynyň ýakynlaşmagy, IEC 61131 ýeketäk standartyň talaplaryny kanagatlandyryýan we OPC-serwer görnüşli programma üpjünçiligi bilen umumy mehanizminiň bolmaklygy, PLC-leriň bazasynda amatly bölekleyin dolandyryş ulgamyny döretmeklige mümkinçilik berýär.

### **58. Alen-Bradley, GE Fanic, Siemens firmalarynyň umumy senagat kontrollerleri.**

Umumy senagat kontrollerleri – niýetlenen işi boýunça klaslara bölünende iň giň ýaýran kontrollerlerdir. Dünýä bazarynda awtomatlaşdyryş ulgamlaryny we serişdelerini görkezýän köp onlarça we hatda ýüzlerçe firmalar bar - umumy senagat kontrollerlerini öndürijiler (telemehanik kontrollerlerini öndürijileri hem goşsak onda has köpeliär).

Umumy senagat kontrollerleriniň maşgalasynyň arasynda kiçi (ýüzlerçe giriş/çykyşly), we orta kontrollerler (müňlerçe giriş/çykyş saklaýan), we on we ýüz müň üýtgeýän ululyklar üçin salgy berme (adres) giňişligi bolan uly kontrollerler bar.

Bu kontrollerler meýdanda ýerleşen bölek-bölek senagat obýektlerini awtomatlaşdyrmak üçin niýetlenen. Datçiklerden we ýerine ýetiriji mehanizimlerden kontrollerleriň aradaşlygy onlarça we ýüzlerçe metri we hatda kilometrleri düzýär.

Kontrollerler plýus temperatura kepillendirilen, ýyladylýan jaýlarda ýerleşdirilýär. Şonuň üçin umumy senagat kontrollerleri ulanylyş şertiniň talabyna görä (gurşap alan sredanyň temperaturasy 0-dan 60...70°C-ä çenli bolmaly) telemehanik kontrollerler bilen deňeşdirilende has ýumşak.

Kontrollerleriň dolandyrylýan obýekt, serwer we işçi stansiýa bilen özara täsiriniň esasy usuly – senagat tasmasy (şina) we kabel görnüşli set (simli, optiki süýümlü) bolup biler.

Senagat obýektleriniň awtomatizasiýasy diýilip köplenç kontroller bilen bir hatarda, duýduryş bermek we üznüksiz dolandyrmagyň (sazlamagyň) wezipesini ýerine ýetirýän bölek-bölek (diskret) dolandyrmaklygy amala aşyrmaklyga düşünilýär. Käbir ýagdaýlarda sazlamaklyk diýip tehnologik parametrleri standart (bir konturly) durnuklaşdyrmaklyga düşünilýär. Başga ýagdaýlarda dolandyrmaklygyň has çylşyrymly algoritmlerini amala aşyrmak talap edilýär.

Senagat kontrollerlerine edilýän talaplar ýadyň, tiz täsir edijiligiň, giriş/çykyşlarynyň mukdarynyň, interfeýs dürli görnüşde bolup biler,

awtomatlaşdyrylýan obýektde kesgitlenilýär. Şonuň üçin kontrollerleri öndürijiler dürli kuwwatly kotrollerleriň maşgalasyny goýberýärler.

Umumy senagatda ulanmaga niýetlenen kontrollerleri öndürijileriň sany örän köp. Emma soňky wagtda nebit-gaz pudagyna ornaşdyrylan häzirkki zaman awtomatlaşdyryş ulgamyna göz aýlap, biziň ýurdumyzyň bazarynda düýpli ornaşan (Alen-Bradley, GE Fanic, Siemens) firmalaryň öndürýän kontrollerlerini saýlamalydyrys

**Alen-Bradley kompaniýasy** birnäçe kontrollerleriniň maşgalasyny hödürleýär: **MicroLogix** mikrokontrolleri, **SLC** (Smalln Logic Controller) kici logiki kontrollerleri, **PLC**-ler maşgalasynyň kontrollerleri we kuwwatly **ControlLogix** kontrollerleri.

**MicroLogix (1000, 1200, 1500)** - Alen-Bradley kompaniýasynyň iň kiçi kontrollerler maşgalasyna degişli, ol bir modully konstruksiýada ýerine ýetirilen we onlarça nokat giriş/çykyş gerek bolanda goşmaça hökümünde hödürlenýär.

Bu maşgaladan modullaryň köp mukdary göýberilýär, olaryň köpüsi – diňe bölek-bölek (diskret) signallar üçin niýetlenen wariant (diňe diskret giriş/çykyşy bar). Garjaşyk giriş/çykyşy modelleri hem bar.

**SLC 500** seriýaly **modully** kontrollerlerde kuwwatly prosessor goýulan we giriş/çykyşlaryň mukdary köp, bular ulgamyň goşmaça başarnygyny konfigurasiýalaşdyrmak üçin amatly bolýar.

Özünde oturdylan giriş/çykyşlar bilen bir hatarda **SLC** kontrollerlerinde giriş/çykyşy köpeltmek(3 şassä çenli) mümkin. SLC 5/03 we SLC 5/04 prosessorlary giriş/çykyşyň 30 modulyny doly dolandyryp bilýär ( $30 \times 32 = 960$  I/O).

**SLC** kontrollerler mnaşgalasy 4 dürli ölçegleri bilan şasside goýberilýär: 4, 7, 10, 13 slot üçin niýetlenen.

**SLC** kontrollerler mnaşgalasy DH-485, DH+, Remote I/O, DeviceNet setleri bilen özwnde oturdylan portlar arkaly we interfeýs modullarynyň kömegi bilen özara täsir edişip bilýär. Şeýlede mnaşgalanyň ähli kontrollerleri RS-232 interfeýsiň üsti bilen (prosessorlar SLC 5/03 we SLC 5/04 – özünde bar bolan portlar arkaly, prosessorlar SLC 5/01 we SLC 5/02 – interfeýs modullarynyň üsti bilen) yzygider aragatnaşyga ýol berýär.

**PLC-5** - Alen-Bradley firmalasynyň orta kuwwatly moduly kontrollerler maşgalasyna degişlidir, olaryň 25 görnüşli merkezi prosessory bardyr.

PLC-5 kontrollerleri ýüzýän otur (plawaýuşeý zapýatóý) we giňeldilen matematiki funksiýalar (logarifmik, trigonometrik, statistik,eksponensial, kwadrat kökün funksiýalary) bilen operasiýalar geçirmäge mümkinçilik berýär. Kontrollerleriň özünde oturdylan dolandyryjy programmalary (PID-sazlamaklyk hem şonuň içinde) bar, prosessory togtatmak wagt we hadysalar bilen dolandyrylýar. Gapdal üstünde goýulan razýom soprosessory dolandyryan moduly we Ethernet modulyny birleşdirmäge mümkinçilik berýär.

**ControlLogix** kontrollerleriniň platformasy giriş/çykyş şassisiniň kömegi bilen birleşdirilen modullaryň toplumyndan durýar.

Modullaryň özara täsir edişmegi üçin şassi ýokary tizlikli tasma (şina) bilen üpjün edilen. Islendik modul şassiniň islendik slotyna goýulyp biliner. ControlLogix ulgamynda şassi 4, 7, 10, 13 we 17 modul üçin niýetlenleri bar.



## **59. Tehnologýa proseslerini dolandyrmagyň awtomatlaşdyrylan ulgamlarynyň (TPDAU) programma üpjünçiligi.**

### **IEC 61131-3 standarty boýunça PLK-leri programmirlemegiň dilleri**

Bütindünýä elektrotehniki komissiýasynyň IEC 61131-3 stsndartynda mikrokontrollerleri programmirlemegiň dilleri ýazylan. Standarty islöp düzmeklige esasy iki faktor sebäp boldy: programmirlemegiň dürli dilleriniň köp sanly bolmaklygy (her bir öndüriji PLK bilen komplektde özüniň programma üpjünçiligini hem-de onuň programmirlenişini bilelikde berýärdiler) we alynýan programmalaryň okamaklyk we redaktirlemek üçin çylşyrymlydygy (programmada nädogruluýyk ýüze çykan ýagdaýynda ýa-da ony korrrektirlemeli bolsa, ondan diňe awtoryň özi baş çykaryp we üýtgedip bilýär). Bu standartda diňe iki diliň teksti (IL – Instruksiýalaryň Spisogy we ST – Tekstiň düzümi), iki grafiki dil (LD – Basgançakly Logikanyň Diagramma Dili we FBD - Funksional Bölekleriň Diagramma Dili), şeýlede SFC (Funksional Shemalaryň yzygiderli dili) shemalaryň grafiki dili ýazylan.

IEC 61131-3 stsndarty, öndüriji tarapyndan berilýän programma üpjünçiliginiň özara täsiriniň düzgünini kesgitlemeýär, bu hem düşünje bermekligiň çäýeligini artdyrýar we ulanyjy üçin programmirlemegi amatly bolar ýaly edýär.

### **60. PLK-leri programmirlemegiň dilleriniň salgylanýan obýektleri.**

IEC 61131-3 stsndarty tarapyndan kesgitlenýän, programmirlemegiň dillerini doly ýa-da gysgarak jikme-jikligine ýazmaga girişmezden öňürti, bu dileriň peýdalanýan we şoňa degişli fiziki ulanmalaryň esasy logiki obýeklerine seretmek gerek.

Biz öwrenen bölümlerimizde, tehnologik prosesleri dolandyrmagyň awtomatlaşdyrylan ulgamlarynyň (TPDAU) düzüminde esasy dolandyryjy element höküminde PLK-leriň niýetlenen işlerine we gurluşyna jikme-jik seretdik. Öň beýan edilen materiallardan şeýle netijeler gelp çykýar, tehnologik prosesleri dolandyrmaga gönükdirilen PLK-leriň düzüminde, ähli zatdan öňürti dürli görnüşli kommunikasiýa modullary bolmaly we dolandyryjy programmalary düzmek üçin niýetlenen, özüne mahsus bolan programma üpjünçiliginiň bolmaklygyny talap edýär. Şoňa döräde hakyky obýektleri dolandyryş meseleleri köplenç uly göwrümlü matematiki hasaplamalary dälde dürli kanallar boýunça gelýän tehnologik ölçeglerden alynýan habarlarynyň signallarynyň üstünde geçirilýän ýeterlik mukdardaky logiki operasiýalary talap edýär, PLK-leriň programma üpjünçiliginde esasy ünsi diskret we analog habarlaryň signallarynyň girişiniň modullaryndan sorag guramaklyga, olaryň logiki işlenmekligine we dolandyryjy çözgüdi formirläp ony çykyşyň degişli modulyna ibermeklige berilýär.

