

**Paşayev R.N., Atayev E.H., İmanova N.M.
İsmayılov Ə.Ə.**

Sənayenin avtomatlaşdırılmasının əsasları



Gəncə 2022

Dərs vəsaitinə Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin Elmi Şurasının 25.05.2022-cu il tarixli EŞ-09/5.2 sayılı protokolu əsasında, rektorun 21 iyun 2022-cu il tarixli 316 sayılı əmri ilə nəşr hüququ (qrif) verilmişdir.

Elmi redaktor:

B.M.Bağirov - Əməkdar mühəndis, t.e.d., professor, - Azərbaycan Texnologiya Universiteti

Rəy verənlər:

R.M.Hacıyev - Azərbaycan Texnologiya Universitetinin “Avtomatika, telekommunikasiya və informatika” fakültəsinin dekani, t.f.d., dosent

Y.B. Orucov - Azərbaycan Dövlət Aqrar Universitetinin “Energetika” kafedrasının dosenti, t.f.d.

Dərs vəsaiti “Elektrik və elektronika mühəndisliyi” və “Proseslərin avtomatlaşdırılması mühəndisliyi” ixtisaslarında təhsil alan bakalavriat səviyyəsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Kitabda nəzəri məlumatlar verilmişdir ki, bu səbəbdən ondan digər mühəndislik ixtisasları üzrə oxuyan bakalavr, magistr və istehsalatda çalışan mütəxəssislər də istifadə edə bilərlər.

İxtisar 1 siyahısı

ADC	– analoq-rəqəmsal çevirici
AİM	– avtomatlaşdırılmış idarəetmə məcmusu
AİS	– avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi
AMQ	– arifmetik məntiq qurğusu
ALD	– arifmetik-məntiqi qurğu
ATX	– texnoloji axım xətti
ATS	– avtomatik tənzimləmə sistemi
BİS	– böyük inteqral sxemi
CPU	– mərkəzi prosessor qurğusu
İAİS	– istehsalın avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi
İE	– icra elementi
İM	– icra mexanizmi
İS	– inteqral sxemi
KTM	– kənd təsərrüfatı maşını
MOY	– metal oksid yarımkeçirici
MP	– mikroprosesor
MPS	– mikroprosesor sistemi
MPİS	– mikroprosesorlu idarəetmə sistemi
MPI	– mikroprosesorlu idarəetmə qurğusu
MŞ	– məlumat şini
OA	– avtomatlaşdırma obyektı
OƏQ	– obyektlə əlaqə qurğusu
OU	– idarəetmə obyektı
GÇA	– giriş-çıxış adapteri
RAÇ	– rəqəmsal-analoq çeviricisi
RAM	– operativ yaddaş qurğusu
RKS	– rele - kontakt sxemi
RO	– tənzimləmə orqanı
ROM	– daimi yaddaş qurğusu
RON	– ümumi təyinatlı qeydiyyat
RP	– tənzimləmə cihazı

PİD	– proporsional – integral - diferensial
PLC	– proqramlaşdırılan məntə onroller
PU	– periferik qurğular
SD	– məlumat şini
SHA	– ünvanlar şini
TAP	– tənzimləyicinin ayar parametrləri
TC	– tənzimləmə cihazı
TP	– texnoloji proses
TPA	– texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılması
TP AİS	– texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi
TP AİS	– texnoloji proseslərin avtomatik idarəetmə sistemi
TQFB	– tənzimləmə qanununun formalaşdırılması bloku
TSA	– avtomatlaşdırmanın texniki vasitələri
TŞ	– texniki şərtlər
TTM	– tranzistor - tranzistor məntiqi
XYS	– xüsusi yüksək sürətli
ÜTR	– ümumi təyinatlı reystrlər

Mür icat

1. Texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmasının əsas anlayışları	7
2. Texnoloji proseslərin sensorları	13
2.1. Ümumi məlumat	13
2.2. Müqavimət sensorları	15
2.3. Kontakt sensorları	16
2.4. İnduktiv sensorlar	21
2.5. Transformator sensorları	22
2.6. Tutumlu sensorlar	24
2.7. Fotoelektrik sensorlar	25
2.8. Temperatur sensorları	28
2.9. Səviyyə sensorları	34
2.10. Bucaq sürəti sensorları	36
2.11. Təzyiq sensorları	38
2.12. Sərfiyat sensorları	39
2.13. Nəmlik sensorları	41
2.14. Elektron və ionlaşdırıcı sensorlar	42
2.15. İstiqamətləndirici iz sensorları	43
2.16. Əks olunan işığın sensorunun rəngə həssas ilkin çeviriciləri	45
2.17. Rəngə həssas ötürücülü işıq sensoru	47
2.18. Elektroakustik sensorlar	48
2.19. Rezonans sensorları	49
2.20. Ultrasəs ilkin çeviriciləri	50
3. Texnoloji proseslər avtomatlaşdırma obyektləri kimi	52
4. Avtomatik axın texnoloji xətlərinin idarə edilməsi sistemlərinin sintezi	60
4.1. Sintez anlayışı	60
4.2. Texnoloji axın xətlərinin AİS -nin strukturu və tərkibi	61
4.3. ATX-nin idarəetmə strukturunun hazırlanması	72
5. Məntiq cəbri	90
5.1. Əsas anlayışlar	90
5.2. Bul cəbrinin məntiqi funksiyaları, sxemləri. Məntiqi funksiya " VƏ " (vurma)	93

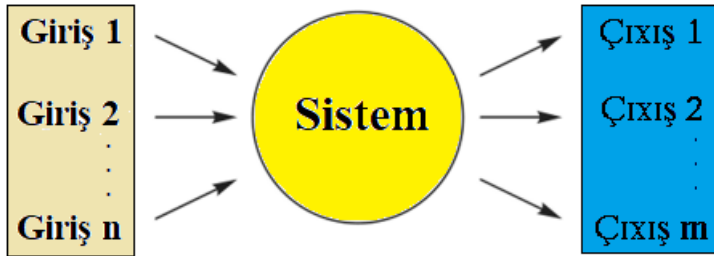
5.3. "VƏ YA" məntiq funksiyası (toplama)	96
5.4. "DEYİL" məntiq funksiyası (inkar)	99
5.5. "VƏ DEYİL" məntiq funksiyası	101
5.6. "VƏ YA DEYİL" məntiq funksiyası	103
5.7. Məntiq cəbrinin qanunları	105
5.8. Kontakt sxemi	113
5.9. Məntiq cəbrinin praktiki misalları	116
6. ATX-nin avtomatik tənzimləmə sistemlərində proqramlaşdırılan məntiqi kontroller	121
6.1. ATX AİS-də proqramlaşdırılan məntiqi kontrollerin (PLC) arxitekturası və iş prinsipi	121
6.2. Maşın kodunda mikroprosessor idarəetmə sisteminin proqramlaşdırılması	128
6.3. Proqramlaşdırılan məntiqi kontrollerlərin birləşmə sxemləri	138
6.4. Məntiq kontrollerlərin proqramlaşdırma prinsipləri	153
7. Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin sintezi (AİS)	161
7.1. Avtomatlaşdırma obyektini kimi texnoloji qurğunun xarakteristikaları	161
7.2. Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin növləri	168
7.3. Tənzimləyən kontrollerlər	170
7.4. İdarəetmə obyektinin xüsusiyyətlərinin müəyyənləşdirilməsi ...	177
7.5. Tənzimləmə metodunun və davamlı tənzimləmə qanunu seçilməsi	187
7.6. Rele (mövqeli) tənzimləyiciləri	190
7.7. Davamlı fəaliyyət tənzimləyiciləri	198
7.8. Fasiləsiz hərəkət tənzimləyicilərinin qurulması	201
7.9. Analox fasiləsiz fəaliyyət tənzimləyicilərinin qurulması	206
Ədəbiyyat	216

1. Texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmasının əsas anlayışları

Texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılması prinsiplərinin nəzərdən keçirilməsində əsas anlayışlar aşağıdakılardır :

- sistem,
- avtomatlaşdırma,
- idarəetmə .

Alt sistem (şək. 1.1) bir çox komponentdən ibarət olan və ətraf mühitin təsirlərinə reaksiya verən müəyyən bir qurum deməkdir. Sistem xarici mühitdən gələn informasiyanı qəbul etməyə, onu özünə xas olan bəzi alqoritmlər üzrə emal etməyə və beləliklə, xarici mühitə təsir göstərməyə qadirdir. Xarici dünya ilə əlaqə üçün sistem giriş və çıxışlara malikdir.



Şəkil 1.1. Sistemin ümumiləşdirilmiş sxemi

Sistemləri təcrübədə təbii və süni mənşəli, eləcə də kombinə edilmiş sistemlərə ayırmaq olar.

Təbii sistemin nümunəsi insan və ya heyvan ola bilər. "İnsan" sistemi hiss orqanları, yəni görmə, qoxu, toxunma, dad, eşitmə vasitəsilə məlumat alır. Sistemin danışmaq, yazmaq, hərəkət etmək qabiliyyəti məlumatların çıxışını təmin edir.

Süni sistemin nümunəsi kimi istixanada mikroiklimin idarəetmə sistemini götürmək olar. Xarici mühitin vəziyyəti haqqında məlumatlar temperatur və rütubət sensorlarından sistemə daxil olur. Çıxış -

kaloriferdən və ya framuq hərəkətindən istilik əldə etməkdir, torpağın və havanın nəmləndirilməsidir.

Kombinə edilmiş sistemlərdə funksiyaların bir hissəsi avtomatik qurğular, bir hissəsi isə insan tərəfindən həyata keçirilir.

Hər bir sistem xarici mühit və digər alt sistemlərlə əlaqə yaratmaq üçün giriş və çıxışlarına malik bir çox alt sistemdən ibarət ola bilər. Hər bir sistemin fərqləndirici əlamətləri informasiya parametrləri, əməliyyat alqoritmi və bu sistemin və ya alt sistemin onun üçün xarici mühitə təsiri metodundan ibarətdir.

Müasir avtomatikada *idarəetmə aşağıdakı sistemlərə* bölünür:

- istehsalatın avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərinə (İ AİS),
- texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərinə (TP AİS);
- texnoloji proseslərin avtomatik tənzimləmə sistemlərinə (TP ATS).

İAİS - avtomatlaşdırılmış şəkildə informasiyanın toplanmasını və emalını təmin edən, müxtəlif sahələri optimallaşdırmaq və idarə etmək üçün, əsasən insanın təşkilati-iqtisadi fəaliyyətini təmin edən insan-maşın sistemidir. Məsələn: sahənin, müəssisənin, kompleksin və ərazi regionunun təsərrüfat-planlı fəaliyyətinin idarə edilməsi.

TP AİM – bu da iş rejimlərinə nəzarət etmək, lokal istehsalatların texnoloji proseslərinin gedişinə dair məlumatların toplanması və emalı üçün nəzərdə tutulmuş insan-maşın sistemidir. *TP AİS* - adətən ayrı-ayrı sexlər, heyvandarlıq fermaları və quşçuluq təsərrüfatları, anbarlar, fermer təsərrüfatları və kənd təsərrüfatı holdinqlərini əhatə edir.

TP AİS – insanın bilavasitə iştirakı olmadan bir-biri ilə qarşılıqlı avtomatik idarəedici qurğular və idarə olunan obyektin məcmusudur. Bunlar bir-birindən asılı olmayaraq fəaliyyət göstərən qurğuların verilmiş alqoritmini bilavasitə yerinə yetirən sırf texniki qurğulardır. Onlar idarəetmə sisteminin iyerarxik pilləkəninin ən aşağı pilləsində yerləşir, orta pillədə *TP AİS* və daha yüksək pillədə — *İ AİS* yerləşir.

AİS-i bölünür:

- *avtomatlaşdırılmış;*
- *avtomatik.*

Avtomatlaşdırılmış sistem - informasiyanın alınması, çevrilməsi və ötürülməsi, idarəedici komandaların formalaşdırılması və idarə olunan

prosesə təsir üçün onlardan istifadə edilməsi qismən avtomatik olaraq, qismən isə insanların-operatorların iştirakı ilə həyata keçirilir.

Avtomatik sistem - informasiyanın alınması, çevrilməsi və ötürülməsi, idarəedici komandaların formalaşdırılması və idarə olunan prosesə təsir etməsi üçün onlardan istifadə insanın iştirakı olmadan avtomatik olaraq həyata keçirilir.

Avtomatlaşdırma — enerjinin, materialların və ya informasiyanın əldə edilməsi, çevrilməsi, ötürülməsi və istifadəsi prosesində insanı bilavasitə iştirakdan qismən və ya tamamilə azad edən texniki vasitələrin, iqtisadi riyazi metodların və idarəetmə sistemlərinin tətbiqidir.

Avtomatlaşdırılır:

- texnoloji, enerji, nəqliyyat və digər istehsal prosesləri;
- mürəkkəb aqreqların, sənaye qurğularının, istehsal komplekslərinin layihələndirilməsi;
- sex, müəssisə, tikinti, sahə və s. çərçivəsində planlaşdırma və idarə edilməsi;
- elmi tədqiqatlar, tibbi və texniki diaqnostika, proqramlaşdırma, mühəndis hesablamaları və s.

Avtomatlaşdırmanın məqsədi :

- əməyin məhsuldarlığının və səmərəliliyinin artırılması,
- məhsulun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması,
- sağlamlığa təhlükəli olan şəraitdə insanın işdən kənarlaşdırılmasıdır.

Avtomatlaşdırma növləri: (xüsusi avtomatik qurğular tərəfindən yerinə yetirilən funksiyalardan asılı olaraq)

- avtomatik nəzarət,
- avtomatik mühafizə,
- avtomatik idarəetmə.

Avtomatik nəzarət:

- avtomatik siqnalizasiya,
- ölçmələr,
- çeşidlənmə və məlumatın toplanması daxildir.

Avtomatik siqnalizasiya xidmət personalının hər hansı fiziki parametrlərin limit və ya qəza dəyərləri, texnoloji proses (TP)

pozuntularının yeri və xarakteri barədə xəbərdar edilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Signal xarakterinə görə olur:

- işıq ilə;
- səs ilə;
- qarışıq şəkildə.

İşıq signalizasiyası:

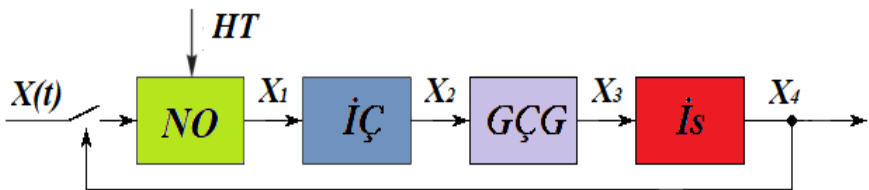
- daimi yanan işıq,
- yanıb-sönən işıq,
- natamam parıltısız yanan işıq,
- müxtəlif rəngli işıq,

göstəriciləri ilə həyata keçirilə bilər.

Səs signalizasiyası (səs signalının tembri ilə fərqli ola bilər):

- zəng,
- səs signalı,
- siren və s.

Nəzarət edilən və ya tənzimləyə bilən hədlərin normal qiymətlərindən kənara çıxdıqda, ayrı-ayrı aqreqlərin və ya bütün qurğunun normal iş rejimi pozulduqda, xəbərdarlıq signallarından (şəkil 1.2) istifadə olunur. Bu signallar xidmət göstərən personala yaranan nasazlıqların aradan qaldırılması üçün müəyyən tədbirlərin görülməsinin zəruriliyini göstərir.



Şəkil 1.2. Xəbərdarlıq signalizasiyasının unifikasiya edilmiş (birləşdirilmiş) sxemi: NO - nəzarət obyekt; İÇ - ilkin çevirici; GÇQ - gücləndirici və çevirici qurğu; Is - indikator (signal cihazı); HT - hiddətləndirici təsir; X (t) — həqiqi qiymət

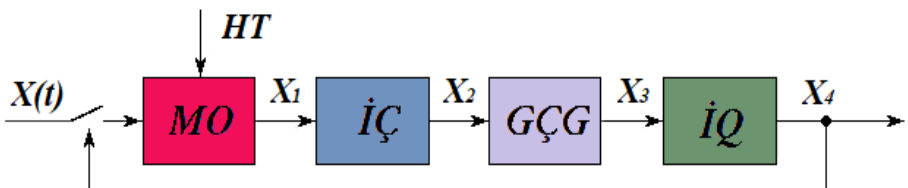
Xəbərdarlıq siqnalizasiyası adətən yaranmış qeyrinormal rejimin xarakterini və yerini müəyyən edən, siqnal verilərkən işıqlanan lövhə və ya transparant şəklində, həmçinin istismar edən personalın diqqətini cəlb etmək üçün nəzərdə tutulan səs siqnalı ilə ümumi idarəetmə paneli formasında yerinə yetirilir.

Avtomatik ölçmə, texnoloji prosesi və ya maşınların işini xarakterizə edən fiziki kəmiyyətlərin hədlərinin qiymətini xüsusi göstərici və ya qeydiyyat aparan qurğulara ötürməyə imkan verir. Texniki xidmət personalı, texnoloji proseslərin keyfiyyətini, maşın və aqreqlərin iş rejimini cihazların göstəriciləri ilə qiymətləndirir.

Avtomatik çeşidləmə məhsulların ölçüsü, çəkisi, sərtliyi, özlülüyünü və digər göstəricilərinə nəzarəti və onların çeşidlənməsini həyata keçirir (məsələn, taxıl, yumurta, meyvə, kartof və sair kənd təsərrüfatı məhsulları).

Avtomatik məlumat toplanması - TP-in gedişi, buraxılan məhsulun keyfiyyəti və miqdarı barədə məlumat əldə etmək və bu məlumatın gələcək emalı, saxlanması və xidmət heyətinə verilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Avtomatik mühafizə - qeyri-normal və qəza rejimləri baş verdikdə nəzarət olunan istehsal prosesini dayandıran birləşməmiş texniki vasitədir. (şək. 1.3). Birincil çevirici, nəzarət olunan X_1 parametrini X_2 siqnalına çevirir. Həmin siqnal gücləndirici-çeviricidə X_3 həddinə qədər artırılır və icra mexanizminə (İM) verilir. İM-nin X_4 siqnalı İM-i mühafizə obyektinin kinematik və ya enerji intiqalının açılması üçün istifadə olunur. Avtomatik mühafizə, avtomatik nəzarət və siqnalizasiya ilə sıx bağlıdır. O, idarəetmə orqanlarına təsir edir və xidmətedici heyətə aparılan əməliyyat barədə məlumat verir.



Şəkil 1.3. Vahid şəkildə salınmış avtomatik mühafizə sxemi:

MO - mühafizə obyekt; İÇ - ilkin çevirici; GÇÇG - gücləndirici — çevirici qurğu; İQ-icraedici qurğu; HT - həyəcanlandırıcı təsir; $X(t)$ — həqiqi qiymət

Avtomatik idarəetmə əsas və köməkçi qurğuların işə salınmasını və dayandırılmasını, qəzasız işləməsini, müəyyən texnoloji tələblərə uyğun parametrlərin tələb olunan hədlərinə riayət edilməsini təmin edən texniki vasitələr və idarəetmə üsulları kompleksini əhatə edir.

İdarəetmə (idarəedici təsir) — obyektə məqsədyönlü təsirdir və bunun nəticəsində o, tələb olunan vəziyyətə keçir.

Avtomatik idarəetməni həyata keçirən texniki qurğular kompleksinin idarəetmə obyektinə (İO) ilə birləşməsi *avtomatik tənzimləmə sistemi* (ATS) adlanır.

Avtomatlaşdırma səviyyəsi - insan və avtomatik qurğular arasında funksiyaların rəşional paylanması; TP-in avtomatlaşdırılmasının texniki layihəsinin hazırlanması mərhələsində müəyyən edilir.

Avtomatlaşdırmanın həcmi - avtomatlaşdırma obyektinin normal işləməsini təmin edən avtomatik idarəetmə, nəzarət, siqnalizasiya və mühafizə üzrə texniki vasitələrin birləşməsidir.

2. Texnoloji proseslərin vericiləri (sensorları)

2.1 Ümumi məlumat

Müxtəlif maşın və aqreqatların iş rejiminə, texnoloji proseslərin gedişinə davamlı nəzarət etmək üçün bu prosesləri xarakterizə edən kəmiyyətlərin hədlərini ölçən cihazlara malik olmaq lazımdır. Avtomatikada bu cihazlar sensorlar adlanır.

Sensor - xarici hərəkətləri, stimulları aşkarlayan, fiziki kəmiyyətləri ölçən, onları hər hansı bir müşahidəçi və ya alət tərəfindən oxuna bilən siqnallara çevirən, ona müvafiq cavab verən, yüksək həssaslığı olan cihazdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, *sensor* termini dəqiq bir şərhə malik deyil. Bəzi hallarda, sensor nəzarət olunan kəmiyyətlərin ölçülməsi funksiyalarını yerinə yetirən elementi, digərlərdə isə ölçü elementinin siqnalını digər dəyərin siqnalına çevirmək məqsədi ilə daxil edilən ölçmə elementi və əlavə çevirici kimi qəbul edir.

Əksər hallarda vericinin çıxışında mexaniki kəmiyyətin qiyməti (hərəkət, güc), və ya elektrik kəmiyyətin qiyməti (gərginlik, cərəyan, elektrik müqavimət, tutum, induktivlik, faz sürüşməsi və s.) olacaqdır.

Buna görə də bir çox hallarda ölçü orqanı ilə birlikdə qeyri – elektrik kəmiyyətlər ölçüldükdə, onun girişində qeyri-elektrik miqdarının çıxışında elektrik miqdarına çevrilən xüsusi çevirici cihaz nəzərdə tutulur. Fiziki təbiətindən asılı olmayaraq hər hansı bir miqdar elektrik gərginliyinə və ya cərəyana çevrilə bilər, buna görə də istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması zamanı elektrik sensorları – qeyri-elektrik dəyərlərini elektrik dəyərlərinə çevrilməsi ilə ölçmə cihazları daha geniş yayılıb.

Qeyd etmək lazımdır ki, istənilən istehsalatın və xüsusilə də kənd təsərrüfatının avtomatlaşdırılmasında ən çətin və məsuliyyətli problemlərdən biri avtomatlaşdırılmış prosesləri əks etdirən və nəzarət edə bilən müvafiq sensorların hazırlanmasıdır. Çox vaxt eyni zamanda bir neçə idarə olunan kəmiyyətin (məsələn, heyvandarlıq binalarında rütubət, temperatur və ətraf mühitin qaz tərkibi) ölçülməsi tələb olunur, buna görə də müxtəlif sensorlar lazımdır.

Avtomatik sistemdə təyinatına cavab vermək üçün hər bir sensorun

malik olduğu xüsusiyyətlər müxtəlifdir. Buna görə də onlara qoyulan əsas tələbləri aşağıdakı kimi ayırmaq olar:

- giriş və çıxış kəmiyyətləri arasındakı asılılıq birmənalıdır, yəni giriş ölçüsünün konkret qiymətinə, çıxış ölçüsünün dəqiq təyin edilmiş qiymətinin uyğunluğu;
- xətti (mümkün olduğu yerdə) giriş və çıxış qiymətləri arasında ən sadə və ən əyani asılılıq;
- ölçülən qiymətlərə yüksək həssaslıq;
- gücləndiricilər olmadan sistemin elementlərinin mümkün qədər daha da idarə olunmasını təmin edən çıxış signalının gücünün kifayət qədər olması;
- xarakteristikaların zamanla, yəni müəyyən istismar müddəti ərzində stabilliyi;
- çıxış dövrəsinin yüklənməsinin ölçülən elektrik qiymətinə və bütövlükdə texnoloji prosesə təsirinin olmaması;
- kiçik inersiya, yəni signalın sensor vasitəsilə ötürülməsində minimal gecikmə;
- kənar amillərin sensorun xarakteristikasına ən az təsiri;
- ətraf mühitin təsirlərinə dayanıqlığı;
- etibarlı və uzunömürlü iş;
- aşağı qiymət;
- istehsal texnolojiliyi;
- istismarın asanlıığı;
- ayrı-ayrı hissələrin unifikasiya dərəcəsinin kifayət qədərliyi.

Müasir avtomatika sistemlərində istifadə olunan sensorlar müxtəlif əlamətlərə görə təsnif edilir:

- giriş və çıxış ölçülərinin fiziki təbiəti,
- işləmə prinsipi,
- konstruktiv icra.

Giriş ölçüsünün fiziki təbiətindən asılı olaraq, *sensorlar elektrik kəmiyyətlərinin* sensorlarına (cərəyan, gərginlik, güc, tezlik) və *qeyri-elektrik kəmiyyətlərin* sensorlarına (temperatur, təzyiq, sürət, səviyyə və s.) bölünür. Çıxış ölçülərinin enerji növünə görə, sensorlar elektrikli və qeyri-elektriklilərə bölünür.

Əməliyyat prinsipinə görə elektrik sensorları *parametrik olanlara*, hansılarda ki, giriş ölçüsü (adətən qeyri – elektrik) elektrik dövrələrinin çıxış parametrlərinə çevrilir (R – müqavimət, L – induktiv, C – tutum və M - transformator) və *generatorlulara* bölünür, hansılarda ki, giriş ölçülü enerji, EHQ-in elektrik çıxış signalının enerjisinə çevrilir.

Qeyri-elektrik sensorlar *mexaniki, pnevmatik* və s. bölünürlər. Çıxış signalının dəyişməsinin xarakterinə görə, fasiləsiz signal verən fasiləsiz sensorlar, və diskret hərəkətli sensorlara ayırırlar, hansılarda ki, çıxış signalının qiyməti müəyyən vaxt intervallarında sıfıra bərabərdir.

Sensoru xarakterizə edən əsas parametrlər həssaslıq və inersiya xüsusiyyətləridir. Sensorun həssaslığı, çıxış qiymətinin Δy dəyişikliyinin Δx girişinin dəyişməsinə nisbəti kimi qiymətləndirilir:

$$S = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad \text{və ya} \quad S = \frac{dy}{dx}$$

Beləliklə, həssaslıq çıxış kəmiyyətinin giriş qiymətindən asılılığını ifadə edən ilk törəmə funksiyasıdır. Gələcəkdə avtomatik idarəetmə sistemlərinin dinamikasını öyrənərkən, dayanıqlı rejim üçün nisbət sensorun gücləndirilmə əmsalı adlandırılacaq.

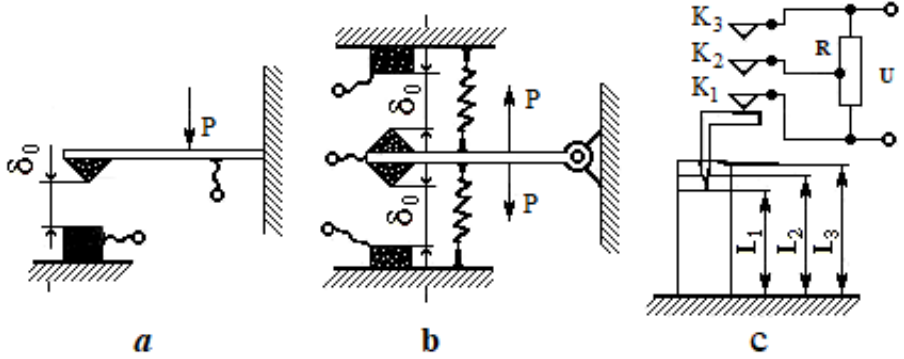
Sensorun inertionallığı nəzarət edilən kəmiyyətin ölçülməsində müəyyən gecikməni əks etdirir, hansı ki, bir çox təfəsilatdan, kütləsindən, istilik xüsusiyyətindən, induktivlikdən, tutumdan və sensorun özünün digər parametrlərindən asılı ola bilər.

2.2 Müqavimət sensorları

Elektrik (aktiv) müqavimət sensorları (kontaktlı, reostatlı, tenzometrik və s.), güc momentlərinin, xətti və bucaq yerdəyişmələrinin və digər kəmiyyətlərin ölçülməsi üçün avtomatika sistemlərində geniş istifadə olunur.

Kontakt sensorlarında müxtəlif təsirlər nəticəsində hər hansı bir elektrik dövrəsinə daxil edilmiş kontaktların bağlanması və açılması baş verir. Kontakt sensorları bir tərəfli hərəkətli, bir hərəkətsiz və bir hərəkətli kontaktlarla (şəkil 2.1 a) və iki tərəfli bir hərəkətli və iki

hərəkətsiz kontaktlarla (şəkil 2.1 *b*), habelə çoxölçülü, yəni bir neçə ardıcıl bir-birinin ardınca qapanan kontaktlardır (şəkil 2.1 *c*).



Şəkil 2.1 Kontakt sensorları:

a – birtərəfli hərəkətli; b – ikitərəfli hərəkətli; c – çoxölçülü

Sadəliyinə baxmayaraq, kontakt sensorları yüksək dəqiqliyi ilə xətti ölçüləri nəzarət edə bilər. Bütün bunlar kontaktların özlərində və hansı dövrəyə qoşulu olduğundanır. Kontakt sensorunun daxil olduğu dövrədəki cərəyan nə qədər azdırsa, onun dəqiqliyi o qədər yüksəkdir. Çox dəqiq nəticələr elektron lampının şəbəkəsinə sensorun qoşulması ilə əldə edilə bilər, çünki bu dövrə çox kiçik bir cərəyan sərf edir.

Kontakt sensorlarının həssaslığı kontaktlar arasındakı başlanğıc boşluğu δ_0 ilə müəyyən edilir. Sensorun çıxış dəyəri, ölçülən P dəyərinin təsiri altında kontaktların hərəkət edən hissəsi boşluq δ_0 -rı aşana qədər sıfıra bərabər olacaqdır.

Kontakt sensorların əsas çatışmazlığı – elektrik qövsünün təsirinə məruz qalan kontaktlar yanırırlar, ölçülərini və öz xüsusiyyətlərini dəyişirlər, buna görə onların istismar müddəti məhduddur.

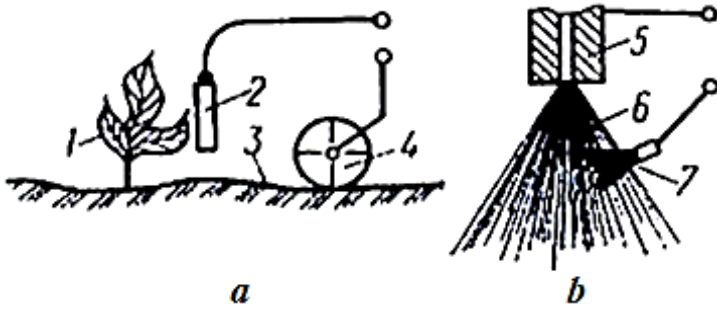
2.3 Kontakt sensorları

Belə parametrlə çeviricilərdə qəbul edilən kəmiyyətin təsiri altında elektrik kontaktları açılır və qapanır.

Birbaşa kontakt sensoru (şəkil 2.2 *a*) bitkini aşkar edə bilər.

Bitkinin yarpağı 1 KTM kütləsindən təcrid olunmuş zond 2 ilə təmasda olur. Kontakt bitkinin kökləri və gövdəsi, torpaq 3 və metal

təkər 4 ilə bağlanır. Bu cür sensorlar şəkər çuğundurunun seyrəkləşdirilməsi və cərgələrarası emal üçün istifadə olunur. Onlar kifayət qədər həssasdırlar, istismarda stabildirlər, həddindən artıq yüklənməyə imkan verir və quraşdırılması asandır. Eyni zamanda, içərilərindəki bitkinin aşkarlanmasında birmənalılıq yoxdur, çünki onların müqaviməti geniş hüdudlarda dəyişir. Xarici cisimlərlə (daşlar, alağ otları və s.) təmasda olmaq mümkün olduğundan seçicilik azdır. Sensorların təsir zonasında belə obyektlərin yaranması ehtimalı xüsusilə şəkər çuğundurunun becərilməsinin düzgün texnologiyası şəraitində o qədər də böyük deyil (bütün bitkilərin 5-10 %). Cərgəarası bitkilərin becərilmə zamanı bu cür sensorlardan istifadə etmək çətinidir. Əlverişli hesab etmək olar ki, kənar obyektlərin elektrik müqaviməti bitkilərin elektrik müqavimətindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir.



Şəkil 2.2 – Kontakt sensorunun işləmə prinsipi:

a - birbaşa təmasda olan bitkiləri aşkar etmək üçün;

b – herbisid şırnağının yaradılması üçün

1 - bitki yarpağı; 2 - zond; 3 - torpaq; 4–metal təkər; 5–çiləyici ucluq;

6 - herbisid şırnağı; 7 – fırça

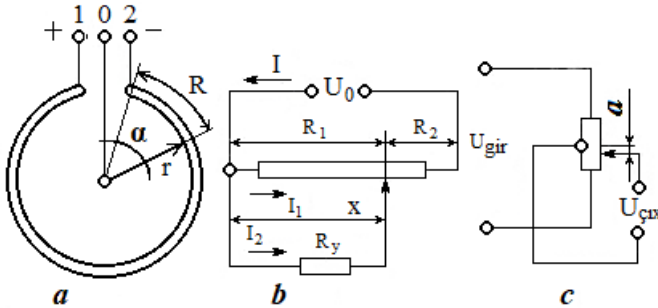
Eyni prinsiplə herbisid (alağ otlarənə məhv etmək üçün maddə) şırnağının mövcudluğu haqqında sensor qurulmuşdur (şəkil 2.2 b). Kontakt çiləyici ucluq 5, herbisid şırnağı 6-ı və kapron lifindən hazırlanmış fırça 7-di vasitəsilə həyata keçirilir. Kontakt müqaviməti 1 kOm-dan (herbisid şırnağı olduqda) 1 MOm -a (şırnağı olmadıqda) qədər dəyişir.

Dolayı mexaniki təsirli sensorlar – elektrik kontaktını həyata

keçirən elementi hərəkətə gətirən, qəbul edilən obyektin mexaniki təsir göstərdiyi çeviricidir . Element müqaviməti $R \rightarrow \infty$ və ya $R = 0$, yəni yüksək fərqlilik dərəcəsi olan ən çox rele xarakteristikalı mikro açardır.

Baxılan sensorlar əsasən işçi orqanının mövqeyini qəbul etmək üçün istifadə olunur. Onlar üçün, 1 H nizamlı bir qüvvə və 0,5 mm yerdəyişmə əks təsir əhəmiyyətli deyil, lakin bitkiyə mənfi təsir göstərir. Bundan əlavə, onlar zərbələr, toz və nəmədən qorunmur.

Potensiometrik sensorlar özünün elektrik müqavimətini dəyişdirərək ölçmə elementinin bucaq və ya xətti hərəkətini sabit və ya dəyişkən cərəyana çevirirlər. Sensorlar bucaq (şəkil 2.3 a) və xətti (şəkil 2.3 b) hərəkət edən kontaktın ilə fərqlənir, mövqeyindəki dəyişikliyi ölçülən obyektin hərəkətli hissəsinə qoşulur.



Şəkil 2.3. Potensiometrik sensorlar:

a – kontaktın bucaq hərəkəti ilə; b – kontaktın xətti hərəkəti ilə; c – orta nöqtədən ötürmə ilə

Kontaktı bucaq hərəkətli olan sensor üçün, çıxışda 0 və 2 sıxacların çıxışda, arasındakı R müqavimətinin sürüşmənin dönmə bucağına α olan asılılığı aşağıdakı kimidir:

$$R = \alpha r R_1. \quad (2.1)$$

burada, α – sürüşmənin fırlanma bucağıdır; r - sensorun radiusu; R_1 – bərabər sarğısı olan dövrə uzunluğu vahidinin müqaviməti. Onda belə bir sensorun həssaslığı olacaqdır:

$$S = \frac{dr}{d\alpha} \quad (2.2)$$

Yəni o nə qədər böyük olarsa, sürüşmənin radiusu və çevrənin uzunluğu vahidinə düşən müqavimət də o qədər böyüyər (sonuncu, materialın xüsusi müqavimətindən və sarınan naqilin en kəsiyindən asılıdır).

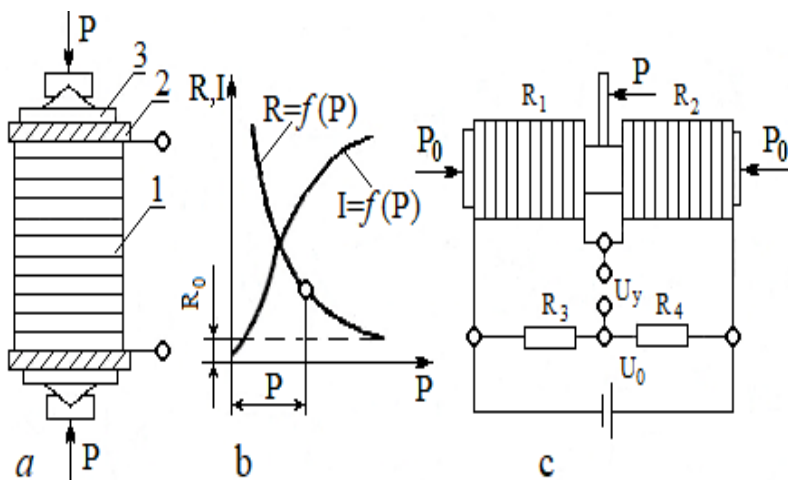
Kontaktın xətti hərəkəti olan bir potansiyometrik sensor üçün (şəkil 2.3 *b*) giriş dəyəri x - daşınan kontaktın mövqeyidir, çıxış qiyməti sürgünün mövqeyindəki dəyişikliyi təkrarlayan cihazın müqaviməti olan sabit müqavimət R_y -nin gərginliyi U_y -dir. Deməli, çıxış dəyəri U_y , x dəyəri ilə mütənasibdir.

Qeyd edək ki, potansiyometrik sensorun sarmasının ortasından bir çəksək (şəkil 2.3 *c*), onda belə bir sensor sürgünün yalnız hərəkət qiyməti deyil, həm də onun hərəkətinin istiqamətini xarakterizə edəcəkdir. Sensorların sarılması üçün konstantan, nixrom, manqanın, nikelin, reotan, fehral və s.-dən hazırlanmış naqillər istifadə olunur.

Potensialometrik sensorların çatışmazlıqlarına sürüşən hərəkətli kontaktın mövcudluğunu və "çixış"-ın "giriş"-dən xüsusiyyətləri həmişə xətti olmur. Lakin konstruksiyanın sadəliyi və gücləndiricilərsiz keçinmək imkanı tez-tez qeyd olunan çatışmazlıqları kompensasiya edir.

Kömür sensorları, onlara təsir edən qüvvəni elektrik müqavimətinə və ya cərəyana çevirir. Giriş qiyməti burada ölçülə bilən bir qüvvə olacaq və çıxış qiyməti isə sensorun müqaviməti və ya ondakı cərəyan olacaq. Bu tip sensorlar sütun şəklində fərqlənir və bakelit və ya digər izolyasiya lak ilə qarışdırılmış toz, kömür, qrafit və ya karbondan ibarət olan tenzolitlər adlanır.

Diametri 5-10 mm və qalınlığı 1-2 mm olan 10-15 kömür yuyucusu 1-dən ibarət bir sütun şəklində ən sadə sensor şəkil 2.4 *a*-da göstərilmişdir. Sütunun ucunda kontakt disklər 2-ə və dayaq konstruksiyası 3 quraşdırılır ki, bu da P gücünü disklərə ötürür. Belə bir sütunun elektrik müqaviməti, kömür disklərin öz müqavimətləri və disklərin arasındakı keçid təmas müqavimətlərinin cəmidir.



Şəkil 2.4. Kömür sensorları:

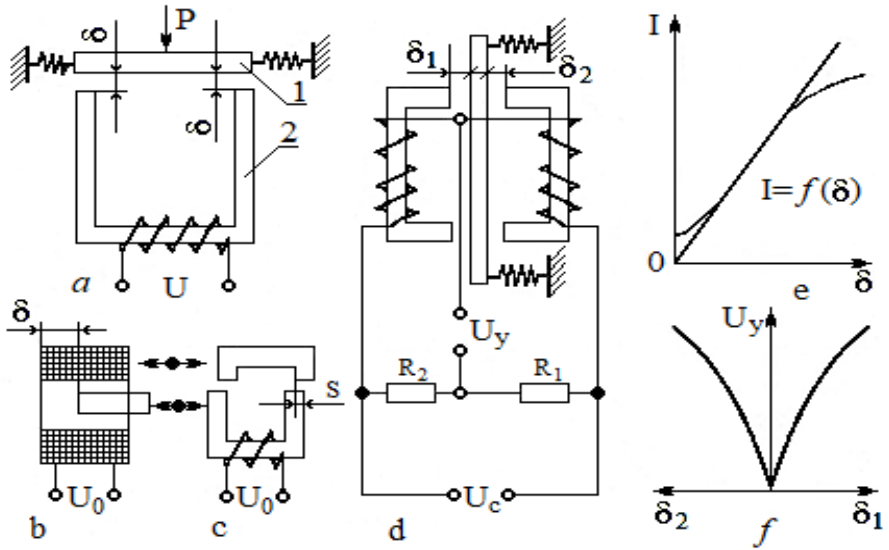
a – sadə; 1 – kömür şaybası; 2 – kontakt diski; 3 – dayaq konstruksiyası
b – kömür sensoru xüsusiyyətləri; c – diferensiallı

Tenzometrik sensorlar və ya tenzo müqavimət, ilk növbədə deformasiyaların ölçülməsi və deformasiyadan irəli gələn mexaniki gərginliklərin ölçülməsi üçün nəzərdə tutulur. Onlar yüksək xüsusi müqavimət material hazırlanmış nazik (0,02–0,04 mm diametri) zigzag formalı yığılmış və hər iki tərəfə nazik toxuma kağızı ilə yapışdırılmış naqildir.