PLK-leri programmirlemegiň dilerini salgylamagyň esasy obýekti diskret logiki üýtgeýänlere gabat gelýän **bitler** ýa-da sanly berilenlere gabat gelýän ol ýa-da beýleki formatdaky **söz**.

**Obýektler-bitler** bir razrýada gabat gelýän uzynlygy bolýar, 1 ýa-da 0 bahany kabul edýär we giriş/çykyşyň diskret signalyna, ýa-da ol ýa-da beýleki logiki operasiýanyň ýerine ýetirilişiniň netijesine gabat gelýär (0 – “ýalan”, 1 – “hakykat” diýen düşüňjä gabat gelýär).

- **Giriş/çykyşyň bitleri.** Bu bitler giriş/çykyşyň elektrik ýagdaýy “logiki şekili” bolup durýar. Olar berilenleriň ýadynda saklanýar we olar konfigurirlenen ýerinde, her gezek mesele skanirlenende täzelenýär.
- **Içerki bitler.** Içerki bitler %Mi programma ýerine ýetirilen wagtynda aralyk ýagdaýy saklamak üçin ulanylýar.
- **Sistemalaýyn bitler.** Sistemalaýyn bitler %SO-dan başlap %S127-ä çenli PLK-lerde programmalaryň goşmaçasy işleýän prosesinde operasiýanyň ýerlikliligine gözegçilik edýär.
- **Funksional bloklaryň bitleri.** Funksional bloklaryň bitleri programmirleýji tarapyndan ýörite programmirlenýän bloklaryň çykyşlaryna gabat gelýär. Bu çykyşlar gönüden-göni (fiziki) birikdirilip ýa-da obýekt görnüşinde ulanylyp biliner.
- **Sözden bölünýän, bitler.** Programma üpjünçiligini ulanyp, “soz” (word) görnüşli obýektiň 16 bitiniň birisini saýlamak (wydelýat) mümkin.

**Obýekt-söz** – iň dürli uzynlygy bolýar we san berilenleri ýazmzga mümkinçilik berýär.

- **Baýt:** bu uzynlygy 8 bit bolan formaty bar we diňe siwolly setirleriň üstünde geçirilýän operasiýalar üçin ulanylýar.

## **61.Kontrollerleriň dil we programma üpjünçiligi.**

Programmirlenýän kontrollerler girişdäki signaly sanaýar, bahalary çykyşa ýazýar we logiki aňlatmalary programmanyň dolandyrmagynda işleýär. Twido kontrolleri üçin dolandyryjy programmany döretmek instruksiýany Twidony programmirlemegiň haýsy hem bolsa bir dilinde yzygiderlikde ýazmakdan durýar.

Twidony dolandyrmak üçin programma döredilende indiki dilleri ulanmak mümkin:

*Instruksiýalaryň spisok dili:*

Instruksiýalaryň spisok dilinde ýazylan programma logiki aňlatmalaryň toplумы görnüşinde bolup, bulun instruksiýasynyň yzygiderligi görnüşinde ýazylýar.

*Basgançaklaýyn diagramma:*

Basgançaklaýyn diagramma logiki aňlatmalary şekillendirmek üçin grafiki serişde bolup durýar.

*Grafcet dili:*

Grafcet dili adimleriň we geçitleriň toplumyndan durýar.

Twidony dolandyrmak üçin programmalary döretmeklikde we gaýtadan işlemeklikde (redaktirlemekde) kompýuterlerden peýpdalanyp bolar.

Instruksiýalaryň spisok dilinde ýazylan programma kontroller tarapyndan ýerine ýetirilýän instruksiýalaryň toplumyndan durýar

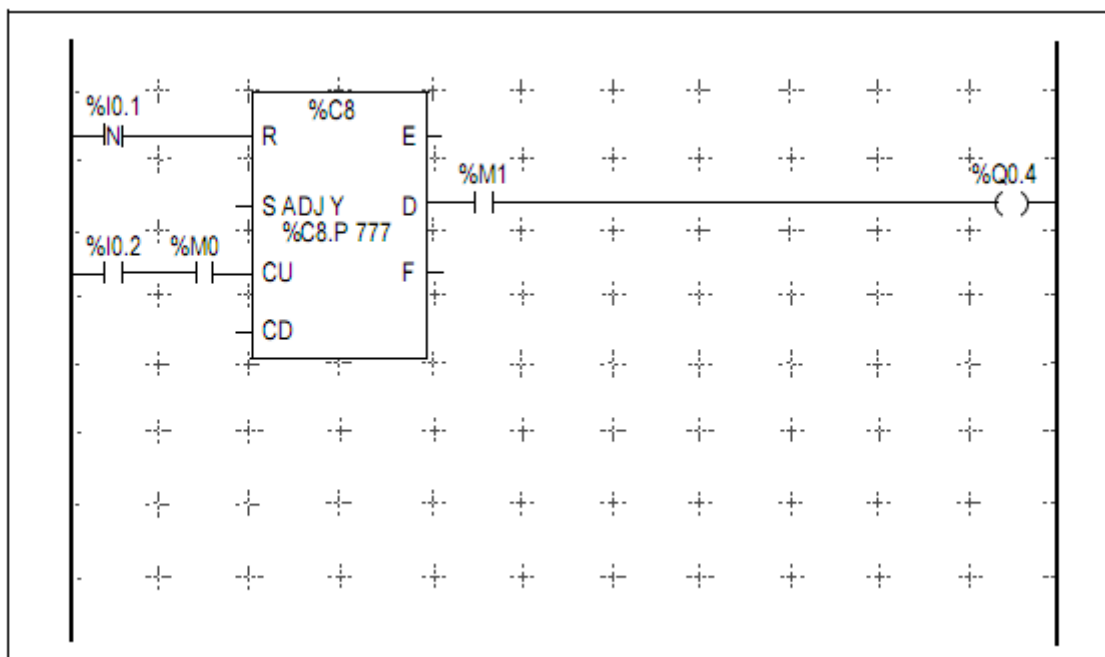
Aşakda instruksiýalaryň spisok dilinde ýazylan programma mysal görkezilen

0	BLK	%C8
1	LDF	%I0.1
2	R	
3	LD	%I0.2
4	AND	%M0
5	CU	
6	OUT_BLK	
7	LD	D
8	AND	%M1
9	ST	%Q0.4
10	END_BLK	

42-nji surat.

Basgançaklaýyn diagramma, ol dolandyrmagyň releli shemalaryna göz öňüne getirdýän releli logikanyň diagrammalaryna meňzeş. Grafiki elementler, tegek ýaly, kontaktlar we bloklar, instruksiýany ýatladýar. Aşakda basgançaklaýyn diagramma mysal görkezilen

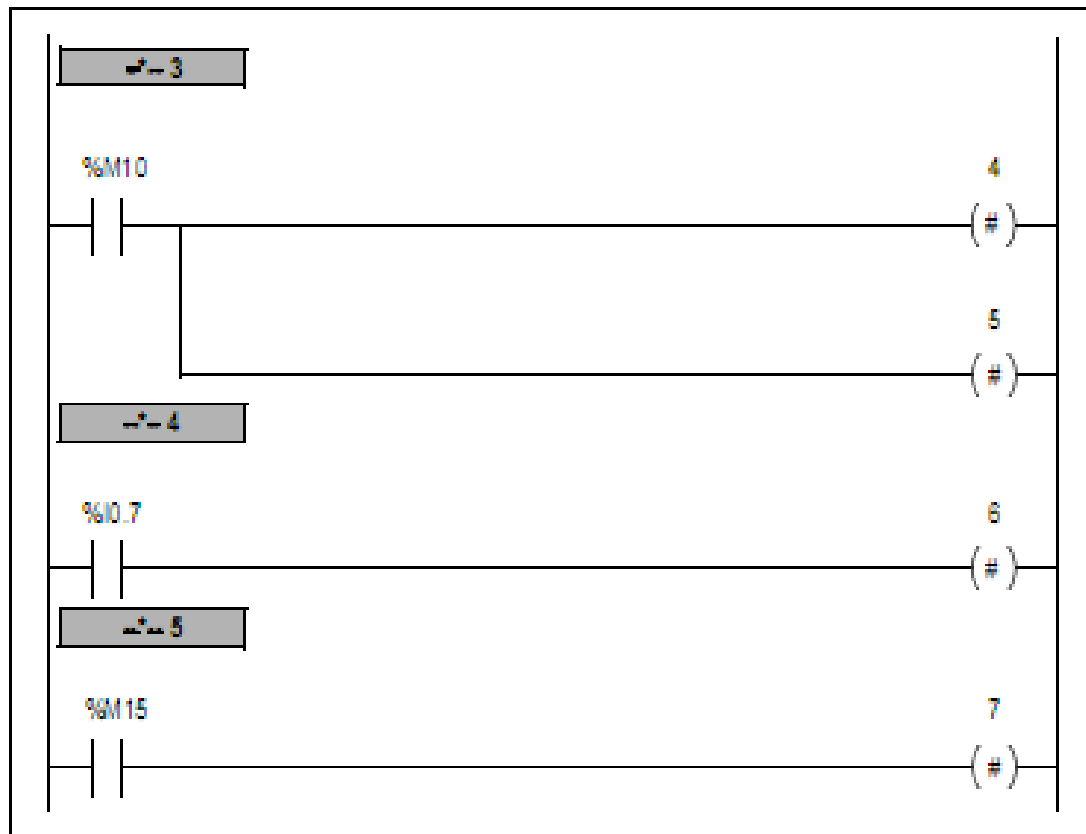
Grafcet dili: Derňeýji (analitik) usul bolup islendik tasiri assosirleýaän yzygider dolandyryjy ulgamy ädimlere bölüşdirýär, ýagny geçitler we şertler. Aşakda Grafcetiň instruksiýalaryň spisok dilinde we basgançaklaýyn logikanyň dilinde (degişlilikde) ýazylan programmasyna mysal görkezilen.



44-nji surat.

0	_*_	3
1	LD	%M10
2	#	4
3	#	5
4	_*_	4
5	LD	%I0.7
6	#	6
7	_*_	5
8	LD	%M15
9	#	7
10	...	

45-nji surat.



46-njy surat.

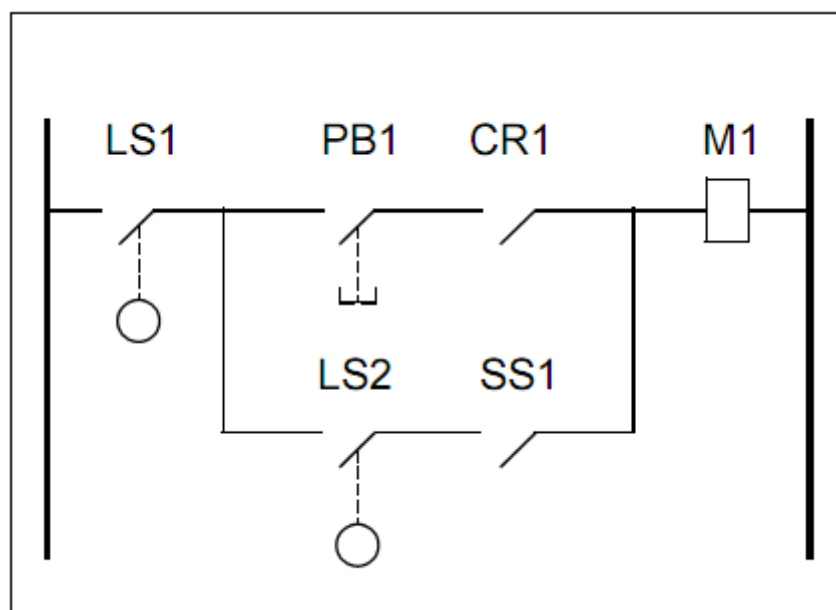
**Çyzzykly shemalaryň we basgançaklaýyn diagrammanyň meňzeşligi.**

Ähli girişler kontaktlaryň belgisi görnüşinde görkezilen

Ähli çykyşlar tegekleriň belgisi görnüşinde görkezilen —( )—

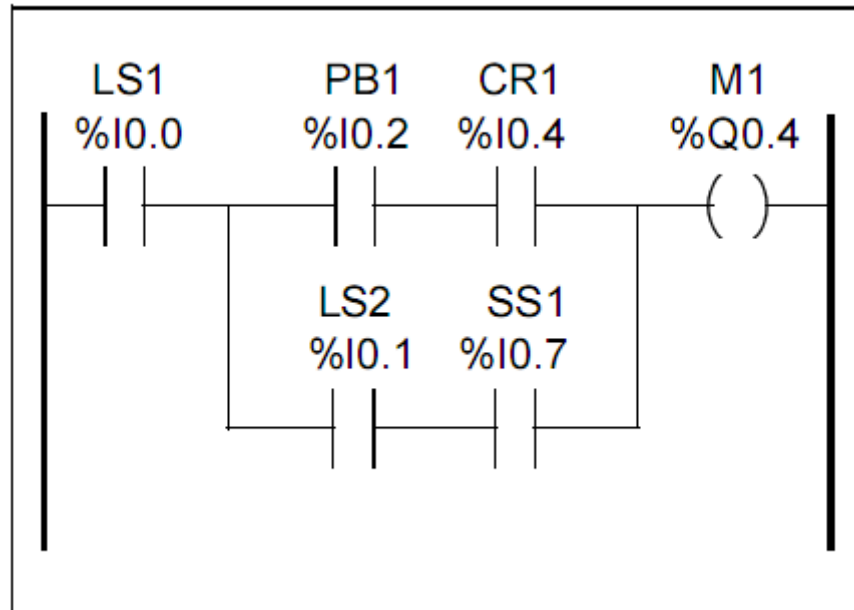
San operasiýalary grafiki basgançaklaýyn instruksiýalaryň toplumyna goşulan. Indiki suratlarda ýönekeýje peleli logiki shema we şoňa meňzeş basgançaklaýyn diagramma görkezilen

Releli logiki shema



47-nji surat.

Basgançaklaýyn diagramma



48-nji surat.

Bir zada ünüs beriň suratda releli logiki diagrammada ähli girişler gaýtadan utgaşdyryjy gurluýlar bilen baglanyşykly, basgançaklaýyn giagrammadaky kontaktlar ýaly görkezilýär. M1 çykyş, releli logiki shemada basgançaklaýyn giagrammadaky tegegiň belgisi görnüşinde görkezilen. Adresleriň nomeri, kontakt/tegek belginiň üstünde görkezilen basgançaklaýyn giagrammada kontrolleriň daşky giriş/çykyşlaryň durian ýerini görkeziji bolup durýar.

## 62. Basgançaklaýyn logikanyň diliniň basgançaklary

Basgançaklaýyn logikanyň dilinde ýpazyylan programma her biri grafiki instruksiýanyň toplumy bolup durýan dik iýmitlendiriji şinanyň arasynda goýulan basgançaklardan durýar basgançaklar kontroller tarapyndan yzygider ýerine ýetirilýär.

Kontrolleriň giriş/çykyşy (knopkalar, datçikler, pele, barlag indikatorlary we başgalar)

Kontrolleriň funksiýasy (taýmer, sanaýjy we başgalar)

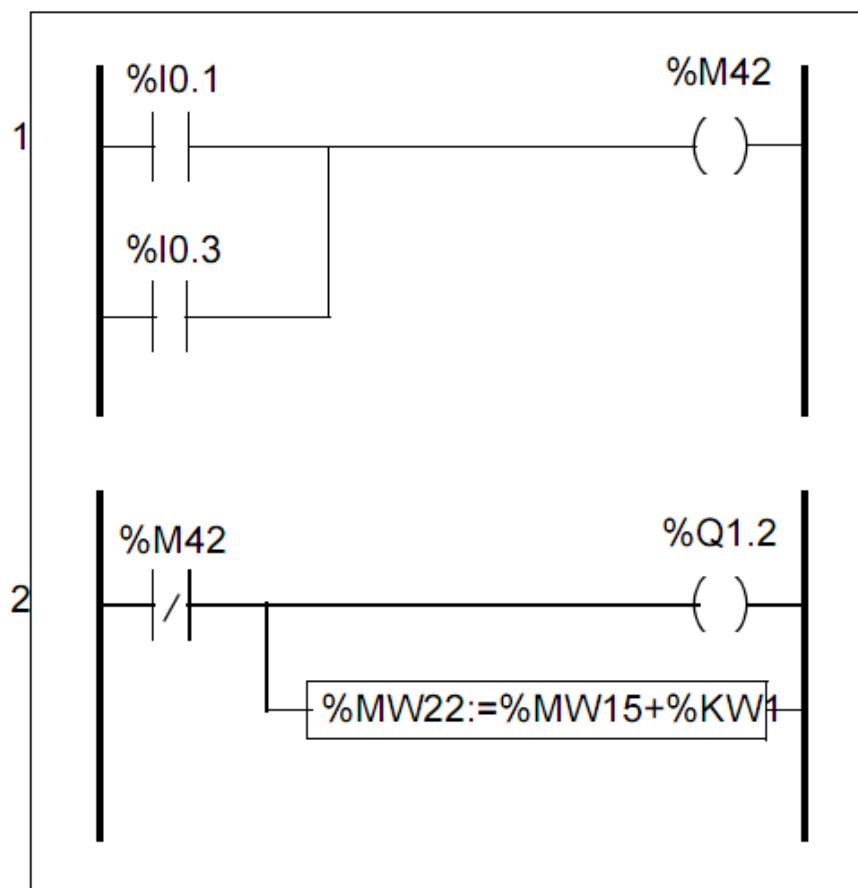
Matematiki we logiki operasiýalar (goşmak, bölmek, logiki “I”, iskýuçat edýän “ili” we başgalar)

Deňeşdirmek we beýleki sanly operasiýalary ( $A < B$ ,  $A = B$ , süýşürmek operasiýasy, öwürmek operasiýasy we başgalar)

Kontrolleriň içki üýtgeýänleri (bitler, söz we başgalar)

Bu grafiki instruksiýalar iň soňunda bir şa-da birnäçe çykyşa we/ýa-da herekede getirýän dik we kese baglanyşyklar bilen gurnalýar. Basgançak birden köp baglanşykly elementler toplumyny sklap bilmeýär.

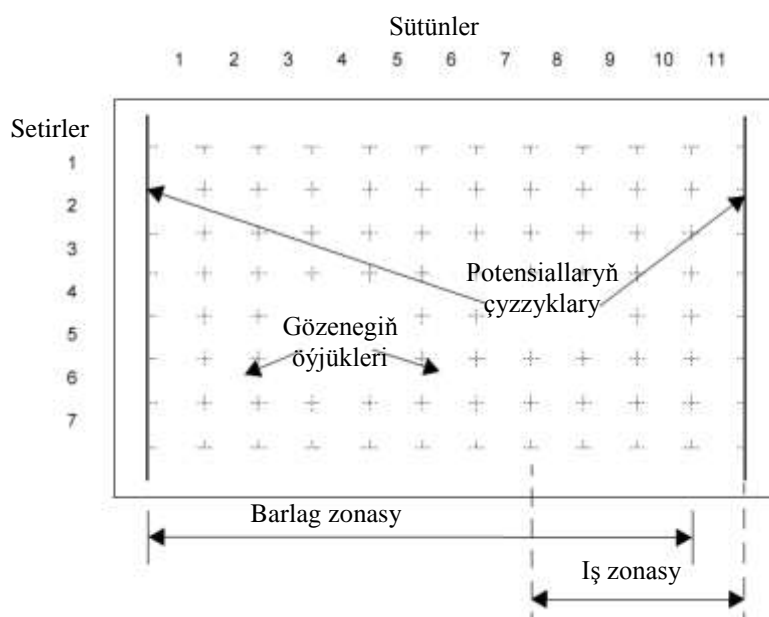
Indiki suratda basgançaklaýyn logikanyň dilinde iki basgançakdan durýan programma mysal görkezilen



49-njy surat.