Tenzo müqaviməti, test olunan hissəsi möhkəm yapışqan ilə yapışdırılır ki, gözlənilən deformasiyanın istiqaməti naqil halqalarının uzun tərəfi ilə üst-üstə düşsün. Tenzosensorlar ölçüləri kiçikdir (uzunluğu 2,5-150 mm, eni 3-60 mm). Tenzosensorlar müqaviməti adətən 100-200 Om təşkil edir.

Tenzosoprotivasiya, gözlənilən deformasiyanın istiqamətini Tel döngələrinin uzun tərəfi ilə üst-üstə düşməsi üçün test olunan hissənin səthinə möhkəm yapışqanla yapışdırılır. Hissənin deformasiyası naqilə ötürülür və bunun nəticəsində onun uzunluğu, diametri və nəticədə elektrik müqaviməti R dəyişəcək.

2.4 İnduktiv sensorlar



Şəkil 2.5 İnduktiv sensorlar və onların xarakteristikaları:

- a* – hərəkətli lövbər ilə; *b* – hərəkətli nüvə ilə; *c* – boşluğun dəyişən sahəsi ilə; *d* – diferensialı; *e* – sensorların xarakteristikası; *f* –diferensial sensorun xarakteristikası; 1 - hərəkətli lövbər; 2 - hərəkətsiz maqnit keçiricisi

Sensorların işləmə prinsipi içərisində ferromaqnit nüvəsini hərəkət edərkən və ya üzərində yerləşdirilmiş makarası olan nüvədə boşluq dəyişdikdə, makaranın induktiv müqavimətinin dəyişməsinə əsaslanır. Konstruksiyanın sadəliyi və etibarlılığı, çıxışda böyük güc və hərəkətli kontaktların olmaması nəticəsində təzyiqlə, müxtəlif maye və qazların sərfinin, xətti və bucaq yerdəyişmələrinin ölçülməsində geniş istifadə olunur. Bu sensorlar dəyişən cərəyan şəbəkəsindən 50 Hz-dən bir neçə kilohersə qədər tezliklərdə işləyir.

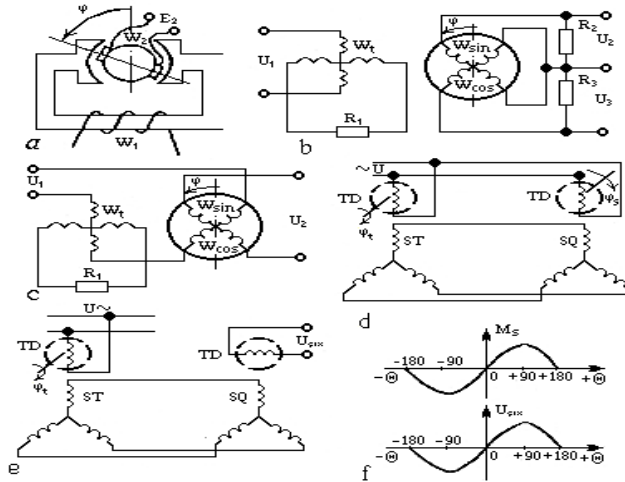
Daşınan lövbəri olan induktiv sensorlar (dəyişən boşluq ilə), çox kiçik hərəkətləri ölçmək və nəzarət etmək üçün istifadə olunur (2 mm-ə qədər). Daşınan lövbər 1 (şəkil 2.5, *a*) mexaniki qüvvə P -nin təsiri

altında hərəkətsiz maqnit keçiricisi 2-yə nisbətən mövqeyini dəyişdirdikdə, sensorun giriş dəyəri olan hava boşluğu δ dəyişir, bu da makaranın induktiv müqaviməti və buna görə də cərəyan I -in çıxış dəyərinin dəyişikliyinə səbəb olur.

2.5 Transformator sensorları

Sensorların işləmə prinsipi iki dolaq sistemi arasında qarşılıqlı induktivliyin dəyişməsinə əsaslanır. Qarşılıqlı induktivliyi M həm dövrənin tam maqnit müqavimətinin dəyişməsindən, həm də dolaqların qarşılıqlı hərəkətindən dəyişə bilər.

Bucaq yerdəyişmələrinin ölçülməsi üçün tətbiq olunan transformator sensorları halqavari lövbərdə dönmən çərçivə şəklində yerinə yetirilmiş ikinci dolağa malikdir və onun EHQ-si bucağ φ -dən və EHQ E-dən asılı olaraq dəyişə bilər (şəkil 2.6, a).



Şəkil 2.6 Transformator sensorları:

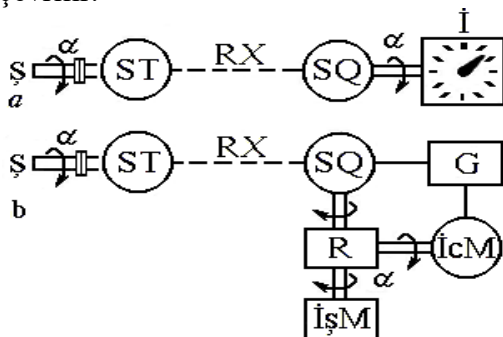
a - bucaq yerdəyişmələr, *b* - sinus-kosinus rejimində fırlanan transformator;
c - uzaq bucaq ötürmə rejimində fırlanan; *d* - selsinləri xətti rejimdə işə salmaq sxemi;
e - transformator rejimində selsinlərin birləşdirmə sxemi; *f* – statik

Elektrik maşınları şəklində yerinə yetirilmiş transformator sensorları geniş tətbiq edilir. Konstruktiv şəkildə sinxron maşınlarla oxşar olaraq statorda ilkin dolağı rotorda isə ikinci dolağı yerləşir. Onlar fırlanan transformatorlara (FT) və selsinə bölünür.

Stator və rotor üzərində fırlanan transformatorlarda, bir qayda olaraq, iki qarşılıqlı perpendikulyar dolaq yerləşir. FT ya sinus-kosinus fırlanan transformator (SKFT) rejimində işləyir (şəkil 2.6, b), yaxud xətti fırlanan transformator (XFT) rejimində işləyir (şəkil 2.6, c).

Avtomatik nəzarət və tənzimləmə sistemlərində bəzən nəzarət olunan və ya tənzimlənən obyektə shaftın verilmiş dönmə bucağını məsafəyə ötürmək və ya bu obyektin verilmiş bucaq mövqeyi haqqında məlumat almaq lazımdır. Bu məqsədlə, selsinlər adlanan sinxron rabitə elektrik maşınlarında bucaq qiymətinin uzağa ötürülməsi sistemlərindən istifadə olunur. Selsinlər məlumat elektrik maşınlarına aiddir, çünki dönmə bucağını elektrik siqnalına və əksinə, elektrik siqnalını bucaq hərəkətinə çevirirlər.

Şəkil 2.7-də struktur sxemdə dönmə bucağının məsafədən ötürmə sistemlərinin selsin-tapşırıcı – ST və selsin-qəbuledici – SQ-nun köməyi ilə rabitə xətti ilə birləşdirilməsi göstərilmişdir. Valın dönməsi zamanı B bir α bucağı qədər döndükdə, (şəkil 2.7, a) selsin-tapşırıcı bu bucağa uyğun siqnal yaradır ki, bu da rabitə xətti ilə selsin-qəbuledicinə ötürülür və burada SQ-nun rotorunun α bucağı qədər bucaq yerdəyişməsinə çevrilir.



Şəkil 2.7. Selsinlərin istifadəsilə valın dönmə bucağının məsafədən ötürmə sisteminin struktur sxemləri: a – indikatorlu, b – transformatorlu

Nəzərə alınan sistem indikatorlu adlanır, çünki selsin–qəbuledici valı indikator I -nin oxunu döndərir və şkalasındakı dönmə bucağını qeyd edir. Göstərici sistemi yalnız nəzarət olunan şaftın açısal vəziyyəti haqqında məlumatı ötürür.

Əgər valın dönmə bucağı α -nı hər hansı bir iş mexanizmində təkrarlamaq tələb olunursa, sistem güc gücləndiricisi G -lə və onun icra mexanizmi ilə İcM-lə tamamlanır (şəkil 2.7, *b*) və reduktor R vasitəsilə işçi mexanizminin İM-nin valında dönmə anı yaradır ki bu da valın α bucağı qədər dönməsi üçün kifayətdir. Eyni zamanda, selsin qəbuledicinin SQ-nin rotoru α bucağı qədər dönür. Belə bir uzaq ötürülməsi sistemi transformatorlu adlanır.

Selsinlər bir-birindən uzaqda yerləşən bir neçə mexanizmlərin vallarının sinxron fırlanmasını həyata keçirən elektrik valları sistemlərində də istifadə edilirlər.

Bizim halda, məsafədən bucaq ötürülməsi sistemi transformatorludur.

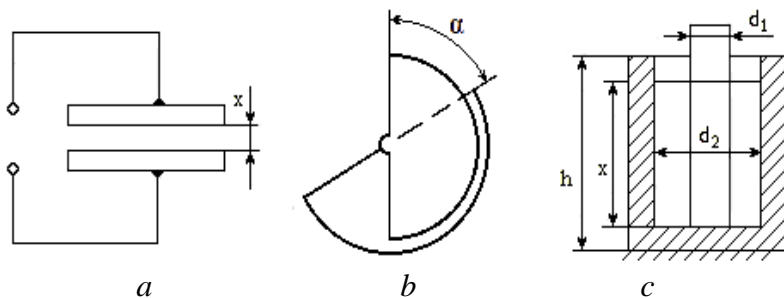
Transformator sensorları induktiv sensorların çatışmazlıqları və üstünlükləri ilə xarakterizə olunur, bundan əlavə, giriş və çıxış dövrələri arasında galvanik əlaqə yoxdur.

2.6 Tutumlu sensorlar

Tutumlu sensor, plastinlərin sahəsindən, onların arasındakı məsafədən və bunların arasında mühitin dielektrik keçiriciliyindən tutumu asılı olan kondensatordur. Tutumlu sensorların üç növü vardır: plastinlərin dəyişkən sahəsi ilə:

- plastinlərin arasında dəyişən məsafə
- plastinlərin arasında dəyişən dielektrik keçiriciliyi ilə.

Tutumlu sensorların bütün adı çəkilən parametrləri giriş qiymətidir, çıxış qiyməti isə tutum olacaq. Ən çox istifadə olunan sensorlar yastı və ya silindrik kondensator şəklində hazırlanır. Tutumlu sensorlar müxtəlif nümunələri Şəkil 2.8-də sxematik şəkildə təsvir edilmişdir.



Şəkil 2.8 Tutumlu sensorlar: a – yastı; b – bucaq yerdəyişməsi ilə; c – silindrik

Əməliyyatı tutum prinsipinə əsaslanan sensorlar müxtəlif parametrləri ölçmək üçün istifadə olunur: torpaq nəmliyi, taxıl və ədədi tərkibi, sərf etmə, təzyiq, müxtəlif materialların qalınlığı və s. Uzun məsafələrə ötürülə bilən nəticələrin rəqəmsal oxunuşu ilə müxtəlif maddələrin səviyyələrini ölçmək üçün tutumlu sensorlar daha geniş yayılmışdır.

Tutumlu sensorların bir sıra çatışmazlıqları var:

- çıxış siqnalının gücü böyük deyil, buna görə gücləndiricilərdən istifadə etmək lazımdır;
- sənaye tezliyində sensorların əhəmiyyətli gücünü əldə etmək mümkün deyil, bu səbəbdən onlar adətən yüksək tezlikli mənbələrdən enerji alırlar (10 kHz və daha çox);
- parazit tutumlar güclü təsir göstərir (xüsusilə yerə nisbətən birləşdirici naqillərin tutumları), bu da naqillər və sensor üçün ekranlaşdırıcı elementlərdən istifadə etmə zərurətiyaradır.

2.7 Fotoelektrik sensorlar

Bu sensorlar müxtəlif texnoloji proseslərin avtomatik nəzarət və idarəetmə sistemlərində geniş yayılmışdır. Onların işləmə prinsipi fotoelektrik effektin istifadəsinə əsaslanır.

Sensorlar işıq axınının dəyişməsinə reaksiya verən fotoelementlərdən

təşkil edilmişdir.

Məlumdur ki, işıq enerjisi bəzi materiallar üzərinə düşərək onların elektronlarına kifayət qədər əlavə enerji verir ki, bu da elektronların bir hissəsinin sərbəst olmasına qətib çıxarır.

İşıq axınının təsiri altında sərbəst buraxılan elektronların davranışından asılı olaraq üç növ fotoelementi fərqləndirirlər:

- xarici fotoelektrik effektlə (vakuumlu və ya qazla dolu);
- kilidlənən qatla (ventilli);
- daxili fotoelektrik effektlə (fotomüqavimətli).

Xarici fotoelektrik effektlə fotoelementlər (şəkil 2.9, a) vakum və ya qazla doldurulmuş lampadır, hansının ki, anod 1 halqa və ya plastin şəklində yerinə yetirilmişdir, və katod 2 kolbanın daxili səthinə vurulmuş işığa həssas qatdan yaradılmışdır (sezium və ya antimon-sezyum ərintisi).

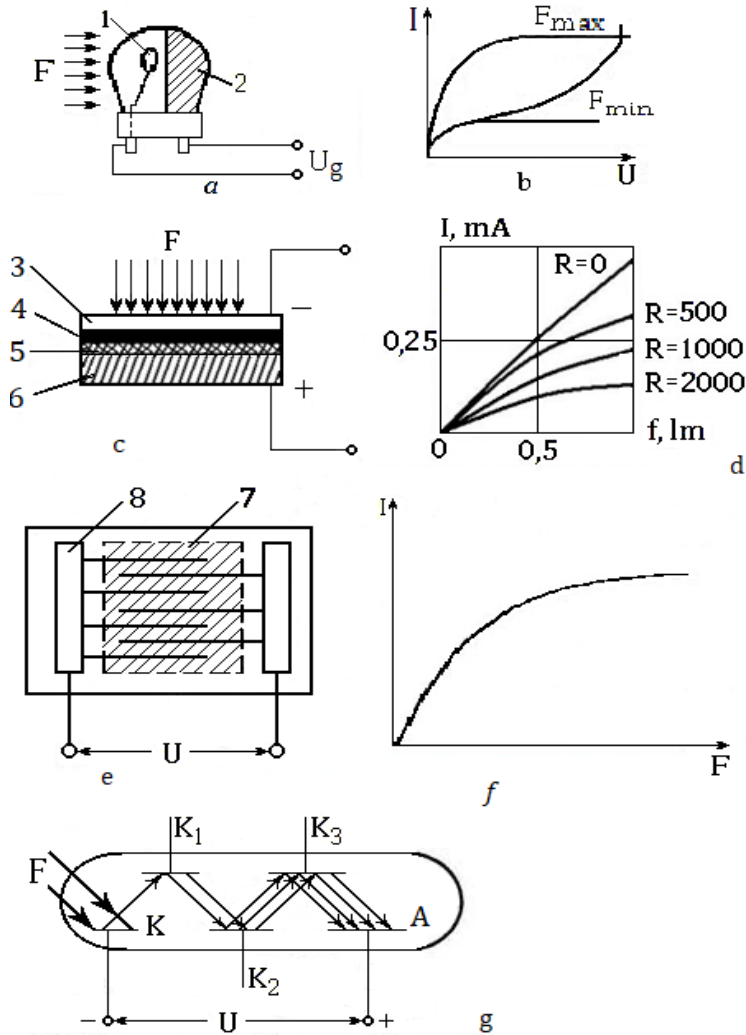
Elektrik cərəyanı maddənin səthindən işıq enerjisinin təsiri altında qopardılan elektronların axını kimi yaranır (xarici fotoelektrik effekt). Daxili fotoelektrik effektlə fotoelementlərdə sərbəst elektronlar işıq axınının təsiri altında öz enerji vəziyyətini dəyişərək, maddədə qalır. Ən çox yayılmış selenyum və mis oksidli fotoelementlərdir.

Şəkil 2.9-da selenyum fotoelementin cihazı və birləşmə sxemi göstərilir. Element incə bir qızıl təbəqəsi 3-dən, kilidlənmə qatı 4-dən, selenyum təbəqəsi 5-dən və polad astarlı 6-dan ibarətdir.

Selenin qızılı ilə sərhəddə kilidlənmə qatı detektor xassələrinə malik olmaqla, işıq axını ilə qopardılmış elektronlara geri qayıtmağa imkan vermir.

İşıq axını qızıl təbəqəsindən keçir və izolyasiya edilmiş kilidlənmə qatı ilə ayrılan işıqlandırılmış qatında olan elektronlar işıqlandırılmayan qata keçərək ventil fotoeffektini yaradır. Nəticədə, E_f potensial fərqi yaranır və U_f cərəyanı yük müqaviməti R_y -dən axır.

Müqavimət R nə qədər yüksək olarsa, işığın xarakteristikası o qədər az xətti olur (şəkil 2.9, d). Fotomüqavimətlərdə (şəkil 2.9, e) şüşə plastin 7-nin üzərinə nazik qat selenyum və ya metalların kükürlü birləşmələri (talliya, vismut, kadmiya, qurğuşun) vurulmuşdur. Plastinə yarımkeçirici təbəqə ilə kontaktda olan elektrod 8 əlavə olunur.



Şəkil 2.9 Fotoelementlər və onların xarakteristikaları:

a – xarici fotoelektrik effekt ilə; *b* – xarici fotoelektrik effekti olan fotoelementlərin xarakteristikaları; *c* – daxili fotoelektrik effekt ilə; *d* – daxili fotoelektrik effekti olan fotoelementlərin xarakteristikaları; *e* – fotorezistor; *f* – fotorezistorun xarakteristikası; *g* – foto cəmləyici; 1 – anod; 2 – katod; 3 - incə bir qızıl qat; 4 – kilidləyici qat; 5 - selenyum qatı; 6 - polad astar; 7 - şüşə lövhə; 8 – elektrod; F – işıq axını

Elektrodlara gərginlik verildikdə, yarımkeçiricidən cərəyan axacaq və onun gücü fotomüqavimətlərdə işığa həssas səthin işıqlanmasından asılı olacaq.

Fotoelementlər və fotomüqavimətlər sadə cihazlardır, kiçik ölçülüdür, yüksək həssasdır və işdə kifayət qədər etibarlıdır. Kənd təsərrüfatı istehsalının avtomatikası sistemlərində geniş tətbiq olunur:

- istixanalarda işıqlanma sensorları kimi;
- küçə işıqlandırmasının avtomatik idarə edilməsi;
- qızdırılan cisimlərin temperaturunun ölçülməsi üçün (fotoelektrik pirometr);
- maye və qazların şəffaflığının müəyyən edilməsi;
- konveyerdən keçən məhsulların hesablanması;
- obyektin səthinin vəziyyətini qiymətləndirmək üçün;
- sobalarda alova nəzarət etmək üçün və s.

Çıxışda elektrik cərəyanına olan fotosensorlar tez-tez fotoelektrik relelərin tərkibində istifadə olunur. Bunun üçün onlar kontaktlı və ya kontaktsız elektrik releləri ilə birləşdirilir. Bu məqsəd üçün tiratronlar xüsusilə uyğundur, həm gücləndirici, həm də rele funksiyalarını yerinə yetirirlər. Fotoelektrik relelər çox rahatdır və bir sıra hallarda avtomatik siqnalizasiya, brakı seçmə, çeşidləmə, sayma, mühafizə, idarəetmə və s. üçün aparatlar kimi əvəzolunmazdır.

Ümumiyyətlə, avtomatlaşdırmada fotoelektrik relelərin imkanları son dərəcə böyükdür.

Avtomatikada fototriodlar və fotocəmləyicilər geniş tətbiq istifadə olunur.

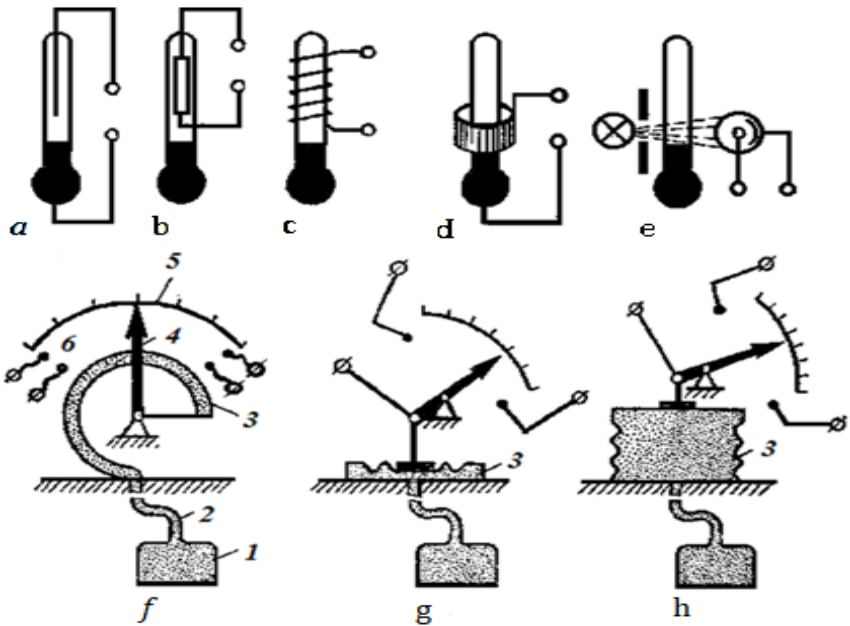
2.8 Temperatur sensorları

Sensorlar müxtəlif cisimlərin və ya mühitlərin temperaturunu ölçmək üçün öz işində temperaturdan asılı olaraq dəyişən maddələrin və ya materialların müxtəlif xassələrindən istifadə edirlər. Bu, xətti ölçülərdə və ya həcmdə, temperatur müqavimət əmsalında, termoelektrik hərəkətverici qüvvəsində, elektrik keçiriciliyində və s. dəyişiklik ola bilər.

Avtomatika sistemlərində kontaktlı termometrlər, bimetallik

sensorlar, müqavimət termometrləri, termomüqavimətli yarımqəçiricilər, termocütlər, posistorlar geniş istifadə olunur. Kontaktlı termometrləri maye və qazların istilik genişləndirilməsi prinsipinə əsaslanan sensorlara aiddir.

Maye (civə) sensoru içərisində civə olduğu kapilyarlı şüşə ampulün yerləşdirildiyi bir şüşə borudur. Ampulada iki kontakt tətbiq olunur (şəkil 2.10, a): biri aşağıdan lehimplənir və civə sütunu ilə birləşdirilmişdir, ikincisi (hərəkətli) yuxarıda yerləşdirilir və bir maqnetik başlığı istifadə edərək kapilyarda hərəkət edə bilər (şəkildə göstərilmməyib). Civə sütunun hündürlüyü ölçülən mühitin temperaturundan asılı olduğundan, hərəkət edən kontaktın hər bir mövqeyi sensorun cavab temperaturunun müəyyən qiymətinə uyğun olacaq.



Şəkil 2.10 Temperatur sensorları:

a,b,c,d,e – maye; f, g, h – manometrik; 1-balon; 2-birləşdirici kapilyar; 3-manometr; 4-ox; 5 - ölçü şkalası; 6 – kontakt sistemi

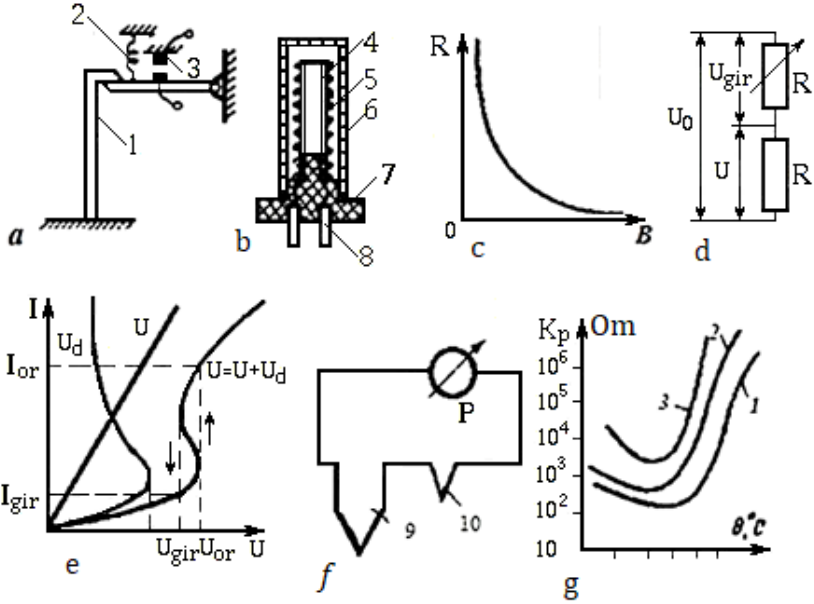
Beləliklə, kontakt termometri, giriş qiyməti temperatur, çıxışı isə kapilyardakı maye sütunun hündürlüyü olan iki mövqeli hərəkət sensorudur. Temperatur tənzimlənmə limitləri -30 ilə $+100^{\circ}\text{C}$ (və yuxarı) arasındadır. Avtomatikanın sxemlərində belə termometrlər aralıq relesi ilə tətbiq olunur, çünki kontaktların qırılma $0,2$ A cərəyanında, gücü 2 W-dan çox deyil.

Baxılmış konstruksiyadan başqa, maye sütundakı variasiyaları kapilyara lehirlənmiş rezistorun müqavimətini (şəkil 2.10, *b*), makaranın induktivliyini (şəkil 2.10, *c*), tutumunu (şəkil 2.10, *d*), işıq axınının intensivliyini dəyişdirmək üçün istifadə olunduğu termometrlərdən istifadə olunur (şəkil 2.10, *e*).

Manometrik sensorlar qapalı qaz sistemində təzyiqin və ya aşağı qaynaqlı mayenin doymuş buxarının temperaturdan asılılığını istifadə edirlər. Qapalı sistem (şəkil 2.9, *f*, *g*, *h*) ölçülən mühitə daxil edilən balon 1-dən, birləşdirici kapilyarın 2-dən və manomet 3-dən ibarətdir. Ölçü şkalası 5-in oxu 4 ilə qol sistemi vasitəsilə əlaqələndir. Bu sensorlarda temperaturun dəyişməsi manometrik yayların (*f*), membranların (*g*), silfonların (*h*) hərəkət etməsi hesabına baş verir. Temperaturun son həddinə çatdıqda, ox 6-ı kontakt sisteminin işə düşməsinə səbəb olur və nəticədə idarəedici siqnalı yaranır.

Ölçmə tipli sensorlar temperaturun vizual izlənməsinə imkan verir, özü də sensorun şkalası nəzarət olunan obyektə əhəmiyyətli məsafədə yerləşə bilər (kapilyarın uzunluğu 40 m-ə qədər). Maye manometrik sensorlar cıvə, aseton, efir, spirt və onların birləşmələri ilə, qaz sensorları isə - azot və təsirsiz qazlarla doldurulur.

Manometrik sensorların ölçülmə xətası $1-2,5\%$ təşkil edir, ölçmə hədləri işləyən mayenin fiziki xassələrinin (məsələn, işləyən mayenin donma və qaynama temperaturları) keyfiyyət dəyişmə temperaturu ilə məhdudlaşdırılır. Bu cür sensorların çatışmazlıqları, əhəmiyyətli ətalət, vibrasiya və zərbələrə qarşı həssaslığın artması kontaktların işə düşməsinə səbəb ola bilər. Avtomatika sxemlərində, manometrik sensorlar aralıq relələri olmadan istifadə olunur, çünki onların kontaktlarının gücü icra mexanizmlərinin maqnit işəbuxucularını idarə etmək üçün kifayət edir.



Şəkil 2.11 Temperatur sensorları:

- a* – bimetallik; *b* – müqavimət termometri; *c* – termistorun xarakteristikası;
d – termistorun birləşmə sxemi; *e* – termistorun volt-ampere xarakteristikaları;
f – termocütün birləşmə sxemi; *g* – bir gərginlikdə pozistorların temperatur xarakteristikaları; 1 – bimetallik lövhə; 2 – yay; 3 – kontaktlar; 4 – məftil;
 5 – izolyasiya edən çərçivə; 6 – gövdə; 7 – çıxışlar; 8 – izolyasiya qalibi;
 9 – qaynaqlanmış sonluq; 10 – naqıl

Bimetallik sensorlar (şəkil 2.11, *a*) ölçü orqanı müxtəlif temperatur genişlənmə əmsallı olan, iki metall zolağının lehirlənməsindən hazırlanır. Temperaturun dəyişməsi ölçmə effekti deformasiyaya uğrayır (əyilir), və deformasiyanın dərəcəsi temperatura mütənəsbdir. Lehimli platinlər daha az temperatur genişləndirilməsi əmsalı ilə metal istiqamətində əyilir. Şəkil 2.11, *a*- da, bimetallik platin 1-in deformasiyası yay 2-in azad etmək üçün istifadə olunan sensor göstərilir ki, bu da kontakt 3-ün kəskin və aydın işləməsini təmin edir.

MKTS (modernləşdirilmiş kameralı temperatur sensoru) tipli temperatur sensorlarında kontaktların kəskin şəkildə işə salınması üçün

plastinlər müəyyən bir temperaturda deformasiya dərəcəsinə çatdıqdan dərhal sonra çəkən daimi maqnitlər istifadə edilir (-30 -dan $+50$ °C qədər tənzimlənən və kontaktlarının qırılma gücü 50 W qədər).

Bimetalik sensorların iş temperaturunun diapazonu çox böyükdür: -60 -dan $+350$ °C-yə qədər. Onların həssaslığı ümumiyyətlə 1 °C-dir, lakin daha yüksəkdə ola bilər.

Müqavimət termometrləri temperatur dəyişəndə elektrik müqavimətini dəyişdirmək üçün metal keçiricilərin xüsusiyyətlərindən istifadə edirlər.

Bu termometrlərdə Şəkil 2.11, *b*, mis və ya platindən hazırlanmış məftil 4, telləri izolyasiya edilmiş karkas 5-ə sarılır və qabıq 6 ilə bağlanır. Çıxışlar 7, izolyasiya qəlibi 8-ə bərkidilir.

Termometrlərin cari yükləri çox kiçikdir, belə ki, termometrin məftilində cərəyanla ayrılan istilik temperaturun ölçüldüyü mühitlə müqayisədə mümkün qədər azdır. İstilik sərfinin intensivliyi bir çox amillərdən asılı olduğundan (keçiricinin həndəsi ölçülərindən və formalarından, tərkibindən, sıxlığından, ətraf mühitin istilikkeçiriciliyindən, hərəkət sürətindən və s.), müqavimət termometrləri digər qiymətləri – qaz və ya maye mühitin tərkibini, sürətini və sıxlığını ölçmək üçün istifadə edilə bilər.

Yarımkeçirici termo müqavimətlərin (YTM) və ya termorezistorların, temperatur müqavimət əmsalı metallardan 8-10 dəfə çox olur, avtomatik temperatur idarəetmə sistemlərində geniş yayılmışdır.

Elementin müqaviməti və onun temperaturunun korrelyasiyasının xarakterinə görə termorezistorlar iki böyük qrupa bölünür - posistorlar və termistorlar.

Termistor, mənfi bir temperatur əmsalı və yüksək həssaslığı olan bir yarımkeçirici materialdan hazırlanmış bir posistor, müsbət əmsalı olan bir temperaturdan asılı müqavimətdir. Beləliklə, posistor korpusun temperaturunun artması ilə müqaviməti də artır və termistorun temperaturu artdıqca müqaviməti də azalır.

Bu gün termorezistorlar üçün materiallar aşağıdakılardır: kobalt, manqan, mis və nikel kimi keçid metallarının polikristal oksidlərinin

qarıışıqları, həmçinin silisium və germanium kimi şüşəli yarımkəçiriciləri və bir sıra digər maddələr.

Ölçülən və nəzarət edilən temperatur diapazonu -70 °C-dən $+1480$ °C təşkil edir. Konstruktiv olaraq, onlar metal çıxışı olan bu yarımkəçirici materiallardan hazırlanmış bir top, boru və ya disk təmsil edirlər.

Termistorların xarakterik xüsusiyyəti qoşulduğu dövrdə rele effekti əldə etmək imkanındır (şəkil 2.11, *d*). Termistorlardan cərəyan keçirsə, U_0 gərginliyi artdıqca, termistordakı müqavimət R_1 əvvəlcə cərəyana mütənasib olaraq artır və sonra termistorun cərəyanla istiləşməsinə görə olan müqavimətin azalması səbəbindən düşməyə başlayır.

Başqa keçirici müqaviməti ilə U_m -ə qədər məhdud olmayan termistor devrindəki gərginliyin U_m -ə qədər artması, cərəyanın sıçrayışlı məhdudiyətsiz artması ilə müşayiət olunur və termistorun məhvinə səbəb olur. Cərəyanı məhdudlaşdırmaq üçün, termistor dövrəsinə düz xətlə aşağı sabitlik parametrləri R_1 müqavimətini qoşurlar.

Sənayenin istehsal etdiyi termistorlar, nominalın 20% -ə qədər müqavimət yayılmasına malikdir. Bu da onların əvəzlənməsini çətinləşdirir. Posistorlar ensiz temperatur intervalında 1 °C-də üçün, 80%-ə çatan böyük müsbət temperatur müqavimət əmsalına malikdir. Xüsusi seçilmiş çirkləri olan barium titanatdan hazırlanırlar ki, bu da müqavimətin temperaturdan çox asılı olduğu yarımkəçirici xüsusiyyətlərini verir. Pozistorların temperatur əmsalı termistordan 3-4 dəfə çoxdur. Posistorlar mühərriklərin istiliyini ölçmək üçün onun dolağlarına yerləşdirilir.

Termoelektrik sensorlarda (termocutlər) termoelektrik effektdən istifadə edirlər. Əgər iki fərqli xüsusi seçilmiş keçirici lehimlənsə və onların lehimli ucu 9 qızdırılırsa (şəkil 2.11), onda keçiricinin sərbəst (soyuq) uclarında termo-EHQ yaranacaq. Bu ona görə baş verir ki, müxtəlif metallarda sərbəst elektronların enerjisi, temperaturun artması ilə eyni səviyyədə artmır. Keçirici boyunca temperatur fərqi olmasa, daha yüksək temperaturlu keçiricinin ucundakı elektronların enerjisinin və sürətinin daha böyük olacağına və elektronların isti ucdan soyuq uca doğru hərəkət etməyə başlayacağına gətirib çıxarır. Termo-EHQ E -nin dəyəri qızdırılan və sərbəst uclar arasındakı temperatur fərqi

mütənasibdir və məftillərin metalından asılıdır. Temperaturun ölçülməsi zamanı sərbəst uclar sabit temperaturla təmin edilir. Bunun üçün onlar lehim yerindən kifayət qədər uzaqlaşdırılır və ya eyni termo-EHQ-ə malik olan və buna görə də termoidentik və ya kompensasiya adlandırılan, məftillərin seçilməsi yolu ilə uzadılır. Təcrübədə aşağıdakı termocutlər tətbiq edilir: temperatur ölçülməsi 600 °C-ə qədər olan xromel-kopel (XK), mis-konstantan (M) – 350 °C-ə qədər, dəmir-konstantan (F) – 600 °C-ə qədər və s.

2.9 Səviyyə sensorları

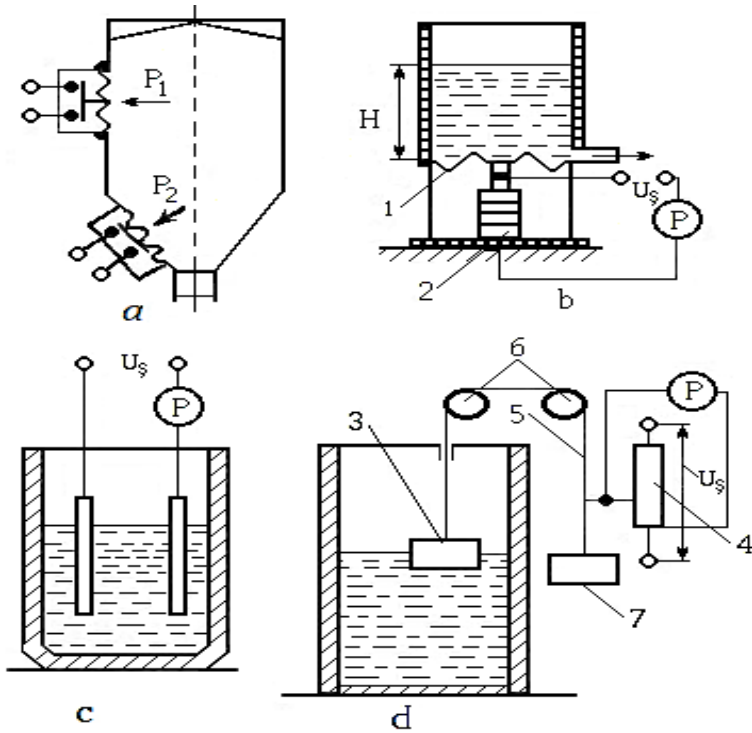
Səviyyə ötürücüləri - başlanğıc kimi qəbul edilmiş hər hansı nöqtəyə nisbətən maddələrin səviyyəsini ölçmək üçün cihazdır. Avtomatik idarəetmə sistemlərində membranlı, elektrodlu, üzgəclli və digər səviyyəli sensorları istifadə olunur.

Şəkil 2.12, a qablarında toplu qatı maddələrin hədd (yuxarı və aşağı) səviyyəsinin göstəriciləri kimi istifadə olunan membran sensorları göstərilir.

Belə sensorlarda, sensordan yuxarıda müəyyən toplu qatlı material səviyyəsinə uyğun olaraq müəyyən bir qüvvədə işləyən mikro açarlar istifadə edilir.

Şəkil 2.12, b –də, membrana ötürülən təzyiqin maye sütununun ağırlığı ilə ölçülməsinə əsasən səviyyəsinin idarə olunduğu membranlı səviyyə göstəricisi göstərilir. Onun H səviyyəsinə mütənasib olan mayenin çəkisi, membran 1-rin müəyyən ayrılıyına səbəb olur, mexaniki olaraq kömür sensoru 2 ilə bağlıdır. Materialın səviyyəsinə uyğun olan təzyiq, kömür sensoruna ötürülür, nəticədə elektrik signalı yaranır, cihaz P ilə ölçülür və ya nəzarət üçün istifadə olunur. Cihazın şkalası səviyyə vahidlərində qiymətləndirilir. Qeyd edək ki, mayenin sütununun təzyiqinin ölçülməsi səviyyənin nəzarət edildiyi rezervuarla əlaqəli qabda baş verir.

Elektrod sensorları mayenin səviyyələrini və bəzi toplu qatı maddələri sensorun elektrod arası boşluğunun aktiv və ya tutum keçiriciliyindəki müvafiq dəyişikliklə ölçməyə imkan verir (şəkil 2.12, c).



Şəkil 2.12 Səviyyə sensorları:

a, b - membranlı; *c* - elektrodlu; *d* - üzgəcli; 1 - membran; 2 - karbon sensoru; 3 - üzgəc; 4 - potensiyometrik çevirici; 5 - tros; 6 - blok; 7 - əks ağırlıq

Elektrod sensorlar sadə, dəqiq, ucuz və müxtəlif qablarda səviyyələrin uzaqdan ölçülməsini mümkün edir.

Üzgəcli sensorlarında, üzgəc 3 tərəfindən qəbul edilən maye səviyyəsindəki dəyişikliklər (şəkil 2.12, *d*) mexaniki əlaqə ilə (tros 5, bloklar 6, əks çəki 7) bir elementə ötürülür ki, bu dəyişiklikləri adətən potensiyometrik 4 və ya induktiv çevricilərini istifadə edərək elektrik siqnalı alınır. Ölçü cihazı *P* sensor çıxışına qoşulmuşdur, bu da səviyyənin artmasını qeydə alır. Çıxış siqnal avtomatik idarəetmə sisteminə verilə bilər. Bu sensorlar geniş həddə səviyyəyə nəzarət etməyə imkan verir, onların əsas çatışmazlığı hərəkətli hissələrin

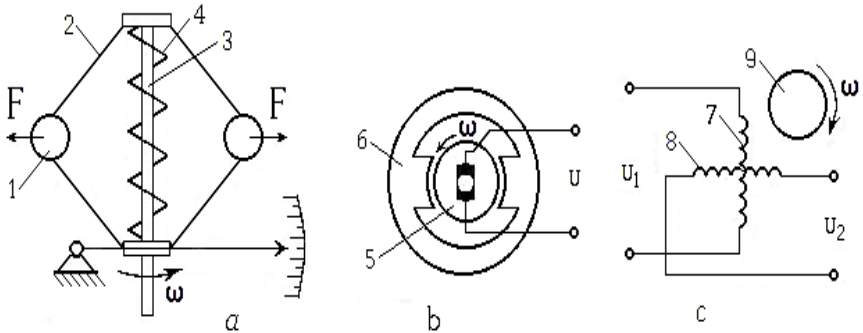
mövcudluğudur.