### 63.Basgançaklaýyn diagrammalary programmirlemegiň prinsipleri

Her-bir basgançak ýedi setiri we onbir sütüni bolan gözeneklerden durýar. Ol indiki suratda görkezilen iki zonadan durýar.



50-nji surat. Programmirlenyan gozenek iki zona bolunen:  
Barlag zonasy

Iş ýerine ýetirmek üçin barlag şertlerini saklaýar. Olar 1-10 sütünlerden we kontaktlardan, Funksional we deňeşdiriji bloklardan durýar.


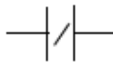
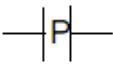
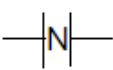
Iş zony

Barlag zonynda şertleriň barlagynyň netijesine laýyklykda ýerine ýetirilýän çykyş ýa-da operatory saklaýar. Ol 8-11 sütünleri, operasion bloklary we sargylary saklaýar.

#### 64. Basgançaklaýyn logikanyň diliniň grafiki elementleri.

Basgançaklaýyn diagrammanyň instruksiýasy grafiki elementlerden durýar.



Kontaktyň grafiki elementleri barlag zonynda programmirlenýär we bir öýjügi eýýeleýär (beýikligi boýunça bir setir we ini boýunça bir sütün).

Ady	Grafiki element	Ihstruksiýa	Funksiýa
Normal açyk kontakt		LD	Kontakt ýapyk, haçanda ony dolandyryýan bitli obýekt 1 bolanda.
Normal ýapyk kontakt		LDN	Kontakt ýapyk, haçanda ony dolandyryýan bitli obýekt 0 bolanda.
Öňdäki fronty ýüze çykarýan kontakt		LDR	Öňdäki front: dolandyryjy bitli obýektiň 0-dan 1-e üýtgemesini ýüze çykarýar
Yzdaky fronty ýüze çykarýan kontakt		LDF	Yzdaky front: dolandyryjy bitli obýektiň 1-den 0-a üýtgemesini ýüze çykarýar

51-nji surat.

Baglaşdyryjy elementler

Baglaşdyryjy grafiki elementler barlagyň we işiň grafiki elementlerini birikdirmek üçin ulanylýar

Ady	Grafiki element	Funksiýa
Kese (gorizontal) baglanşyk		Iýmitlendiriji iki ýinanyň aralygynda yzygider goýulan işiň we barlagyň elementlerini birleşdirmek üçin ulanylýar
Dik wertikal baglanşyk		Işiň we barlagyň elementlerini parallel birleşdirmek üçin ulanylýar

52-nji surat.

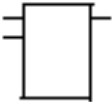


Tegekleriň grafiki elementleri iş zonasynnda programmirlenýär we bir öýjügi eýýeleýär (dikligine bir setir we dikligine bir sütün)

Ady	Grafiki element	Instruksiýa	Funksiýa
Göni sargy		ST	Degişli bitli obýekti, barlag zonasynnda alynan netijä deň bolan bahasyna goýýar
Ters sargy		STN	Degişli bitli obýekti, barlag zonasynnda alynan netijäniň inwersiýasyna bolan bahasyna goýýar
Goýujy sargy		S	Barlag zonasynnda alynan netije haçanda =1 bolanda bitli obýekti degişli 1-e goýýar
Zyňyjy sargy		R	Barlag zonasynnda alynan netije haçanda =1 bolanda bitli obýekti degişli 0-a goýýar
Geçiş ýa-da podprogrammany çagyrmak		JMP SR	Häzirki basgançagy soňunda ýa-da önünde ýerleşdirilen belgilenen instruksiýany birleşdirýär
Perepady duýujy sargi			Graficet dilinde ulanylýar, indiki basgançaga geçmegi bilen baglanşykly, şerti programmirmek üçin peýdalanylýar.
Dolandyryşyň esasy relesi		MCS MCR	Programmanyň ýerine ýetirilmek prosesini üýtgedýär
Podprogrammadan yza gaýtmak		RET	Esasy programma dolanmak üçin podprogrammanyň soňunda ýerleşýär
Programmany saklamak		END	Programmanyň soňlanandygyny kesgitleýär

53-nji surat.

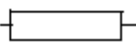
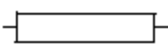
Funksional bloklar  
Funksional bloklaryň grafiki elementleri barlag zonasynda programmirlenýär  
(baş setir we iki sütün gerek bolan örän çalt işleýän sanaýjylardan başgaly)

Ady	Grafiki element	Funksiýa
Taýmerler, sanaýjylar, registrler we başgalar		Funksional bloklaryň her birisi beýleki grafiki elementler bilen birleşmek üçin giriş/çykyşlary ulanýar. Bellik: Funksional bloklaryň çykyşlary biri-biri bilen bagly bolup bilmez (dikligine gysga utgaşma)

54-nji surat.

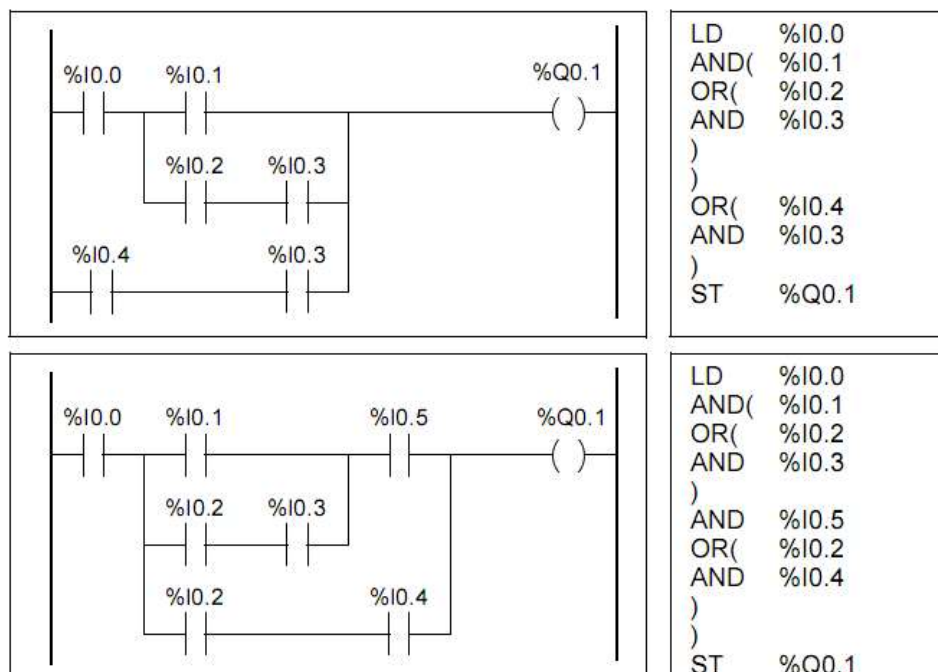
Operation we deňeşdiriji bloklar:

Deňeşdiriji bloklar barlag zonasynda programmirlenýär, operation bloklar iş zonasynda programmirlenýär.

Ady	Grafiki element	Funksiýa
Deňeşdiriji blok		Eger deňeşdirilende hakyky netije alynan bolsa, Iki operandy deňeşdirmäge mümkinçilik berýär, çykyş 1-e deň bolan bahany alýar. Ölçeği: 1 setir, 2 sütün.
Operation blok		Arifmetiki we logiki operasiýalary ýerine ýetirýär. Ölçeği: 1 setir, 4 sütün.

55-nji surat.

Ekwiwalent shemalar aşakdaky ýaly görnüşde bolmaly:



**SCADA-sistemalary barada umumy maglumatlar** (simatik torlarynyň myslynda seredýäris)

## **65. ÖNÜMÇILIGI AWTOMATLAŞDYRMAK ULGAMYNYŇ TEHNOLOGIÝASY SIMATIC. SIMATIC TORLARY. SIMATIC TORLARYNYŇ GÖRNÜŞLERI**

### **SIMATIC torlary**

#### **. SIMATIC torlarynyň görnüşleri**

Senagat we dolandyryş awtomatikasynda, SIMATIC torlary, (baglanyşyklar) kommunikasiýa meseleleriniň ählisini öz içine alýan köpbasgançakly gurşawy döredýär. Bu struktura onuň hemme komponentleri girizilendir. Bu bolsa prosesleri taslamak, gurnamak, ulanmak we işçi personaly okatmak meselelerini ýeňilleşdirýär.

**a) PROFIBUS – merkezden daşlaşan (periferiýa) ulgam üçin senagat ulanyşly şinadyr (gurşaw).**

Döwrebap önümçilikde aňly, ukyply (intellektual) periferiýa modullary uly ähmiýete eýe boldular. Bu modullar dürli tehnologiýa düwünleri az sanly kabelleriň kömegi bilen bir dolandyryş ulgamyna birleşdirmäge niýetlenendirler. Aňly, ukyply (intellektual) periferiýa modullary özaralarynda birleşdirmek üçin, önümçilik şertlerine adaptirlenen, kuwwatly, öndürijilikli PROFIBUS şina ulgamy ulanylýar.

Dürli talaplary kanagatlandyrmak üçin SIEMENS firmasy dürli ugurly PROFIBUS torlaryny hödürleýär:

#### **1) PROFIBUS-DP**

DP merkezleşdirilmedik periferiýa diýip düşündirilýär. PROFIBUS-DP intellektual periferiýa modullaryny biri-birine çalt baglamak üçin ulanylýar. Bu in aşaky (pes) derejedäki ulgamdyr.

#### **2) PROFIBUS–FMS (Fieldbus Message Specification)**

FMS habar ýetirmek şina spesifikasiýasy diýip düşündirilýär. Tehnologiki prosesleri dolandyryş ulgamy bolan, pes derejedäki çylşyrymly kommunikasiýa (baglanmak) meselelerini çözmek üçin ulanylýar.