Nəzərə alın ki keçirilən sensorlardan başqa, mayelərin səviyyəsinin ölçülməsi üçün müxtəlif səviyyə göstəriciləri istifadə olunur – təzyiqli çənindəki mayenin sabit hündürlükdə yaratdığı və təzyiqli ölçülən mayenin təzyiqli fərqi cavab verən diferensial təzyiqli göstəriciləri.

Toplu materialların səviyyələrinin ölçülməsi üçün sensorlar arasında, məsələn, havada sərbəst fırlanan və toplu materialla təmasda olduqda kontaktlarını bağlayaraq çarxı dayandırmağın adını çəkmək olar.

2.10 Bucaq sürəti sensorları

Bucaq sürətlərin ölçülməsi üçün mərkəzdənqaçma taxometrleri və taxometrik çeviricilər (taxogenatorlar) geniş istifadə olunur. Ən sadə mərkəzdənqaçma taxometr sensorunun sxemi şəkil 2.13-də göstərilmişdir. Şarnirlər (həncəmlər) və dörd qol 2 vasitəsi ilə iki yük 1 ox 3-ə bərkildilir, açısal sürəti ölçülən obyektədən fırlanma hərəkətini qəbul edir.



Şəkil 2.13 Sürət sensorları:

a – mərkəzdənqaçma taxometri; *b* – sabit cərəyan taxogeneratoru; *c* – dəyişən cərəyan taxogeneratoru; 1 – yük; 2 – qol; 3 – ox; 4 – yay; 5 – lövbər; 6 – daimi maqnit; 7 – təsirlənmə dolağı; 8 – çıxış dolağı; 9 – rotor

Yay 4 bir az sıxılmış vəziyyətdə ox 3-ə geyindirilir, buna görə də sürgülər (aşağıdakı hərəkətli, yuxarıdakı hərəkətsiz), ox dönmədikdə, bir-birlərindən mümkün olan maksimum məsafədə yerləşirlər. Ox

müəyyən bir bucaq sürətində fırlandıqca, yüklər 1 mərkəzdənqaçma qüvvəsinin təsiri altında simmetrik olaraq ayrılır, yay sıxılır və aşağı sürgü, yay gücü iki kütlənin inertiya qüvvələrini tarazlaşdırana qədər yuxarı qalxır.

Oxun bucaq fırlanma sürəti, aşağı sürgünün hərəkətini göstərən bucaq sürət vahidlərində dərəcələnməmiş şkalada qeyd olunur.

Belə cihaz induktiv sensörün lövbəri, tutum sensörün hərəkətli elektrodu, potansiyometrik sensorun hərəkətli sürgüsü və s. ola bilər. Taxogeneratorlar sabit cərəyanlı, sabit maqnitləri (şəkil 2.12, *b*) və ya təsirlənmə dolağı olan dəyişən cərəyanlı ola bilər (şəkil 2.12, *c*).

Sabit maqnitləri olan sabit cərəyan taxogeneratorunda, lövbər 5 sabit maqnit sahəsi 6-da fırlanır. Sabit cərəyan taxogeneratorunda təsirlənmə dolağı müstəqil mənbədən enerji alır, buna görə maqnit axını dəyişməz qalır və çıxış gərginliyi milin bucaq sürəti ilə birbaşa nisbətlidir (lövbərin keçid prosesləri nəzərə alınmır).

Belə taxogeneratorlar aşağıdakı çatışmazlıqlara malikdirlər: kollektorda fırçaların olması işin etibarlılığının azalmasına gətirib çıxarır. Temperatur dolağın müqavimətinə, və buna görə də çıxış dəyərində təsir göstərir və s.

Asinxron dəyişən cərəyan taxogeneratorları hərəkətli kontaktlara malik deyildir. Statorda 90^0 bucaq altında iki dolaq yerləşdirilib (şəkil 2.13, *b*). Təsirlənmə dolağı 9 dəyişən cərəyan mənbəyindən U_1 gücünü alır, dolaq 10-dan isə çıxış gərginliyini U_2 götürür. Rotor 11 stator ilə stasionar silindrik nüvənin arasında fırlanan alüminium fıncandır. Rotor dönməz olduqda, çıxış gərginliyi U_2 sıfırdır, çünki dolaqların oxları qarşılıqlı şəkildə perpendikulyar olur. Təsirlənmə dolağının maqnit sahəsində fırlanan rotor 10-da cərəyan induksiya edir, hansı ki çıxış dolağının məftillərini keçən maqnit axını yaradır və onda dəyişən EHQ-ni əmələ gətirir.

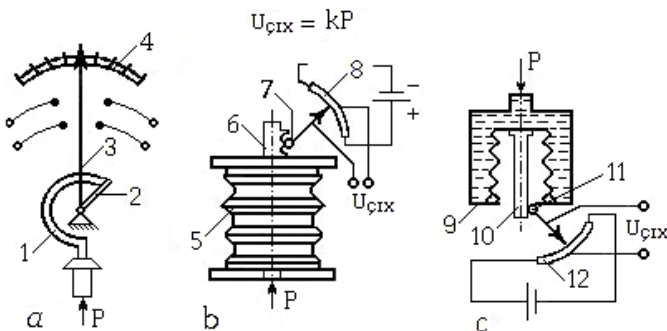
Bəzi digər bucaq sürət sensorları da mövcuddur. Beləliklə, mərkəzdənqaçma impellerlər istifadə olunur (hidravlik və ya pnevmatik). Fırlanma tezliyini ölçmək üçün, onluq sistemindəki işıq lövhəsində ölçmə nəticəsini göstərən rəqəmsal avtomatik taxometrlərdən istifadə edin. Belə taxometrlər (məsələn, rəqəmsal avtomatik TACHOMETR Tat-em) fırlanma tezlik ölçən sensoru və

tezlik sayğacı daxildir.

2.11 Təzyiq sensorları

İş prinsipi və cihazı ilə fərqlənən təzyiq sensorlarının müxtəlifliyindən yalnız kənd təsərrüfatı istehsalı təcrübəsində ən çox istifadə olunanların bir neçəsi nəzərdən keçiriləcəkdir. Manometrik bir nazik divarlı elastik borucuq 1 olan bir sensora (şəkil 2.14, *a*) bir qövs üzrə əyilmiş və oval kəsiyi olan, nəzarət olunan mühitin təzyiqi dəyişdikdə borucuğun içindəki təzyiq dəyişir. Borucuğun sərbəst ucu hərəkət edir və qollar sistemi 2 vasitəsilə göstərici oxunu 3-ü ölçmə şkalası 4-də nisbətən hərəkətə gətirir. Ox elektrik idarəetmə dövrəsinə daxil edilmiş kontakt sistemi ilə əlaqələndirilir. Borucuğun sərbəst ucunun hərəkətini potansiyometrik sensorun kontaktının hərəkətinə çevrilə bilər və s.

Qazlar (şəkil 2.14, *b*) və mayelər (şəkil 2.14, *c*) üçün silfonlu təzyiq sensorlarında, büzməli borucuq 5 reyka 6, dəyişən təzyiq P -nin təsiri altında reyka (narik taxta lovhə) 6-nın hərəkətini elektrik signalına çevirən cihazın hərəkətli hissəsinə qoşulmuş dişli çarx 7-yə bağlanır. Potansiyometrik çeviricinin çıxışındakı $U_{çix}$ gərginliyi ölçülmüş təzyiqlə mütənasibdir (K əmsalı). Təzyiq P -nin təsiri altında, silfon uzanır və ya sıxılır və reykanı (narik taxta lovhə) hərəkətə qətirir və şəkildə göstərilədiyi kimi, onunla birlikdə potansiyometrin sürgüsü 8-də hərəkət edir.



Şəkil 2.14 Təzyiq sensorları:

a – manometrik borucuqları ilə; *b, c* – sifonlu

1 – ölçülü incə divarlı elastik divar; 2 – qol sistemi; 3 – göstərici ox;

4 – şkala; 5, 9 – büzməli borucuqlar; 6, 10 – reyka; 7, 11 – dişli çarx;
8, 12 – potansiyometr sürgüsü

Pyezoelektrik sensorlar təzyiqlərin ölçülməsi üçün istifadə olunur və xüsusilə təzyiqlərin dəyişdirilməsi prosesinin sürətlə baş verdiyi yerlərdə, məsələn, daxili yanma mühərriklərində qazların təzyiqinin dəyişməsi, səs vibrasiyalarının təzyiqi və s. Pyezoelektrik adapterlər (qrammofon plastinkalarının səs çıxarıcıları), manometrlər, vibratorlar (maşınların vibrasiyasını ölçmək üçün), akselerometrlər (sürətləndirmə sayğacı) və bir çox başqa cihazlar geniş istifadə olunur. Onların iş prinsipi birbaşa pyezoelektrik effektin istifadəsinə, yəni deformasiyası zamanı bəzi dielektriklərin kənarlarında elektrik yüklərinin yaranmasına əsaslanır. Pyezoelektrik effekte malik materiallardan daha çox istifadə kvarts, seqnet duzu, barium titanları və s. olub. Kiçik ölçümlər, cihazın sadəliyi, ölçülən dəyərlərin geniş tezlik diapazonu – pyezoelektrik sensorların üstünlükləridir; aşağı həssaslıq və statik dəyərlərin ölçülməsinə yararsızlıq – çatışmazlıqlardır.

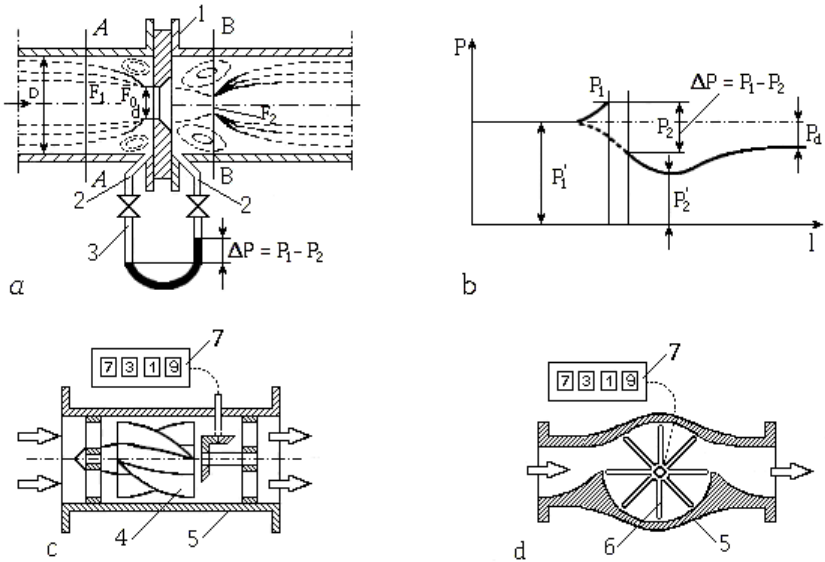
2.12 Sərfiyat sensorları

Maye və qazların sərfini ölçmək üçün müxtəlif sensorlar istifadə olunur. Ən geniş yayılmış diafraqma, ucluq, müxtəlif borucuqlar drossel cihazlarında təzyiqin düşməsi fərqinin ölçülməsi metodu istifadə olunur.

Diafraqma dəliyinin kəsiyinin boru kəməri 1 ilə daha kiçik olması hesabına (şəkil 2.15, a) boru kəmərinə yerləşdirilmiş drossel-diafraqma sensorunda 2 təzyiq fərqləri yaradılır. Bu fərq 3 borularının köməyi ilə tutulur, onlardan birində ölçmə aləti ilə cari mənbəyə qoşulmuş və iş prosesində maye ilə bypassed olan OMİK müqaviməti yerləşdirilir.

Diafraqmanın dəşik kəşiməsi boru kəmərinin kəsiyindən daha kiçik olması hesabına 2 (şəkil 2.15, a) boru kəməri 1-rə yerləşdirilmiş sensorun drossel-diafraqm 2-də təzyiq düşməsi yaranır. Bu fərq ötürmə borucuqları 3-ün köməyi ilə tutulur, onlardan birində Om müqaviməti

yerləşdirilir və ölçmə cihazı ilə cərəyan mənbəyinə qoşulur və iş prosesində maye ilə şuntlanır.



Şəkil 2.15 Dəyişən təzyiqli sərfi sayğacları:

a – diafraqmadan keçən axının strukturu; *b* – diafraqmanın yaxınlığında boru kəmərinin uzunluğu boyunca statik təzyiqli P -nin paylanması; *c* - spiral fırlanğıc ilə; *d* - şaquli fırlanğıc ilə; 1 – daraldıcı lovhə (diafraqma); 2 – impuls borucukları; 3 – U-formalı diferensial təzyiqli göstəricisi; 4, 8 - boru kəməri; 5 – spiral fırlanğıc; 6 – korpus; 7 – şaquli fırlanğıc; 9 – sayğac A-A – diafraqmanın həyəcanlanmalar təsirinin təsir etmədiyi maddə axınının kəsiyi; B-B – onun ən böyük sıxıldığı yerdə maddə axınının kəsiyi

Şkalası sərfi ölçmə vahidlərində dərəcələnməmiş cihazın göstəricilərinə görə, boru kəməridən vaxt vahidi ilə keçən maye miqdarı qiymətləndirmək olar. Şaquli və spiral fırlanğıcı olan sensorlar su, maye yanacaq, qaz və digər maddələrin sərfini ölçmək üçün geniş istifadə olunur.

Boru kəməri 8-də yerləşdirilmiş spiral fırlanğıc 4-dü olan sensor, fırlanğıcın hərəkəti ölçü cihazı 9-za ötürülür (şəkil 2.15, c). Korpus 5-də yerləşdirilmiş şaquli fırlanğıcı 5 olan sensor, axan maye fırlanğıcı

hərəkətə gətirir, onun bucaq sürəti ω (rad / s) axın sürəti ilə mütənəsbdir (şəkil 2.15, *b*). Fırlanğıc sərfi ölçən cihazın hesablama mexanizmi ilə əlaqələndirilir. Nəzərdən keçirilən sərfi sensorlarından başqa, boru kəməmindən axan mayenin ölçülən həcmələrinin sayını ölçmə prinsipi ilə işləyən həcm sayğacları istifadə olunur: axının hidrodinamik təzyiqli dəyişmələrinin porşenin və ya üzgəcin ağırlığı ilə tarazlaşdırıldığı sabit təzyiqli düşmə sayğacları; işləyən elementin (qanad, disk, top və s.) ətrafındakı axının dinamik təzyiqlərini qəbul etdiyi və sərfiyyatın dəyərindən asılı olaraq hərəkət etdiyi axın sayğacları; yarıqlı axın sayğacları, termal, fincan anemometrlər və digərləri.

2.13 Nəmlik sensorları

Bərk və toplu cisimlərin, qazların və digər mühitlərin nəmliyinin ölçülməsinin mövcud üsulları birbaşa və dolaylı olaraq bölünür. Nəmin ölçülməsinin birbaşa üsulları ilə ölçülən maddə quru maddəyə və nəmə ayrılır.

Təcrübədə qurutma üsulu etalon kimi istifadə olunur, lakin avtomatika sensoru şəklində nəmin ölçülməsi üçün onu tətbiq etmək praktiki olaraq çətinidir. Buna görə də, dolaylı ölçmə üsullarından istifadə olunur, burada materialın nəm miqdarı nəmlik ilə əlaqəli bəzi fiziki kəmiyyətə görə qiymətləndirilir. Geniş yayılmış birbaşa daha az dəqiq olan elektrik üsulları geniş yayılmışdır. Lakin nəm ölçməyin və alınan siqnalın monitorinq və nəzarət məqsədləri üçün istifadə edilməsinin ən sadə və sürətli yoludur.

Elektrik metodlarına aşağıdakılar aiddir:

- nəmliyin dəyərini ölçülən materialın elektrik keçiriciliyinin ölçülməsinin nəticələrinə görə qiymətləndirilən kondüktometrikdir;
- dielkometrikdir, burada rütubətə görə dielektrik keçiriciliyin və ya dielektrik itkilərin bucağının tangensinin dəyərinə görə qiymətləndirilir;
- qiğrometrikdir, hansı ki, mühitin nəmliyinin haqqında ölçülən mühitə yerləşdirilən gigroskopik maddənin elektrik və ya mexaniki xarakteristik xüsusiyyətlərinə görə qiymətləndirilir.

Konstruksiyasına görə kondüktometrik və dielkometrik sensorlar

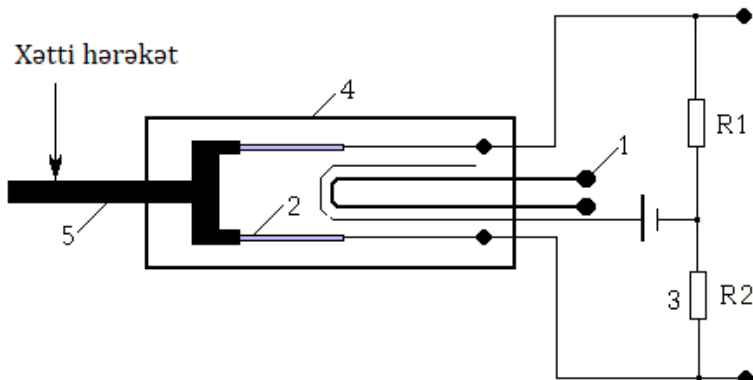
silindrik və ya yastı kondensatordan ibarətdir. Onun elektrodları arasında nəm ölçülməsi lazım olan material yerləşdirilir. Nəmliyin ölçülməsinin dielkometrik üsulu ilə sensorlar daha geniş yayılmışdır. Hygrometrik sensorlar havanın və qazların nəmliyini ölçmək üçün istifadə olunur. Qəbuledici element – iribuynuzlu mal-qaranın bağırsaqlarının qabığından hazırlanmış 5–30 mkm qalınlıqlı plyonka və ya yağsızlaşdırılmış insan saçı xidmət edir. Nisbi hava nəmliyi 0-dan 100% -ə qədər dəyişdikdə saçlar 2–2,5%, heyvanlar plyonka isə 4–5% qədər uzanır. Uzanma, nəmliyə mütənəsib olaraq göstərici cihazın oxuna qollu mexanizm vasitəsilə ilə ötürülür. Qazların və havanın nəmliyini ölçmək üçün yarımkeçirici hiqristorlar istifadə edilmişdir.

2.14 Elektron və ionlaşdırıcı sensorlar

Elektron sensorlar, elektrodların nisbi vəziyyətini dəyişdirə bilən elektron və ion lampalardır: anod, katot və tor. Elektrodlardan birinin hərəkət etməsi lampanın voltamper xarakteristikasında dəyişikliyə gətirib çıxaracaq. Praktiki məqsədlər üçün, körpü ölçmə sxemi ilə ikiqat diodlar istifadə olunur (şəkil 2.16). Ölçülən hərəkət, stasionar katot 1-ə nisbətən ikiqat anodları 2-ə membran 4-ə bərkidilir, sabitlənmiş fırlanan ölçmə çubuğu 5 tərəfindən həyata keçirilir. Belə sensorlar yüksək cərəyan həssaslığına malikdir.

Elektron sensorlar və ya mexanotronlar, kiçik daxili müqavimət və əhəmiyyətli cərəyanla, aşağı anod gərginliyi və 100 mA/mm-ə qədər cərəyan həssaslığı ilə xarakterizə olunur.

İonlaşdırıcı şüa sensorları radioaktiv şüalanmanın gücünün, maddələrin radioaktiv preparatlarla çirkləndirilməsinin ölçülməsi, xüsusi olaraq "damğalı" atomların sayını və yerini ölçmək, həmçinin qəbulediciyə daxil olan radioaktiv şüalanma ilə funksional bağlı qeyri-elektrik miqdarlarının ölçülməsi üçün istifadə olunur. Hər hansı bir ionlaşdırıcı şüa sensorunun məcburi elementləri: radiasiya mənbə və qəbuledicisi. Radiasiya mənbələri təbii və süni radioaktiv izotoplar və rentgen borularıdır. Eros ionlaşdırıcı şüaların müxtəlif növləri istifadə olunur (α -, β - və γ - şüalanma, neytron və rentgen şüalanması).



Şəkil 2.16 Daxili diodlu elektron sensorun sxemi:
1- katod, 2 - anodlar, 3 - elektrik körpüsü sxeminin sabit qolları;
4 – membran; 5 – fırlanan ölçü çubuğu

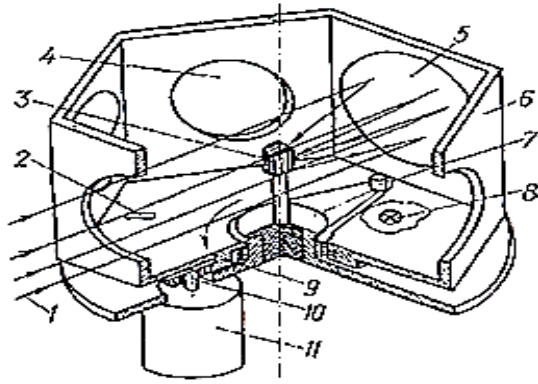
İonlaşdırıcı şüaları xarakterizə edən əsas kəmiyyətlər: mənbə aktivliyi; şüalanma intensivliyi və dozası; α -, β - şüalanma radioaktiv hissəciklərin axınlarını təşkil edir; γ -şüalanma və rentgen qısa dalğalı elektromaqnit şüalanma, çox vaxt α - və β -hissəciklərlə bənzətmə ilə γ -kvant axını kimi qəbul edilir. İonlaşdırıcı şüalanmanın enerjisini elektrik enerjisinə çevirən şüa qəbuledicilərinin iş prinsipi onlardan keçəndə qazların ionlaşma fenomeninə, və ya bəzi maddələrin şüalanmanın təsiri altında lüminessensiyasına əsaslanır.

Qəbul edənlər bunlardır: ionlaşma kameraları, proporsional sayğaclar, qaz–boşalma sayğaclar (ionlaşma fenomeni) və sintillyasiya sayğacları (lüminessensiya fenomeni).

2.15 İstiqamətləndirici iz sensorları

İstiqamətləndirici iz sensorları istiqamətləndirici izi göstərmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Onun iş prinsipi aşağıdakılardan ibarətdir (şəkil 2.17) Torpaq səthindən əks olunan işıq şüası 1, diafraqma dəliyi 4-dən keçir, fokus nöqtəsində yerləşən sferik güzgülər 5-in köməyi ilə hərəkətsiz fotoqəbuledici 3-ün üzərində cəmlənir. Sensor korpusu 6 dişli çarxlar 9 və 10 vasitəsilə elektrik mühərriki 11-lə dönməsi təmin

edilir.



Şəkil 2.17 – İstiqamətverici izin qavranılması üçün fotoelektrik sensorun işləmə prinsipi: 1 – işıq şüası; 2 – yarıq; 3 – fotoqəbuledici; 4 – diafraqmanın deşiyi; 5 – güzgü; 6 – sensor korpusu; 7 – foto qəbuledicinin çıxışı; 8 – foto yayan; 9, 10 – dişli çarx; 11 – elektrik mühərriki

Fırlanma zamanı sahə hissələrindən ardıcıl olaraq əks olunan şüalar fotoqəbuledici 7-nin çıxışında elektrik siqnallarına çevrilir. İzi qəbul edərkən (şum izləri, bitki satırları və s.), fotoqəbuledicinin 7-nin çıxışında izin və sahənin qalan hissəsinin arasındakı əks olunma əmsalları fərqi görə elektrik impulsu yaranır. Eyni zamanda foto yayan 8 və fotoqəbuledici 7-nin vasitəsi ilə etalon impuls formalaşır (fotoelementlər arasından yarıq 2-nin keçməsi zamanı əmələ gəlir). Müvafiq güzgülər 5 və yarıqları 2 olan diafraqma dəlikləri 4 sensor korpusunda yerləşir ki, bu da sahənin səthinin taramasının tezliyini istiqamətləndirici izlə artırmağa imkan verir. Müayinə olunan sahəni daraltmaq üçün diafraqma deliyindən 4-dən əvvəl korpus 6-da şaquli kəsik yerləşdirilir. Sensorlar KTM-rə elə yerləşdirirlər ki, fotoqəbuledici 7-nin və etalon impulsundan gələn siqnalın sıçrayışlı dəyişməsi eyni vaxtda baş versin. İki impuls arasındakı faz fərqi qiyməti və işarəsi, KTM-in istiqamətləndirici izindən kənarlaşma qiymətini və işarəsini təyin edir.

Nəzərə alınan çeviricilərin əsas çatışmazlıqları - aşağı həssaslıq və seçicilik, KTM-in sahə səthinə nisbətən titrəməsi zamanı əhəmiyyətli

bir fonu və əks olunan şüaların intensivliyindəki dəyişiklik ilə izah olunur. Sensorlar tərəfindən tarama müddəti sxemlərin minimum hərəkət müddətindən daha az olduğundan, son qüsur belə əhəmiyyətli deyil.

2.16 Əks olunan işığın sensorunun rəngə həssas ilkin çeviriciləri

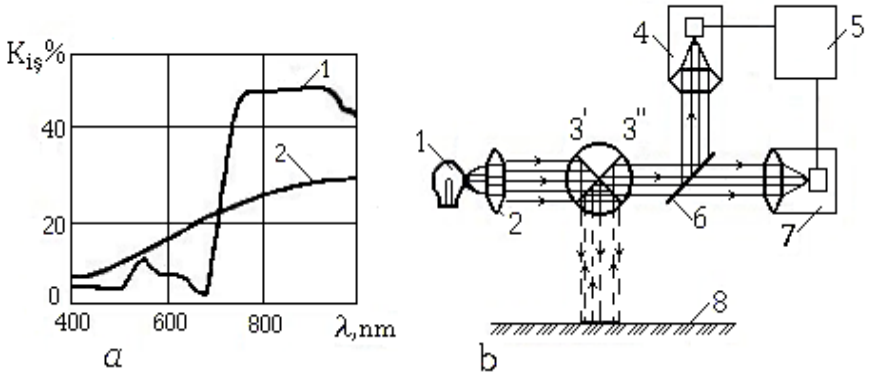
Əks olunan işıq sensorunun rəngə həssas ilkin çeviriciləri böyümə mərhələsində bitkilərin mövcudluğuna dair məlumatların çevrilməsinə xidmət edir, bunun üçün digər üsullar yararsızdır olarsa. Onların iş prinsipi torpaqdan və bitki yarpaqlarından görünən və infraqırmızı spektrlərdə işığın müxtəlif əks olunmasına əsaslanır.

Görünən şüalanmanın dalğa uzunluğu $\lambda = 400 - 700$ nm, infraqırmızı şüalanmanın isə, $\lambda = 700-1000$ nm. Effekt əldə edilir ona görə ki, da Bitkilərdə xlorofilin olması səbəbindən onlar minimum qırmızı spektrin işığını (<700 nm) əks etdiyindən belə effekt əldə edilir. Qumlu, gilli torpaqların əks etmə qabiliyyəti dalğanın uzunluğunun artması ilə təxminən xətti olaraq artır (şəkil 2.18).

Rəngə həssas sensor belə işləyir. Gücü 20 W olan volfram–halogen lampa 1, 400-1000 nm dalğa uzunluğunda işıq saçır, bu da linza 2 tərəfindən güzgü 3-ə fokuslanır və bitkilərin sırası oxundan müəyyən bir bucaq altında əks olunaraq torpaq 8-in müvafiq sahəsini işıqlandırır. Linza bir ölçülü keçiriciliyə malikdir (bütün diapazonda 1% fərqli). İkinci güzgü 3" güzgü 3'-n oxunda yerləşir, torpaq və bitkilərdən əks olunmuş işığı qəbul edir və dalğa uzunluğundan asılı olaraq onu ayıran işıq filtri 6-ya ötürür: 700 nm-dən çox və ya daha az. Işıq detektorları 4 (infraqırmızı üçün) və 7 (görünən şüalanma üçün) onlara düşən işığa mütənasib elektrik siqnalları yaradır. $K_{i\lambda}$ əmsalı riyazi emal bloku 5-də təyin olunur.

15-45 Hs-də tənzimlənən tezliyi olan iki hərəkətsiz güzgülər 3', 3" \pm 7,5 ° aralığında ossilləməsi addımlı elektrik mühərriki tərəfindən təmin edilir. Hərəkətsiz güzgülər 3', 3", torpaq səthindən 220 mm-ə yaxın məsafədə yerləşir, 20 x 10 mm ölçüsündə işıqlı səth yaradır. Kiçik ölçü

bitkilər sırasına perpendikulyardır. Ossillasiya zamanı işıqlı səth 120 x 20 mm-dir. Vacibdir ki, bütün optik sistem xarici işıqlandırmadan qorunsun (ossillasiyalı güzgülərin girişi istisna olmaqla).



Şəkil 2.18 Rəngə həssas sensorun sxemi: a – 1 - kələm yarpağı və 2 - qumlu-gilli torpaq üçün $K_{ış} = f(\lambda)$ asılılığı; b – bitki aşkarlanması üçün rəngə həssas sensorun funksional sxemi; 1 – volfram-halogen lampası; 2 – linza; 3 – güzgü; 4, 7 – işıq detektoru; 5 – riyazi işləmə bloku; 6 – işıq filtri; 8 – torpaq sahəsi

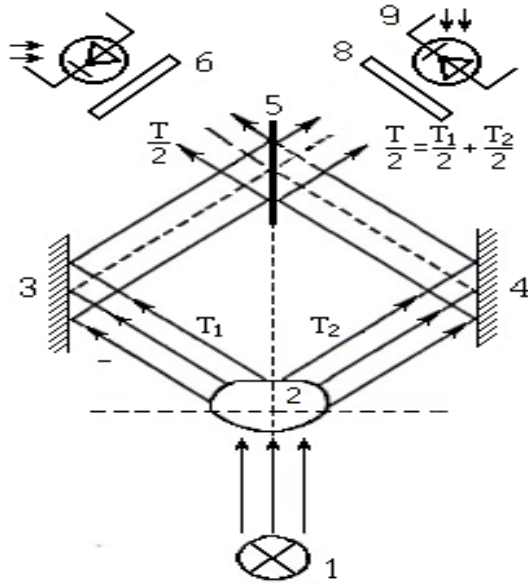
İşık detektorlarının hər biri fotodiod və MOY tranzistorla bir korpusda yerinə yetirilmişdir. Amplitudla sabitlənmiş impuls, fotodiodun əks keçid həcmi yükləyir, hansı ki, ona düşən işıq miqdarından asılı olaraq boşalır. Temperaturun təsirindən qaçmaq üçün detektor iki eyni diodla diferensial sxem üzrə həyata keçirilir, hansılardan ki, biri işıqdan qorunur və etalon impulsu yüklənir. Çıxış gərginliyi ona düşən işıq miqdarına mütənasibdir. İki siqnalın müqayisə blokunun çıxış gərginliyi mişar şəklinə malikdir, hansının ki, amplitudu $K_{ış}$ əmsalına mütənasibdir. İntensiv günəş işığı zamanı $K_{ış}$ əmsalı dəyişə bilər. Bu təsiri kompensasiya etmək üçün müqayisə blokunda müvafiq düzəlişlər verilmişdir.

2.17 Rəngə həssas ötürücülü işıq sensoru

Rəngə həssas ötürücülü işıq sensoru obyektlərin rəngi haqqında

informasiyanı çevirir. Məsələn, meyvələrin müxtəlif yetişmə dərəcəsini.

Bu, müxtəlif yetişmə meyvələrindən keçən işıq enerjisinin spektral xarakteristikalarının fərqliliyinə əsaslanır. Əgər iki seçilmiş tezlik diapazonunda ötürülən işığın sayını müqayisə etsək, onda meyvənin yetişmə dərəcəsindən asılı olaraq p əmsalı müəyyən etmək olar. Pomidorlar üçün, məsələn, p əmsalı onların yetişməsindən asılı olaraq təxminən 100 dəfə dəyişir ki, bu da sensorun yüksək selektivliyini əks etdirir. Sensorlar belə işləyir: ağ işıq lampası 1 meyvə 2-ini işıqlandırır (şəkil 2.19).



Şəkil 2.19 Meyvələrin yetişməsinə nəzarət edən rəngə həssas sensorun işləmə prinsipi: 1 – lampa; 2 – meyvə; 3, 4 – güzgü; 5 – yarım keçirici güzgü; 6, 8 – işıq filtri; 7, 9 – fotodiodlar

Ondan keçən işıq güzgülər 3 və 4-dən yarı keçirici güzgü 5-in istiqamətində əks olunur. Ona daxil olan işıq axını bütün meyvənin rəngi haqqında məlumatları daşıyır. Bu axın hər biri meyvənin rəngi haqqında tam məlumatları ehtiva edən iki bərabər hissəyə bölünür. Işıq axınları müvafiq olaraq işıq filtrləri 6 və 8-dən keçir, onlardan hər biri

müəyyən dar işıq diapazonundan keçir və fotodiodlar (fotoartırıcılara) 7 və 9 düşür.

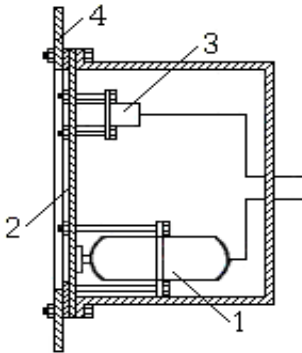
Bu axın hər iki meyvənin rəngi haqqında tam məlumatları saxlayan iki bərabər hissəyə bölünür. Işıq axınları sırasıyla hər biri müəyyən bir dar işıq diapazonundan keçən işıq filtrləri 6 və 8-dən keçir və fotodiodlara (fotomüəlliflər) 7 və 9 düşür.

Hər iki fotoqəbuledicinin üzərindəki çıxış gərginlikləri arasında nisbəti sensorün çıxışdakı meyvənin rəng əmsalı haqqında elektrik siqnalına çevrilmiş məlumatdır.

2.18 Elektroakustik sensorlar

Elektroakustik sensorlar səsi vibrator 1-ri istifadə edərək elektrik siqnallarına çevirir, onun rəqsi mikrofon 3-ə, plastin 2-nin vasitəsilə ötürülür (şəkil 2.20). Plastin 2 materialın səviyyəsinə nəzarət edən bunker 4-ün divarına bərkidilir.

Materialın səviyyəsi sensorun yerləşdirilməsi səviyyəsindən aşağı olduqda, vibrasiya lövhəyə ötürülür və mikrofon tərəfindən müəyyən elektrik siqnalları şəklində qəbul edilir. Materialın səviyyəsi sensorun yerləşdirilməsi səviyyəsindən yuxarı olduqda, lövhə 2-nin üzərində yük yaradılır; vibrasiya amplitüdü və buna görə də elektrik siqnalı azalır.



Şəkil 2.20 Elektroakustik səviyyə sensorun prinsipial sxemi:
1 – vibrator; 2 – lövhə; 3 – mikrofon; 4 – bunker

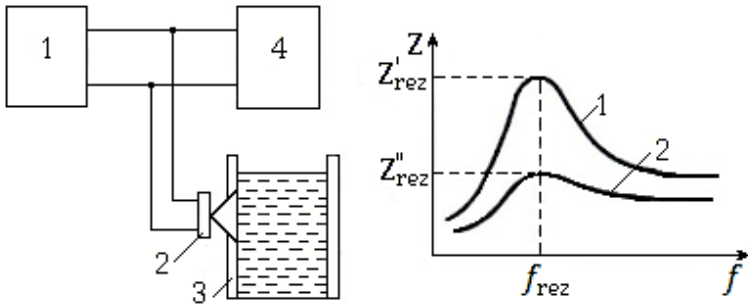
2.19 Rezonans sensorları

Rezonans sensorlarına, səviyyəyə nəzarət olunan bunker 3-ün

divarının deşiyində quraşdırılmış generator 1 ilə qidalanan elektrodinamik yayıcı 2 daxildir (şəkil 2.21). Yayıcıya paralel olaraq, sərhət cihazı 4 yerləşdirilir. Rezonans sahəsində yayıcının impedansı Z Şəkil 2.21 *b*-də göstərilmişdir. Əyrlər 1 və 2 sensorun yerləşdirmə səviyyəsindən aşağıda və yuxarıda yerləşən materialın səviyyəsinə uyğun gəlir. Nisbət $Z'_{rez} : Z''_{rez} \approx 1,5-2,0$, yəni Z_{rez} parametrinə görə iki şərtdən biri təyin edilə bilər: "səviyyə yüksəkdir" və ya "səviyyə aşağıdır".

Nəzərdən keçirilən sensorlar birmənalı "giriş-çıxış" asılılığına, yüksək həssaslığa malikdir, obyektə əks təsir göstərmir.

Onların xarakteristikaları sabitdir, onlar asanlıqla əvəz olunur. Təsvir edilmiş sensorların birincisində mikrofon onda seçiciliyi pisləşdirir və etibarlılığı azaldır. Rezonans sensoru membranı dempferləyir, əks işarəsi ilə bir yük kimi fəaliyyət göstərir və vakumun mövcudluğu haqqında məlumat üçün istifadə olunur.



Şəkil 2.21 Rezonans səviyyə sensorunun sxemi:

a – rezonans səviyyə sensorunun funksional sxemi; *b* – elektrodinamik yaymasının impedansiyasının enerji təchizatı gərginliyi tezliyindən asılılığı;

1 – generator; 2 – elektrodinamik yayıcı qurğu; 3 – bunker divarı;

4 – sərhət qurğusu

2.20 Ultrasəs ilkin çeviriciləri

Ultrasəs ilkin çeviricilərdə ultrasəsin istiqamətləndirilməsi və əks

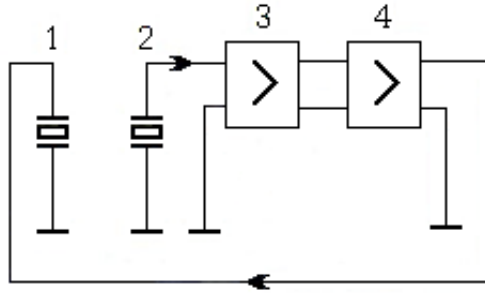
etdirilməsi imkanlarından istifadə edilmişdir.

Belə sensorlar yayıcı 1 və toxum keçmə zonasının hər iki tərəfində bir eyni müstəvidə yerləşən pyzeoelektrik tipli qəbuledici 2-ə malikdir (şəkil 2.22).

Çeviricinin funksional sxemi giriş gücləndiricisi 3-ü və güc gücləndiricisi 4-ü ehtə edir. Göstərilən elementlər pyzeoelementlər arasında hava boşluğu ilə birlikdə osilatör yaradır ki, bu da yayıcı və qəbuledici arasında məsafədən yararır:

$$D = \frac{n\lambda}{2}, \quad (2,3)$$

burada n 2-dən 10-a qədər tam ədəddir; λ – oscillyatorun dalğa uzunluğu;



Şəkil 2.22 - Toxumların keçməsinə nəzarət edən ultrasəsli ilkinl çeviricinin funksional sxemi: 1 – yayıcı; 2 – qəbuledici; 3 – giriş gücləndiricisi; 4 – güc gücləndiricisi

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad (2,4)$$

burada, c – hava mühitində rəqslərin yayılma sürəti 330 m/san bərabərdir;

f – rəqs tezliyi, Hs.

Pyzeoelementlərin işləməsi üçün tezlik f 50-100 kHs və $\lambda = 330 / (80 \times 10^3) = 4$ mm olmalıdır. Nəzərdən keçirilən sensor 10 mW-a qədər enerji sərf edir. Generasiya şərtlərinin pozulmasına işarə edən çıxış

siqnalı 3 və 4 gücləndiricilərin bəzi nöqtələrində potensialın dəyişməsində ifadə edilir. Ultrasəs sensorları həm birbaşa radiasiyalarını, həm də əks olunmuş ultrasəs yayılmasını qəbul edə bilər. Əks olunmuş yayılma sensorları ultrasəsin əks olunma xüsusiyyətləri əsasında işləyir. Bu tip çeviriciləri, məsələn, herbisidlərin püskürməsi zamanı ağacın tac obyektini aşkar etmək üçün istifadə edirlər. KTM və obyekt arasındakı məsafə yayılmanın başlanğıcı və əks olunan siqnalın qəbulu arasındakı vaxt intervalına görə müəyyən edilir.

Əgər obyekt iki mühit arasında sərhəddirsə (məsələn, torpaqda yığılmamış məhsul), onlardan əks olunan səs dəyişmələri həmin mühitin əksətdirici qabiliyyətinin fərqinə görə müəyyən edilir. Belə sensorlar KTM-nı qrup halında rərkəti zamanı istifadə etmək olar, özü də aparıcı kənd təsərrüfatı maşınında əksətdirici və idarə edilənlərdə isə sensorlar olmalıdır.

3. Texnoloji proseslər avtomatlaşdırma obyektləri kimi

Texnoloji proses materialın və ya məhsulun ilkin vəziyyətdən lazımı son vəziyyətə keçirilməsinə yönələn üsulların və əməliyyatların məcmusudur. Texnoloji prosesin idarəetmə obyekti kimi strukturu maddi axınlarla əlaqəli istehsal hissəsinin məcmusu kimi təqdim edilə bilər. Bir qayda olaraq, emal hissəsi və nəqliyyat hissəsi ilə bağlı olan saxlama hissəsi bir birini əvəz edir.

Keçidlərin ardıcılığı axın texnoloji xəttini (ATX) meydana gətirir – vahid texnoloji proses üzrə verilmiş ritmlə razılaşdırılmış qarşılıqlı əlaqəli avadanlıq kompleksi təşkil edir. ATX prosesin davamlılığını təmin edir, bu da onun tam avtomatlaşdırılması üçün zəmin yaradır. Texnoloji proseslər paralel və ya ardıcıl olaraq vaxtında həyata keçirilə bilər. Onlar bir çox əməliyyatlardan ibarət olan mürəkkəb (TP_2) və bir texnoloji əməliyyatı təmsil edən sadə (TP_1) ola bilər (şəkil 3.1).