#### **3) PROFIBUS-PA (Process Automation)**

PA prosesi awtomatlaşdyrmak diýip düşündirilýär. Bu profil dowamly bolup geçýän (üzülmeýän) tehnologiýa prosesleri awtomatlaşdyrmak ulgamlarynda we ýokary howpsuzlyk talaplary bildirilýän önümçiliklerde ulanylýar.

Senagat desgalarynda ulanyşly PB şina modeli 2-nji tablissada görkezilendir.

## PB şına modeli

	DP	FMS	PA
L7 (tejribe ähmiýetli)	–	FMS-gullugy	–
L3-L6	–	–	–
L2(kanally)	FDL	FDL	IEC-interfeýs
L1(fiziki)	RS-485	RS-485	IEC 1158-2 (iki geçirijili)

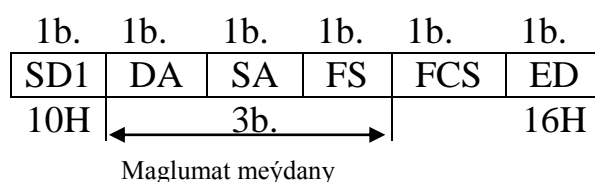
PB şinanyň dürli profilleri üçin gullugy we olaryň funksiýasy 3-nji tablissada görkezilendir.

## PB gullugy

gullugy	Funksiýasy	DP	FMS	PA
SDA	Hutma-hut usulda maglumat ugratmak	-	+	-
SPD	Hutma-hut usulda maglumat almak we ugratmak	+	+	+
SDN	Hutma-hut usul ulanmazdan maglumat ugratmak	+	+	+
CSRD	Hutma-hut usulda sikl boýunça maglumat almak we ugratmak	-	+	-

## 66.PB relegrammalarynyň formaty

1) Hemişelik uzynlykly SD1 maglumat meýdanly ýa-da paketli format.



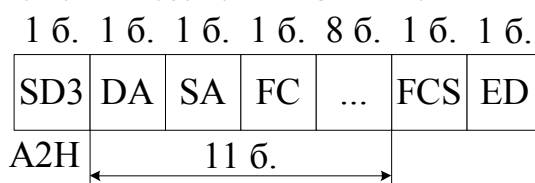
57-nji surat. Hemişelik uzynlykly maglumat meýdanly telegrammanyň formaty:

DA – bellenmäniň adresi; SA – gözbaşyň adresi; FC – gullugyň identifikatory;

FCS – kontrol jem; ED – paketiň soňy.

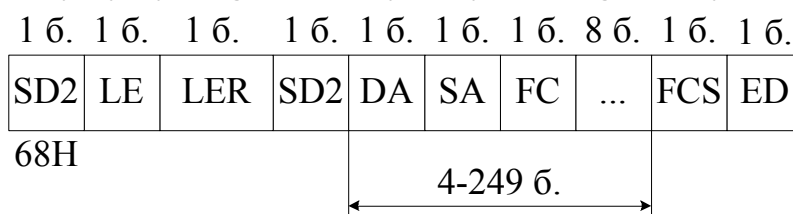
2) Hemişelik uzynlykly maglumat meýdanly we maglumatly format.

Maglumat blogy 8 baýtly ulanyjynyň maglumaty bilen dolfurylýar.



58-nji surat. Hemişelik uzynlygy bolan maglumat blokly we maglumatly telegrammanyň formaty:  
SD3 – identifikator.

3) Üýtgeýän uzynlykly maglumat meýdanly we maglumatly format.



59-nji surat. Üýtgeýän uzynlykly maglumat meýdanly we maglumatly telegrammanyň formaty:

LE – maglumat meýdanyň uzynlygynyň baýty; LER – ätiýaçlyk baýt.

4) Формат – gysga deňleşdirmek<sup>1</sup>, uzynlygy – bir baýt.

1 б.

SC

E5H

60-nji surat. Gysga deňleşdirmeli telegrammanyň formaty.

5) Telegramma marker (uzyn deňleşdirmek).

1 б. 1 б. 1 б.

SD4	DA	SA
-----	----	----

DCH

61-nji surat. telegramma - marker formaty

**b) AS-Interfeýs<sup>2</sup> – tor ulgamyna sensorlary (datçikleri) we ýerine ýetiriji mehanizmleri birleşdirýän ulgamdyr**

AS-Interfeýs – dolandyryş ulgamyna we elektrik ulgamyna sensorlary (datçikleri) we ýerine ýetiriji mehanizmleri birleşdirmegiň ýene bir usulydyr. AS-Interfeýs ýaly gurluşlaryň uýgunlaşmasy (adaptasiýasy) üçin ýöriteleşdirilen interfeýs modullary bardyr.

Maglumat geçirmek serişdesi hökmünde profilirlenen (profilirlenen; gapdaldan tekizlenen; gapdaldan düzlenen) iki geçirijili kabel ulanylýar. Bu kabeller boýunça birbada dolandyryjy signallary hem, iýmitlendiriş elektrik togyny hem geçirip bolýar.

<sup>1</sup> квити́рование

<sup>2</sup> Biri-birine baglaýan gurluş, baglaýjy zwenó, interfeýs (mes: adam bilen kompýuteriň arasynda), kompýuter bilen birleşdirmek, baglamak.

**ç) Industrial Ethernet – senagat Ethernet bolup, onümçilik bölümlerini tor ulgamyna birleşdirmegiň standartydyr.**

Industrial Ethernet şinaly ulgamy geçen asyryň 80-nji ýyllarynda döredi. Bu senagat ulanyşly tor ulgamy bolup Ethernet standartyna esaslanýar.

Bu şinanyň esasy artykmaçlygy: maglumat geçirmegiň ýokary tizligi, strukturany ösdrümeğiň ýönekeýligi, açyklygy, giňden ýaýranlygydyr.

Industrial Ethernet-iň birnäçe görnüşleri bardyr:

- Daşy goşmaça germewli koaksial kabel esasynda Industrial Ethernet (üçaksial kabel). Bu kabeliň maksimal uzaklygy 1.8 km.
- Işilen jübüt kabel esasynda Industrial Ethernet. Bu kabeliň maksimal uzaklygy 100 m.
- Industrial Ethernet-FO (Fiber Optic) – optiki-süýüm kabeli. Optiki süýümlü geçirijileriň päsgelçiliklerden goragynyň ýokary derejeli bolmagy, olary uzak aralykda, elektromagnit tolkunlarynyň päsgelçiliginiň ýokary derejede bolan ýerinde kommunikasiýa ulgamlary döredip bolýan, örän amatly serişdä öwürýär. Bu kabel ulanylande iki sany goňşy düwüniň maksimal aralygy, Industrial Ethernet-FO ulanylanda 4.5 km ýetýär.
- Şeýle-de SIMATIC NET tor ulgamyna dürli operasiýa ulgamlarda işleýän personal kompýuterleri birikdirip bolýar. Ýokarda görkezilen SINATIC tor ulgamlarynyň esasy görkezijileri boýunça deňeşdirme netijeleri 4-nji tablissada getirilýär.

T a b l i s s a 4

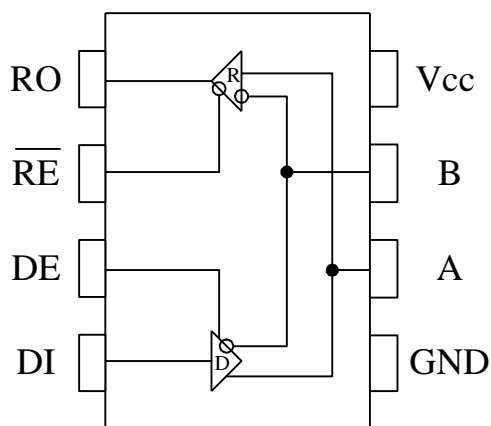
SIMATIC tor ulgamlarynyň deňeşdirilişi

	AS-Interfeýs	PROFIBUS	Senagat Ethernet	FDDI
Standart	IEC TG 17B	PROFIBUS согласно EN 50170 Volume 2	Ethernet согласно IEE 802.3	FDDI, ISO 9314 bilen ylalaşykly
Ygtyýar usuly (Метод доступа)	Master/Slave	Markeri we master/slave geçirmek	CSMA/CD	Markeri geçirmek
Magl geçiriş tizligi	Sikliň wagty (31 slaves üçin) 5 ms	9,6 - 1500 kBit/sek; maks. 12 MBit/sek	10 MBit/sek	100 MBit/sek
Geçiriş sredasy	Ekranirlenmedik iki geçirijili kabel	Ekranirlenen towlanan (işilen) jübüt sim ýa-da optiki-süýüm kabeli (optiki ýa-da plastiki)	Goşalanan ekranly koaksial kabel, towlanan (örülen) jübüt sim ýa-da optiki-süýüm kabeli (optiki)	optiki-süýüm kabeli (optiki)

Stansiýalar yň (beket- leriň) mak- simal sany	31 (maks. 4 ikilik element / slaves)	127	1024	500 DAS stansiýa
Toruň uzynlygy	Maks. 300 m	Elektriki: 9,6 km Optiki: 90 km çenli	Elektriki: 1,5 km Optiki: 4,3 km	100 km
Topologiýa	liniýa, şahalan- ýan agaç şekilli	liniýa, şahalanýan agaç şekilli, halka, ýyldyz	liniýa, şahalanýan agaç şekilli, ýyldyz	halka, ýyldyz
Protokol	ASI	PROFIBUS-FMS PROFIBUS-DP PROFIBUS-PA	TF MAP	FDDI
Ulanylyşy	Sanly datçikleriň, ýerine ýetiriji mehanizmleriň birikdirilişi	Periferiýa tory; uly bolnadyk önümçilik tory (adatça 10 - 15 gurluş)	Orta we ýokary derejeli önümçilik tory	Magistral tor

#### 67. ADM 485 –iň mysalynda, RS-485 çyzykly draýwerler

ADM 485 mikroshemasy DIP-8 korpusdadyr (5.6-njy surat). Çykyş aýaklary 5-nji tablissada getirilendir.



62-njy surat. ADM 485 mikroshemasy

RE# = 0 bolanda , A we B –däki maglumatlar R0 geçýär.

Когда DE = 1 bolanda, A we B –däki maglumatlar DI geçýär.

#### T a b l i s s a 5

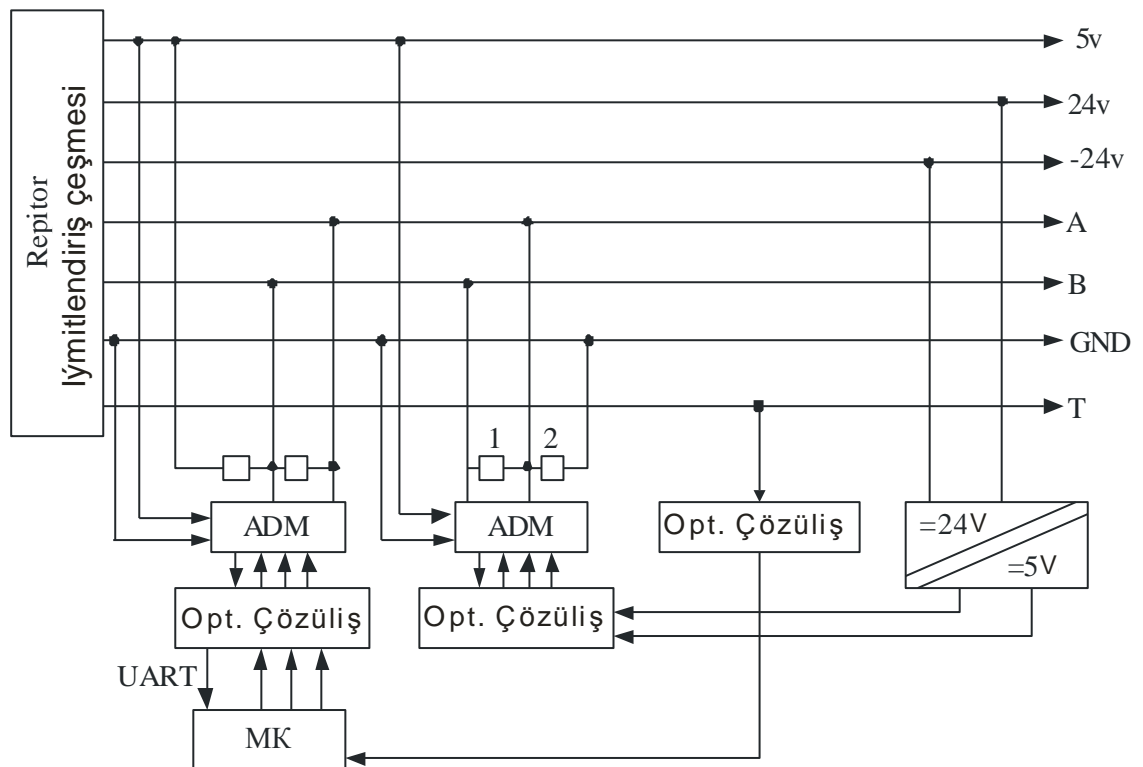
ADM 485 mikroshemanyň çykyş aýaklary

№ çykyş aýaklary	Belgileni- lişi	Niýetlenen işi
---------------------	--------------------	----------------

1	R0	Kabul edijiniň çykyşy
2	RE#	Kabul edijiniň rugsady
3	DE	Draýweriň çykyşynyň rugsady (ugradyjynyň rugsady)
4	DI	Draýweriň çykyşy (ugradylýan maglumat)
5	GND	zeminleme
6	A	Profi Bus liniýasy
7	B	
8	Vcc	Iýmitlendiriş çeşmesiniň +5V naprýaženiýesi

Eger kabul ediji we ugradyjy bir wagtda işjeňleşdirilse ( $RE\#=0$  u  $DE = 1$ ), onda ugradyjynyň maglumaty kabul ediji kanal boýunça gaýtalanar (ugradyjy gurluşa yzyna berler). Şeýle ýagdaýda interfeýsi barlap bolar.

## 68. PB-DP

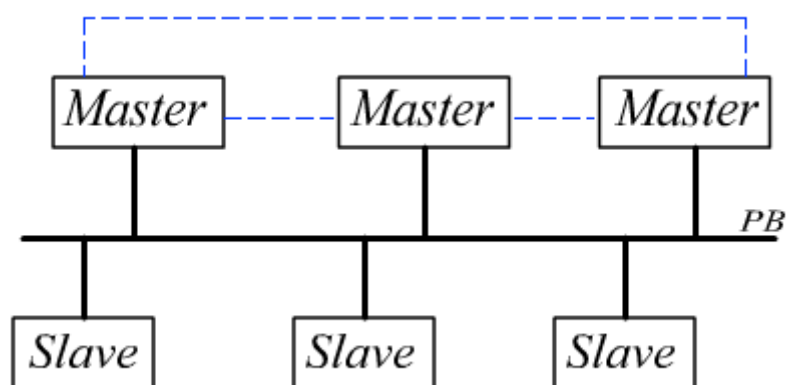


63-nji surat. PB kanaly gurnamagyň prinsipi:  
MK – mikrokontroller.

4.7-nji suratda 1 rezistor terminator bolup hyzmat edýär, 2 rezistor bolsa iki iýmitlendiriş çeşmesi öçen halatynde hem tok bilen üpjün edýär.



B Token Ring (PROFIBUS) her bir ussat (master) indiki masteri bilmelidir , sebäbi her bir marker<sup>3</sup> berk talap astynda logiki halka boýunça geçirilýär.



64-nji surat. Marker çalyşmak

#### Marker çalyşmak usuly

Çalyjygyň işjeň bölekleri (Master) logiki halkada baglanandyr, her master tory ulananyndan soň markeri kime bermelidigini bilýär.

Marker gurluşa maglumat geçiriji liniýalary dolandyrmak hukugyny berýär, şeýle-de bu ýagdaýda maglumatyň masterden iberilen bolmagny hökman däl, masteriň talabyna (haýyşyna) görä Slave – gurluş hem maglumat ugradyşy alyp baryp biler.

В системе Token Ring ulgamda markeri özüňde saklamagym maksimal dowamlylygy göz önünde tutulandyr. Bu dowamlylykdan köp wagt sarp edilse tor ulgamyň ulgam ýalňyşlygy ýüze çykýar.

Исжең дәл, Gowşak düwünler hiç wagt özünde marker kabul etmeýärler, ýöne işjeň gurluşyň işjeň дәл, Gowşak gurluşa öwürmek mümkinçiligi göz önünde tutulandyr. Eger-de düwün özünde köp wagtlaп markeri saklasa, bu düwünü markerli halkadan çykaryp bolýar we tor ulgamyň dogry işlemegini dikeldip bolýar.

## 69. PB-PA

PROFIBUS-PA –nyň kömegi bilen şahalanýan agaç şekilli, ýyllyz şekilli tor arhitekturasyny döredip bolýar.

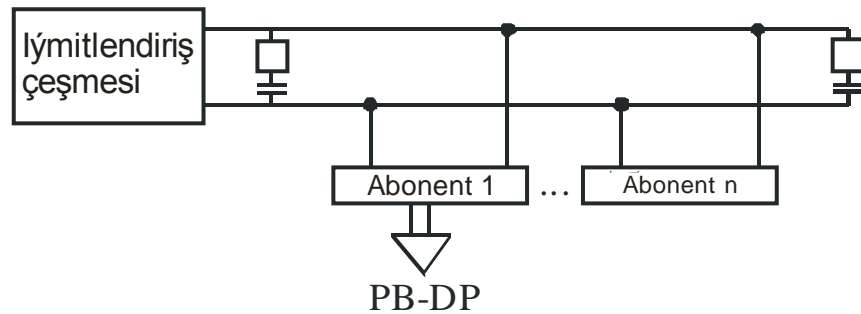
Şina ulgamyna 32-den köp bolmadyk gatnaşyjy birikdirip bolýar. Interfeýs iki geçirijilidir. PROFIBUS-DP bilen baglanmak üçin interfeýsleri özgerdiji köpri ulanylýar. Bu köpri diňe bir derejeleriň sazlaşygyny döretmän, eýsem maglumat geçirilişiniň tizlikleriniň hem sazlaşygyny döredýär.

PROFIBUS-PA interfeýsi ýokary howpsuzlygy üpjün edilýän zolaklarda maglumat ugratmaga niýetlenendir, ýagny, öndüriligi dyl-de ygtybarlylygy esas bolup durýar.

<sup>3</sup> bellik, маркер; nyşan ( maglumatlar blogynyň başy ýa-da soňy ), bu ýerde markeri almak, tory dolandyrmaga hukuk gazanmak manysynda gelýär; mark- bellik ( telekommunikasiýada ikilik san ugamyndaky birlige deň derejeli signalyň bardygyny aňladýar );

## PROFIBUS-PA interfeýsniň fiziki derejesi

Bir abonent beýleki interfeýsler bilen (meselem PROFIBUS-DP) aragatnaşyk döretmek üçin ulanylýar.



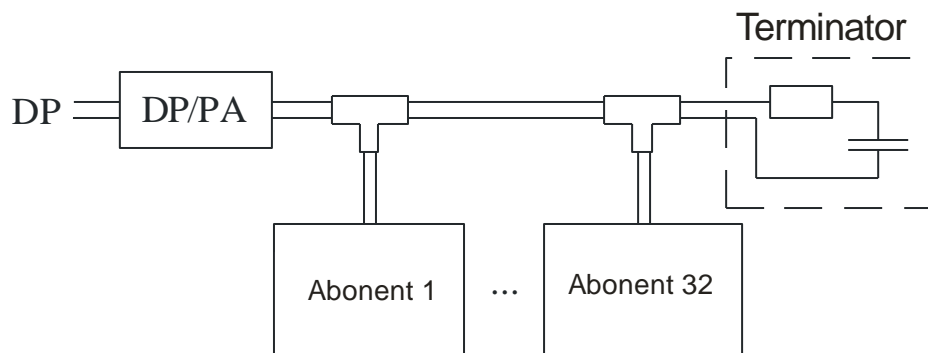
65-njy surat. PB-PA interfeýsniň fiziki derejesi

Gurluşy ýymitlendirmek we maglumat ugratmak üçin interfeýsniň iki geçirijisi ýeterlikdir.