Maddi-texnoloji proseslər real vaxtda baş verir və maddi axınların dəyişməsində öz əksini tapır.

Zamanla maddi axınların dəyişməsinin xarakterinə görə:

- fasiləsiz;
- diskret;
- diskret-fasiləsiz texnoloji proseslər fərqlənir.

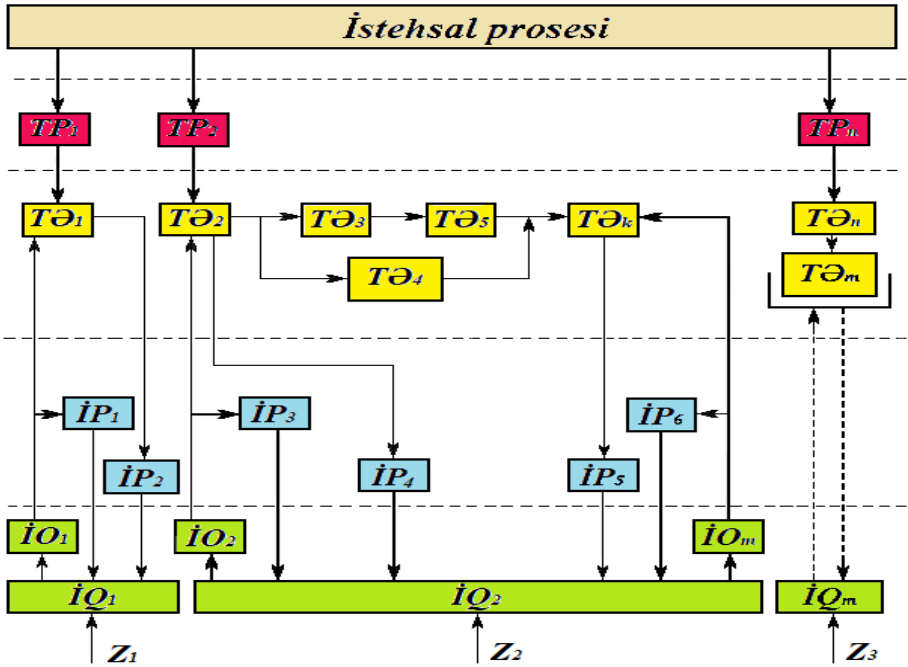
İstehsal hissəsinin girişində və çıxışında maddi axınların zamanla *fasiləsiz* olduğu proseslər daxildir. Belə proseslərə kimyəvi, istilik, istilik və digərləri daxildir. Fasiləsiz prosesləri xarakterizə edən parametrlər, bir qayda olaraq, fasiləsiz fiziki kəmiyyətlərdir:

- temperatur;
- təzyiq;
- maddənin;
- enerjinin istehlakı.

Aqrar sahədə fasiləsiz texnoloji proseslər sadə olanlar sinfinə aiddir.

Maddi axınların zamanla diskret şəkildə dəyişdiyi texnoloji proseslər *diskret* adlanır. Belə proseslər materialın ayrı-ayrı partiyalarının emalı ilə bağlıdır. Burada çıxış məhsulunun emalı təsbit edilmiş başlanğıcı və sonu ayrı-ayrı texnoloji əməliyyatların ardıcılığını təşkil edir. Diskret

texnoloji proseslər, bir qayda olaraq, universal texnoloji avadanlıqda həyata keçirilir ki, bu da eyni iş yerində bir neçə növ əməliyyat yerinə yetirməyə imkan verir.



Şəkil 3.1. Avtomatlaşdırılmış istehsal prosesinin funksional sxemi:
 TP - texnoloji proses; TƏ- texnoloji əməliyyat; İP — informasiya parametri;
 İO - işçi orqan; İQ - idarəetmə qurğusu; İM - idarəetmənin məqsədi;
 1, 2, 3,..., m, n, k —nömrələrdə keçidlərin ardıcılığı

Diskret - fasiləsiz texnoloji proseslərdə maddi axınlar zamanla diskret - fasiləsiz dəyişir. Giriş məhsullarının emalı ixtisaslaşdırılmış texnoloji avadanlıqlara ardıcıl-paralel olaraq həyata keçirilir. Hər bir texnoloji qurğuda bir növ əməliyyat aparılır.

Qurğuların məhsuldarlığı vahid texnoloji axınla razılaşdırılıb.

Diskret-fasiləsiz texnoloji proseslərin modellərinin və alqoritmlərinin idarə edilməsi rele dövrəsinin cəbr üsullarına əsaslanır. Texnoloji

prosesin texnoloji əməliyyatlara bölünməsi əməliyyatın davamlılığını, onun aparılma növbəliliyini, dövriliyini, yəni texnoloji prosesi alqoritmləşdirməyə imkan verir.

Alqoritm - ilkin məlumatları istənilən nəticəyə çevirən əməliyyatların məzmununu və ardıcılığını müəyyən edən bir əmrdir. Fəaliyyət alqoritmı hər hansı bir cihazda və ya qurğular toplusunda texnoloji prosesin düzgün yerinə yetirilməsi üçün tələb olunan əməllərin məcmusudur.

Texnoloji obyektin fəaliyyəti emal və daşınma hissəsinin vəziyyətinin dəyişməsindən (bir əməliyyatdan digərinə keçid) və saxlama hissəsinin vəziyyətinin dəyişməsindən (onlarda saxlanılan məhsulların sayının dəyişməsindən) ibarətdir.

Hissələrin vəziyyətinin dəyişdirilməsi idarəetmə qurğusundan alınan siqnalları idarə edən iş orqanlarının köməyi ilə həyata keçirilir.

İstehsal hissəsi (texnoloji əməliyyat) məhsula mexaniki və ya fiziki-kimyəvi təsir və ya bəzi məhsulların digər məhsullara çevrilməsini nəzərdə tutur.

İstehsalın texnoloji əməliyyatları çox mürəkkəb və müxtəlifdir, lakin buna baxmayaraq, onlar bir sıra tipik əməliyyatlar şəklində idarəetmə obyektləri kimi təqdim edilə bilər. Əməliyyatların bu və ya digər tipə aid edilməsinin əsas göstəricisi onların fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin, yəni maddi və enerji daxili əlaqələrinin eyniliyidir. Tipik əməliyyatlardan hər biri onu fiziki-kimyəvi hadisələrin böyük müxtəlifliyindən ayırmağa imkan verən bütün lazımi və kifayət qədər xüsusiyyətləri ehtə edir. Bu zaman onun məqsədli təyinatı nəzərə alınmalıdır.

Avtomatlaşdırma obyektini kimi texnoloji əməliyyatın təsnifat əlamətlərindən biri *emal olunan maddənin aqreqat vəziyyətidir*. Buna görə, bir çox hallarda, onlar üçün ümumi avtomatlaşdırma sxemləri olan bir qrup proses tapmaq olar (məsələn, konveyerlər və digər nəqliyyat qurğuları tərəfindən nəql edilən mayələrin, qazların, qatı maddələrin, dənəvər, lifli, pasta və çox aqreqatlı materialların axını idarəetmə sistemləri) (cədvəl. 3.1). Emal olunan materialın aqreqat vəziyyəti icra mexanizmlərinin (İM) və avtomatika sistemlərinin ilkin çeviricilər seçiminə əhəmiyyətli təsir göstərir. Obyektin girişində materialın

aqreقات vəziyyəti onun çıxışında vəziyyətdən köklü şəkildə fərqlənə bilər. Bu xüsusiyyət avtomatikanın texniki vasitələrinin (TSA) inkişafı zamanı nəzərə alınmalıdır.

Cədvəl 3.1

İşlənən materialın aqreقات halına görə təsnifatı

Materialın növü	Vəziyyəti	Materialın adı
Qazvari	Sərbəst	Hava, qazlar
	Təzyiq altında	Buxar, oksigen, hava
Maye	Həmcins	Su, süd, maye yanacaq, bitki yağı
	Qeyri həmcins	Qida tullantıları, maye peyin
Xəmir formalı	Qatı kütlə	Heyvan piyi, yağ, sürtkü yağları, nəmlənmiş yem
	Tək tək	Qablaşdırılmış yağ, kəsmik və yumurta, ət
Lifli	Böyük fraksiyalı	Ot, çörək kütləsi, saman, peyin, kətan, çətənə, yarpaqlar
Bərk kütlə	Qatı kütlə	Torpaq, gil, metal, ağac
	Tək tək	Kök bitkiləri, tərəvəz, meyvə, cecə
	Səpələnən	Taxıl, qarışıq yemlər, un, qum

Əlaqələrin xarakterinə görə prosesləri fərqləndirir:

- mexaniki və hidrodinamik;
- maddənin aqreقات vəziyyətini dəyişdirmədən istilik və kütlə mübadiləsi;
- elektrik, kimyəvi, bioloji və kombinə edilmiş.

Bu əlamət avtomatlaşdırılmış texnoloji prosesin tabe olduğu qanunauyğunluqları göstərir. Başqa sözlə, TP-in tipləşdirilməsi proseslərin riyazi təsvirinin və onların aparat tərtibatının ümumiliyini müəyyənləşdirməkdən ibarətdir.

İdarəetmə və tənzimləmə sisteminin strukturunu şərtləndirən obyektin (prosesin) dinamik xassələrinin xüsusiyyətləri bu qanunauyğunluqlarla ayrılmaz surətdə bağlıdır.

Adı çəkilən təsnifat əlamətlərindən istifadə edərək, cədvəl 3.2-ə göstərilən tipik texnoloji prosesləri qeyd etmək olar.

Cədvəl 3.2

Texnoloji proseslərin təsnifatı

Təsir üsulu	Texnoloji əməliyyatın adı	Texnoloji qurğunun, prosesin adı
Mexaniki	Daşınma	Konveyerlər, elevatorlar, su və qaz kəmərləri, sorucu borular
	Çeşidlənmə, təmizlənmə	Trierlər, kalibrəlmə və taxıl təmizləyici maşınlar
	Qarışdırma	Mikserlər, qidalandırıcılar, paylayıcılar, tərəzilər
	Parçalanma	Doğrayıcılar, dəyirmanlar
	Kəsmə	Şum, kultivator, saman və silos kəsiciləri, qırma maşınları
	Sıxılma, seyrəltmə	Kompressorlar, vakum qurğuları
	Yem paylaması	Yem paylayıcıları
	Dozalara bölmə	Tərəzilər, qidalandırıcılar
	Xırdalama, briketləmə	Xırdalayıcılar, preslər
İstilikli	Qızdırma	İstilik generatorları, elektrik qızdırıcıları, su qızdırıcıları, elektrik sobaları, qazanlar, quruducular, buxarxanalar
	Soyutma	Soyuducu və havalandırma qurğuları, kondensatorlar
Elektrikli	İşıqlandırma	Közərmə lampaları, lyuminescent lampalar, proyektorlar

	Şüalanma	Ultrabənövşəyi, infraqırmızı və bakterisid qurğular
	Elektrotexnoloji	Elektro-təmizləmə maşınları, artım stimulyatorları, pasterizatorlar, dezinfektorlar, elektroliz
	Enerji təchizatı	Generatorlar, çeviricilər, elektrik mühərrikləri
Hidravlik	Yuma	Kökümeyvəli yuyan, yuyucu qurğular
	Ayırma	Süd ayırıcıları, kərə yağı istehsalçıları
	Qarışdırma	Nasos və çiləyici qurğular, su nasosları, hidravlik qoçlar
Bioloji	Maya	Buxar qazanları, qarışdırıcılar, çənlər
Bioloji	Fotosintezləşdirmə	Əlavə işıqlandırma qurğuları
	Aqrar xidmət	Toxum və bitki aqronezarət cihazları
Kimyəvi	Oksidləşmə	Yanma, bişirmə
	Siloslama	Silos yemi, duzlama, turşutma, qıçqırtma
	Kimyəvi emal	Kobud yemlərin emalı, hissələri və materialların təmizlənməsi

Adətən, bu və ya digər texnoloji prosesin baş verdiyi aparat, maşın və ya qurğu avtomatlaşdırma obyektini kimi hesab olunur. Texnoloji proses avtomatlaşdırma sxemlərinin hazırlanmasında həlledici amil olduğundan, bu dərəcə vəsaitində *avtomatlaşdırma obyektini* altında texnoloji proses, aparat, maşın, quraşdırma və ya onların məcmusu başa düşülür. Bununla əlaqədar olaraq, avtomatlaşdırma obyektləri prinsipial avtomatlaşdırma həllərini müəyyən edən texnoloji proseslərin tipinə uyğun olaraq təsnifləşdirilir: hansı parametrləri tənzimləmək, nəzarət etmək, hansı parametrlərin dəyişməsi ilə idarəedici təsir göstərmək lazımdır.

Eyni tipli texnoloji proseslər (məsələn, istilik prosesləri) aparat tərtibatı, emal edilən maddələrin xüsusiyyətləri və s. ilə fərqlənə bilər. Lakin, onların hamısı eyni qanunlara uyğun olaraq davam edir və parametrlər arasında oxşar asılılıqlarla xarakterizə olunur. Bu asılılıqların xarakteri ilk növbədə idarəetmədə iştirak etməli olan parametrləri müəyyənləşdirir. Ən çox yayılmış konstruksiyalı aparatlarda baş verən proseslərin bir növü üçün, prinsipə bu proseslərin bütün növləri üçün məqbul olan avtomatlaşdırmanın həlli hazırlana bilər. Bu həll tipikdir. Standart bir həllin olması, hər bir konkret hal üçün SAU-un sintezi işini xeyli asanlaşdırır.

Paylanmış parametrlərə malik tipik TP özəl törəmələrdə diferensial tənliklərlə təsvir olunur. Buna görə də onların təhlili qayda çox mürəkkəbdir.

Tipik texnoloji proseslərin idarəetmə sisteminin seçilməsi onların fiziki mahiyyətinin əsaslı şəkildə sadələşdirilməsinə əsaslanır, bu da prosesin parametrlərinin paylanması amilinə əhəmiyyətli dərəcədə etinasız yanaşmaqdan və onun cəmlənmiş parametrlərlə əvəz edilməsindən ibarətdir. Prosesin bu cür sadələşdirilməsi, bir qayda olaraq, tamamilə məqbuldur və qənaətbəxş nəticələr verir.

Texnoloji proseslərin avtomatik tənzimləmə sistemlərinin yaradılması zamanı optimal, yəni ən effektiv texnoloji prosesin avtomatlaşdırılmalı variantının işlənilməsi mühüm mərhələlərdən biridir. Bu problemin həlli müəyyən edilmiş dəqiqlik, məhsuldarlıq, emal üsullarının parametrlərini müəyyən etmək üçün xüsusi bilik və təcrübə tələb edir.

Texnoloji proseslərin (parametrlərin) keyfiyyət göstəricilərinə dair tələblər təsviri və ya

qrafik şəkildə ifadə edilə bilər. . Y_x parametrinin nominal dəyəri birmənalı olaraq təyin edilə bilər, məsələn $\Theta_h = 20^\circ \text{C}$, və ya: $\Theta_h = 18 \dots 20^\circ \text{C}$ və ya $\Theta_h \geq 20^\circ \text{C}$ və s. Avtomatlaşdırma məsələlərini həll etmək üçün parametrin normadan və sapma müddətindən icazə verilən səpmələr haqqında məlumatlar vacibdir.

Texnoloji avadanlıq və aqreqların iş şəraitinin, obyektin idarə olunması qanunlarının və meyarlarının təhlili əsasında TP-nin avtomatlaşdırılması sisteminin işlənilməsi hazırlanması prosesində optimal

avtomatlaşdırma səviyyəsini müəyyən etmək lazımdır. TP-nin diqqətlə nəzərdən keçirilməsindən sonra aşağıdakı məsələlər həll olunmalıdır:

- avtomatik tənzimləmə və nəzarət edilməli olan texnoloji parametrlərin müəyyən edilməsi, onların dəyişiklik limitlərinin dəqiqləşdirilməsi və texniki vasitələrin seçilməsi məqsədi ilə bu parametrlərin ölçülməsi metodlarının seçilməsi;
- avtomatlaşdırmanın optimal həcmünün müəyyən edilməsi (texnoloji proses haqqında informasiyanın əldə edilməsi: onun idarə edilməsi üçün texnoloji prosesə təsir, texnoloji parametrlərin sabitləşdirilməsi, texnoloji parametrlərin və texnoloji avadanlıqların vəziyyətinin nəzarəti və qeydiyyatı);
- texnoloji avadanlıqların idarə edilməsi üsulunun müəyyənləşdirilməsi: avtomatik və ya uzaqdan;
- TSA-ın seçilməsi, təqdim olunan tələblərə və iş şərtlərinə ən tam cavab verir;
- cihazları və aparatları lövhələrdə, bilavasitə aqreqlatlarda və s. yerləşdirmək.

4. Avtomatik axın texnoloji xətlərin idarə edilməsi sistemlərinin sintezi

4.1. Sintez anlayışı

Sintez - obyektin müxtəlif elementlərinin vahid bütöv sistemə birləşdirilməsidir.

Sintez analizlə ayrılmaz şəkildə bağlıdır (obyektin elementlərə parçalanması).

Avtomatik idarəetmə sistemlərinin sintezi (AİS-un sintezi) avtomatika bölməsi kimi müxtəlif idarəetmə sistemlərinin məhdud ilkin məlumatlar zamanı verilmiş xassələrə malik avtomatik (avtomatlaşdırılmış) layihələşdirilməsi üsullarını nəzərdən keçirir. O, üç əsas mərhələdən ibarətdir.

Birinci mərhələdə layihələndirilən (sintez edilən) sistemin riyazi modeli işlənir. Riyazi model, sistemin sürətliliyi və etibarlılığı, dəqiqliyi, buraxılan məhsulun keyfiyyəti və s. kimi vəziyyətlərin göstəriciləri ilə idarəetmə parametrləri arasında əlaqələri göstərir, onların köməyi ilə layihələndirilən sistemə təsir göstərilir, nəticədə onun göstəriciləri, vəziyyəti və idarəetmə parametrləri dəyişir. ATX AİS dövlətlərinin bütün giriş, çıxış dəyərləri və parametrləri yalnız diskret dəyərləri qəbul edə bilər. Sistemin fəaliyyət alqoritmini təsvir etmək üçün boolean cəbri qanunları və avtomatika nəzəriyyəsi istifadə olunur.

İkinci mərhələdə riyazi model əsasında məqsədli funksiya təşkil edir və ya optimallıq meyarlarını, ATX AİS sintezinin riyazi şəkildə ifadə edilmiş məqsədini müəyyən edir.

Hədəf funksiyasında eyni zamanda iqtisadi göstəricilərin əlavə edilməsi ilə vəziyyətlərin bir neçə göstəricisi əks oluna bilər.

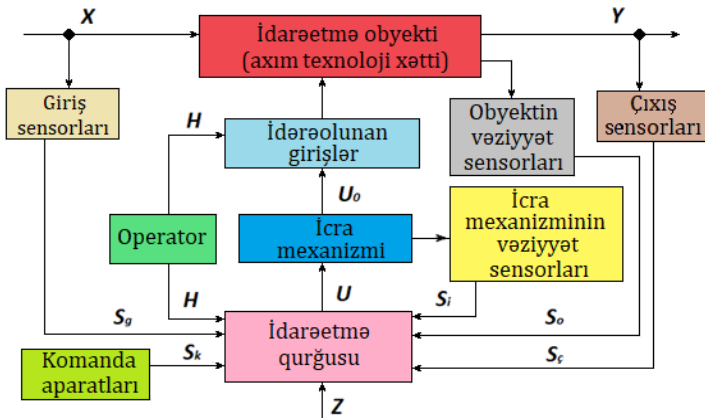
Bəzi variantlarda hədəf funksiyası ekstremuma çatır. Onlardan biri həyata keçirmək üçün seçilir. İkinci mərhələ çox vaxt birinci ilə birləşdirilir.

Üçüncü mərhələdə ümumi riyazi asılılıqlar (təvsiyələr) şəklində alınmış sistemin seçilmiş variantının texniki reallaşdırma üsulları işlənir, yəni funksional, struktur, dinamik, prinsipial, montaj və digər sxemlər tərtib edilir.

ATX AİS variantının texniki həyata keçirilməsi sənaye tərəfindən istehsal olunan avadanlıq, avtomatlaşdırma texniki vasitələri və idarəetmə qurğuları bazasında həyata keçirilir. Onların seçimi zamanı layihələndirilən ATX AİS - in istismar şərtləri nəzərə alınmalıdır (yəni istifadə olunan məmulatın texniki şərtlərinin istismar şərtlərinə uyğun olması).

4.2. Texnoloji axın xətlərin ATS -in strukturu və tərkibi

TAX ATS -nin struktur sxemi şəkil 4.1 göstərilmişdir. TAX ATS, idarəetmə obyektinə əlavə olaraq, idarəetmə qurğuları, sensorlar, komanda aparatları, icra mexanizmləri daxildir. İdarəetmə qurğusu İO - nin giriş və çıxış sensorlarının siqnailləri ilə vəziyyətini izləyərək, idarəedici təsiri formalaşdırır, hansı ki, İM -i obyektin idarəolunan girişin qəbul edilən formaya çevirir.

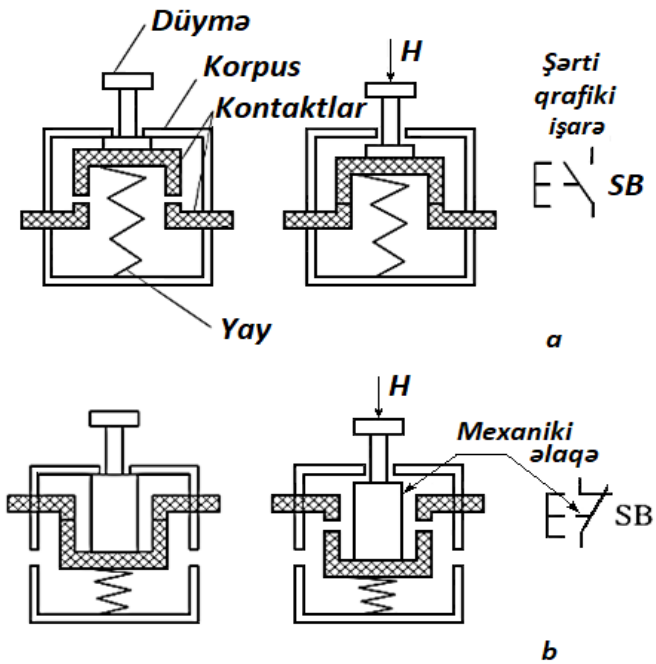


Şəkil 4.1. Texnoloji axın xətlərin avtomatik tənzimləmə sisteminin ümumiləşdirilmiş sxemi: X - obyektin girişləri; Y - obyektin vəziyyəti; U_0, U - idarəetmə hərəkətləri; H - əl ilə təsirlər; S_g, S, \dots, S_c, S_y — obyektin giriş və çıxış parametrlərinə nəzarət edən sensorlardan, həmçinin texnoloji xəttin aqreqləri və qurğularının və emal olunan materiallarının vəziyyəti; S_k - əmredici aparatlar tərəfindən yaradılan siqnaillər; Z - idarəetmə məqsədi

Obyektin idarə olunan girişlərinə operator təsir edə bilər (əl ilə). Bundan başqa operator və ya komanda aparatları əməliyyat rejiminin parametrlərini dəyişməklə idarəetmə qurğusu ilə qarşılıqlı əlaqə yarada bilərlər.

Komanda aparatlarına əl təsir aparatları (düymələr, tumblerlər, çevricilər), həmçinin vaxt relesi daxildir. Birincilər, avtomatik sistemlərdə operatorun əl təsiri ilə diskret siqnallar verilir, ikincilər isə avadanlığın müvəqqəti alqoritm əsasında tsiklik işləməsini təmin edir.

Düymələr bir sabit vəziyyətə malikdir. Düymənin icra elementi - kontaktlardır. Normal qapalı və ya normal açıq ola bilər (şəkil 4.2).



Şəkil 4.2. Düymənin blok sxemi: a - kontaktın normal açıq icrası; b - kontaktın normal qapalı icrası; H - əl ilə təsir; SB - elementin mövqeyinin təyini

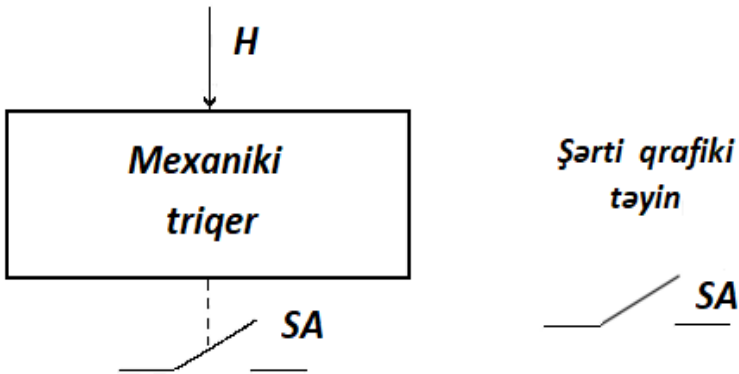
Düyməyə əl ilə təsir göstərdikdən sonra kontaktlar öz vəziyyətini qapalıdan açıq vəziyyətə və əksinə dəyişir. Əl təsirlərini qurtardıqdan

sonra, düymənin kontaktları ilkin vəziyyətinə qayıdır .*Tumblersin* kontaktları iki sabit vəziyyətə malikdir (şəkil. 4.3). Bir vəziyyətdən digərinə keçirilməsi üçün əl təsiri tələb edir. Əvvəlki

vəziyyətə qayıtmaq təkrar əl təsiri ilə həyata keçirilir.

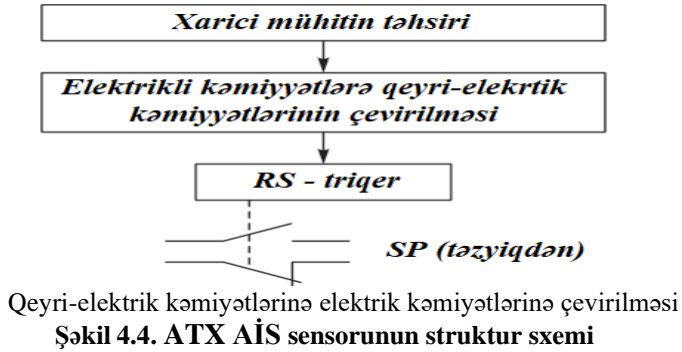
Keçid açarları(çevricilər), ixtisaslaşdırılmış və universal olur. Onlar bir neçə kontaktı ola bilər. Keçid açarlarının texniki şərtlərində (TŞ) kontaktın sapının bu və ya digər kontakt cütlərinin hansı mövqedə bağlandığı göstərilir.

Real vaxt rejimində avadanlığın idarə olunması üçün *proqram qurğularından*, məsələn, 2PBM tipli elektromexaniki iki proqramlı qurğu və ya mikroprosessorlu proqramlaşdırılan PCZ vaxt releşi , yaxud proqramlaşdırılan məntiqi kontrollerdən (PLC) istifadə olunur.



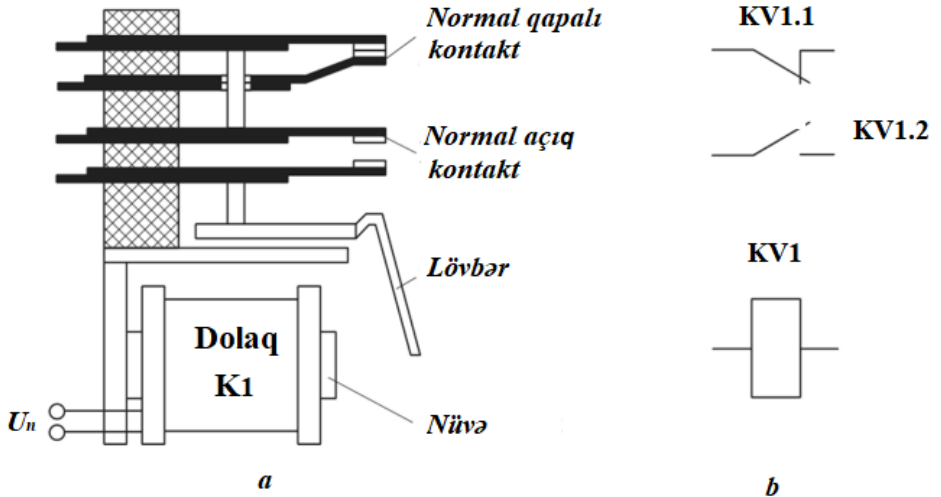
Şəkil 4.3. Tumblersin blok sxemi

ATX AİS sensorları iki əsas növə bölünə bilər: qeyri-elektrik kəmiyyətləri və elektrik kəmiyyətləri üçün sensorlar. *Qeyri-elektrik kəmiyyətləri* sensorlar işçi orqanlarının vəziyyətinə, qablarda materialın mövcudluğuna, təzyiğin, temperaturun, sürətin, fırlanma tezliyinin məhdudlaşdırılmasına və s. nəzarət edirlər. Belə sensorların struktur sxemi (şəkil 4.4) göstərilmişdir.



Şəkil 4.4. ATX AİS sensorunun struktur sxemi

İcra mexanizmlərinin vəziyyətinin elektrik qiymətləri sensorları rele şəklində konstruktiv olaraq təqdim edilə bilər (şəkil 4.5).



Şəkil 4.5. Rele: a — konstruktiv sxemi; b — şərti qrafiki işarələri

Rele üçün nominal olan gərginlik makaraya verildikdə, makaranın nüvəsinə relenin lövbəri çəkilir, bununla yanaşı, itələyicilər kontaktlara təsir edir və onların vəziyyətini dəyişdirirlər: açıq bağlanır və qapalı açılır. Gərginlik rele dolağından çıxarıldıqda, kontaktların vəziyyəti ilkin vəziyyətinə qaydır.

Maqnit işəsalıçılarının və kontaktorların iş prinsipi releyə bənzəyir, lakin onların konstruktiv yerinə yetirilməsi reledən fərqlənir.

Rele cihazları signal gücləndiriciləri kimi istifadə olunur - icra cihazlarını işə salmaq üçün; kontakt artırıcıları kimi - öz kontaktları olmayan icra qurğuları üçün (məsələn, elektromaqnit klapaları üçün); idarəetmə sxemlərində məntiq elementləri kimi; nəzarət, mühafizə və signalizasiya sxemlərində komanda elementləri kimi.

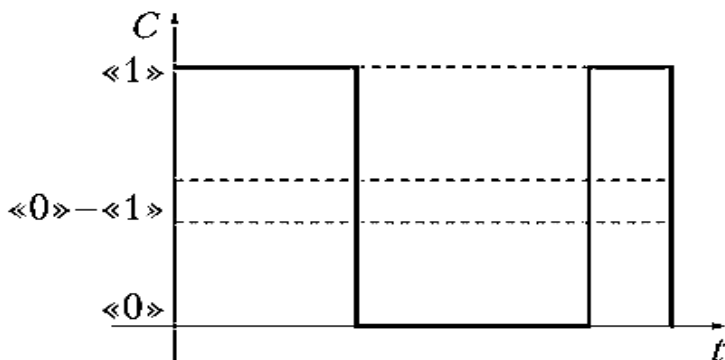
İcra mexanizmləri idarəetmə qurğusunun signalını qəbul edən və idarəetmə obyektinin idarəolunan girişinə təsir edən qurğulardır (elementlərdir). Bunlara aşağıdakılar daxildir: *elektrik mühərrikləri, dartma elektromaqnitləri, pnevmatik və hidravlik silindrlər.*

İdarəetmə orqanının (İO) **idarə olunan girişləri** — maddə və ya enerji axınlarının keçdiyi qurğulardır. Bunlar müxtəlif növ konveyerlər, havalandırma qurğuları, kompressorlar, klapalar, siyirtmələr və s.

U_0 idarəetmə təsiri müəyyən bir məqsəd üçün obyektə verilir. *İdarəetmənin məqsədi* - zamanla obyektin istənilən vəziyyəti və ya vəziyyətlərin ardıcılığıdır.

Əgər məqsəd başqa cür ifadə olunursa, onda obyektə idarə etmək üçün idarəetmə obyektinin vəziyyətlərinin dilinə tərcümə etmək, yəni çıxış parametrlərinin funksiyaları vasitəsilə təsvir etmək lazımdır.

Avtomatik sistemlərdə informasiya mübadiləsi ikili iki mövqeli signallarından istifadə etməklə baş verir (diskret fasiləsiz informasiya parametri iki mənaya malikdir — "0" və "1" (şəkil 4.6)).



Şəkil 4.6. İki mövqeli ikili siqnalının tipik forması: C – idarəetmə təsiri; t – zaman

Rele-əlaqə sxemlərində yerinə yetirilən sistemlərdə siqnalın yayılma sürəti, idarəetmə dövrəsindəki rele elementlərinin sayından, bu elementlərin işləmə sürətindən asılıdır və bir saniyə içərisində olur.

Avtomatik tənzimləmə sistemi elektron sənaye tərəfindən buraxılan inteqral sxemlər (IS) əsasında həyata keçirilə bilər. Bu sinifin inteqral sxemlərində yalnız iki tip siqnal tətbiq olunur — yüksək və aşağı gərginlikli səviyyələr, buna görə də onlar *rəqəmsal sxemlər* adlanırlar. "1" məntiqi funksiyanın məntiqi vahidi yüksək səviyyəli gərginlik, məntiqi sıfır isə "0" — aşağı səviyyəli gərginlik ilə uyğundur. Rəqəmsal sxemlər TTM və KMOY texnologiyalarından istifadə etməklə hazırlanırlar. TTM sxemləri - tranzistor-tranzistor məntiqinin sxemlərinə aiddir. KMOY - metal-oksit-yarımkeçirici strukturlu komplementar yarımkeçirici cihazların qısaldılmış adıdır. KMOY - IS ailəsi çox kiçik enerji istehlakı ilə geniş istifadə olunan sxemlərdir. TTM-və KMOY -sxemlər üçün gərginlik səviyyələri enerji mənbəyinin tam gərginliyinin faizi kimi Cədvəl 4.1-ə verilmişdir. Rəqəmsal TTM sxemləri hər zaman 5 V gərginlikdə işləyir, bəzi KMOY sxemlərində isə 15 V-ə qədər gərginlik tələb olunur. Eyni IS üçün 2 - 5V (40 ... 100%) - arasındakı gərginlik yüksək səviyyəyədir, 0,8 - 2 V (16 ... 40%) arasındakı gərginlik aşağı səviyyə hesab olunur. 0,8 - 2 V (16...40%) arasındakı gərginlik qeyri-müəyyən bir sahəyə düşür və müvafiq siqnallar rəqəmsal TTM sxemləri üçün arzuolunmazdır.

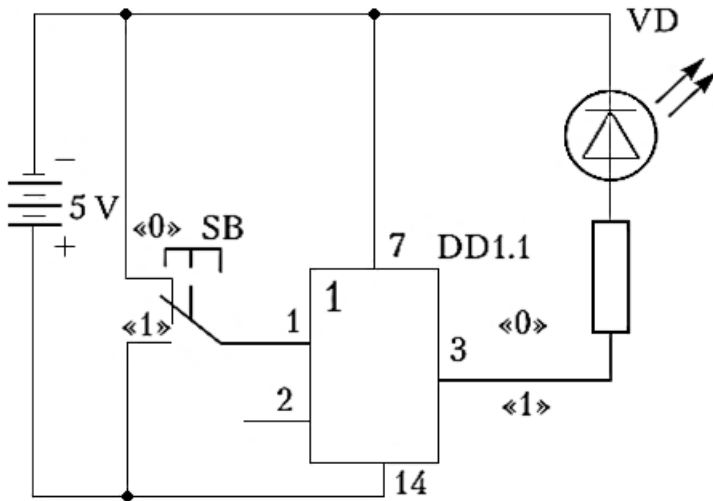
Cədvəl 4.1

Rəqəmsal inteqral TTM və KMOY sxemləri üçün məntiqi səviyyələr

TTM	Faiz nisbəti, %	KMOY	Gərginlik səviyyəsi
Yüksək səviyyəli	100	Yüksək səviyyəli	Müsbət gərginlik
	90		
	80		
	70		

	60	Qeyri-müəyyən sahə	
	50		
	40		
Qeyri-müəyyən sahə	30		
	20	Aşağı səviyyə	Torpaq (L)
Aşağı səviyyə	10		
	0		

Şəkil 4.7-ə TTM - texnologiyasının inteqral sxemlərindən istifadə etməklə idarəetmə sxemi təqdim olunur. Sxemdə təsvir olunan SB düyməsinin DD1.1 inteqral sxeminin 1 girişinə "0" verilir. SB düyməsini basdıqda, DD1.1-in 1 girişinə "1" verilir, DD1.1-in 3 çıxışında "1" siqnalı görünür və işıq yayan diodu VD işıqlanmağa başlayır.



Şəkil 4.7. İnteqral sxemlərin istifadəsi ilə idarəetmə sxemi

Elektron sxemlərdə siqnalın yayılma sürəti rele-kontakt sxemlərdə dəfələrlə yüksəkdir.

İdarəetmə qurğusu avtomatik tənzimləmə sisteminin bütün qurğularının alqoritm əsasında fəaliyyətlərinin əlaqələndirilməsini təmin edir.

İdarəetmə qurğusu rele-kontakt sxemləri (RKS), təmassız məntiqi elementləri (məsələn, TTM - və ya KMOY-sxemlərdə), həmçinin idarəetmə qurğusu kimi məntiqi kontrolleri istifadə edilə bilər.

Alqoritm - bu istənilən düzgün müəyyən edilmiş hesablama prosedurudur, nə vaxt ki, girişə hər hansı məbləğ və ya kəmiyyətlərin dəsti verilir, və yerinə yetirmənin nəticəsi çıxış ölçüsü və ya qiymətlərin dəsti olur. Bununla birlikdə, bir idarəetmə quruluşunu inkişaf etdirmək üçün alqoritm rəsmiləşdirilməlidir, yəni. simvolik yazıları ilə təqdim edilməlidir.

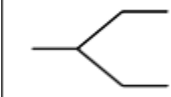
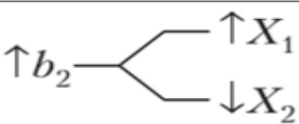
TP-in alqoritm rəsmiləşdirmək üçün aşağıdakı məktub təyinatları tətbiq olunur:

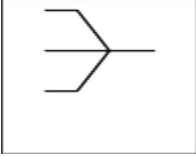
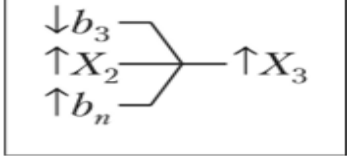

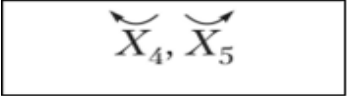
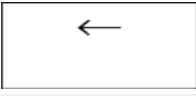
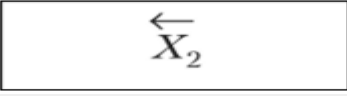
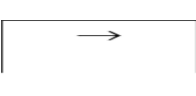
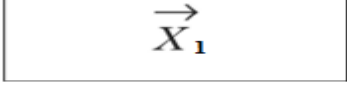
- $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ - əl təsiri komanda aparatlarının icra elementləri;
- $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ - icra elementləri komanda aparatlarının texnoloji təsiri;
- $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ - icra cihazlarının qəbul elementləri;
- $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$ - zaman relesinin intiqalı;
- $z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$ - zaman relesinin icra elementləri (komanda aləti kimi);
- z_s' - gündəlik zaman relesinin əlaqəsi.

TP AİS alqoritməşdirilməsi istiqamətində növbəti addım simvollarından istifadə edərək onu təsvir etməkdir.

Cədvəl 4.2-də müəyyən hərəkətləri, əməliyyatları, AİS elementlərinin vəziyyətini göstərən əsas və köməkçi simvollar verilir, bu da ayrı-ayrı elementləri səbəb-nəticə əlaqələri dövrəyə bağlamağa imkan verir.

Alqoritmin simvolik yazılmış işarələri

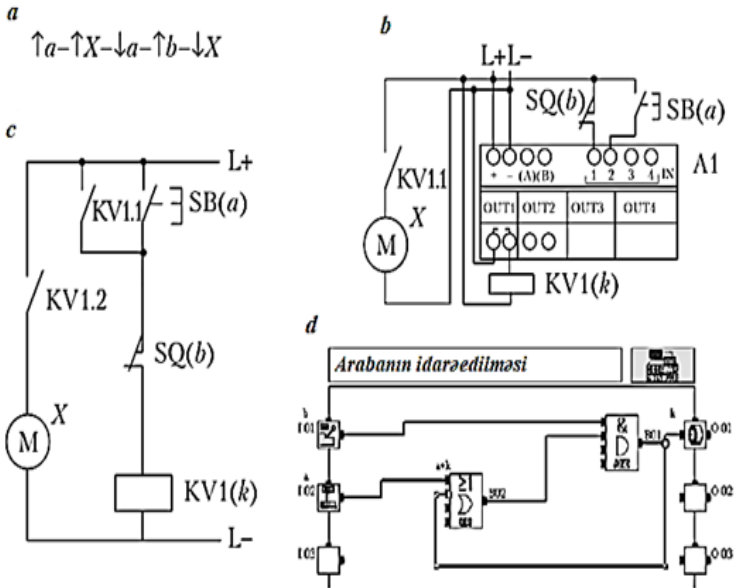
Əməliyyat	Simvolun şəkil yeri	Simvol	Nümunə
<i>Əsas simvollar</i>			
Elementin başlanğıc mövqeyinin dəyişməsi	Elementin simvolundan əvvəl	↑	$\uparrow b_1, \uparrow X_1$
Elementin başlanğıc mövqeyinə qaytarılması	Həmçinin	↓	$\downarrow b_1, \downarrow X_1$
Komanda elementinin qəbuledici elementə təsiri	Elementlərin işarələri arasında	—	$\downarrow b_1 - \downarrow X_1$
Texnoloji əməliyyatın yerinə yetirilməsi (simvolun üstündəki nömrə texnoloji əməliyyatı göstərir)	Qəbuledici elementin daxil edilməsi təyin edildikdən sonra	$1, 2, \dots, n$	$\uparrow X_1 \overset{1}{-} \uparrow b_2$ (1 - qapağın açılması)
Bir neçə elementin eyni vaxtda işə salınması	Elementlərin işarələri arasında		$\uparrow b_2$  $\uparrow X_1$ $\downarrow X_2$

Sonrakı elementin qoşulması (bütün paralel dövrəsinin işə salınmasından sonra baş verir)	Həmçinin		
<i>Köməkçi simvollar</i>			
İşə qoşulan mexanizmin fırlanması	Element işarələri üzərində		
Geriyə irəli hərəkət	Həmçinin		
İrəliyə irəli hərəkət	Həmçinin		

Qeydlər:

1. AİS elementləri iki vəziyyətə malikdir (kontakt bağlıdır – açıqdır, icra mexanizmi qoşuldu – sönlüdür) və \uparrow , \downarrow simvolu ilə işarələndirilir.
2. Köməkçi simvollar alqoritmin oxunmasını asanlaşdırır, lakin onların tətbiqi mütləq deyil.
3. Texnoloji əməliyyatların adları və onlara olan tələblər alqoritmin işlənməsi zamanı əlavə olaraq verilir.

RKS və PLC: müxtəlif idarəetmə cihazlarında ayrı bir idarəetmə əməliyyatının necə həyata keçirilməsinə nəzarət edək (şəkil 4.8). İnteqral sxemlərin istifadəsi aralıq variantı olduğuna görə bir variant kimi buraxılır. Fərz edək ki, yemləmə arabasının yemləmə yerinə avtomatik hərəkətini təşkil etmək lazımdır.

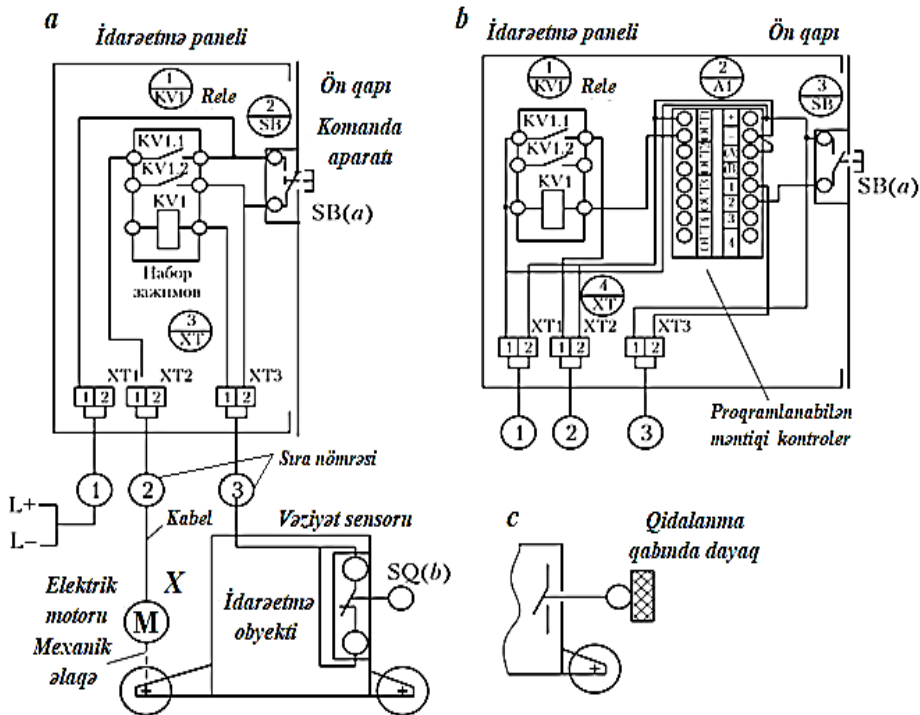


Şəkil 4.8. AİS ayrıca əməliyyat - arabasının yerdəyişməsi:

- a – idarəetmə algoritmi; b – PLC-in əsasında; c - rele - kontakt bazasında (rabitə xətlərində siqnalın qarşılıqlı əlaqəsi - rabitənin proqramlaşdırılması);**
- d - kontrollerin proqramı (FBD-dili) vasitəsilə qarşılıqlı əlaqələndirmək**

Bu vəziyyətdə, tanınmış özünü kilidləmə dövrəsi istifadə olunur. SB düyməsini basaraq, operator KV1 relesinin makara qida dövrəsini bağlayır (güc dövrəsi SB düyməsinin və SQ sensorunun kontaktlarından keçir), bu da özünün KV1.2 kontaktını bağlayaraq elektrik mühərriki M-i işə qoşur. Həmçinin rele KV1.1 kontaktını bağlayır.

Operator bir düyməni buraxdıqda, KV1 makara enerji qida dövrəsi KV1.1 və SQ kontaktlarından keçir, araba yem qutusunda yaxınlaşana və SQ kontaktını açana qədər. KV1.2 kontaktı makara enerji qidasını dəyəndirir və elektrik mühərriki M söndürür. İdarəetmə PLC ilə aparılırsa (şəkil 4.8, b), özünü kilidləmə kontrollerin proqramı B02 elementlərinin cəmi və B01 elementlərinin vurması vasitəsilə həyata keçirilir (şəkil 4.8, d). Şəkil 4.9-da AİS elementlərinin olduğu yer göstərilir.



Şəkil 4.9. AİS -nin tətbiqi zamanı avadanlığın yerləşdirilməsi:
a - RKS - də; b — PLC-də; c — vəziyyəti sensorunun quruluşu

3.3. ATX idarəetmə strukturunun hazırlanması

ATX AİS sintezinin ilk addımı adətən birlikdə texnoloqlar, konstruktorlar və layihəçilər tərtib olunan texnoloji xəttin *fəaliyyət alqoritminin şifahi təsviridir*. Layihələndirmə tapşırığının işlənilib hazırlanması zamanı idarəetmə funksiyalarının səmərəliliyini təmin edən texnoloji xəttin icra mexanizmlərinin işinin ardıcılığını müəyyən edir ki, bunlar da əsaslı obyektin işinin təhlükəsizliyi və texnoloji prosesin düzgün yerinə yetirilməsi ilə bağlıdır.

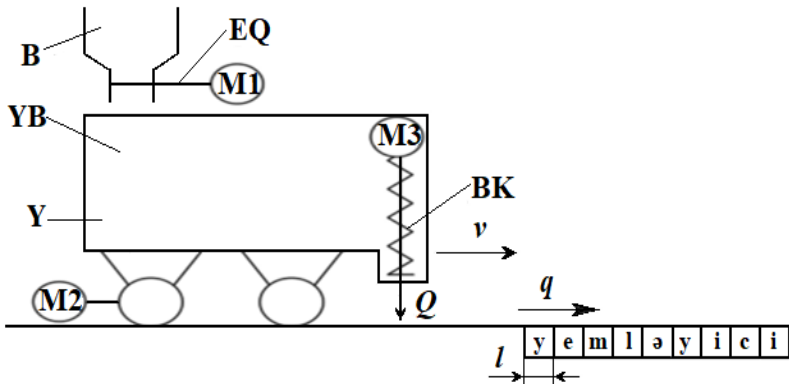
Hər bir sonrakı idarəetmə əməliyyatı yalnız əvvəlkindən sonra başlana bilər, yəni bu mərhələdə ATX-in müəyyən alqoritm əsasında

işləməsinə təmin edən komanda cihazları, sensorlar və icra mexanizmləri tərəfindən həyata keçirilən səbəb-nəticə zəncirini dəqiq müəyyən etmək lazımdır. Texnoloji xəttin avadanlıqlarının işinin keyfiyyət göstəriciləri layihələndirmənin sonrakı mərhələlərində müəyyən edilir və ona düzəlişlər verilir.

Nümunə olaraq, mobil dəmir yol yempaylayıcısını istifadə edərək, yem paylama xəttinin iş dövrünün şifahi təsvirini nəzərdən keçirək (şəkil 4.10).

Yem paylama xətti B saxlama bunkerdən, EQ elektrik mühərrikli qapaqdan; YB yemləyici bunkerinə malik olan, şnek daşıyıcısı ilə təchiz olunmuş dən ibarətdir. K yemləyicisinin daşınması, reversiv elektrik intiqalı M2 tərəfindən həyata keçirilir.

Xətt, gündəlik vaxt relesinin kontaktları tərəfindən müəyyən edilmiş proqram üzrə işə qoşulur. Kontaktları işə qoşulması qısa müddətlidir. Əgər kontaktlar qoşulu olduqda, B saxlama bunkerində yem varsa və Y mobil yemləyici onun altındadırsa, EQ elektrik motorlu qapaq açılır və YB yemləyicinin bunkerin yüklənməsi baş verir. Normaya qədər yükləndikdə, EQ elektrik motorlu qapaq bağlanır, Y mobil yemləyicinin intiqalı qoşulur və o, yemləyicilərin başlanğıcına keçir, BK boşaltma konveyerinin intiqalı içə düşür və yem paylanması meydana gəlir.



Şəkil 4.10. Mobil yem paylayıcısının texnoloji sxemi:

B - saxlama bunkerı; EQ - elektrik mühərriqli qapaq; Y - mobil yemləyici; YB - yemləyicinin bunkerı; BK - boşaltma konveyeri; M1 – EQ-n intiqalı; M2 – Y-n intiqalı; M3 – KB intiqalı; v - Y-in hərəkət sürəti; Q - KB -in məhsuldarlığı; l - bir yem qidalandırıcısının uzunluğu; q - yemin bir hissəsinin norması

Heyvandarlıqda olan tələblərə uyğun olaraq hər yemləyiciyə q kq yem yüklənir. Yemləyicinin qeyri-bərabər yüklənməsi $\pm 10\%$ -dən çox olmamalıdır.

Texnoloji xəttin iş dövrünün şifahi təsviri mexanizmlərin iş ardıcılığını xarakterizə edir, lakin TP idarəetmə alqoritmini təsvir etmək üçün kifayət deyil.

İdarəetmə alqoritmini rəsmiləşdirmək üçün komanda aparatlarının növünü və sayını texnoloji xəttinin avadanlıqlarının istismar tələblərinə uyğun olmasını təmin edən şəkildə təyin etmək lazımdır, yəni komanda aparatlarının və icra mexanizmlərinin işə salınması fasiləsiz məntiqi cərgəsini təşkil etməlidir.

İdarəetmə alqoritminin həyata keçirilməsi idarəetmə qurğusu ilə təmin edilir, hansılara ki, əvvəllər qeyd edildiyi kimi, rele-kontakt sxemi, kontroller və ya təmassız məntiqi elementlər qurğusu ola bilər. İdarəetmə qurğusunda informasiya siqnallarını təşkil edən komanda cihazlarının icra elementləri və bu siqnalları qəbul edən idarəetmə qurğuları tətbiq edilir. Rele - kontaktlı elektrik sxemlərində komanda aparatlarının icra elementləri kimi, açma və bağlama kontaktları, maqnit işəburaxıcılarının və elektromaqnitlərin

makaraları icra cihazlarının hissəedici elementləri kimi istifadə olunur.

Əmr cihazlarının əsaslandırılması və seçilməsi zamanı əsas prinsiplərə riayət edilməlidir:

- əmr cihazlarının sayı elə olmalıdır ki, ATX AİS -nin işinin səbəb-nəticə əlaqələrinin məntiqi əlaqəsini yaratmaq mümkün olsun;
- ATX AİS seriyalı istehsal edilmiş cihazlar əsasında qurulmalıdır;
- cihazlar avtomatlaşdırılmış obyektin mövcud tələblərinə və iş şəraitinə daha dolğun cavab verməlidir;
- cihazların quraşdırılması texnoloji prosesin gedişinə təsir etməməlidir və ən azı bir dövr ərzində avadanlıqların fasiləsiz işləməsini təmin etməlidir;

▪ əmr cihazının ilkin çeviricisinin obyektlə qarşılıqlı əlaqəsinin kinematikasını işlənməlidir.

Texnoloji prosesin şifahi təsvirindən istifadə edərək, şərti işarələr (cədvəl 4.2 baxmaq olar) və tövsiyələrə əsaslanaraq, əmr cihazlarının seçilməsini əsaslandırırıq və bizim nümunə üçün ATX AIS algoritmini qeyd edək.

Yem paylama texnologiyasına uyğun olaraq, yem paylayıcısı əvvəlcə saxlama bunkerini B-dən yem ilə doldurulmalıdır. YB-in doldurulması, Y- in B-in altında olduğu anda EQ-un qapağını açmaqla aparılır, əks halda yem yerə töküləcəkdir. B-in altındakı K mövqeyini idarə etmək üçün b_1 elementindən istifadə edilir.

EQ -un açılması B-də yem olduqda baş verməlidir, əks halda texnoloji prosesin pozulması haqqında signal verilməlidir. B-də yemin mövcudluğunu nəzarət etmək üçün B_2 elementini istifadə edilir. Bu bunker səviyyədə sensor quraşdırılması yeri vacibdir: bu yemin bunker ən azı yem paylayıcısının bir dövrü üçün yemin varlığını nəzarət etməlidir.

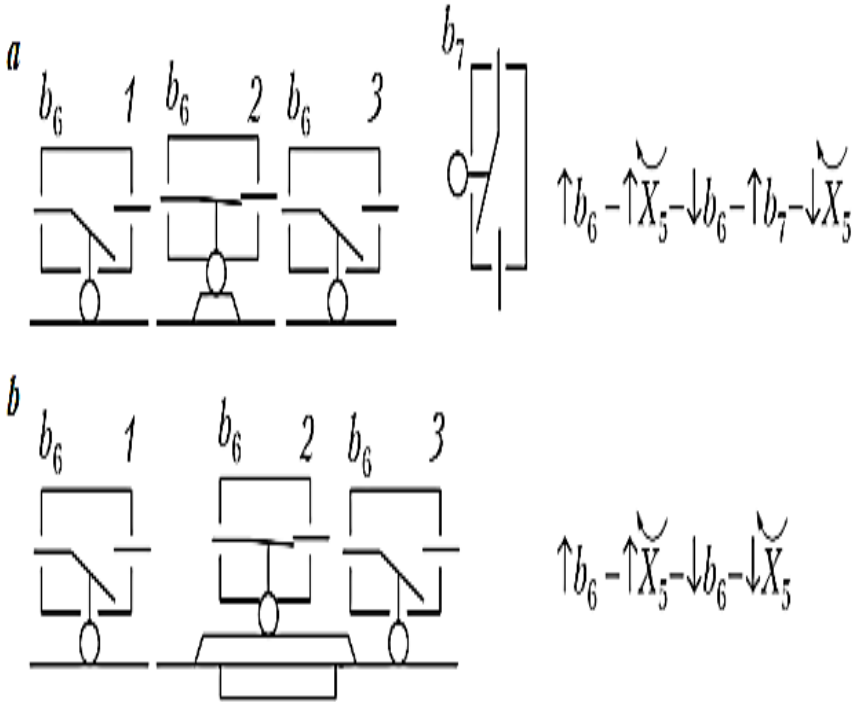
Bu yemin bunkerdə minimum pa bir feed besleyicinin əməliyyat dövrü iştirakı nəzarət etməlidir. B-də yem bir paylamadan az olarsa, səbəb - nəticə əlaqələri dövrü və buna görə də texnoloji proses kəsiləcək (yük sensoru Y işləməyəcək).

Yuxarıda göstərilən şərtlər yerinə yetirildikdə və gündəlik zaman relesinin kontaktların bağlanması X_1 intiqalını işə salır, EQ -nu açır. EQ -nu b_3 ucluq elektrik açırı bağlanmasını məhdudlaşdırır. İntiqal X_2 EQ – ni bağlayır. b_5 ucluq elektrik açırı EQ -nu bağlanmasını məhdudlaşdırır.

YB doldurulduqda və EQ bağlandıqda yem paylayıcının X_3 intiqalı işə düşür və yemləyicilərin başlanğıcına doğru hərəkət edir, burada b_6 ucluq elektrik açırı vasitəsilə boşaldıcı konveyerin X_5 intiqalı işə düşür. b_6 ucluq elektrik açırının işə salınmasının kinematikasını ona təsir edən dayağın konstruksiyasından asılıdır (şəkil 4.11)

Qısa dayanacaq olduqda (şəkil 4.11, a) b_6 hərəkətə gəlir, X_5 -i işə salır və sonra b_6 kontaktının tərs işə salınması baş verir.

X_5 -nin ayırması artıq başqa bir əmr aparatının işə salınması ilə həyata keçirilir.



**Şəkil 4.11. Ucluq elektrik açarının dayaq ilə qarşılıqlı kinematik sxemi:
1,2,3 - komanda cihazı mövqeyinin təyin edilməsi**

Yemləyicinin dayanacağı başdan-başa olduqda (yəni, yemləyicinin bütün uzunluğuna qədər) (şəkil 4.11, *b*) b_6 kontaktının tərs işə salınması yemləyicinin sonunda baş verir, X_5 intiqalını söndürmək tələb olunduqda, yəni X_5 -nin qoşulması və söndürülməsi eyni əmr aparatı tərəfindən həyata keçirilir. Konstruktiv olaraq ikinci seçim daha az etibarlıdır, çünki yemləyicinin uzunluğuna görə kontaktın bir vəziyyətdə saxlanması çətindir, həm də onun quraşdırılması böyük maddi xərclər tələb edir.

X_3 və X_5 intiqallarının dəyandırılması, Y -ni başlanğıc vəziyyətinə qayıtması (X_4 intiqalı) b_7 ucluq elektrik açarının kontaktları ilə hərəkətə gətirilir.

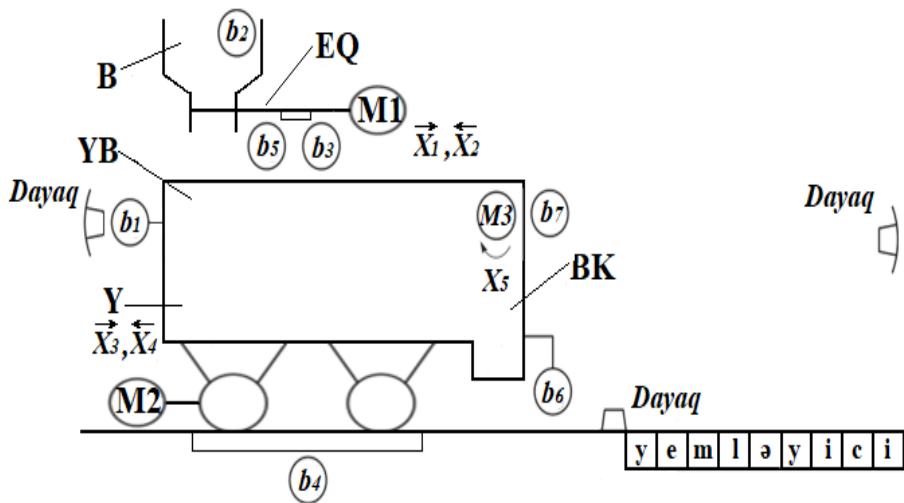
Bu misalda, M1 və M2-in reversive elektrik mühərriklərinin hər biri müvafiq olaraq iki icra orqanı (X_1, X_2) və (X_3, X_4) kimi qəbul edilir.

Əmr aparatlarının seçimi üzrə qəbul edilmiş qərarlar cədvəl şəklində (cədvəl 4.3) və ya aydınlıq üçün sxem şəklində verilir (şəkil. 4.12). İkinci varianta üstünlük verilir

Cədvəl 4.3

Əmr cihazlarının və icra qurğularının hərf işarələnməsi

Element təyinatı	Komanda cihazının və icra qurğusunun adı
b_1	Y-in mövqeyini B-in altına k1 vəziyyətini fiksasiya edən ucluq elektrik açarı
b_3	EQ -un açıq vəziyyətini fiksasiya edən ucluq elektrik açarı
b_4	YB yem paylayıcısının doldurma sensoru
b_5	EQ-un bağlı vəziyyətini fiksasiya edən ucluq elektrik açarı
b_6	Boşaltma konveyerinin intiqalının idarəetmə ucluq elektrik açarı
b_7	Yemləyicilərin axirinda Y-ni fiksasiya edən ucluq elektrik açarı
\rightarrow_{x_1}	EQ-nun açılış intiqalı
\leftarrow_{x_2}	EQ-nun bağlanış intiqalı
\rightarrow_{x_3}	Y-in “irəli” intiqalı
\leftarrow_{x_4}	Y-in “geri” intiqalı
X_5	BK –1m intiqalı



Şəkil 4.12. Komanda cihazlarının və icraediçi qurğuların idarəetmə obyektində yerləşmə sxemi

Əgər hər hansı bir cihaz sənaye tərəfindən istehsal olunmursa, AİS-in sənaye istehsalı cihazları ilə işin səbəb-nəticə əlaqəsinin kəsilməzliyini təmin etmək üçün ATX- in struktur sxeminin tərkibinə yenidən baxmaq lazımdır. Bizim misalımızda b_1 , b_3 , b_5 , b_6 və b_7 icra elementləri göstərilən əmr cihazları kimi ucluq açarlardan istifadə etmək olar. Müasir sənaye tərəfindən istehsal olunan elektrik açarlarının nomenklaturası tipin seçilməsi üçün kifayətdir. Bir səviyyəli sensor (b_2) kimi, membran və bayraq səviyyəli sensorlar, yem paylayıcısının doldurulması üçün sensor kimi (b_4) — çəki cihazlarından istifadə edilə bilər.

Texnoloji prosesin şifahi təsvirini və qəbul edilmiş təyinatları istifadə edərək, nümunəmiz üçün alqoritm qeydini tərtib edək:

$$\uparrow b_1 - \uparrow b_2 - \uparrow z'_5 - \uparrow \overrightarrow{X_1} - \downarrow z'_5 - \uparrow b_5 \xrightarrow{1,2} \uparrow b_3 - \downarrow \overrightarrow{X_1} - \downarrow b_2 - \uparrow b_4 -$$

$$\begin{array}{c}
 \uparrow \overline{X_2} \xrightarrow{2,3} \downarrow b_3 \xrightarrow{2,3} \downarrow b_5 \rightarrow \overline{X_2} \rightarrow \overline{X_3} \xrightarrow{4} \downarrow b_1 \xrightarrow{4} \downarrow b_4 \xrightarrow{4} \uparrow b_6 \xrightarrow{4} \uparrow X_5 \xrightarrow{4,5} \\
 \downarrow b_6 - \\
 \uparrow b_7 - \left(\begin{array}{c} \uparrow \overline{X_3} \\ \downarrow X_5 \\ \uparrow Z_1 \end{array} \right) \rightarrow \uparrow z_1 \rightarrow \overline{X_4} \xrightarrow{6} \downarrow b_7 \xrightarrow{6} \uparrow Z_1 \rightarrow \uparrow z_1 \xrightarrow{6} \uparrow b_6 \xrightarrow{6} \downarrow b_6 \xrightarrow{6} \uparrow b_1 - \\
 \uparrow \overline{X_4}
 \end{array}$$

Alqoritmdə göstərilən texnoloji əməliyyatlar cədvəl 4.4-də açılır.

Cədvəl 4.4

Texnoloji əməliyyatların xarakteristikası

Texnoloji əməliyyatın təyin edilməsi	Texnoloji əməliyyatın adı (TƏ)	TƏ-a texnoloji tələblər
1	EQ-u bağlanması	EQ-ı pərçimləndikdə intiqalın dəyəndirilməsi
3	EQ-u bağlanması	Həmçinin
2	YB-n yemlə doldurulması	Həmçinin
4	Yem paylayıcının irəli hərəkəti	Həmçinin
6	Yem paylayıcının geri hərəkəti	EQ-ı pərçimləndikdə intiqalın dəyəndirilməsi
5	Yem paylaşması	Normal yem paylaşmasının təmin edilməsi

Növbəti addım TP AİS-in *alqoritminin həyata keçirilməsinin müəyyənləşdirilməsidir*. TP alqoritminin simvollar şəklində yazılması yalnız onun görünmə baxımından aydınlığı ilə deyil, həm də idarəetmə sxeminin sintezinin əsasını təşkil edir. Adətən bu məqsəd üçün

daxiletmə cədvəlləri xidmət edir, lakin TP mexanizmlərinin bütün dövrünü yazmaq üçün onlar böyükdürlər.

Buna görə də, alqoritmin həyata keçirilməsinin müəyyənləşdirilməsi üçün simvollar şəklində qeyddən istifadə edilir, burada əmr aparatının və ya icra orqanının vəziyyətinin hər bir dəyişməsi takt kimi qəbul ediləcəkdir.

TP alqoritminin *həyata keçirilməsi* dedikdə, RKS-in aralıq relelərinin (məntiqli) tətbiqi olmadan və ya onlar lazım olduqda, RKS-nın həyata keçirilməsi üçün lazım olan miqdarının müəyyən edilməsi mümkünlüyü başa düşülür.

Siklin həyata keçirilməsinin mümkünlüyünü müəyyən etmək üçün simvolik yazının hər bir elementinə "çəki" adlandırılan verilir. Birinci elementə birə bərabər olan "çəki" təyin edirik. Hər bir sonrakı "yeni" elementin "çəkisi" ikiqat artır (Cədvəl 4.5 2-ci sətirə bax).

Bütün sxemin ilkin "Çəkisi" əmr aparatının kontaktının qapalı və ya açıq, icra orqanı işə salınmış və ya dayandırılmış olmayaraq sifirə bərabər qəbul edilir.

Hər bir taktla sxemin çəki vəziyyəti dəyişir. Elementin ilkin vəziyyəti dəyişdikdə, sxemin çəki vəziyyətinə elementin çəki vəziyyəti əlavə edilir, element ilkin vəziyyətə qayıtdıqda elementin çəki vəziyyəti sxemin çəki vəziyyətindən çıxılır. Belə bir qeyd bütün iş dövrü üçün edilir (Cədvəl 4.5, 4-cü sətir).

Alqoritmin həyata keçirilməsi onun çəki vəziyyətinin təhlili ilə müəyyən edilir (Cədvəl 4.5). Birinci mərhələdə çəki vəziyyətinin qeydinin düzgünlüyü müəyyən edilir: texnoloji xəttin avadanlığının istismar dövrünün sonuncu taktının çəki vəziyyəti mənfə sayla ifadə edilməməlidir. Bundan əlavə, sxemin çəki vəziyyətinin qiymətləri təkrarlanırsa, alqoritmin həyata keçirilməsi üçün aralıq elementinə ehtiyac olacaq.

Bununla belə, aralıq elementlərdən istifadə haqqında yekun qərar fərdi daxilolma cədvəllərinin təhlili mərhələsində qəbul edilir (Cədvəl 4.6).

Çəki vəziyyətinin dəyərləri alqoritm boyunca təkrarlanırsa, aralıq elementlər olmadan həyata keçirilir.

Alqoritmin yoxlanılması

Takt	1	2	3	4	5	6	7	8
Elementin çəkisi	1	2	4	8	4	16	32	8
Alqoritmin yazısı	$\uparrow b_1 - \uparrow b_2 - \uparrow z'_s - \uparrow \overline{X_1} - \downarrow z'_s - \uparrow b_5 - \uparrow b_3 - \downarrow \overline{X_1}$							
Çəki vəziyyəti	1	3	7	15	11	27	59	51
Takt	9	10	11	12	13	14	15	16
Elementin çəkisi	1	2	4	8	4	16	32	8
Alqoritmin yazısı	$\downarrow b_2 - \uparrow b_4 - \uparrow \overline{X_2} - \downarrow b_3 - \downarrow b_5 - \downarrow \overline{X_2} - \overline{X_3} - \downarrow b_1$							
Çəki vəziyyəti	49	113	241	209	193	65	321	320
Takt	17	18	19	20	21	22	23	
Elementin çəkisi	64	512	1024	512	2048	256/1024/4096	8192	
Alqoritmin yazısı	$\downarrow b_4 - \uparrow b_6 - \uparrow X_5 - \downarrow b_6 - \uparrow b_7 - \left(\begin{array}{c} \uparrow \overline{X_3} \\ \downarrow X_5 \\ \uparrow Z_1 \end{array} \right) - \uparrow z_1$							
Çəki vəziyyəti	256	768	1792	1280	3328	6144	14336	
Takt	24	25	26	27	28	29	30	31
Elementin çəkisi	16384	2048	4096	8192	512	512	1	16384
Alqoritmin yazısı	$\uparrow \overline{X_4} - \downarrow b_7 - \uparrow Z_1 - \uparrow z_1 - \uparrow b_6 - \downarrow b_6 - \uparrow b_1 - \uparrow \overline{X_4}$							
Çəki vəziyyəti	30720	28672	24576	16384	16896	16384	16385	1

Beləliklə, alqoritmin yoxlanılması göstərdi:

1) alqoritm düzgün tərtib edilmişdir, çünki son taktta çəki vəziyyətinin dəyəri - müsbət ədəddir (1) və əlaqəsi kəsilməmiş b1 sensorunun çəkinə bərabərdir;

2) 27 və 29-du taktı çəki vəziyyəti dəyərlərinin təkrarlanması mövcuddur, lakin alqoritmin həyata keçirilməsi üçün aralıq elementlərin zəruriliyi barədə yekun nəticə onlara İM-nin daxil olan özəl cədvəllərinin təhlili əsasında aparılacaqdır.

Sonra *TP AİS-in struktur sxeminin hazırlamasına* başlayırlar. TP AİS-in struktur sxemləri ikili sistemlərin sinifinə, bütün giriş, çıxış qiymətlərinə və vəziyyət parametrləri yalnız diskret qiymətləri qəbul edə bilər. Belə sinif sxemlərinin alqoritmı Bul cəbrinin qanunları, avtomatlar nəzəriyyəsi, vektor diferensial tənliklər, vəziyyətlərin fəza görüntüləri, Markov prosesləri, avtomatlar cədvəlləri, vəziyyətlər qrafları, məntiqi cədvəllərdən istifadə etməklə təsvir olunur.

Müvafiq obyektin idarə olunmasını təmin edən sxem alqoritminin riyazi təsviri prinsiplial sxemin qrafik təsvirinə və onun gələcək həyata keçirilməsinə imkan verir.

TP AİS-in struktur sxemləri, bir qayda olaraq, əsas (avtomatik) İş rejimi üçün hazırlanır və daha sonra əlavə rejimləri həyata keçirə biləcək elementlər və əlaqələrlə tamamlanır (əl və sınaq rejimləri).

TP AİS-in hazırlanması, idarəetmə alqoritmini həyata keçirərkən bütün İE-in və zaman relesi üçün özəl daxilolma cədvəllərinin tərtib edilməsi ilə başlayır.

TP-nin simvolik qeydindən hər hansı bir elementin daxil edilməsinin özəl cədvəlinə aşağıdakılar daxildir:

- birincisi, bu element və bu elementin işə salındığı və dayandırıldığı bütün əmr və aralıq elementləri;
- ikincisi, bu özəl cədvəlin həyata keçirilməsi üçün zəruri olan bəzi digər köməkçi elementləri.

Cədvəlin üfüqi sətirlərinə bütün elektrik elementləri daxil edilir (E). Şaquli sətirləri – taktlardır (T).

Bir taktıdan digərinə keçərkən elektrik elementlərindən heç olmasa birinin vəziyyəti dəyişir. "+" işarəsi elementin işəqoşulması (maqnit işəburaxılışının makarasına, elektromaqnitə gərginliyin verilməsi və ya idarəetmə və ya sonluq açarının düyməsinin basılması), " – " işarəsi isə onların söndürülməsi və ya dayandırılması işarəsini göstərir. Sıfırıncı takt - dövrün başlanğıcında bütün elementlərin vəziyyətini xarakterizə edir. Sintezi rahatlığı üçün, tsiklin əvvəlində bütün elementlərin

söndürülməsi qəbul edilir (işəburaxıcı və rele makaraları gərginlik altında deyil və ucluq açarları basılmayıb). Bununla birlikdə, real həyatda, tsiklin əvvəlində bəzi ucluq açarları basıb, bəzi elektromaqnitlər və ya işəburaxıcılar qoşulu ola bilər. Buna görə də, elementlərin bu vəziyyəti sintezin nəticəsinə təsir göstərməməsinə baxmayaraq, struktur düsturu həqiqi dövrə köçürüldükdə tsiklin əvvəlində basılan ucluq elektrik açarlarının kontaktlarının real sxemə keçərkən inversivlə (əks olanla) əvəz olunmalıdır.

Daxil etmənin özəl cədvəllərində, cədvəl tərtib edildiyi elementi digər elementlər sırasından ayırmaq məqsədi ilə və daxiletmə cədvəlində birinci yerə dairə şəklindədir yerləşdirilir.

Yemin paylaşması TP-in simvolik qeydiyyatı ilə ilkin struktur düsturunun daxil edilməsi və çıxarılması üçün özəl cədvəllərin qurulması nümunəsini nəzərdən keçirək.

X_1 elementin özəl cədvəlinə (Cədvəl 4.6) aşağıdakı elementlər daxil olacaq:

- z_s' — texnoloji xəttin buraxılış elementi;
- b_1, b_2 — aqreqatın ilkin vəziyyətini müəyyən edən elementlər (Y-in yemə yüklənməsi və ilkin vəziyyətdə olması);
- b_3 — X_1 -i dayandıran element.

Cədvəl 4.6

İE-in daxilolma cədvəli

Element	Elementin çəkisi	Taktlar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_1	1	-	-	-	\oplus	+	+	\ominus	-	-	-
z_s'	2	-	-	\oplus	+	\ominus	-	-	-	-	-
b_3	4	-	-	-	-	-	\oplus	+	\ominus	-	-
b_1	8	\oplus	+	+	+	+	+	+	+	\ominus	-
b_2	16	-	\oplus	+	+	+	+	+	+	+	\ominus
Sxemin çəkisi		8	24	26	27	25	29	28	24	16	0

Əvvəla, daxiletmə cədvəlinin doldurulmasının düzgünlüyünü müəyyənləşdiririk: son taktı "sxem çəkisi" "0"-a bərabər olmalıdır.

Sonra X elementinin iş dövrü (3-5-ci takt) intervalında həyata keçirilməsi üçün cədvəli yoxlamaq lazımdır. TP-in alqoritmi həyata keçirilə bilsə, onda onun elementlərinin köməyi ilə, bu cədvəldən görüldüyü kimi, ondan əldə edilən bütün özəl daxiletmə cədvəllərini realizə etmək mümkündür.

Əlavə elementlər olmadan idarəetmə sxeminin həyata keçirilməsi dövrünün çəki vəziyyətinin təkrarlanması ilə xarakterizə olunur. Sxemin çəkisini hesablamaq üçün ardıcıl olaraq, müvafiq taktı dairəyə alınan elementin ağırlığı əlavə olunur və ya çıxarılır. Bu halda çəki vəziyyəti təkrarlanmır və sxem əlavə elementlər olmadan həyata keçirilə bilər.

Elementin özəl daxiletmə cədvəlini təhlilini asanlaşdırmaq üçün adlandırmaq:

- IE-nin işəsalma vəziyyətindən əvvəlki takt - *işəsalma taktıdır* (takt 3);
- 2) IE-nin dəyanma vəziyyətindən əvvəlki takt - *buraxma taktıdır* (takt 6);
- 3) IE-nin işə salınmış vəziyyəti - *işçi taktıdır* (takt 3 – 6); qalan taktlar işə - səmərəsizdir.

Rele qurğularının struktur nəzəriyyəsinə X elementinin ilkin strukturunun müəyyən edilməsi üçün aşağıdakı ümumi düstur məlumdur:

$$f(x) = f_{orta}(x) + x \cdot \overline{f_{opt}(x)}, \quad (4.1)$$

burada, f_{orta} – işəsalma taktında elementlərin əlaqələrinin məntiqi hasili, bu taktı müəyyənləşdirilmiş struktur düsturunun elementinin qapalı dövrəsini təmin edir (IE-nin əlaqəsi f_{orta} -ya daxil deyil);

f_{opt} – buraxma taktında elementlərin əlaqələrinin məntiqi hasili, bu taktı müəyyənləşdirilmiş struktur düsturunun elementinin qapalı dövrəsini təmin edir (bu elementin əlaqəsi f_{opt} -la daxil deyil).

Daxiletmə cədvəlinə görə İE X_1 daxiletmə dövrəsini müəyyən edək. İE X_1 işəsalma taktında o zaman aktivləşdirilir ki, z_s' , b_1 , b_2 (daxiletmə cədvəlində vəziyyət "+") elementlərində tamamlayan kontaktların (b_1

elementi 1-ci taktı, b_2 elementi — 2-ci taktı, z_1 — 3-cü taktı qapanacaq) və b_3 elementində isə qapanmış kontaktın (daxiletmə cədvəlində vəziyyət "-") məntiqi hasilı istifadə ediləcək.

Beləliklə,

$$f_{orta}(X_1) = z'_s \bar{b}_3 b_1 b_2.$$

İşəsalma taktında İE X_1 -in z'_s və b_3 elementləri öz vəziyyətlərini dəyişdi, b_1 və b_2 elementləri isə öz vəziyyətdə qaldı, buna görə də buraxma taktında

$$f_{opt}(X_1) = \bar{z}'_s b_3 b_1 b_2$$

və düstur (3.1)-ə uyğun olaraq İE X_1 - in idarəetmə dövrəsinin tam struktur düsturu:

$$f(X_1) = z'_s \bar{b}_3 b_1 b_2 + \overline{\bar{z}'_s b_3 b_1 b_2} x_1 \quad (4.2)$$

De Morqanın qanunundan istifadə edərək (qısa ifadəsi $\overline{a \cdot b} = \bar{a} + \bar{b}$) və ikiqat inversiya qanununu ($\bar{\bar{a}} = a$) nəzərə alaraq İE X_1 - in kontaktların struktur düsturunu dəyişdiririk:

$$f(X_1) = z'_s \bar{b}_3 b_1 b_2 + z'_s x_1 + \bar{b}_3 x_1 + \bar{b}_1 x_1 + \bar{b}_2 x_1 \quad (4.3)$$

Çevrilmə nəticəsində beş paralel dövrədən ibarət olan İE X_1 kontaktlarının struktur düsturunu əldə edirik.

İE X_1 kontaktlarının ilkin struktur düsturunu asanlaşdırmaq üçün *örtük cədvəldən* istifadə etmək olar. Onun məqsədi lazımsız terminləri İE-nin ilkin struktur düsturundan çıxarmaqdır (bunlar ya heç bir taktı həyata keçirilmir, ya da struktur düsturunun əlavə toplananları istifadə edərək həyata keçirir). Örtüyün cədvəlləri aşağıdakı şəkildə qurulur: sol sütunun üfüqi sətirlərində elementlərin ilkin struktur düsturuna mövcud olan hasilərinin bütün cəmləri, şaquli sütunlarda isə həmin elementin daxil edilmiş vəziyyətinin taktlarının nömrələri, o cümlədən işlənmə taktlarının nömrələri yazılır.

Daha sonra müəyyən edək ki, hər bir struktur düsturunun hasilı hansı taktlarla reallaşır və həmin hasil element üçün qapalı dövrəyə səbəb olduğu halda, "×" işarəsi qoyuruq. Hasillərdə bir dənə də olsun "×" işarə olmayan sətirləri ilkin struktur düsturundan xaric olunur, çünki onlar heç bir taktı həyata keçirmir.

Başqa bir hasilin əlamətləri ilə üst-üstə düşən "×" nişanları olan hasillər də istisna edilə bilər, çünki İE-in qoşulmuş vəziyyətinin hər biri üçün yalnız bir dövrənin qapanması kifayətdir.

Özəl İE X_1 daxiletmə cədvəlindən istifadə edərək və əldə edilmiş ilkin struktur düsturu [(4.3) düsturundakı $f(X_1)$], İE X_1 üçün örtük cədvəlini qururuq (Cədvəl 4.7) və elementlərin ilkin struktur düsturunu minimuma endiririk. Cədvəlın sətirlərini doldurmaq üçün, hər ardıcıl dövrənin elementlərinin (örtük cədvəlının sətirləri) vəziyyətini cədvəl üzrə 3-5 taktlarda təhlil edirik (örtük cədvəlinə daxil olan).

Cədvəl 4.7

İE-i X_1 əhatə cədvəli

Dövrənin №	Dövrə	Taktlar		
		3	4	5
1	$z_s' \bar{b}_3 b_1 b_2$	×	×	–
2	$\bar{b}_3 x_1$	–	×	×
3	$\bar{b}_1 x_1$	–	–	–
4	$\bar{b}_2 x_1$	–	–	–
5	$z_s' x_1$	–	×	–

Beləliklə, birinci dövrə üçün daxiletmə cədvəlının 3-cü taktında, z_s' elementinin "+" işarəsi var, element işini qörüb, buna görə dövrədəki kontakt qapalıdı, eyni taktıda \bar{b}_3 elementi "-" işarəsi var (işini qörə bilməyib və ya açmağı bacarmayıb), deməli o qapalıdı ("-" invers elementi üçün qeyri-inverslidən fərqli olaraq qapalı vəziyyət deməkdir), b_1 və b_2 -də "+" işarəsi var, onlar da qapalıdı.