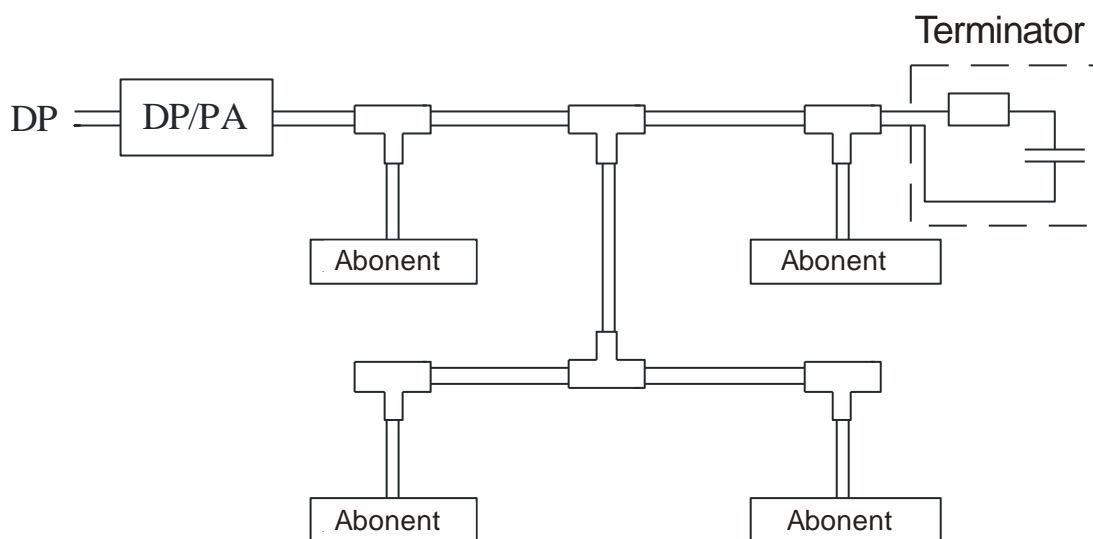
Interfeýsniň uzynlygy 1900 metrdir.

## PROFIBUS-PA torunyň topologiýasy

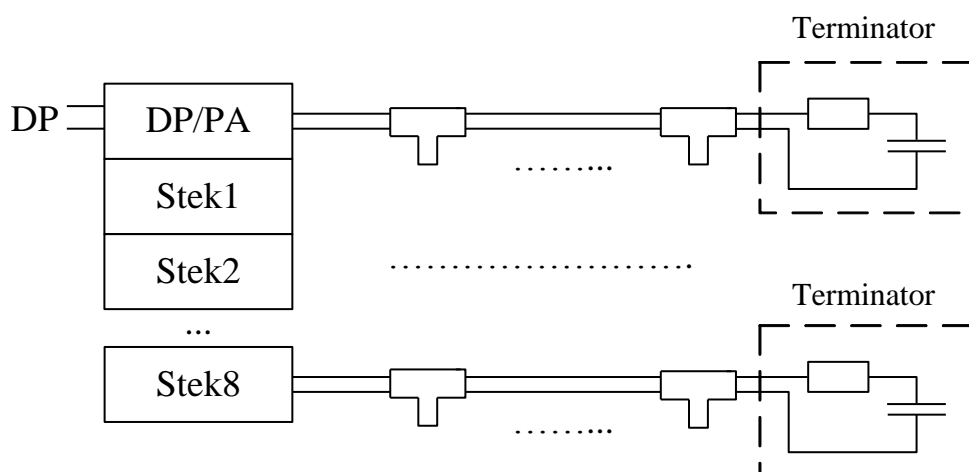
Tory gurnamak üçin özünde terminatorlary saklap biljek, T görnüşli şahalandyryjylar ulanylýar.



66-njy surat. Umumy şina arhitekturasý.



67-nji surat. Ýyldyz görmüşli tor topologiýasy.



68-nji surat. DP/PA köprüler stekini ulanmak

Stek bu konstruktiv ýerine ýetirilen gurluşdyr. Häzirki ýagdaýda stekler birmeňzeş işi ýerine ýetirýärler.

## 70. Infragyzyl (IG)-diapazonda geçirijisiz (kabelsiz) aragatnaşyk tehnologiýasy

IG aragatnaşyk modullary hökmünde ILM (Infra-red Link Module) modul ulanylýar. Расстояние не более 15 метров.

Maglumat geçirijiş tizligi 1.5Mbit/sek-den geçmeýär.

IG torlarda ygtybarly tor gurmak üçin diňe bir Master gurluş bolup biler.

IG kanal aşakdaky ýerlerde ulanylyp bilner:

- mobil gurluşlarda;
- elektrik aragatnaşygyň mümkin däl ýerlerinde.

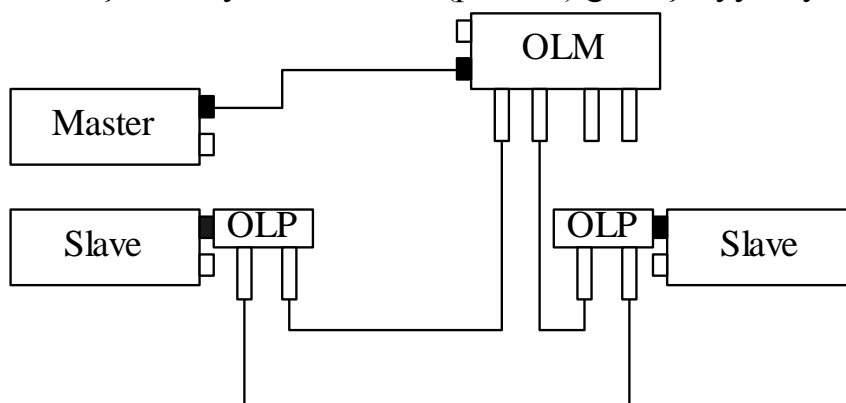
## 71. Optiki-süýüm aragatnaşyk liniýalary

Modulyň iki görnüşi ulanylýar:

1. OLM – optiki aragatnaşyk moduly;
2. OLP – optiki aragatnaşyk goýmak. Bu örän ýönekeý modul bolup PB-DP –ni optiki-süýüm gurşawa PB sökülmede (разъем) özgertmäge mümkinçilik berýär.

Модуль OLP moduly diňe Slave gurluşlar bilen ulanylyp bilner, onuň işjeňligi OLM-den has pesdir.

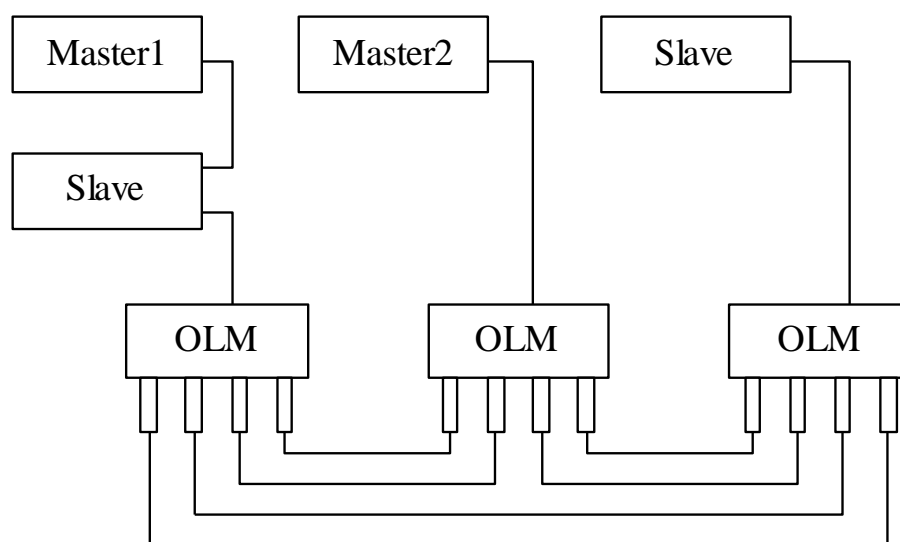
3. Integrirlenen optiki-süýüm baglanma. Bu usulda optiki-süýümi birleşdirmäge mümkinçilik berýän sökülmeli (разъем) gurluş taýýardyr.



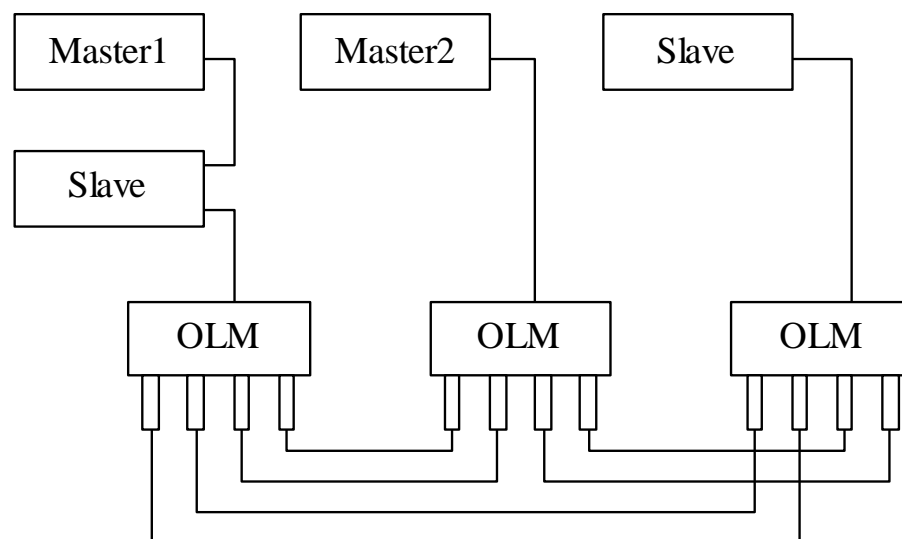
69-nji surat. Integrirlenen optiki-süýüm baglanma

Bu gurluşlaryň üçüsi hem PB-DP interfeýse eýedirler.