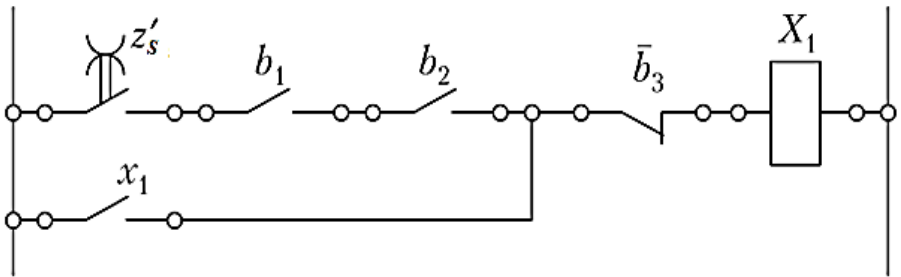
Buna görə, 3-cü bütün taktlar qapalıdır ki, bu da "×" işarəsi ilə ifadə edilə bilər. Takt 4 –də bu elementlərin vəziyyəti dəyişməyib və 5-ci taktta element z_s' ilkin vəziyyətinə qayıdıb, ("–" işarəsi var). Əgər ardıcıl dövrdə heç olmasa bir element açıqdırsa, bütün n vəziyyəti açıq olacaqdır. Eynilə, örtük cədvəlini doldurmaq üçün daxil olan cədvəl taktları üzrə bütün dövrləri yoxluyuruq. Beləliklə, əlaqə kontaktları 1 formada (X_1) ilkin şərtlərin qeydinə uyğun olaraq 3 və 4-cü taktlarda qapalı dövrəni təmin edəcəkdir (Cədvəl 4.7).

Kontakt cərgəsi 2, 3-cü açıq olacaq, belə ki, İE X_1 4-cü taktta qoşulur, eyni taktta onun 2-ci cərgəsinin kontaktları bağlanacaq və 4-5-cü taktlarda da qapalı dövrəni təmin edəcəkdir. 3 və 4-cü cərgələr heç bir taktta qapalı dövrəni təmin etmirlər, çünki b_1 və b_2 kontaktlarının invers kontaktları \bar{b}_1 və \bar{b}_2 , 3-5-ci taktlarda da qapalıdır, buna görə \bar{b}_1 və \bar{b}_2 bu taktlardada açıqdır.

Beləliklə, 3-5-ci taktlarda da qapalı dövrəni iki paralel birləşdirilmiş 1 və 2-ci kontaktlar cərgəsi təmin edəcəkdir (şəkil 4.13):

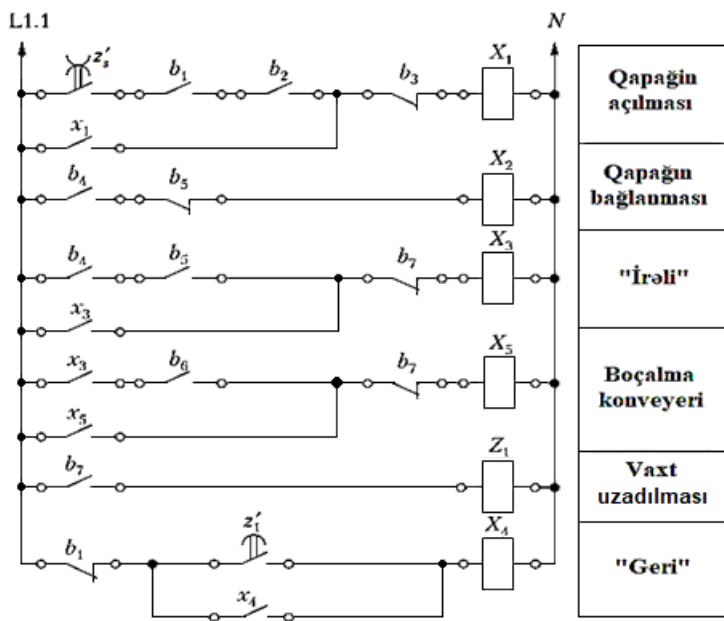
$$f(X_1) = z_s' \bar{b}_3 b_1 b_2 + \bar{b}_3 x_1 = \bar{b}_3 (z_s' b_1 b_2 + x_1)$$

əlavə olaraq "ələ keçirmə" təmin edilir.



Şəkil 4.13. İE X_1 -in prinsipl sxemi

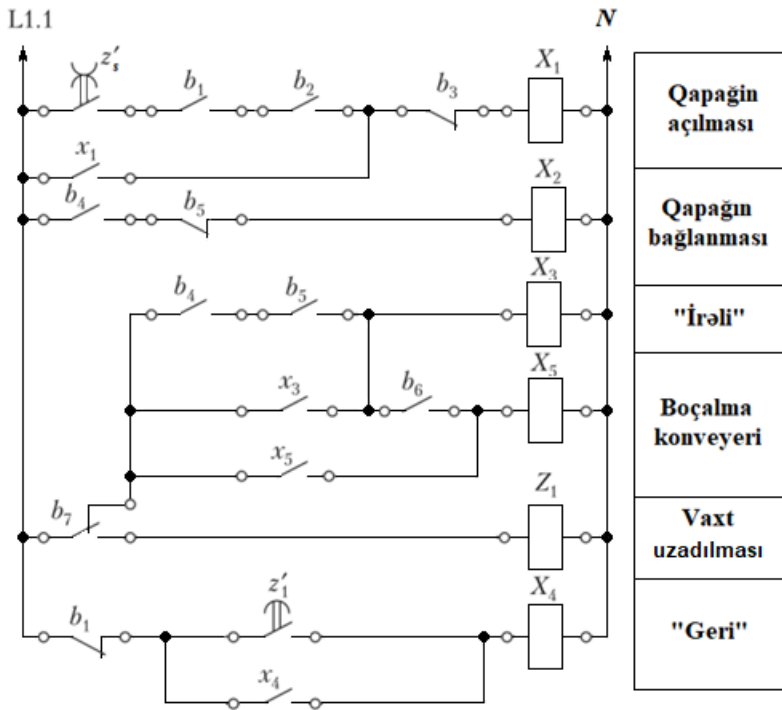
Bu halda, ələ keçirmə 4-cü taktta baş verir, 1-ci zəncir cərgəsi hələ açılmayıb və 2-ci zəncir cərgə artıq qapalıdır.



Şəkil 4.14. Mobil yem paylayıcının TP AIS struktur sxemi

Sxemin işini təhlil edək. İE X_1 -in işə salınması z_s' kontaktının qapanması ilə və iki şərt yerinə yetirildikdə – B -ni yemlə ilə doldurulduqda (kontakt b_2 qapanır) və B-in altındakı Y-ni quraşdırıldıqda baş verəcək (kontakt b_1 qapanır). EQ açılmağa başlayacaq. z_s' və b_2 kontaktları açılacaq, lakin İE X_1 -i açılmayacaq, çünki dövrənin z_s' , b_1 , b_2 elementləri X_y blok-kontaktı tərəfindən bloklanacaq. Elektrikli dövrə $\bar{b}_3 x_1$, qapağın tam açılmasından və b_3 kontaktının birləşməsindən sonra açılacaqdır. YB doldurduqdan sonra qapağın açılması və qapağın bağlanması baş verməməlidir, çünki kontakt z_s' açıq vəziyyətdə olacaqdır. Digər icra elementləri üçün eyni şəkildə idarəetmə struktur düsturları hazırlanır və idarəetmə elementləri üçün bu düsturlar vahid struktur idarəetmə sxeminə birləşdirilmişdir. TP AIS -nin tam struktur sxemi ayrı-ayrı icra mexanizmlərinin struktur sxemlərindən ibarətdir (şəkil 4.14). Mümkün olduqda, ümumi

kontaklar ümumi idarəetmə dövrəsinə çıxarılır və sonra idarəetmə strukturunun minimallaşdırılmış variantı əldə edilir (şəkil 4.15).



Şəkil 4.15. AİS-də mobil yem paylayıcısının TP-nin struktur sxemi

Tam struktur sxemi (şəkil 4.15) elementlərin hərf işarələrini əvəz edərək, güc hissəsini, əl ilə idarəetmə sxemləri, mühafizə, bloklama, siqnalizasiya və idarəetmə rejimlərin bölməklə prinsipial sxemə çevirmək olar.

5. Məntiq cəbri

5.1 Əsas anlayışlar

Cəbr – latın əlifbasının kiçik hərfləri - a , b , x , y və s. kimi qəbul edilən dəyişən kəmiyyətlər üzərində hərəkətlərin təsviri üçün nəzərdə tutulmuş riyaziyyat bölməsidir. Dəyişən kəmiyyətlər üzərində hərəkətlər riyazi ifadələr şəklində yazılır.

Məntiq cəbri (ifadələrdə cəbri) - ifadələr üzərində məntiqi əməliyyatları və mürəkkəb ifadələrin çevrilməsi qaydalarını öyrənən riyazi məntiqin bir hissəsidir.

İbtidai cəbr kursunda belə elementlər ədədlərdir. Ədətlər rəqəmlərlə deyil, hərflərlə işarələyə bilər, hamı bununla tanışdır. Cəbr bir çox dəqiq elmlərdə istifadə olunur. Bunlar fizika, mexanika, materiallar müqaviməti, elektrikli və s. fənlərdir.

Om qanunu cəbri tənlikdən başqa bir şey deyildir: yükün içində hansı cərəyanın axacağını və ya dövrənin bir hissəsinin müqavimətini tapmaq üçün hərflərin əvəzinə ədədi dəyərləri əvəz etmək kifayətdir. Elementar cəbrin əsas və demək olar ki, yeganə vəzifəsi "X nəyə bərabərdir? Nə qədərdir?" suallarına cavab almaqdır.

Məktəbin yuxarı siniflərində vektor cəbrinin başlanğıclarını öyrənir. Bu cəbr elementar cəbrdən əsaslı şəkildə fərqlənir. Burada öyrənilən çoxluğun tamamilə fərqli təbiəti və digər hərəkət qaydaları var. Vektor tənliyini həll edərkən, cavabda vektor alırıq, hansı ki "Nə qədər ?" sualına cavab verən adi bir rəqəm deyil.

Vektor cəbri düsturları elementar cəbr düsturlarından çox fərqlidir. Məsələn, elementar cəbrdə və vektor cəbrində toplama əməliyyatı var. Amma tamamilə fərqli yollarla həyata keçirilir. Rəqəmlərin toplanması vektorların toplanması kimi deyil.

Digər cəbrlər də var:

- xətti cəbr,
- quruluşların cəbri,
- halqaların cəbri,
- məntiq cəbri.

"Məntiq" termini "fikir, anlayış, düşünmə, qanun" mənasını verən qədim Yunan "logos" sözündən gəlir.

Məntiq cəbri ifadələr üzərində hərəkətlər etməyə imkan verən bir aparatdır.

19-cu əsrdə məntiq cəbrinin əsas müddəalarını İngilis riyaziyyatçısı George Bul tərəfindən hazırladığına etdirdiyinə görə bu cəbr Bul cəbri də adlandırılır. Bul cəbrində yenilik, burada öyrənilən çoxsaylı elementlər rəqəmlər deyil, ifadələrdir.

Əgər adi cəbri tənliklərin həlli zamanı naməlum X - in nə qədər olduğu müəyyən edilirsə, elementar cəbr "Nə qədərdir?" sualının cavabını axtarır.

" X " hərfi ilə göstərilən bu və ya digər bir ifadələr doğrudurmu?» sualına məntiq cəbr cavab axtarır.

Bul cəbrində əsas anlayışlardan biri *ifadə* anlayışıdır. İfadə - bu, onun doğruluğu və ya yalanlığı haqqında ifadənin məna verdiyi hər hansı bir bəyanat cümləsidir povest təklifidir. Ümumiyyətlə, ifadə latın əlifbasının hərfləri ilə qeyd olunur: a, b, c, A, B, C .

Hər bir ifadə üçün iki mümkün qiymətdən birini ala bilən bir həqiqət qiyməti daxil edilir: 1-də doğru, 0-yalan.

Burada deyilənlərin mənası və məzmunu heç bir rol oynamır. Hər bir ifadə yalnız doğru və ya yalan ola bilər. İfadə yarım doğru və yarım yalan ola bilməz. . Bir misal kimi sikkənin köməyi ilə püşkatmanı yada salaqlar.

Orada sikkənin yalnız iki vəziyyəti nəzərə alınır - oryol və ya reşka. Tərəflərin razılığı ilə oryol BƏLİ, reşka isə YOX kimi qəbul edilir.

Ehtimal nəzəriyyəsində heç bir digər aralıq müddəaları nəzərə alınmır, baxmayaraq ki, onlar mümkündür. Atılan sikkə qabırğa üzərinə düşə bilər, döşəmə üzərində dığırlandı stul və ya masanın ayaqlarına qədər yuvarlandı və beləliklə şaquli vəziyyətdə qala bilər və ya hətta döşəmədəki geniş boşluğa düşə bilər. (Elektrik sxemləri ilə müqayisədə, son iki vəziyyət yanıq kontaktlar nasazlığı kimi qəbul edilə bilər). Lakin o uzaq vaxtlarda Bul cəbri, təəssüf ki, geniş yayılmırdı.

Klod Shannon (Claude Elwood Shannon) Bul cəbrini "yenidən kəşf etdi. 1938-ci ildə Amerikadakı Massachusetts Texnologiya İnstitutunun tələbəsi ikən gənc Klod Bul cəbrinin rele və kommutasiya sxemlərinin təhlili və sintezi üçün tamamilə münasib olduğunu sübut etdi.

Bul cəbrinin köməyi ilə rele üzərində işləyən avtomatın elektrik sxemini çox sadəcə tərtib etmək olar. Bunun üçün sən demə, yalnız dəqiq bilmək lazımdır ki, avtomat nə etməlidir, yəni onun işinin alqoritminə malik olmaq lazımdır. Beləliklə, BƏLİ (YES) və ya YOX (NO) prinsipi ilə fəaliyyət göstərən “Rəqəmsal maşınlar” nəzəriyyəsinin əsası qoyuldu. Bu, bir sözlə, bu qısa Bul cəbrinin tarixidir.

Bul cəbrində ifadələr ümumiyyətlə böyük latın hərfləri ilə işarələnir: A, B, X, Y.

Bul cəbrində əsas məntiqi əməliyyatlar kimi təkliflərlə üç əsas məntiqi əməliyyat təqdim olunur:

- məntiqi vurma - konyunksiya (funksiya VƏ, AND);
- məntiqi toplama - dizyunksiya (funksiya VƏ YA, OR);
- məntiqi inkar - inversiya (funksiya YOX, NOT).

Bu əməliyyatları yerinə yetirmək üçün məntiq cəbrinin aksiomları (qanunları) müəyyən edilmişdir. İfadələr üzərində edilən hərəkətlər məntiqi ifadələr şəklində yazılır. Məntiqi ifadələr sadə və mürəkkəb ola bilər.

Sadə məntiqi ifadə bir ifadədən ibarətdir və məntiqi əməliyyatları özündə daşıyır. Sadə məntiqi ifadədə yalnız iki nəticə mümkündür — ya "doğru", ya da "yalan". İfadə doğrudursa, onda belə yazılır: $A = 1$, yalan olarsa, onda $A = 0$ (kartofun meyvə olduğu doğru deyil). Hər hansı bir ifadə üçün A ya doğrudur ($A = 1$), ya da yanlış ($A = 0$). Burada ortalar ola bilməz.

Birliklə iki sadə ifadəni bağlayıcı VƏ ilə birləşdirsək, bir məntiqi vurma deyilən mürəkkəb ifadə alınır. İki sadə ifadəni götürək: "Üç ikidən çoxdur", A hərfi ilə işarə edirik, "Üç beşdən azdır" B hərfi ilə işarə edirik.

Mürəkkəb məntiqi ifadə məntiqi əməliyyatlarla birləşdirilmiş ifadələri təşkil edir. Cəbr funksiyası anlayışı ilə analogiya ilə mürəkkəb bir məntiqi ifadə, ifadələri olan arqumentləri təşkil edir. Üç ikidən çoxdur VƏ beşdən azdır" mürəkkəb açıqlaması A və B ifadələrlərinin məntiqi vurmasıdır (bu halda böyük hərflə yazılan "VƏ" məntiqi əməliyyat olduğunu göstərir, həmçinin "VƏ YA" və "YOX" yazısında olduğu kimi). Aşağıdakı kimi təyin olunur: $A \wedge B$ və ya $A * B$.

Məntiq cəbrinin mürəkkəb funksiyalarını sadə olanlardan müəyyən məntiqi bağlantılarla bir-birinə birləşdirərək əldə etmək olar. Belə funksiyalar aşağıdakılardır Şefferin ştrixi (VƏ - DEYIL, NAND), Pirsin oxu (VƏ YA - DEYIL, NOR), implicasiya, alternativ və s. Məntiqi ifadələr üçün onlardan istifadə məntiqi çevrilmələrin həyata keçirilməsini sadələşdirir.

Məntiqi inkarlıq tək yerli əməliyyatdır, çünki burada bir ifadə iştirak edir. Məntiqi toplama və vurma iki yerli əməliyyatlardır, onlarda iki ifadə var. Digər əməliyyatlar da var, məsələn, əsas əməliyyatlardan əldə edilə bilən əməl etmə və ekvivalentlik əməliyyatları.

Bütün məntiq cəbr əməliyyatları dəyərlərin doğruluq cədvəlləri ilə müəyyən edilir. Doğruluq cədvəlləri, ilkin ifadənin bütün mümkün olan məntiqi dəyərləri üçün əməliyyatın nəticəsini müəyyənləşdirir. Əməliyyatların tətbiqinin nəticəsini əks etdirən variantların sayı, məntiqi ifadədə ifadələrin sayından asılı olacaq, məsələn:

- tək yerli məntiqi əməliyyatın doğruluq cədvəli iki sətirdən ibarətdir: iki müxtəlif arqument qiymətləri — "doğru" (1) və "yalan" (0) və onlara uyğun olan iki funksiya qiymətləri;
- iki yerlik məntiqi əməliyyatın doğruluq cədvəlində - dörd sətirdən ibarətdir: 4 müxtəlif arqument qiymətlərinin birləşməsi - 00, 01, 10 və 11 və 4 uyğun funksiya qiymətləri;
- əgər məntiqi ifadədə ifadələrin sayı N-dirsə, onda doğruluq cədvəlində $2N$ sətir olunacaq, çünki arqumentlərin mümkün mənalalarının $2N$ müxtəlif kombinasiyaları mövcuddur.

5.2 Bul cəbrinin məntiqi funksiyaları, sxemləri. Məntiqi funksiya " VƏ " (vurma)

Məntiq funksiyası VƏ iki və ya daha çox hadisənin çıxış fəaliyyətinin baş verməsi üçün eyni zamanda birlikdə və eyni zamanda baş verməsi lazım olduğunu iddia edir. Bu hərəkətlərin hansı qaydada aparılmasının əhəmiyyəti yoxdur, çünki son nəticəyə təsir etmir. Məsələn, $A \& B = B \& A$. Bul cəbrində məntiq funksiyası VƏ hər hansı bir dəyişənin mövqeyinin dəyişməsinə imkan verən komutativ qanuna

uyğundur. Müvafiq olaraq, bu dəyişənlərin birləşmələrinin sayı $2^3 = 8$ - dir.

Məntiqi vurma qaydası: əgər məntiqi elementin girişinə ən azı bir məntiqi 0 verilirsə, onda onun çıxışında məntiqi 0 olacaq.

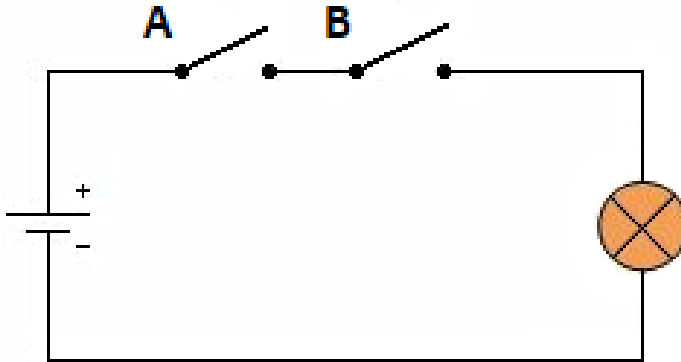
Məntiqi 0 səviyyəsi məntiqi vurma üçün həlledicidir.

Məntiqi ifadələrdə məntiqi vurmanı işarələndirmək üçün bir neçə variantından istifadə

olunur. Beləliklə, Şəkil 5.1-də göstərilən 2 girişli "VƏ" elementi üçün məntiqi ifadə

aşağıdakı kimi göstərilə bilər:

- ya $Q = A \cdot B$ –nöqtənin və ya tam dayanmanın simvolu;
- ya $Q = A \& B$;
- ya $Q = A \wedge B$ – konyunkciya işarəsindən istifadə etməklə;
- ya $Q = AB$ və da $Q = A \cdot B$ – ancaq kontekstindən aydın olmalıdır ki, A və B dəyişənlərin arasında məntiqi vurma aparılır.



Şəkil 5.1 "VƏ" məntiqi funksiyasının elektrik sxemi:

Dəyişdirici açar A – Açığıdır = "0", Bağlıdır = "1"; Dəyişdirici açar B – Açığıdır = "0", Bağlıdır = "1": Lampa qoşulub - "1": Lampa söndürülüb - "0"

Burada iki dəyişdirici açar A və B bir-birinə bağlanaraq ardıcıl dövrə yaradır. Buna görə də, yuxarıda göstərilən dövrdə lampayı yandırmaq üçün açarın hər ikisi A "VƏ" B bağlanmalıdır (məntiqi "1"). Başqa

sözlə, hər iki dəyişdirici açarları bağlamaq lazımdır və ya lampa yandırılması üçün məntiqi "1" olmalıdır.

Sonra bu tipli məntiqi element (məntiqi element "VƏ") yalnız bütün girişləri doğru olduqda bir nəticə yaradır.

Bul cəbri baxımından nəticə yalnız bütün girişləri DOĞRU olduqda ÇIXIŞ DOĞRU olacaqdır. Elektrik mənada, "VƏ" məntiqi funksiyası yuxarıda göstəriləyi kimi ardıcıl dövrə bərabərdir.

Cəmi iki dəyişdirici açar olduğundan, hər biri iki mümkün vəziyyətə "açıq" və ya "qapalı" olur. Dəyişdirici açar açıq olan zaman məntiqi "0" kimi və dəyişdirici açar bağlanan zaman məntiqi "1" kimi müəyyənələrsək, aşağıda göstərilən cədvəldən görüldüyü kimi iki dəyişdirici açarın dörd müxtəlif yolu və ya birləşməsi mövcuddur.

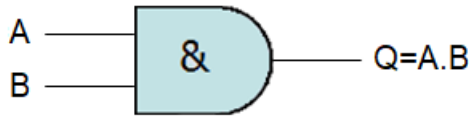
"VƏ" funksiyası üçün doğruluq cədvəli

Çevirici açar A	Çevirici açar B	Çıxış	Təsvir
0	0	1	A açıqdır və B açıqdır, lampa qoşuldu
0	1	1	A açıqdır və B bağlıdır, lampa qoşuldu
1	0	1	A bağlıdır və B açıqdır, lampa qoşuldu
1	1	0	A bağlıdır və B bağlıdır, lampa söndü
Məntiqi ifadə (A VƏ B)			A . B

Ən asan yol, Şəkil 5.1-də göstəriləyi kimi, məntiqi vurma "VƏ" funksiyasını həyata keçirən ideallaşdırılmış elektron idarə olunan açarlar üzərində qurulmuş bir dövrə istifadə edərək necə işlədiyini başa düşməkdir. Bu sxemdə cərəyan yalnız hər iki açar bağlandıqda baş verəcək, buna görə də bu dövrənin çıxışında gərginliyin 1 səviyyəsi yalnız ideallaşdırılmış elektron açarların girişlərində iki məntiqi 1 görünəcəkdir.

"VƏ" məntiqi funksiyasını yerinə yetirən elektron sxemin şərti-qrafik təsviri, rəqəmsal və hesablama cihazlarının prinsiplial sxemlərində Şəkil

5.2-də verilir və bu andan "VƏ" məntiqi funksiyanı yerinə yetirən sxem bu şəkildə veriləcəkdir. Bu şəkil məntiqi vurma funksiyasını həyata keçirən cihazın konkret prinsipial sxemindən asılı deyil.



Şəkil 5.2 "VƏ" məntiqi funksiyasının şərti qrafik təsviri

Məntiqi vurmanın nümunələri.

1. "Bacarıq və əzmkarlıq məqsədə nail olmaq üçün gətirib çıxarır" ifadəsini nəzərdən keçirək. Bir məqsədə nail olmaq yalnız iki şərtin eyni zamanda gerçəkliyi ilə mümkündür — bacarıq VƏ əzmkarlıq.

2. Məntiqi VƏ əməliyyatı elektrikli çələngin lampaların ardıcıl birləşməsi ilə müqayisə edilə bilər. Heç olmasa bir işləməyən işıq lampasının olması halında, elektrik dövrəsi açıqdır, yəni elektrikli çələng işləmir. Cərəyan yalnız bir şərtlə axır - bütün dövrə komponentləri yaxşı iş rejimində olmalıdır.

5.3 "VƏ YA" məntiq funksiyası (toplama)

"VƏ YA" məntiqi funksiyası bəyan edir ki, çıxış hərəkətləri DOĞRU olacaq, əgər "VƏ YA"-nın biri DOĞRU hadisələrindən çoxdursa, lakin onların baş vermə qaydası əhəmiyyətli deyil, çünki bu, son nəticəyə təsir etmir.

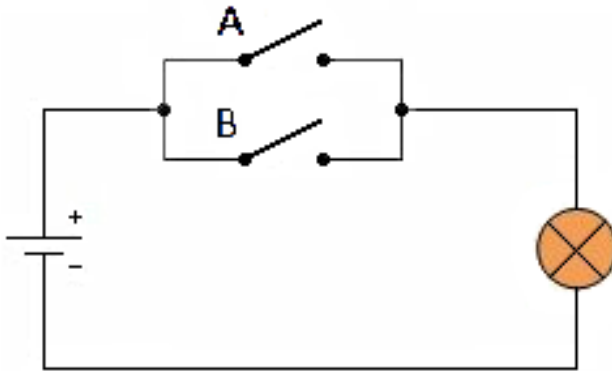
Belə ki, məsələn, $A + B = B + A$. Bul cəbrində "VƏ YA" məntiqi funksiyası hər hansı bir dəyişənin mövqeyini dəyişdirməyə imkan verir ki, bu da onun "VƏ " məntiqi funksiyası kimi komutativ qanuna tabe olmasıdır. Bu dəyişənlərin birləşmələrinin sayı $2^2 = 4$ - dür.

Məntiqi toplanmanın qaydası: əgər "VƏ YA" məntiqi elementin girişinə heç olmasa məntiqi "1" verilsə, onda onun çıxışında məntiqi 1 olacaq.

Məntiqi toplama üçün, həlledici məntiqi "1" səviyyəsidir.

Məntiqi ifadələrdə məntiqi toplanmanın işarələnməsi üçün iki variantından istifadə olunur. Beləliklə, verilmiş iki girişli VƏ YA elementi məntiqi ifadə aşağıdakı kimi göstərilə bilər:

- ya $Q = A + B$, ancaq kontekstindən aydın olmalıdır ki, A və B dəyişənlərin arasında məntiqi toplama aparılır.
- ya $Q = A \vee B$ – dizyunksiya işarəsindən istifadə edərək.

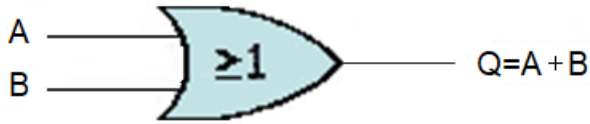


Şəkil 5.3 "VƏ YA" məntiqi funksiyasının elektrik sxemi:

Dəyişdirici açar A – Açıqdır = "0", Bağlıdır = "1"; **Dəyişdirici açar B – Açıqdır = "0", Bağlıdır = "1";** **Lampa qoşulub - "1"; Lampa söndürülüb - "0"**

Aydındır ki, *və ya* A, *və ya* B qapandıqdan sonra cərəyan lampadan axır. Buna görə məntiqi toplanmanın başqa adı - məntiqi VƏ YA-dır. Məntiqi sxemlərdə, hansı element bazasında tətbiq olunduğundan asılı olmayaraq, müvafiq məntiqi element, Şəkil 5.4-də göstərildiyi kimi təyin olunur.

Burada iki A və B dəyişdirici açarları paralel olaraq bağlanır, *ya* A "VƏ YA" B dəyişdirici açarı lampanı qoşmaq üçün qapalı olmalıdı. Başqa sözlə, açar qapalı olmalıdı, *ya* da lampanın qoşulmasını təmin etmək üçün məntiqi "1" olmalıdı.



Şəkil 5.4 "VƏ YA" məntiqi funksiyasının şərti qrafik təsviri

Sonra bu cür məntiqi element yalnız "HƏR HANSI" bir girişi olduqda, generasiyanı və çıxışı əmələ gətirir. Bul cəbr baxımından, girişlərindən hər hansı biri DOĞRU olsa, çıxış da DOĞRU olacaqdır. Elektrik mənasında "VƏ YA" məntiqi funksiyası paralel dövrəyə bərabərdir.

"Və" funksiyasında olduğu kimi, hər biri iki mümkün mövqeyi olan açıq və qapalı olan iki dəyişdirici açar var, buna görə dəyişdirici açarların 4 müxtəlif yerləşdirmə üsulu olacaq.

"VƏ YA" funksiyası üçün doğruluq cədvəli

Çevirici açar A	Çevirici açar B	Çıxış	Təsvir
0	0	0	A açıqdır və B açıqdır, lampa sönlüdür
0	1	1	A açıqdır və B bağlıdır, lampa qoşuldu
1	0	1	A bağlıdır və B açıqdır, lampa qoşuldu
1	1	1	A bağlıdır və B bağlıdır, lampa qoşuldu
Məntiqi ifadə (A VƏ YA B)			A + B

Məntiqi toplanmanın nümunələrini verək.

1. "Kitabxanada bir kitab götürmək və ya bir dostunla görüşək olar" ifadəsini nəzərdən keçirək. Bu ifadə formal olaraq aşağıdakı kimi təqdim edilə bilər: $C = A \vee B$, burada A ifadəsi - "Kitabxanada bir kitab götürmək olar" və B - "Kitabxanada bir dostunla görüşək olar". Məntiqi

toplama əməliyyatından istifadə edərək bu ifadələrin birləşdirilməsi hadisələrin həm ayrı, həm də eyni vaxtda baş verə bilməsi deməkdir.

2. "Bilik və ya şanssı gətirmək — imtahanların verilməsinin açarıdır" ifadəsini nəzərdən keçirək. Hər şeyi bilən və ya şanssı gətirən (məsələn, yalnız öyrənilən bilet çəkiləcək) və ya hər şeyi bilən və eyni zamanda "yaxşı" bilet seçən kimsə imtahandan uğurla keçə bilər.

3. Lampaların paralel birləşdirilməsi ilə eni il elektrikli çələngdən istifadə edənlər bilir ki, heç olmasa bir lampa bütöv olana qədər elektrikli çələng işıqlanacaq. Məntiqi əməliyyat VƏ YA elektrik çələnginin işi ilə çox oxşardır, çünki əməliyyatın nəticəsi yalnız bir halda yalandır — bütün arqumentlər yalan olduqda.

5.4 "DEYİL" məntiqi funksiyası (inkar)

"Məntiqi DEYİL" funksiyası, sadəcə məntiqi səviyyə "1"-n girişini məntiqi səviyyə "0"-n çıxışına və əksinə dəyişdirən bir invertordur. DEYİL əməliyyatın nəticəsi aşağıdakı kimidir:

- əgər ilkin ifadə doğrudursa, onun inkarının nəticəsi yalan olacaq;
- əgər ilkin ifadə yalan olarsa, onda onun inkarının nəticəsi doğru olacaq.

"Məntiqi DEYİL funksiyası " belə adlandırılmışdır, çünki çıxış vəziyyəti giriş vəziyyəti ilə uyğun gəlmir, məntiqi ifadəsi ilə, adətən çıxış simvolu üzərində xətt ilə işarələnir (–) bu da inverter əməliyyatını göstərir (buna görə də adı inverter kimidir).

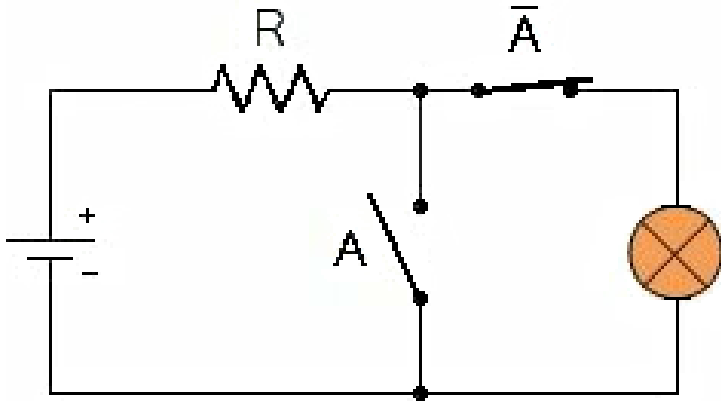
Məntiqi "DEYİL" inverteruq məntiqi funksiyasını yerinə yetirdiyindən, müvafiq məntiqi element daha çox inverter adlanır, çünki onlar siqnalı tersinə çevrilir. Məntiqi sxemlərdə bu inkar normal qapalı dəyişdirici açar kimi təmsil oluna bilər. Yeganə məntiqi dəyişən üçün seçimlərin sayı $2^1 = 2$ - dir.

Aydındır ki, R müqavimətindən A-nın qapalı olmadığı zaman cərəyan axır ($Q = 1$), yəni $A = 0$ (şəkil 5.5). Bu **məntiqi funksiyanın** başqa bir adı - *inkardır*.

İnversiya qaydası: invertordan keçərək siqnal öz dəyərini əks istiqamətə dəyişir.

Məntiq ifadələrin, inversiyanın aşağıdakı işarələnmə variantları istifadə olunur:

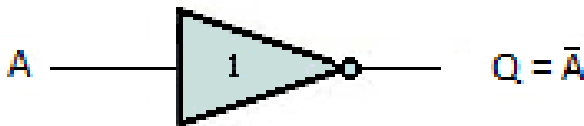
$$Q = \bar{A}; \quad Q = A, \quad ?; \quad Q = \text{not } A; \quad Q = \neg A.$$



Şəkil 5.5 "DEYİL" məntiqi funksiyasının elektrik sxemi:
 Dəyişdirici açar A – Açıqdır = "0"; Dəyişdirici açar \bar{A} – Bağlıdır = "1";
 Lampa qoşulub - "1"; Lampa söndürülüb - "0"

Lamplanın çevirici açarının iş prinsipi belədir: əgər lampa işə qoşuludusa, çevirici açar onu söndürür, lampa qoşulu deyilsə – onu işə qoşur. Belə bir çevirici açarı inkar əməliyyatının elektrik analoqu hesab edilə bilər.

Əgər A çevirici açar qapalı deməkdirsə, onda "DEYİL" A və ya \bar{A} (üst xətti ilə) dəyişdirici açarın qapalı olmadığını və ya, başqa sözlə, açıq olduğunu söyləyir. Məntiqi DEYİL funksiyası şəkil 5.6 -da göstərildiyi kimi bir giriş və bir çıxışa malikdir.

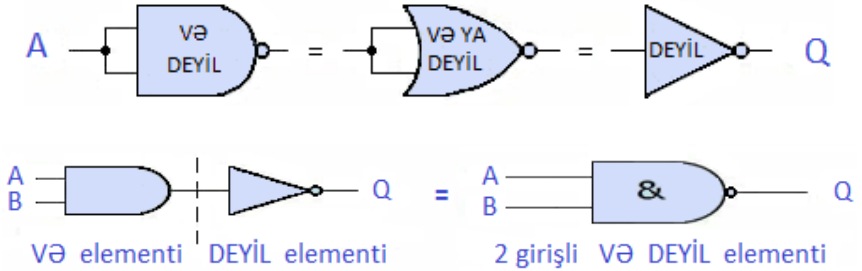


Şəkil 5.6 "DEYİL" məntiqi funksiyasının şərti və qrafik təsviri

"DEYİL" funksiyası üçün həqiqilik cədvəli

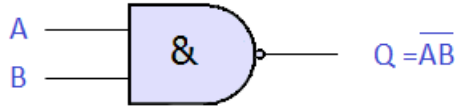
Çevilici açar	Çıxış
1	0
0	1
Məntiqi ifadə	A deyil və ya \bar{A}

5.5 "VƏ DEYİL" məntiqi funksiyası



"VƏ DEYİL" funksiyası iki ayrı-ayrı məntiqi funksiyaları təmsil edir, "VƏ" və "DEYİL" funksiyalarının ardıcıl birləşməsidir. Bu funksiya giriş siqnallarının dəyərlərinin məntiqi vurmasını həyata keçirir və sonra bu vurma nəticəsini tərs çevirir.

Məntiqi sxemlərdə, bu elementin hansı element bazasında həyata keçirilməsindən asılı olmayaraq, Şəkil 5.7-də göstəriləndiyi kimi təyin edilir.

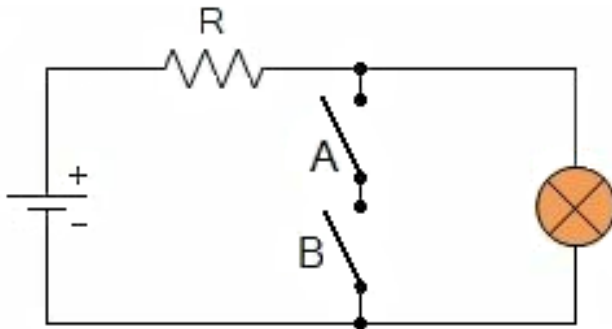


Şəkil 5.7 "VƏ DEYİL" məntiq funksiyasının şərti və qrafiki təsviri
 Əgər "VƏ DEYİL" məntiqi elementin girişinə heç olmasa bir məntiqi "0" verilirsə, onda onun çıxışında məntiqi "1" olacaq.

Məntiqi ifadələrdə aşağıdakı işarələr istifadə olunur:

- ya $Q = \overline{A \cdot B}$, $Q = \overline{AB}$, ancaq kontekstindən aydın olmalıdır ki, bu vurma yalnız məntiqidir;
- ya $Q = A | B$ və ya $A \uparrow B$, şaquli xətt və ya yuxarı ox ;
- ya $Q = \overline{A \& B}$;
- ya $Q = \overline{A \wedge B}$.

Məntiqi "VƏ DEYİL" funksiyası, yalnız onun "HƏR HANSI" bir girişi olmayan zamanı ÇIXIŞ yaradır. Bul cəbr baxımından yalnız onun hər hansı bir girişi YALAN (0) olduqda ÇIXIŞ DOĞRU (1) olacaq.



Şəkil 5.8 "VƏ DEYİL" məntiq funksiyasının elektrik sxemi:
 Çevrici açar A – Açıqdır = "0", Bağlıdır = "1"; Dəyişdirici açar B – Açıqdır = "0", Bağlıdır = "1"; Lampa qoşulub - "1"; Lampa söndürülüb - "0"

Lampanın dəyişdirici açarlarının iş prinsipi belədir: əgər açarlardan hər hansı biri söndürülübsə, lampa yanacaqdır. Bu funksiya mühafizə sxeminin elektrik analoqu hesab edilə bilər.

"VƏ DEYİL" funksiyası üçün həqiqilik cədvəli əvvəlki "VƏ" funksiya üçün cədvəlin əksidir, çünki "VƏ DEYİL" elementi "VƏ" elementin tərs əməliyyatını həyata keçirir. Başqa sözlə, "VƏ DEYİL" elementi "VƏ" elementini tamamlayır.

"VƏ DEYİL" funksiyası üçün doğruluq cədvəli

Çevirici açar A	Çevirici açar B	Çıxış	Təsvir
0	0	0	A açıqdır və B açıqdır, lampə sönlüdür
0	1	0	A açıqdır və B bağlıdır, lampə sönlüdür
1	0	0	A bağlıdır və B açıqdır, lampə sönlüdür
1	1	1	A bağlıdır və B bağlıdır, lampə qoşuldu
Məntiqi ifadə (A VƏ B)			A . B

5.6 "VƏ YA DEYİL" məntiqi funksiyası

Məntiq elementi "VƏ YA DEYİL" iki ayrı-ayrı məntiq funksiyaları "DEYİL" və "VƏ YA"-nın birləşməsidir, çıxışın tərs çevrilməsi istisna olmaqla, "VƏ YA" funksiyası ilə eyni məntiqi funksiyasını yaratmaq üçün, "DEYİL" və "VƏ YA" birlikdə birləşdirilir.