OLM moduly ulanýan şaly konfigurasiýanyň 2 warianty bardyr.



70-nji surat. OLM moduly ulanýan şaly konfigurasiýa 1-nji wariant.

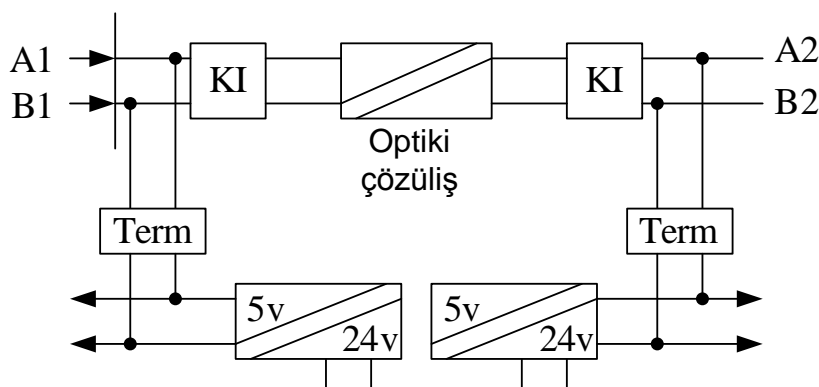


71-nji surat. OLM moduly ulanýan şinaly konfigurasiýa 2-nji wariant.

Optiki-süýüm kanal boýunça maglumat ibermegiň häsiýetnamasy

1. Maglumat geçiriş tizligi 12 Mbit/s çenli;
2. uzynlygy – 15 km;
3. Uzynlygy ýeterlik derejede kelteldilende plastik optiki-süýüm ulanyp bilinme mümkinçiligi bar. Uzynlyk 50-80 m çenli, plastikanyň egme burçuna bolan çäklendirmesi ýokdur hem-de ol arzan düşýär.

## 72. Aragatnaşyk gurluşy



72-nji surat. RS-485 gaýlalaýjy:  
KI- kabul ediji-iberiji; TEPM-terminator.

Terminator baglanyp hem, baglanman hem bilner.

Siemens Automatic = SIMATIC awtomatlaşdyrmak ulgamda aragatnaşyk bloklarynyň nomenklaturasy.

1) Baglanma moduly PB κ RS-232.

Interfeýsleriň özgermesini ýerine ýetirýär. Diňe bir kabul ediji-iberiji baglanyp bilner.

Niýetlenen işi: RS-232 interfeýse eýe bolan adaty (standart) däl urluşlaryň birikdirilmesi;

2) PB: DP/DP Içki torlary biri-birine baglamak moduly.

Bir içki toruň Masterinden beýleki içki toruň Masterine maglumaty baýtlar boýunça ibermäge mümkinçilik berýän gurluş;

3) DP/PA biri-birine baglamak moduly;

4) Beýleki interfeýsleri özgerdijiler.

## **Edebiyatlar**

1. Türkmenistanyň Konstitusiýasy. 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. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для вузов /Под ред. Е.Г. Дудникова М., Химия, 1987.
11. Автоматизированные системы управления технологическими процессами в металлургии: Учебное пособие. Медведев Р.Б., Бондарь Ю.Д., Романенко В.Д. М., Металлургия, 1987.
12. Автоматизация технологических процессов пищевых производств: учебное пособие / Под ред. Е.Б. Карпина М., Агропромиздат, 1985.
13. Автоматизация технологическими процессами легкой промышленности: учебное пособие. /Под ред. Л.Н. Плужникова М., Высшая школа, 1984. 5. Вершинин О.Е. Применение микропроцессоров для автоматизации технологических процессов Л., Энергоатомиздат, 1986.
14. Прангишвили И.В. Микропроцессоры и локальные сети микро-ЭВМ в распределенных системах управления М., Энергоатомиздат, 1985.
15. Рей У. Методы управления технологическими процессами М., Мир, 1983.
16. Справочник проектировщика автоматизированных систем управления, производственными процессами. /Под ред. ГЛ. Смилянского М., Машиностроение, 1983.
17. Стефани ЕЛ. Основы построения АСУТП М., Энергия, 1982.
18. Шенборт И.М., Антропов М.В., Давиденко К.Я. Распределенные АСУ технологическими процессами М., Энергоиздат, 1985.

## MAZMUNY

1. Giriş. Esasy düşüňjeler we kesgitlemeler.....	2
2. Awtomatlaşdyrmagyň görnüşleri.....	7
3. Ölçeğ ýalňyşlyklary.....	10
4. Ölçeğleriň ýalňyşlyklarynyň klasifikasiýasy.....	12
5. “MÖ” edilýän häzirki zaman talaplary.....	12
6. Temperaturany ölçemek.....	14
7. Giňelme termometrleri.....	14
8. Manometriki termometrler.....	15
9. Termoparalar.....	17
10. Garşylyk termometrleri.....	17
11. Garşylyk termometrleriň işleýiş prinsipi.....	20
12. Kadalaşdyryjy üýtgeýji.....	21
13. Garşylygyň termouýtgedijileriniň kadalaşdyryjy pribor bilen birleşdirilişiniň iki geçirijili we üç geçirijili shemasy.....	21
14. Basyşy ölçemek.....	23
15. Basyşyň görnüşleri.....	23
16. Turba görnüşli pružinli manometrler.....	26
17. Membranaly manometrler.....	26
18. Maddanyň mukdaryny we harçlanyşyny ölçemek.....	28
19. Üýtgeýän basyşly harçlanyşy ölçeyän Priborlar.....	28
20. Standartlaşdyrylan gysygy gurluşlar.....	29
21. Göwrüm we tizlikli hasaplaýjylar.....	30
22. Tizlikli hasaplaýjylar.....	31
23. Üýtgeýän derejäniň rashodometri.....	31
24. Elektromagnit rashodomerler.....	32
25. Ultrasesli rashodomerler.....	32
26. Derejäni ölçemek üçin enjamlar we ony ölçemegiň usullary.....	33
27. Mehaniki ýüzgüçli dereje ölçeýji.....	33
28. Buýokly dereje ölçeýji.....	34
29. Radarly dereje ölçeýjiler.....	35
30. Çyglylygy ölçeýjiler.....	36
31. Gyraw nokadynyň temperaturasyny ölçeýji.....	38
32. Analog aragatnaşyk kanallary.....	38
33. Datçigiň signallaryndan many çykarmak.....	40
34. Partlama howpsuz zonalar üçin datçikler.....	40
35. Partlama howuply zonalar üçin datçikler.....	41
36. Awtomatiki dolandyrmaklygyň nazarýeti barada esasy düşüňjeler.....	42
37. ASS-ň elementleriniň statiki we dinamiki häsiýetnamalary. Ýgylyk häsiýetnamasy. Awtomatiki sazlamak teoriýasynyň elementleri. Geçiriji funksiýalar.....	45
38. Dinamiki häsiýetnama.....	46



39.	Ýygýlyk häsiýetnamasy.....	46
40.	Awtomatiki sazlaýjy sistemasynyň tipli bölekleri. ASU-yň durnuklylygy we hili barada düşüňjeler.....	49
41.	Proporsional bölekler (inersiýasyz).....	50
42.	Differensial zwenó.....	50
43.	Integrirleýji zwenó.....	50
44.	Apereodiki zwenó (I tertipli inersion zwenó).....	51
45.	Yrgyldyly zwenolar (II derejeli inresion zwenó).....	51
46.	Awtomatik sazlaýyş sistemasynyň durnuklylygy, durnuklylyk kriteriýalary..	52
47.	Raus-Gurwitsiň durnuklylyk kriteriýasy.....	53
48.	Wyşnegradskiniň durnuklylyk kriteriýasy.....	54
49.	Raus-Gurwitsiň durnuklulyk kriteriýasy.....	55
50.	Naýkwist-Mihaýlowyň durnuklylyk kriteriýasy.....	56
51.	Sazlaýjylaryň düzülýän parametrlerini hasaplamak. Sazlanýan obýektiň häsiýetleri.....	56
52.	Öz-özünü gönükdirmesi bolan obýekt.....	57
53.	Öz-özünü gönükdirmesi bolmadyk obýekt.....	57
54.	Sazlamaklygyň kanunlary.....	60
55.	Sazlaýjynyň parametrlerini düzmekligiň sazlamaklygyň hiline täsiri.....	62
56.	Ýerine ýetiriji mehanizmler.....	63
57.	Tehnologik prosesleri dolandyryş ulgamlary.....	64
58.	Programmirlenýän logiki kontrollerleriň (PLK) dolandyryş ulgamynda ulanylyşy.....	67
59.	Alen-Bradley, GE Fanic, Siemens firmalarynyň umumy senagat kontrollerleri.....	70
60.	Tehnologýa proseslerini dolandyrmagyň awtomatlaşdyrylan ulgamlarynyň (TPDAU) programma üpjünçiligi.....	72
61.	PLK-leri programmirlemegiň dilleriniň salgylanýan obýektleri.....	72
62.	Kontrollerleriň dil we programma üpjünçiligi.....	73
63.	Basgançaklaýyn logikanyň diliniň basgançaklary.....	77
64.	Basgançaklaýyn diagrammalary programmirlemegiň prinsipleri.....	78
65.	Basgançaklaýyn logikanyň diliniň grafiki elementleri.....	79
66.	Önümçüligi awtomatlaşdyrmak ulgamynyň tehnologiýasy SIMATIC. SIMATIC toparlary. Simatic taparlarynyň görnüşleri.....	82
67.	PB relegrammalarynyň formaty.....	83
68.	ADM 485 –iň mysalynda, RS-485 çyzykly draywerler.....	86
69.	PB-DP.....	87
70.	PB-PA.....	88
71.	Infragyzyl (IG)-diapazonda geçirijisiz (kabelsiz) aragatnaşyk tehnologiýasy.....	90
72.	Optiki-süýüm aragatnaşyk liniýalary.....	91
73.	Aragatnaşyk gurluşy.....	92
	Edebiýatlar.....	94