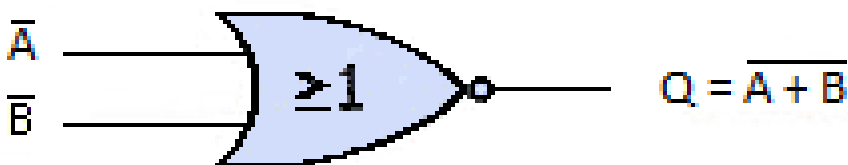
"VƏ YA DEYİL" ventili yaratmaq üçün, " VƏ YA" və "DEYİL" funksiyaları birlikdə ardıcıl bağlıdır və onun əməliyyatı Bul ifadəsi $A + B$ (üst xətti ilə) kimi təyin olunur.

Əgər "VƏ YA DEYİL" məntiqi elementin girişinə heç olmasa bir məntiqi "1" verilsə, onda onun çıxışında məntiqi "0" olacaq. Məntiq ifadələrdə aşağıdakı işarələr istifadə olunur:

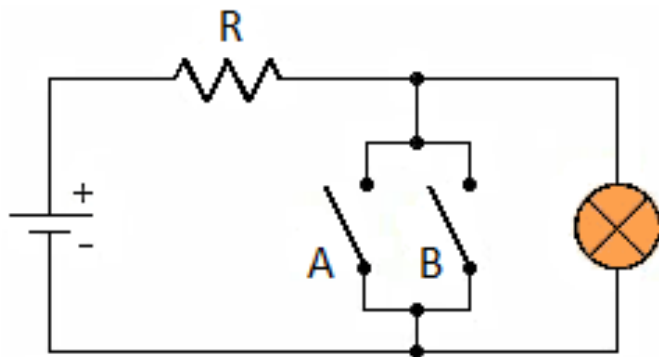
- ya $Q = (A + B)$, ancaq kontekstindən aydın olmalıdır ki, bu toplama yalnız məntiqidir;

- ya $Q = \overline{A \vee B}$.
- ya $Q = A \downarrow B$.

Məntiqi "VƏ YA DEYİL" funksiyası yalnız "BÜTÜN" girişlərin olmayan zamanı əmələ gəlir və yarada bilir və Bul cəbri baxımından bütün girişlər YALAN olduqda, çıxış DOĞRU olacaqdır. **Məntiqi sxemlərində** bu element, hansı element bazasında tətbiq olunduğundan asılı olmayaraq, Şəkil 5.9-da göstərildiyi kimi təyin edilir.



Şəkil 5.9. "VƏ YA DEYİL" məntiq funksiyasının şərti və qrafiki təsviri



Şəkil 5.10. "VƏ YA DEYİL" məntiqi funksiyanın elektrik sxemi:
Çevirici açar A – Açıqdır = "0", Bağlıdır = "1"; Çevirici açar B – Açıqdır = "0",
Bağlıdır = "1"; Lampa qoşulub - "1"; Lampa söndürülüb - "0"

"VƏ YA DEYİL" funksiyası üçün doğruluq cədvəli əvvəlki "VƏ YA" funksiyası üçün cədvəlin əksidir, çünki "VƏ YA DEYİL" elementi "VƏ YA" elementin tərs əməliyyatını həyata keçirir. Sonra "VƏ YA

DEYİL" elementi "VƏ YA" elementinin tamamlayıcısı olduğunu görə bilərik.

"VƏ YA DEYİL" funksiyası üçün doğruluq cədvəli

Çevirici açar A	Çevirici açar B	Çıxış	Təsvir
0	0	1	A açıqdır və B açıqdır, lampa qoşuldu
0	1	0	A açıqdır və B bağlıdır, lampa söndü
1	0	0	A bağlıdır və B açıqdır, lampa söndü
1	1	0	A bağlıdır və B bağlıdır, lampa söndü
Məntiqi ifadə ($\bar{A} \vee \bar{B}$)			$\overline{A \wedge B}$

"VƏ YA DEYİL" funksiyası bəzən Pirs funksiyası kimi tanınır

5.7 Məntiq cəbrinin qanunları

Bir çox məntiq problemlərini həll edərkən, şərtlərini rəsmiləşdirərkən əldə edilən düsturları çox vaxt asanlaşdırmaq lazımdır. İfadələr cəbrində düsturların sadələşdirilməsi əsas məntiqi qanunlara əsaslanan ekvivalent çevrilmələr əsasında həyata keçirilir.

Məntiq cəbrinin qanunları (ifadələr cəbri) – bu tautologiyalardır. Tautologiya, obyektlərinin hansı sahəsindən bəhs etməsindən asılı olmayaraq həqiqi bir ifadədir və ya "həmişə doğru ifadə" dir. Bütün məntiq qanunları məntiqi tautologiyadır.

Bu qanunlara bəzən teoremlər deyilir.

İfadələr cəbrində məntiqi qanunlar ekvivalent düsturların bərabərliyi şəklində ifadə olunur. Qanunlar arasında bir dəyişəni təşkil edənlər xüsusi seçilir.

Aşağıdakı qanunların ilk dördü ifadələr cəbrinin əsas qanunlarıdır.

5.7.1. Bərabərlik qanunu:

$$A \equiv A$$

Hər bir anlayış və mülahizə özü ilə eynidir.

Bərabərlik qanunu o deməkdir ki, mühakimə prosesində bir düşüncəni digəri ilə, bir anlayış digəri ilə əvəz edə bilməz. Bu qanun pozulduqda məntiq səhvləri mümkündür.

Bərabərlik qanununun pozulmasının məntiqi səhvə gətirib çıxaran bir nümunə.

Dərstdəki şagird müəllimdən soruşur: "İnsan etmədiyi işə görə cəzalandırıla bilərmi?" Müəllim cavab verir: "Əlbətdə, olmaz". "Bu halda məni cəzalandırmayın, — şagird deyir, — "Mən ev tapşırığı etmədim". Bu dialoqda bərabərliyin məntiqi prinsipi pozulmuşdur, çünki "etmədim" anlayışı müxtəlif mənalarda tətbiq olunur:

Etmədim, yəni pis bir iş görmədim, buna görə cəzalandırmaq olar. Yerinə yetirməli olan bir şey etmədim.

Mühakimə zamanı: Hərəkət əbədidir. Məktəbə getmək—hərəkətdir. Buna görə də, məktəb gəzinti əbədidir. "Hərəkət" sözü iki müxtəlif mənalarda istifadə olunur (birinci — fəlsəfi mənada — məsələnin atributu kimi, ikinci — adi mənada — məkanında yerdəyişmə hərəkəti kimi), bu da yalan nəticəyə gətirib çıxarır.

5.7.2. Ziddiyyət qanunu:

$$A \& \bar{A} = 0$$

Eyni zamanda ifadə doğru və ya yalan ola bilər, üçüncü verilmir. Doğrudan da ya A-dır, ya da qeyri A-dır. Qeyri-ziddiyyət qanunun tətbiq edilməsinə dair nümunələr:

1. 12345 sayı və ya tək və ya tək, üçüncü verilmir.
2. Müəssisə ziyanla və ya ziyansız işləyir.
3. Bu maye ya turşudur və ya deyil.

İstisnasız "üçüncü" qanunu bütün məntiqçilər tərəfindən universal bir məntiq qanunu kimi tanınan qanun deyil.

Bu qanun idrakın sərt vəziyyətlə əlaqəli olduğu yerdə tətbiq edilir: "ya – ya", "doğruluq –yalan". Qeyri-müəyyənlik olduğu yerdə (məsələn, gələcək haqqında mülahizələrdə), istisna edilmiş "üçüncü" qanunu çox vaxt tətbiq edilə bilməz.

Aşağıdakı ifadəni nəzərdən keçirək: bu təklif yalandır. Yalan olduğunu iddia etdiyi üçün doğru ola bilməz. Amma bu yalan da ola bilməz, çünki sonra doğru olardı. Bu ifadə nə doğru, nə də yalan deyildir, buna görə də istisnasız "üçüncü" qanunu pozulur.

Bu nümunədəki paradoks (yunan, paradoxos– gözlənilməz, qəribə) cümlənin özünə aid olduğundan irəli gəlir. Digər bir məşhur paradoks bərbər problemidir: Digər bir məşhur paradoks bərbər problemidir: Bir şəhərdə bərbər özlərini kəsənlərdən başqa bütün sakinlərin saçlarını kəsdirir. Bərbərin saçlarını kim kəsir? Məntiqdə, formallığı səbəbindən belə bir özünə istinad ifadəsinin formasını əldə etmək mümkün deyil. Bu, məntiq cəbrinin köməyi ilə bütün mümkün fikirləri və dəlilləri ifadə etmək mümkün olmadığını bir daha təsdiqləyir. Məntiq cəbrinin ifadələri ekvivalentliyinin müəyyən edilməsi əsasında qalan qanunlarının necə əldə olunacağını göstərək.

5.7.3. İkiqat inkar qanunu:

deyil (A deyil) = A .

İkiqat inkar, inkarı istisna edir.

Məsələn, A -nın nəyə ekvivalent (bərabər) olmağını müəyyən edək (A -nın ikiqat inkar edilməsi, yəni A -nin inkar edilməsinin inkar). Bunu etmək üçün həqiqilik cədvəlini quraq:

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

Bərabərliyin tərifinə görə A sütununun dəyərləri ilə üst-üstə düşən sütun dəyərlərini tapmalıyıq. Bu, A sütunu olacaqdır.

Beləliklə, ikiqat inkar qanunu qısa və dürüst ifadəsini verə bilərik:

$$A = \overline{\overline{A}}$$

Əgər iki dəfə müəyyən bir fikri inkar etsək, nəticədə ilkin ifadə alınır. Məsələn, $A =$ Yer yuvarlaqdır, $\overline{A} =$ Ola bilməz ki Yer yuvarlaq deyil, ifadələri ekvivalentdir. Və ya, $A =$ Xabarovsk Uzaq Şərqdə yerləşir, $\overline{A} =$ Səhvdir ki, Xabarovsk Uzaq Şərqdə yerləşmir.

5.7.4. Sabitlərin istisna qanunu:

- $\overline{0} = 1$ – **yalanı inkar etmək** doğruluqdur
- məntiqi toplama üçün: $A \vee 1 = 1, A \vee 0 = A;$
- $\overline{1} = 0$ – doğruluğu **inkar etmək yalandır**;
- məntiqi vurma üçün: $A \& 1 = A, A \& 0 = 0.$

5.6.5. İdempotensiya qanunu (refleksivlik):

İdempotensiya (latınca: idem - eyni + potens - qadirdir) - obyektin və ya əməliyyatın obyektə yenidən tətbiq edilməsi zamanı əməliyyatın ilk dəfə olduğu kimi eyni nəticəni vermək xüsusiyyətidir.

$$A = A - \text{əmsalların olmaması};$$
$$A \& A = A - \text{dərəcənin olmaması};$$

Məsələn: " mən və mən – bu mənəm", " mən və ya mən – bu da mənəm»

Bir neçə oxşar bərabərliklər:

$$A \& 0 \equiv 0 \quad A \& 1 \equiv A$$
$$A \vee 0 \equiv A \quad A \vee 1 \equiv 1$$

Nəçə dəfə təkrar etsək də: televizor qoşuldu, ya da TV qoşuldu ya da TV qoşuldu... ifadənin mənası dəyişməyəcək. Eynilə, küçədə istidi, küçədə istidi.... təkrarlamaqla istik heç bir dərəcədə artmayacaq.

5.7.6. Kommutativlik qanunu (yer dəyişmə):

- məntiqi toplama üçün: $A \vee B = B \vee A$;
- məntiqi vurma üçün: $A \& B = B \& A$.

İfadələrin üzərində əməliyyatın nəticəsi bu ifadələrin hansı qaydada alınmasından asılı deyil.

5.7.7. Assosiasiyativlik qanunu (uyğunlaşdırma):

- məntiqi toplama üçün: $(A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C)$;
- məntiqi vurma üçün: $(A \& B) \& C = A \& (B \& C)$.

İfadə yalnız dizyunksiya və ya yalnız konyunksiya əməliyyatını istifadə edərsə mütərizəyə etinasız yanaşmaq və ya özbaşına yerləşdirmək olar.

5.7.8. Distribyutivlik qanunu (paylayıcı):

Distribyutivlik qanunu (ingilis dilindən: distribution — paylama, yerləşdirmə) - oxşar strukturlu məntiqi qanunlar qrupunun ümumi adı. Bu qanunlar bir məntiqi əlaqəni digərinə nisbətən paylamağa imkan verir.

Bu qanunlar bir-birinə nisbətən bir məntiqi əlaqəni bölüşdürməyə imkan verir.

- məntiqi toplama üçün: $(A \vee B) \& C = (A \& C) \cup (B \& C)$;
(disyunksiyaya münasibətdə konyunksiyanın paylanması);
- məntiqi vurma üçün: $(A \& B) \vee C = (A \vee C) \& (B \vee C)$;
(konyunksiyaya münasibətdə disyunksiyanın paylanması).

Qanun mütərizəyə ümumi ifadənin çıxarılması qaydasını müəyyən edir.

Disyunksiyaya münasibətdə konyunksiyanın distribyutivlik qanunu cəbrdəki paylama qanununa oxşardır, və konyunksiyaya münasibətdə disyunksiya qanununun analoqu yoxdur, o, yalnız məntiqi cəbrdə etibarlıdır. Ona görə də bunu sübut etmək lazımdır. Sübut ən asan bir doğruluq cədvəlindən istifadə etməklə aparılır:

A	B	C	B&C	A∨(B&C)	A∨B	A∨C	(A∨B)&(A∨C)	A∨(B&C)⇔ (A∨B)&(A∨C)
0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	0	0	1	0	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1

5.7.9. Hopma qanunu:

Hopma qanunu aşağıdakı bərabərliklərin doğru olduğu riyazi məntiq qanunudur:

- məntiqi toplama üçün: $A \vee (A \& B) = A$;
- məntiqi vurma üçün: $A \& (A \vee B) = A$.

5.6.10. İstisna qanunu (yapışdırma):

Məntiqi əməliyyat, eyni hissəsi olan iki düsturun üzvü, bir üzv ilə əvəz olan proses, elə bilki bir-birinə yapışdırılır, istisna qanunu adlanır.

- məntiqi toplama üçün: $(A \& B) \vee (C \& B) = B$;
- məntiqi vurma üçün: $(A \vee B) \& (C \vee B) = B$.

Qoy mürəkkəb bir ifadə var

$$(A \& B) \vee (B \& C)$$

Bu ifadəni təhlil edərək görürük ki, iki konyunksiya üzvünün eyni ifadə hissəsi var - B. Onda bu ifadəni aşağıdakı kimi sadələşdirmək olar:
 $(A \& B) \vee (B \& C) = B \& (A \vee C)$

5.7.11. Ümumi inversiya qanunu (de Morgan):

- məntiqi toplama üçün: $(A \& B) = A B$; – (variantların birlikdə inkarı)
- məntiqi vurma üçün: $(AB) = A \& B$. – (eyni anda doğruluğun inkarı)

De Morgan qanunlarının şifahi ifadəsi:

1. $\begin{matrix} \textit{konyunksiyanın} & & \textit{disyunksiyanın} \\ \text{-----} & \text{inkarı} & \text{-----} & \text{inkardir} \\ \textit{disyunksiyanın} & & \textit{konyunksiyanın} \end{matrix}$

2. $\begin{matrix} \text{və} & & \text{və} \\ \text{A} & \text{-----} & \text{B-nin doğruluğunu inkar etmək, yalnız A} & \text{-----} \\ & & \text{yalnız B ilə eynidir} \\ \text{və ya} & & \text{və ya} \end{matrix}$

Mnemonic qayda (əzbərləmə sənəti): bərabərliyin sol tərəfində, inkar əməliyyatı bütün ifadənin üzərində dayanır. Sağ tərəfdə, Bu, bir növ parçalanır və inkar hər biri sadə ifadənin üzərində dayanır, lakin eyni zamanda əməliyyat dəyişir: konyunksiya disyunksiyaya və əksinə.

De Morgan qanununun həyata keçirilməsinin nümunələri:

1) "Mən ərəb və ya çin dilini bilirəm", ifadəsinə bərabər olan "Mən ərəb dilini bilmirəm və Çin dilini bilmirəm" ifadəsi *Səhvdir*.

2) "Mən dərsi öyrəndim və qeyri kafi aldim", ifadəsinə bərabər olan "Mən və ya dərsi öyrənmədim və ya qeyri kafi almadım" ifadəsi *Səhvdir*.

5.7.12. Əks mövqe qanunu (tərsinə çevirmə qaydası):

"Əks mövqe qanunu" - bir sıra məntiqi qanunlar üçün ümumi addır ki, onlar da inkar etməklə şərti ifadənin əsasının və nəticələrin yerlərini dəyişdirməyə imkan verir.

Bu qanunlardan biri, bəzən sadə **mövqe qanunu** adlandırılır, belə səslənir: birincisi ikincisini cəlb edərsə, ikincisinin inkarı birincinin inkarını cəlb edir.

Məsələn: "Əgər düzdürsə ki, altıya bölünən rəqəm üçə bölünür, onda doğrudur ki üçə bölünməyən rəqəm altıya bölünür".

$$(A \rightarrow B) = (\bar{A} \rightarrow \bar{B}).$$

Əks mövqenin daha iki qanunu:

1. Əgər vəziyyət belədirsə ki, əgər A-dırsa, onda B-deyil, əgər B-dirsə, onda A-deyil; məsələn: "Əgər kvadrat üçbucaq deyilsə, onda üçbucaq kvadrat deyil".

$$(\bar{A} \rightarrow \bar{B}) = (A \rightarrow B).$$

2. Doğrudursa – A-deyilsə onda B-di, B-deyilsə onda A-dı; məsələn: "Əgər açıq-aydın olmayan şübhəlidir, onda şübhəli olmayan açıq-aydındır".

$$(A \rightarrow \bar{B}) = (\bar{A} \rightarrow B).$$

İmplikasiya və ekvivalentlik əməliyyatlarının dəyişdirilməsi

Bir çox problemləri həll etmək üçün bu əməliyyatlar lazımdır. Bu əməliyyatları bir ardıcılıqla inkar, dizyunksiya və konyunksiya əməliyyatları ilə əvəz etmək qaydaları mövcuddur.

Beləliklə, aşağıdakı qaydalara uyğun olaraq implikasiya əməliyyatını əvəz edə bilərik:

$$A \Rightarrow B = \bar{A} \vee B$$

Ekvivalentlik əməliyyatını əvəz etmək üçün iki qayda vardır:

$$A \Leftrightarrow B = (A \& B) \vee (\bar{A} \& \bar{B})$$

$$A \Leftrightarrow B = (A \vee \bar{B}) \& (\bar{A} \vee B)$$

Bərabərliyin hər iki, sağ və sol tərəfləri üçün doğruluq cədvəlləri quraraq bu düsturların düzgün olmasını yoxlamaq asandır.

İmplantasiya və ekvivalentlik əməliyyatlarının dəyişdirilməsi qaydalarını bilmək, məsələn, implikasiyanın inkar edilməsini düzgün qurmağa kömək edir.

Aşağıdakı nümunəni nəzərdən keçirin.

Belə bir ifadə verilib:

Q = Müsabiqədə qalib gəlsəm, mükafat alacağım doğru deyil.

Qoy A = Mən müsabiqədə qalib gələcəm,

B = Mən mükafat alacağam.

Onda,

$$Q = \overline{A \Rightarrow B} = \overline{\bar{A} \vee B} = \bar{\bar{A}} \& \bar{B} = A \& \bar{B}$$

Beləliklə, Q = Müsabiqədə qalib gələcəm, amma mükafat almayacağam.

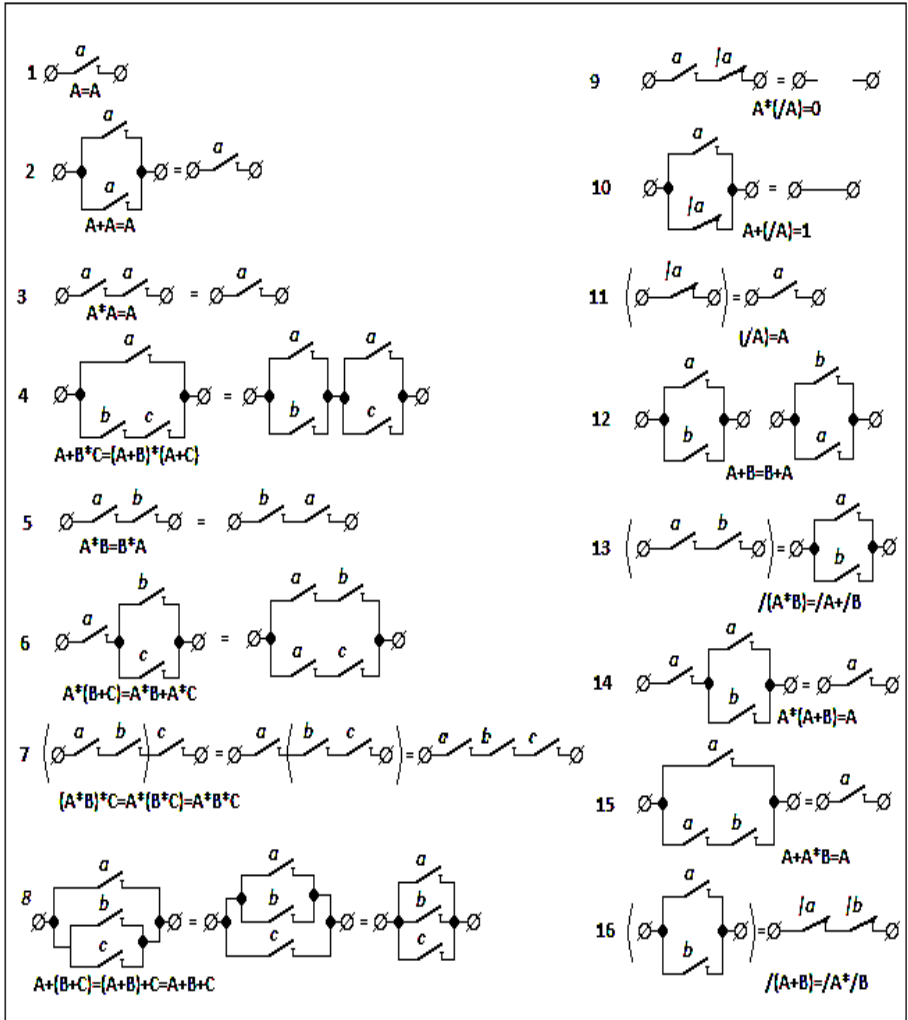
5.8 Kontakt sxemi

Bu fəsildə rele sxemlərinin layihələndirməsinin əsas prinsipləri, onların işləmə alqoritminə uyğun olaraq təsvir edilmişdir.

Hazır sxem üzrə struktur düsturunu tərtib etmək çətin məsələ deyil. Gələcək avtomatın elektrik sxemini təqdim etmək hazır struktur düsturu ilə daha çətindir.

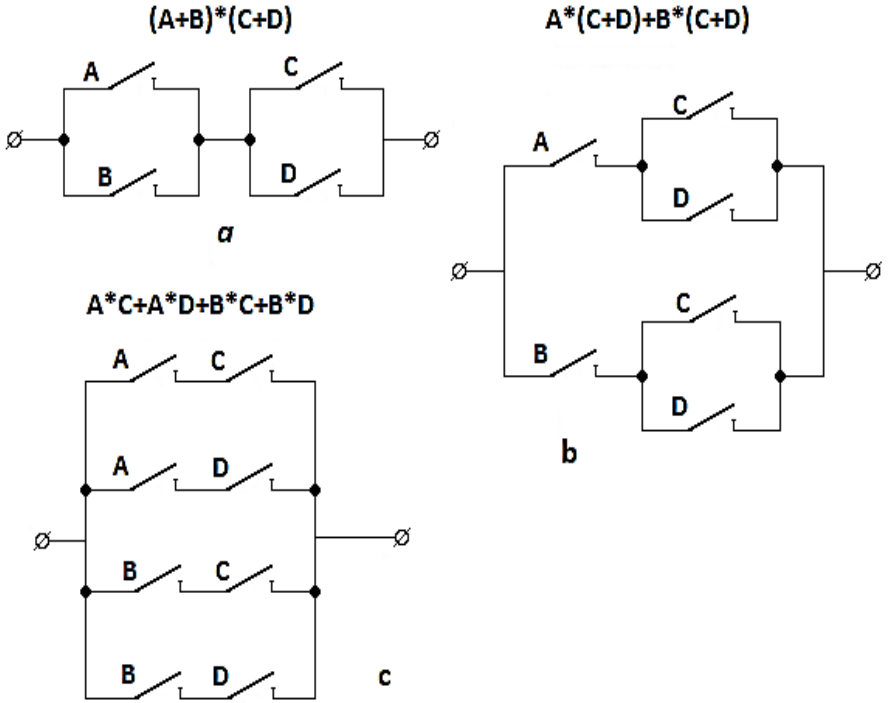
Şəkil 5.11-də **kontakt sxemlərinin** ən çox rast gələn variantları və onların ekvivalentləri göstərilir. Onlar avtomatların elektrik sxemlərinin

tərtib edilməsində, eləcə də artıq hazır konstruksiyaları, məsələn, onların təmiri prosesində təhlil etməyə kömək edəcəklər.



Şəkil 5.11. Tipik kontakt sxemləri

Kontakt sxemlərinin yuxarıda göstərilən variantlarını necə istifadə edə bilərik ? Şəkil 5.12-də göstərilən sxemi nəzərdən keçirək.



Şəkil 5.12. Ekvivalent kontakt sxemləri

Müvafiq struktur düsturunun forması belədir: $(A + B) * (C + D)$.

Bul cəbrinin paylayıcı qanunu istifadə edərək, bu ifadədə mütərizələri açıyıq və əldə edirik: $A*(C+D) + B * (C + D)$, bu da 4: Şəkil 12 b-də təsvir edilmiş sxemə uyğun gəlir.

Bundan sonra vurma hesabına $A*B + A*D + B*B + B*D$, düsturunu əldə edə bilərik, bu da Şəkil 12 c-ə uyğundur.

Üç sxemin hamısı ekvivalentdir, yəni eyni şərtlərdə qapalı olurlar. Bununla birlikdə, onlar mürəkkəbliklə fərqlənirlər (şəkilin sadəliyi üçün, rele makaraları göstərilmişdir).

Şəkil 12-də "b" sxemi iki kontakt qrupu olan rele tələb edir. Əslində, kontakt sxemləri cəbrlərinin əsas vəzifəsi onlardan ən sadə birini seçə bilməsi üçün, bütün ekvivalent sxemləri tapmaqdır.

5.9 Məntiq cəbrinin praktiki misalları

Misal 1. Gəlin aşağıdakı problemi həll etməyə çalışaq: pilləkənə girdikdə işığı yandırmağa və istədiyiniz mərtəbəyə qalxdıqdan sonra onu söndürməyə və ya əksinə, mənzildən çıxdıqda işığı yandırmağa, aşağı düşdükdən sonra onu söndürməyə mənzildən çıxdıqda açın və aşağı mərtəbəyə çıxdıqdan sonra söndürün imkan verən dəyişdirici açarı yaratmaq lazımdır. Eyni vəziyyət uzun bir dəhlizdə baş verir: əvvəlcə işıq yandırılır və sona çatdıqda işığı söndürmək lazımdır. Bir sözlə, tapşırıq iki açarla müxtəlif yerlərdən bir lampanı idarə edilməsinə çevrilir.

Məsələnin həllinin aşağıdakı qaydasını seçək: əvvəlcə açarları işləmək şərtlərini dəqiq müəyyən edəcəyik, sonra onları düstur şəklində yazacağıq və onlardan istifadə edərək elektrik sxemini çəkəcəyik.

Beləliklə, lampanın yanması üçün (1) iki şərtədən birini yerinə yetirmək lazımdır:

1. (A) aşağı keçid yandırın və yuxarı keçid söndürün. Evin girişi daxil oluruq.

2. Yuxarı (C) üzərindəki düyməni yandırın və aşağı düymə söndürün mənzildən çıxın.

Beləliklə, lampanın yanması üçün (1) iki şərtədən biri yerinə yetirilməlidir:

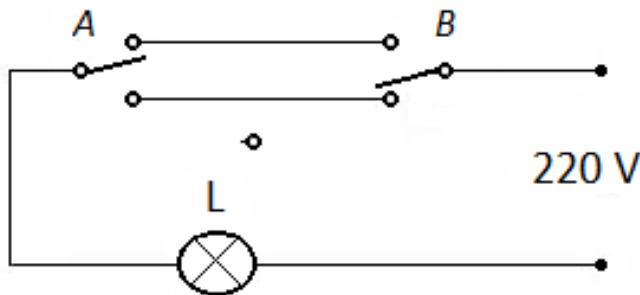
1. Aşağıdakı açarı (A) qoşuruq və yuxarıdakını (/B) söndürürük. Evin girişinə daxil olanda.

2. Yuxarıdakı açarı (B) qoşuruq və aşağıdakı açarı (A) söndürürük. Mənzili tərk edəndə.

Qəbul edilən işarələrdən istifadə edərək, struktur düsturu aşağıdakı kimi yazılacaqdır:

$$A*(/B)+(A)*B = 1$$

Çevirici açarın sxemi Şəkil 5.13-də göstərilir. Hal-hazırda bu cür açarları sənaye üsulu ilə istehsal olunur, bunlar keçid açarları adlanır. Buna görə, bu sxemlərin nəzərdən keçirilməsi burada sadəcə onların işləmə prinsiplərini başa düşmək üçün verilmişdir.



Şəkil 5.13. Keçid çevirici açarın sxemi

Misal 2. Üç müxtəlif açarların hər hansı biri ilə otaqda işığı yandırmaq və söndürməyə imkan verən bir dövrə yaradın. Açarlar otağın girişində, yatağın üstündə və yazı masasının yanında yerləşir.

Həll:

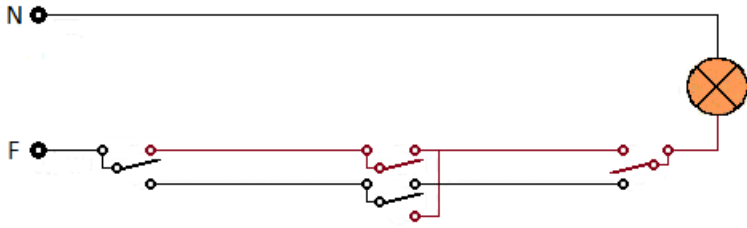
Ümumiyyətlə, əgər biz bəzi verilmiş məntiqi xüsusiyyətlərə malik olan sxemi işləyib hazırlamaq istəyiriksə, bu cür məsələnin həllinə iki müxtəlif yolla yanaşmaq olar. Şərti olaraq, bu yollar "intuitiv" və "cəbri" adlandırılı bilər.

Bəzi məsələlər birinci yolla, digərləri isə ikinci yolla daha yaxşı həll olunur. Sxemin işi bir çox açarlarla idarə edilirsə, həm də bu relələrin qarşılıqlı yerləşməsində bir növ simmetriya olduqda, intuitiv yanaşma daha rahat olur. Görəcəyik ki, burada intuitiv yanaşma tez bir zamanda məqsədə gətirib çıxarır, bir çox dəyişənlər olduqda, rele cəbr aparatının tətbiqi çox çətin ola bilər. Bu problemin həllinə mümkün olan hər iki yanaşma ilə tanış olmaq faydalıdır.

İntuitiv yanaşmadan başlayaq. Tutaq ki, sxemi idarə edən bütün n rele işlədikdə qapalı bir dövrə qurmalıyıq.

Bu məsələnin həlli uzunmüddətli fikirləşmə tələb etmir: normal açıq olan n rele kontaktı ardıcıl birləşərsə qeyd olunan şərtin yerinə yetiriləcəyi aydındır.

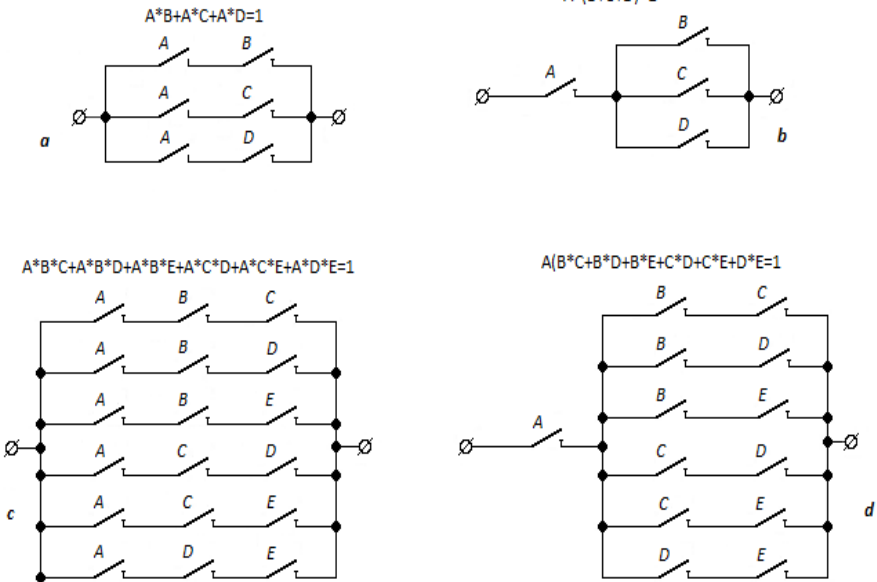
Eyni zamanda aydındır ki, ən azı n relesindən biri işlədikdə bağlanan bir sxem qurmaq üçün n normal açıq rele kontaktlarını paralel olaraq birləşdirmək kifayətdir (şəkil 5.14).



Şəkil 5.14. Üç elektrik açarı ilə qoşulma sxemi

Bir neçə relenin işə salınmadığı zaman qapanan sxemi təsəvvür etmək asandır.

Belə bir sxem Şəkil 5.15a - da təsvir edilmişdir. Sağ tərəfdə "hər şey və ya heç bir şey" prinsipi ilə işləyən sxem göstərilib. Yalnız bütün relələrin aktiv olduğu və ya ayrılma zamanı, bu sxem qapanır (şəkil 5.15b).

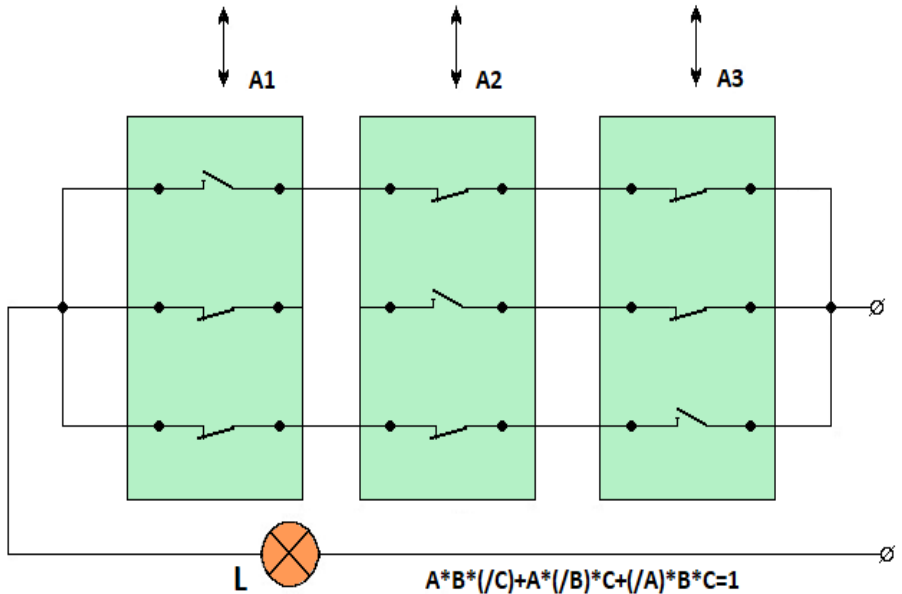


Şəkil 5.15. Rele sxemlərinin intuitiv tərtib edilməsi nümunələri

İki dəyişirici açar vəziyyətində olduğu kimi eyni şəkildə mübahisə edərək, struktur düsturunu alırıq:

$$A*B*(/C)+A*(/B)+(/A)*B*C = 1.$$

Bu düstura əsaslanan sxem Şəkil 5.16-də göstərilmişdir.

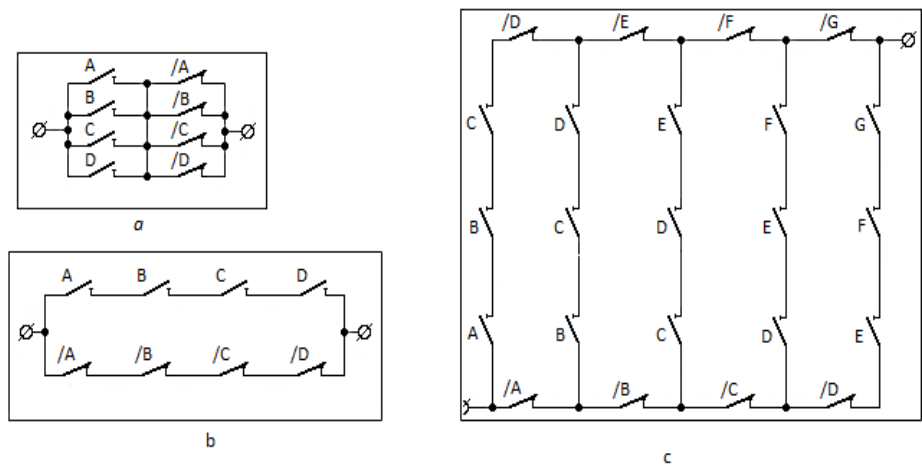


Şəkil 5.16

Misal 3. Deyək ki, 4 kontaktı A, B, C və D olan elə bir sxem yaratmalıyıq ki, kontakt A-nın və qalan üç kontaktın hər hansı birinin qapalı olması zaman dövrə qoşulu olsun. Bu sadə halda, sxemin işləməsi şifahi qeydlərlə belə görünür: "A və B kontaktları və ya A və C kontaktları və ya A və D kontaktları qapalı olduqda sxemdə cərəyan olmalıdır". Bu belə olacaq:

$$A*B + A*C + A*D = 1 \quad \vee \text{ YA } \quad A*(B+C+D) = 1$$

Sxemdə iki variant var. Onlar Şəkil 5.17 göstərilir. İkinci variant, üç normal bağlanan kontaktları olan rele tələb etmir.



Şəkil 5.17. Dörd kontakt ilə olan rele sxemlərinin variantları

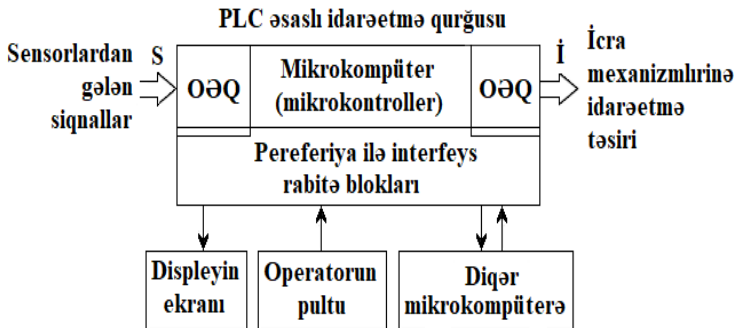
6. ATX-nin avtomatik tənzimləmə sistemlərində proqramlaşdırılan məntiq kontrolleri

6.1 ATX AİS-də proqramlaşdırılan məntiq kontrollerin (PLC) arxitekturası və iş prinsipi

Mikroelementlərin əsas elementi olan mikroprosessorların (MP) inkişafı ilə istehsalın avtomatlaşdırılması üçün yeni texniki baza yarandı.

Mikroprosessor texnikasının inkişafı daha yüksək etibarlılığı təmin etmiş, müxtəlif və nisbətən mürəkkəb məntiqi və hesablama əməliyyatlarının yerinə yetirilməsinə imkan yaratmış, idarəetmə sistemlərinin ölçülərini azaltmağa imkan vermişdir.

Texnoloji xəttin avadanlıqlarının idarə edilməsi üçün mikroprosessor sisteminin strukturunu nəzərdən keçirək (şəkil. 6.1).



Şəkil 6.1. Proqramlana bilən məntiqi kontroller (PLC) əsasında PTL idarəetmə qurğusunun struktur sxemi:
OƏQ - obyektə əlaqə qurğusu; S - əmr signalı; İ - idarəetmə təsiri

Bu sistemdəki idarəetmə qurğularına hesablama texnikası daxildir. İdarəetmə alqoritmləri mikrokompiuterin yaddaşında saxlanan proqramlar şəklində həyata keçirilir.

İnterfeysli bloklar və OƏQ idarəetmə obyektini (obyektin əsas və köməkçi aparatları və elektrik avadanlıqları) və periferik avadanlıqla əlaqə üçün nəzərdə tutulmuşdur (operator pultu, displey, digər

mikrokompiüter), operatorun pultu isə — xüsusi dildə mikrokompiüterə əmrlərin verilməsində istifadə olunur.

Obyektin və interfeys avadanlığının vəziyyəti haqqında operatora lazım olan məlumatı ekranda rahat şəkildə göstərir. Sadə idarəetmə sistemlərində periferiya ilə interfeys əlaqələri mövcud olmaya bilər.

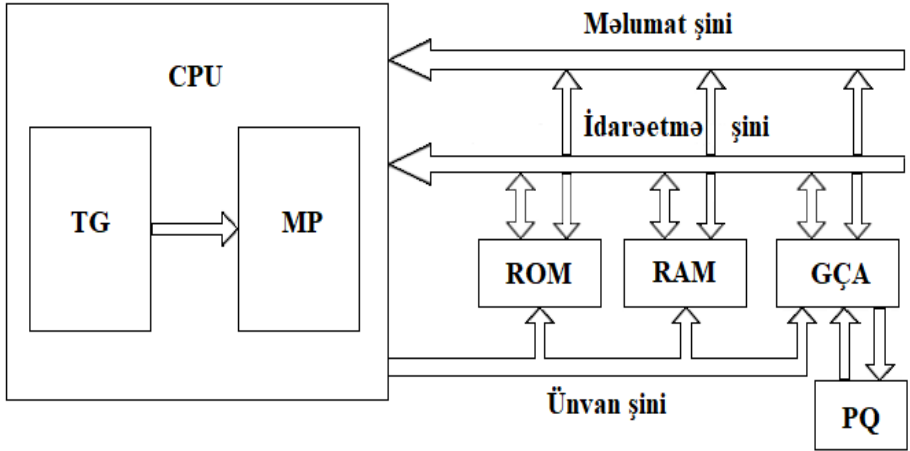
Hesablama sistemi kimi ATX AİS-in idarəetmə qurğuları həm mikro-kompiüterlər, həm də mikrokontrollerlər tərəfindən istifadə edilə bilər.

Tək kristallı (tək korpuslu) mikrokontrollerlər konstruktiv şəkildə böyük inteqral sxem (BİS) şəklində yerinə yetirilmiş və mikrokompiüterin bütün tərkib hissələrini özündə cəmləşdirən qurğulardır: mikroprosessor, proqramların yaddaşı və məlumatların yaddaşı, həmçinin xarici mühitlə əlaqə üçün proqramlaşdırılan interfeys sxemləri. İdarəetmə sistemlərində mikrokontrollerlərin istifadəsi çox aşağı qiymətə son dərəcə yüksək məhsuldarlıq göstəricilərinə nail olmağı təmin edir (bir çox hallarda sistem yalnız mikrokontrollerin BSI-dən ibarət ola bilər). Bununla əlaqədar olaraq, mikrokontrollerlərə alternativ idarəetmə və/və ya tənzimləyici sistemlərin qurulması üçün ağılabatan əsaslı element bazası yoxdur. Hazırda dünya bazarında mikroprosessor vasitələrinin üçdə iki hissəsindən çoxu məhz tək kristallı mikrokontrollerlər təşkil edir.

Mikrokompiüterlərdə və tək kristallı mikrokontrollerlərdə signal emalının prinsipləri oxşardır. Texnoloji proseslərin idarəetmə sistemlərində mikrokompiüterin şüurlu istifadəsi və istismarı üçün əvvəllər geniş yayılmış mikroprosessor dəstinə əsaslanan qurulması və istismarının ümumi prinsipləri ilə tanış olaq. *Mikroprosessor dəstləri*, adətən, təşkilatı vahid prinsiplərinə malik olan və onların əsasında funksional tamamlanmış mikroprosessor sistemlərini (MPS) qurmağa imkan verən BIS -in məcmusudur.

Şəkil 6.2-də MPS-in təşkilinin mümkün yollarından biri təmsil olunur, bu da *şin təşkilatı* adlanır. Bu struktur üçün fiziki olaraq ayrı-ayrı MPS-in bloklarını birləşdirən platalar üzərində çap olunmuş keçiricilər və ya kabellərlə təşkil edilən xüsusi ayrılmış informasiya şinlərinin olması səciyyəvidir. Şinlər *tek yönlü*, yəni. məlumatı yalnız bir istiqamətə ötürür və *iki yönlü*, yəni. məlumatı istənilən istiqamətə

ötürülə bilər. Şin təşkilatının üstünlüyü ondan ibarətdir ki, MPS-in bu strukturunda onun gələcək inkişafını həyata keçirmək çox asandır. Yaddaşın həcmi artırmaq və ya yeni giriş-çıkış portlarını daxil etmək lazımdırsa, bunun üçün əvvəllər yaradılmış avadanlıqları dəyişdirmədən yeni blokları şinlərə birləşdirmək kifayətdir.



Şəkil 6.2. Mikrokompiuterin blok sxemi:

TG - takt generatoru; MP - mikroprosessor; CPU - mərkəzi prosessor cihazı; ROM - daimi yaddaş cihazı; RAM - operativ yaddaş cihazı; GÇA - Giriş-çıkış adapteri; PQ-periferik qurğular

MPS-in şinlərilə ötürülən siqnal səviyyəsi tranzistor-tranzistor məntiqi (TTM) -sxeminin səviyyəsinə uyğundur. MPS-in yeganə aktiv elementi mikroprosessorudur, hansı ki, aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir:

- proqram əməllərinin yerinə yetirilməsini idarə edir;
- sistemin komponentləri arasında informasiya mübadiləsinə idarə edir;
- müxtəlif xarici siqnallara reaksiya verir.

Qeyd edək ki, hazırda 8, 16, 32 və 64 bitlik MP-lar istehsal olunur. Ölçü qurğularında əsasən 8 və 16 bitliyi olan MP-lar istifadə olunur.

8 bitlik bir MPS-in arxitekturasını nəzərdən keçirin.

MPS - də məlumat şini (MŞ) iki yönlüdür. Şinlə məlumat həm CPU-ya, həm də CPU-dan ötürülə bilər. MŞ üzrə ötürülmə istiqaməti mərkəzi prosessor qurğusunu (CPU) müəyyən edir.

Ünvan şinin (ÜŞ) dərəcəsi MPS-in komplektləşdirilə biləcəyi mümkün olan maksimal yaddaş həcminə görə müəyyən edilir. Yaddaşın həcmi nə qədər çox olarsa, sistem daha mürəkkəb proqramları həyata keçirə bilər və onun hesablama və idarəetmə imkanları daha güclü olur. 8080 tipli MP-sor, 16 bitli ünvan şininə malikdir. Bu o deməkdir ki, CPU $2^{16} = 65\,536$ yaddaş hüceyrəsinə müraciət edə bilər. Nəzərə alsaq ki, hər bir ünvanda 8-bitlik söz saxlanıla bilər (1 bayt), bu halda maksimum yaddaş həcmi 64 kB (1 kB = 1024 B) olur. Ünvan şini tək yönlüdür, CPU-dan gələn ünvan kodu ROM-a, GÇA-nə və RAM-a daxil olur.

Baxılan sistemdə *idarəetmə şini* ayrı-ayrı naqillərdən ibarətdir, onlardan hər biri müəyyən siqnalın müəyyən istiqamətdə ötürülməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. İdarəetmə şini tək yönlü xətlərdən ibarətdir, ünvan şin kimi, lakin fərqli olaraq, idarəetmə şini ilə məlumat yalnız MP-dan deyil, həm də onun özündə gedir. Mikrokompyuterin idarə edilməsi ikili siqnalların köməyi ilə həyata keçirilir. Siqnalların tezliyi saat generatoru tərəfindən müəyyən edilir və meqaHertslər təşkil edir.

Mikrokompyuterdə məlumatların saxlanması super-operativ (qeydiyyat), operativ, daimi, yarı- daimi (təkrar proqramlaşdırılan) və xarici yaddaş qurğularında həyata keçirilə bilər.

Operativ yaddaşı rəqəmsal cihazın prosessorunun yüksək işləmə sürətində saxlanılan məlumatları seçmək və yeniləmək lazım olduğu hallarda istifadə üçün nəzərdə tutulur. Bunun nəticəsində RAM üç iş rejimini təmin edir:

- 1) yaddaşa müraciət olmadıqda saxlama;
- 2) saxlanılan sözləri oxumaq;
- 3) yeni sözlər yazmaq.

Eyni zamanda, oxumaq və yazma rejimlərində RAM yüksək sürətlə işləməlidir (adətən, RAM-da bir söz oxumaq və ya yazma vaxtı mikrosaniyənin bir hissəsini təşkil edir). Mikroprosessor qurğularında ram məlumatların saxlanması üçün istifadə olunur (ilkin məlumatları, aralıq və son məlumatların işlənməsi nəticələri).

Daimi yaddaş, bir dəfə qeyd olunan bəzi məlumatların pozulmaması və enerji mənbələri söndürüldükdə belə saxlanılması üçün nəzərdə tutulmuşdur. ROM iki iş rejimini təmin edir: saxlama və yüksək sürətli oxumaq. Qeyd rejimi yoxdur. ROM-dan idarəetmə proqramlarının, müxtəlif cədvəllərin və s. saxlanması üçün istifadə olunur.

Onların bir neçə növü mövcuddur, hansılar ki, məlumat daxiletmə prinsipi, həm də istehsal texnologiyası ilə fərqlənirlər.

OƏQ -nun sadələşdirilmiş blok sxemi Şəkil 6.3-də göstərilmişdir.

D1 və D3 şifrə açanları müvafiq portları aktivləşdirmək üçün istifadə olunan BM1 və BM2 siqnalları yaradır. Bu vəziyyətdə şifrə açanlar elə bir şəkildə qoşulur ki, siqnallar yalnız müvafiq olaraq aşağı səkkiz bitlərdə 01 və 02 kodları olduqda yaranır. Bu vəziyyətdə, D2 portu giriş portu, D4 portu isə çıxış portu olacaqdır.

Giriş portunda "0" və "1" siqnalları KV1-KV8 relelərinin kontaktları ilə tərəfindən yaradılır. Rele makarasında siqnal yoxdursa, onun kontaktları müvafiq registrin girişini ümumi çıxışla birləşdirir, hansına ki məmfi 5 V gərginlik verilir, girişdə "0" siqnalı əmələ gəlir. Sensor kontaktları relenin dolağına relenin işə salınma siqnalını verdikdə, onun kontaktı açılır və girişə nisbət 5 V gərginlik verilir, yəni bu girişdə "1" siqnalı əmələ gəlir.

MP-un giriş portundan, 8-bitli siqnalın çıxışı idarəetmə siqnalı \overline{CS} -nin, inteqral sxemi İS D2- nin müvafiq girişinə verilməsi zamanı baş verir.

MP-dan məlumatın MŞ-nə çıxarılması, İS D4-dün çıxış portuna, \overline{ZP} siqnalının inteqral sxeminin müvafiq girişinə verildikdə həyata keçirilir.

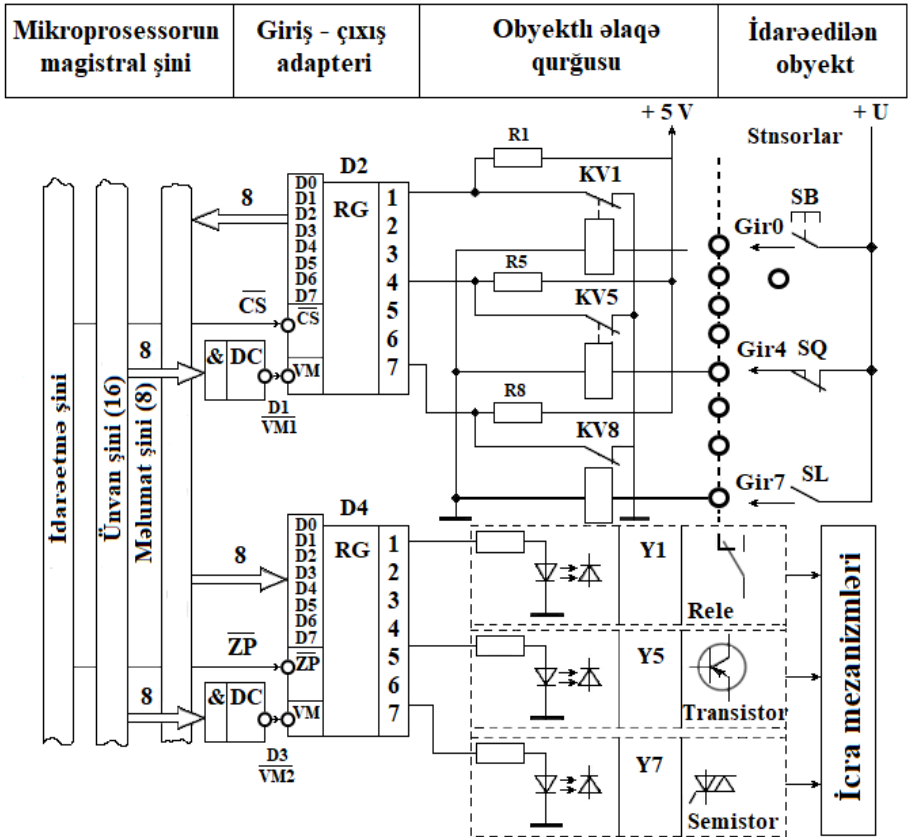
İnteqral sxemlər yük altında böyük çıxış cərəyanına icazə vermir, buna görə də İS-nin çıxışını icraçı mexanizmlərlə əlaqələndirmək üçün xüsusi elektron gücləndiricilər istifadə olunur. İS-nin yükü kimi, 2 ... 3 mA işləmə cərəyanı olan optron xidmət edir.

Elektron gücləndiricinin çıxışı relenin kontaktları və ya kontaktsiz bir elektron klapandır. "1" siqnalı İS-nin çıxışında alındıqda, gücləndiricinin çıxışındakı kontaktlar işə salınır, siqnal "0" olduqda isə başlanğıc vəziyyətinə qaydır.

Belə ki, ikili Dövlət sensor giriş mikroEHM reyestrinə daxil olan yüksək və aşağı səviyyədə DC gərginlik çevrilir.

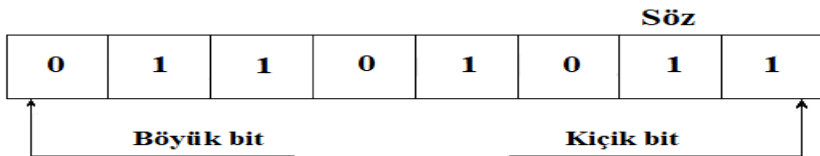
Beləliklə, sensorun ikili vəziyyəti yüksək və aşağı səviyyədə sabit cərəyan gərginliyinə çevrilir və mikrokompyuterin giriş reyestrinə daxil olur.

Register, yaddaş hüceyrələri və ya elementlərindən ibarətdir. Belə elektrik elementlərinin hər biri iki sabit dövlətlərdən birində ola bilər: kondensator doldurulur və ya boşalıbdır, tranzistor keçirici və ya keçirməyən vəziyyətdədir, xüsusi yarımkeçirici material yüksək və ya aşağı xüsusi müqavimət var və s. Register yeganə rəqəmlə — onda saxlanıla bilən bitlərin sayı ilə xarakterizə olunur.



Şəkil 6.3. Periferik qurğularla PLC-i birləşdirilməsinin sadələşdirilmiş blok sxemi

Şəkil 6.4 sensorların icra elementlərinin vəziyyətinə uyğun ikili informasiya yazıldığı 8-bitli register təqdim edilmişdir.



Şəkil 6.4. Səkkiz bitli register

Registerdə yerləşdirilən məlumat başqa bir ilə əvəz olunana qədər orada qalır.

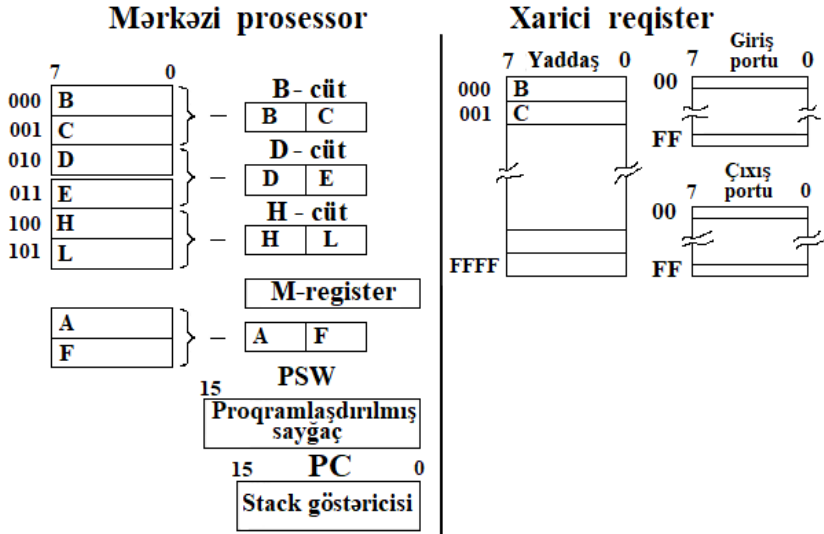
Registerdən məlumatların oxunması prosesi sonuncunun məzmununa təsir göstərmir. Başqa sözlə, registerdə saxlanılan məlumatların oxunması əməliyyatı onun məzmununun sürətinin yaradılmasına gətirib çıxarır, əslində isə registerdə dəyişməz olaraq saxlanılır.

Rəqəmsal çıxış alt sisteminin əsas məqsədi, texnoloji avadanlıq tərəfindən istifadə ediləcək rəqəmsal idarəetmə siqnalı və hərəkətlərini yaratmaqdır. Rəqəmsal girişdə olduğu kimi, bu hadisələrin təbiəti də adətən ikili xarakter daşıyır.

Alt sistemin çıxışları cərəyan və ya gərginlik siqnalı, yarımkeçirici açarın işə salınması və ya elektromexanik rele ilə kontaktın bağlanması ola bilər. Çıxış siqnalının və ya təsirin idarə edilməsi ya program tərəfindən, ya da alt sistemin məntiqi sxemləri işə salındıqdan sonra həyata keçirilə bilər. Məsələn, alt sistemlər kontaktı verilmiş vaxt intervalı ərzində qapalı vəziyyətdə saxlaya bilər və ya kontaktı bir neçə dəfə bağlayır və ya çıxışda müəyyən sayda gərginlik impulsunu yarada bilər. Bir sıra hallarda, idarəetmə hesablama kompleksinin tərkibində bir neçə növ açar nəzərdə tutulur, məsələn, yüksək sürətli kommutasiya üçün *yarımkeçirici açarlar* kiçik və orta güc yükünün yüksək sürətli kommutasiyası üçün və kommutasiya sürətindən az olan güclü yüklənmənin idarə edilməsi üçün *rele açarları*. Çıxışda olan rəqəmsal məlumatların ayrı-ayrı kateqoriyaları müstəqil məna kəsb edə bilər və ya maşın sözləri ilə qruplaşdırıla bilər.

6.2 Maşın kodunda mikroprosessor idarəetmə sisteminin proqramlaşdırılması

Mikroprosessor sisteminin proqram modeli. Proqramçı baxımından *mərkəzi prosessor* proqram üsulu ilə müraciət edilə bilən registrlərdən ibarətdir. Proqramlaşdırma üçün vacib deyil ki, əslində mikroprosessor daha mürəkkəbdir, çünki onun bəzi registrlərinə proqram üsulu ilə müraciət etmək mümkün deyil, ona görə də onları nəzərə almırlar. Mikroprosessor idarəetmə sisteminin (MPİS) proqram modeli Şəkil 6.5 təsvir edilmişdir.



Şəkil 6.5. MPİS proqram modeli

Mikroprosessor sisteminin proqram modeli B-dən L-ə qədər ingilis əlifbasının hərfləri ilə işarələnən 6 ÜTR (*ümumi təyinatlı registerlər*) daxildir.

ÜTR ədətləri və ünvanları saxlamaq üçün xidmət edir. Onları 16-bitli ünvanları və məlumatları ilə işləməyə imkan verən cütlərə birləşdirilə bilər. İki xüsusi registr A, F həmçinin vardır.

Registr A - prosessorun arifmetik məntiqi qurğusu (AMQ) ilə əlaqə akkumulyatorudur, yerinə yetirilən əməliyyatın nəticəsini orada saxlanılır. F reyestri də AMQ ilə bağlıdır. Orada son əmrin icrasının hansı nəticə ilə başa çatdığına dair məlumatlar saxlanılır.

Məlumat və əmrlərin formatı. Məlumat (informasiyanın emalı və emal nəticələri) RAM-da və prosessorada 8-bitli ikili ədədlər kimi saxlanılır. Beləliklə, məlumat sözü aşağıdakı formata malikdir:

D₇	D₆	D₅	D₄	D₃	D₂	D₁	D₀
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

(məlumat baytı)

Əmrlər üçün tək-, iki-, üç- baytlı formatlardan istifadə olunur. Bir baytlı əmr formatı:

B₁	<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;">D₇</td> <td style="padding: 5px;">D₆</td> <td style="padding: 5px;">D₅</td> <td style="padding: 5px;">D₄</td> <td style="padding: 5px;">D₃</td> <td style="padding: 5px;">D₂</td> <td style="padding: 5px;">D₁</td> <td style="padding: 5px;">D₀</td> </tr> </table>	D₇	D₆	D₅	D₄	D₃	D₂	D₁	D₀	PSW (əməliyan kodu)
D₇	D₆	D₅	D₄	D₃	D₂	D₁	D₀			

Komandaların əksəriyyəti bir səhifəlidir. İki baytlı komanda formatı:
 Əmrlərin əksəriyyəti tək baytlıdır. İki baytlıq əmr formatı:

B₁	<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;">D₇</td> <td style="padding: 5px;">D₆</td> <td style="padding: 5px;">D₅</td> <td style="padding: 5px;">D₄</td> <td style="padding: 5px;">D₃</td> <td style="padding: 5px;">D₂</td> <td style="padding: 5px;">D₁</td> <td style="padding: 5px;">D₀</td> </tr> </table>	D₇	D₆	D₅	D₄	D₃	D₂	D₁	D₀	(əməliyyatın kodu)
D₇	D₆	D₅	D₄	D₃	D₂	D₁	D₀			

B₂	<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 5px;">D₇</td> <td style="padding: 5px;">D₆</td> <td style="padding: 5px;">D₅</td> <td style="padding: 5px;">D₄</td> <td style="padding: 5px;">D₃</td> <td style="padding: 5px;">D₂</td> <td style="padding: 5px;">D₁</td> <td style="padding: 5px;">D₀</td> </tr> </table>	D₇	D₆	D₅	D₄	D₃	D₂	D₁	D₀	(operand və ya giriş-çıkış cihazının nömrəsi)
D₇	D₆	D₅	D₄	D₃	D₂	D₁	D₀			

İki baytlı əmrin birinci baytında yerinə *yeterilən əməliyyatın növü* göstərilir, ikinci baytda əməliyyat zamanı operand olan, yaxud məlumat mübadiləsi zamanı giriş və ya çıxış qurğusunun *ədəti* göstərilir.

18080 mikroprosessorun əmrlər sistemi. Mikrokompyuter üçün proqramlar yazarkən proqramçı onun əmrlər sistemini bilməlidir. Bu o

deməkdir ki, proqramçı əmrlərin bütün siyahısını yadda saxlamalı, onlardan hər birini yerinə yetirərkən mikroprosessor tərəfindən yerinə yetiriləcək hərəkətləri təsəvvür etməlidir.

İstənilən in *əməliyyat kodu* (tək baytlı bir əmr üçün, sadəcə bir əmr kodu) mikrokompyuter yaddaşında ikili 8 bitlik ədəd şəklində təqdim olunur.

Məsələn, *C* registrdən *A* registrinə göndərilən kodu 01111001 növünə malik olacaq. 8-bitlik operandın yaddaşa birbaşa yazılmasının əməliyyat kodu belə yazılır: 00110110, və bilavasitə ünvan ilə akkumulyatorun yükləməsi üçün əmr kodu 00111010.

Cəmi ikili kodla $2^8 = 256$ müxtəlif kombinasiya təmsil oluna bilər. Mikroprosessor da demək olar ki, eyni sayda əmr var (bəzi ikili ədətlərin birləşmələri istifadə edilmir və buna görə də əmrlər 256-dan azdır).

Təbii ki, ikili 8-bit ədədlər kimi təmsil olunan 200 kod kombinasiyasını yadda saxlamaq demək olar ki, mümkün deyil. Buna görə də hər bir əmr kodu *mnemonic adı* ilə uyğundur — ingilis sözlərinin ixtisarları, onun hərəkətini təsvir edir və adını daşıyan funksiyaları daha asan yadda saxlamağa imkan verir. İki baytlıq əmrlər üçün mnemonikadan sonra təlimat sisteminin təsvirində D8 ilə işarələnən 8 bitli operand yazılır və üç baytlı təlimatlar üçün 16 bitli ünvan və ya müvafiq olaraq ADR və D16 ilə işlənən operand yazılır.

M hərfi, əmr təsvirinə uyğun olaraq ünvanlanan bir yaddaş hücrəsini ifadə edir. Beləliklə, mnemonik kodda yuxarıda göstərilən əmrlərdən birincisi aşağıdakı kimi görünəcək: MOV A, C (move register – bir registrdən başqasına göndərmək); ikinci – MVI M, D8 (move to memory immediate — birbaşa göndərmək); üçüncüsü – LDA ADR (load direct — akkumulyatoru yaddaş hüceyrəsinin məzmununu ilə yükləyin). Mnemonik əmrlərdə registr cütlərinin adı onların adının ilk hərfləri ilə qısaldılmış şəkildə verilir. Beləliklə, BC, DE, HL yerinə B, D və H yazılacaq.

Bütün I8080 MP əmrləri komandanın mnemoniklərini əməliyyat kodu ilə tez və asanlıqla müqayisə etməyə imkan verən cədvəl şəklində təqdim olunur. Aydınlıq və yazını asanlaşdırmaq üçün, bütün ikili

kodları onaltılı şəkildə təqdim olunur. Bunu etmək üçün, ədədlərin ikili kodu dörd dərəcəsi olan qruplara bölünür.

8-bit əməliyyat və ya operand kodu üçün 2 belə qruplar olacaq və 16-bitlik ünvanı və ya operand üçün — 4. Dörd dərəcəli ikili kod ilə 0-dan 15-dək olan hər hansı bir onluq rəqəmi təmsil etmək olar. 0-dan 9-a qədər olan rəqəmləri və daha sonra A-dan F-ə qədər Latın əlifbasının hərfləri ilə işarələyərək, onaltılıq rəqəmlər əldə edirik. Cədvəl 5.1-də onluq, ikili və onaltılıq qiymətləri arasındakı uyğunluğu göstərir.

Cədvəl 6.1

I8080 mikroprosessor əməllərinin kodlarda təqdimatı

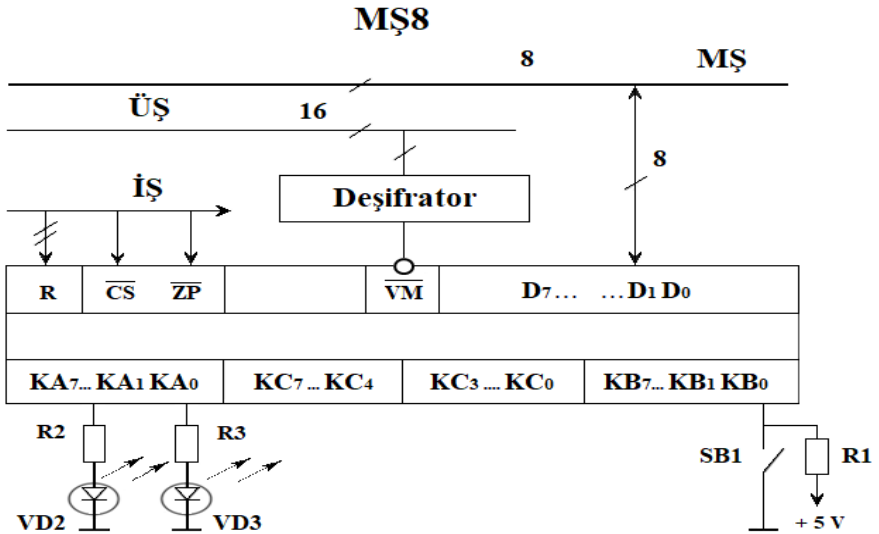
Onluq qiymət	İkili qiymət	Onaltılıq qiymət	Onluq qiymət	İkili qiymət	Onaltılıq qiymət
0	0000	0	8	1000	8
1	0001	1	9	1001	9
2	0010	2	10	1010	A
3	0011	3	11	1011	B
4	0100	4	12	1100	C
5	0101	5	13	1101	D
6	0110	6	14	1110	E
7	0111	7	15	1111	F

Dərs vəsaitində "Assembler" dilində proqramlaşdırma öyrətmək məqsədi daşımır, buna görə də oxucuların prosesin özü haqqında təsəvvürə malik olması üçün bu prosesi fraqmentik şəkildə göstəriləcək.

Proqramlaşdırma nümunəsi. Mikroprosessor qurğuları və mikrokompyuterlər öz funksiyalarını tərtib edilmiş və sınaqdan keçirilmiş proqramçılar tərəfindən yazılmış və sonradan mikrokompyuterə yazılmış proqramlara uyğun yerinə yetirirlər.

Məsələ. İxtisaslaşdırılmış mikroprosessor qurğusunun iş proqramını tərtib etmək tələb olunur. Belə bir qurğunun iki porta sahib olmasına

icazə verilir - bir giriş portu 1 və bir çıxış portu 2. SB1 düyməsi, kiçik dərəcəli əlaqə xətti üzrə giriş portu 1-ə qoşulmuşdur və iki işıq diodu iki kiçik dərəcəli əlaqə xətti üzrə çıxış portu 2-yə qoşulmuşdur. Bu qurğunun bir hissəsinin funksional sxemi Şəkil 6.6 verilir.



Şəkil 6.6. MP qurğusunun sxemi

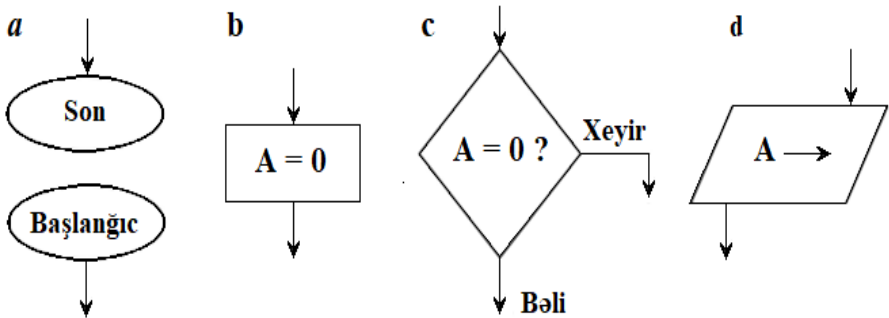
İlkin vəziyyətdə, SB1 düyməsinə basılmıyanda, VD1 LED yanmalıdır və VD2 LED yanmamalıdır. Düyməni qısaca basdıqda, VD1 LED 0,25 s-ə sönməlidir və VD2 LED yanmalıdır. Bundan sonra, 0,5 s ərzində cihaz düyməni basmağa cavab verməməlidir.

Həll. Beləliklə, programımız port 2-ə, 0000, 0001 bitlərinin kombinasiyasını yazmaqla başlamalıdır. Bu şərtlə VD1 yanır və VD2 sönlüdü.

Daha sonra daxil etmə əmri ilə port 1-in məzmunu akkumulyatora göndərilir və sıfırın kiçik dərəcədə görünməyəcəyini təhlil edir ki, bu da yalnız düyməni basdıqda ola bilər. Əgər düymə basılmasa, əməliyyat təkrarlanır. Əks halda, port 2-yə 0000, 0010 kombinasiyası göndərilir

(LED VD2 yanır, VD1 sönlüdü). Bundan sonra, 0,25 saniyə ərzində mikroprosessor portlarla heç bir əməliyyat aparmamalıdır.

Sonra yarım saniyəlik gecikmədən sonra, yenidən proqramın əvvəlinə qayıtmaq lazımdır. Bu gecikmələr xüsusi proqram vasitəsilə həyata keçirilə bilər. Bütün sadalanan hərəkətləri cədvələ daxil edirik və hər addımı nömrələyirik. Cədvəl 6.2-də problemin həlli alqoritmi verilmişdir. Alqoritmin cədvəl şəklində təqdim edilməsi rahat deyil. Blok sxemləri daha aydındır. Alqoritmlərin blok - sxemləri yalnız dörd əsas elementdən ibarət ola bilər. Onlar şəkil 6.7-də göstərilmişdir.



Şəkil 6.7. Alqoritmin blok-sxeminin elementləri: a - alqoritmin başlanğıcını və ya sonunu göstərən elementlər; b - hər hansı şərtlərin yerinə yetirilməsinin yoxlanılmasını tələb etməyən hərəkətlər; c - şərtin yerinə yetirilməsini yoxlamaq və nəticələrindən asılı olaraq iki mümkün tədbirdən birini seçmək; d - məlumatın xarici cihazlardan daxili və ya xarici cihazlara çıxışı

Cədvəl 6.2

Problemin həlli alqoritmi

Addım	Yerinə yetirilən hərəkətlər
1	Akkumulyatora 0000001 kodunu yazın və port 2-yə onu göndərin
2	0,5 saniyə gecikməni həyata keçirən proqramı icra edin
3	Giriş portu 1-in məzmununu akkumulyatora göndərin
4	Akkumulyator A(0) boşaltma vəziyyətini yoxlayın

5	A (0) 0-a bərabərdirsə, onda 3 addımına keçin, əks halda 6 addımına keçin
6	Akkumulyatora 00000010 kodunu yazın və port 2-yə onu göndərin
7	0.25 saniyə gecikməni həyata keçirən proqramı icra edin
8	1-ci addıma keçin

Bizim alqoritm struktur sxemi Şəkil 6.8 veriləndir. Oxlarla bütöv xətlər onun yerinə yetirilməsinin gedişini göstərir. Struktur sxeminin sağ tərəfində biz mikroprosessorun alqoritm yerinə yetirdiyi proqramı yerləşdirəcəyik.

Oxlarla ştrix xətləri yalnız alqoritm və proqram əmrlərinin struktur sxeminin elementlərinin uyğunluğunu göstərir. Bu xətlər struktur sxeminin mənsubiyyəti deyil və bu halda yalnız aydınlıq üçün daxil edilmişdir.

Cədvəl 6.2-ə istinad etsək, görərik ki, alqoritm yerinə yetirərkən dəfələrlə 1 və 3-cü addımlara qayıtmalı olacağıq. Buna görə də, bu addımlar nişanlanır — özbaşına seçilən adları istifadə edərək xüsusi qeyd olunur.

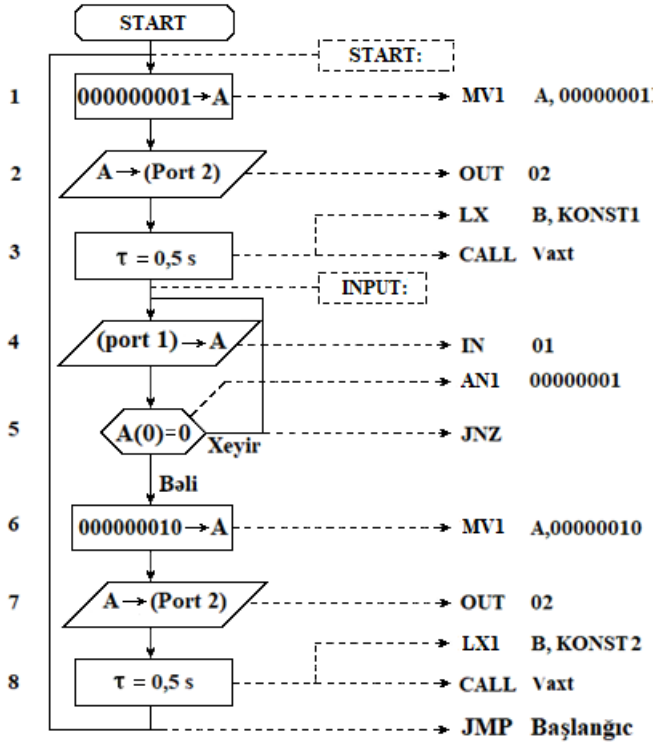
Onlar Şəkil 6.8-də alqoritm struktur sxeminin müvafiq yerlərində ştrix xətləri ilə düzbucaqlarla göstərilmişdir.

Bu nişanlar adətən öz adından sonra iki nöqtə işarəsini təşkil edir. Nişanların adları onların təyinatının aydın olması üçün seçilir (baxılan nümunədə START, INPUT, TIME nişanlarından istifadə ediləcək).

Alqoritm struktur sxemini tərtib etdikdən sonra proqramın yazılmasına keçirlər.

Standart və orijinal həllərini birləşdirərək sağlam düşüncəyə əsaslanaraq, proqramçı müəyyən xüsusiyyətlərə malik proqram əldə etməlidir.

Komanda sisteminin təsvirindən istifadə edərək, cihazın ilkin vəziyyətinə gətirilməsinin əmr ardıcılığı ilə mümkün olduğunu başa düşmək çətin deyil: operandın MV1 A akkumulyatoruna yükləmək əmri, 00000001 və məlumat baytının akkumulyatordan port 2-ə çıxarılması əmrləri — OUT 02.



Şəkil 6.8. Alqoritmin struktur sxemi

Bunun ardınca vaxt gecikməsini məhdudlaşdırmaq üçün tələb olunan iki əmr və sonra SB1 düyməsinin vəziyyətini soruşmaq üçün bir əmr verilir (yəni, port 1-n sinin dəyəri). LN 01 giriş əmrindən istifadə edərək, portun tərkibini akkumulyatora yenidən yazırıq və onun kiçik A (0) bitinin vəziyyətini yoxlayırıq. Bunu etmək üçün, yalnız kiçik dərəcədə 1 ehtiva edən birbaşa operandın və akkumulyatorun tərkibinin məntiqi vurma əmrini (əmr AN1 00000001) istifadə edirik.

Bu əmrin yerinə yetirilməsi nəticəsində akkumulyatora yeddi yuxarı dərəcələri 0-a bərabər olduğu kod yazılacaq. Akkumulyatorun sıfır dərəcəsinin qiyməti A (0), port 1-dən oxunan kodun kiçik dərəcəsinin

qiymətindən, yəni IN 01 əmrinin verildiyi anda düymənin basıldığından asılı olacaq.

Məntiqi vurma əmri, registr E-in nin bütün bitlərinə təsir edir. Biz bu vəziyyətdə sıfır əlaməti olan Z bitinin vəziyyəti ilə maraqlanırıq, hansı ki akkumulyatorun tərkibi sıfır olduqda 1-ə gətirilir, bu da basılmış düyməyə uyğundur. Beləliklə, JNZ INPUT əmri, Z-in əlaməti sıfıra bərabər qaldıqda, idarəetmə INPUT nişanı ilə işarələnmiş IN 01 əmrinə verəcəkdir. Düyməni basmaq, Z əlamətinin 1-ə gətirilməsi və proqramın sonrakı əmərlərinin yerinə yetirilməsinə səbəb olacaqdır.

Proqramı yazarkən, mikroprosessor əmərlərinin mnemonic təsvirləri və nişanlar üçün simvolik adlar istifadə edilmişdir. Bu formada proqram birbaşa mikrokompyuterdə yerinə yetirilə bilməz. Bunu etmək üçün, bu, maşın dilinə tərcümə olunmalıdır — ikili (və ya obyekt) kodlarının dili. Bu tərcümə xüsusi blankdan istifadə edərək aparılır. Cədvəl 6.3 proqramımızın yazıldığı belə bir blankın forması verilmişdir.

Cədvəl 6.3

Proqramın maşın koduna tərcüməsi

Ünvan	Kod	Nişan	Mnemonika	Operand	Şərh
0000	3E01	START:	MV1	A,01 H	00000001 - A
0002	D302	—	OUT	02 H	VD1-i qoşmaq, VD2-i söndürmək
0004	01 70 08	—	LX1	B, KONST 1	0,5 s gecikmənin qiymətini təyin etməli
0007	OD IE 00	—	CALL		Gecikmə alt proqramı çağırmaq
000A	DB 01	INPUT:	IN	01 H	1 portdan bayt daxil etməli
000C	E6 01		AN1	01 H	İstifadə edilməmiş bitlərin maskalanmasını yerinə yetirilməli
000E	C2 OA 00	-	JNZ	INPUT	Düymə basılmadıqda, girişini təkrarlama

00П	3E 02	—	MV1	A,02 H	00000010 - A
0013	D3 02	—	OUT	02 H	U2-i qoşmaq, U1-i söndürmək
0015	01 88 65	—	LX I	B, KONST 2	0,25 s gecikmənin qiymətini təyin etməli
0016	CD IE 00	—	CALL	TIME	Gecikmə alt proqramı çağırmaq
001B	C3 00 00		JMP	START	BAŞLANGIC: gecikmə alt proqramının yerinə qaytarılması
001E	OB	TIME:	DCX	B	BC-in məzmununu 1 azaldmalı.
001F	7B	—	MOV	A, B	B məzmunu A göndərməli
0020	B1	—	ORA	C	B və C sifra bərabərdirmi?
0021	C2 IE 00	—	JNZ	TIME	Əgər yoxsa, dövrü təkrarlamaq
0024	C9	—	RET		Əsas proqrama qayıtmalı
		KONST 1 KONST 2	1 EQU 2 EQU	520800 260400	Rəmzi operandlara ədədi qiymətlər təyin etməli

Qarşımızdakı I8080 mikroprosessor əmr kodu cədvəli ilə ünvan (1-ci sütun) və kod (2-ci sütun) sahələrini doldura bilərik. Onlar həmişə onaltılıqlı formada ədədlərlə doldurulur və ədədlərin sonundakı H hərfi buraxılmır. Proqramı tərtib edərkən operandları qeyri açıq təyin ediriksə, proqramın mətninin əvvəlində və ya sonunda bu operandların həqiqətən nəyə bərabər olduğunu müəyyən edirik.

Bunu etmək üçün 3-cü sütunda operandın simvolik adını, 4-cü sütunda — qısaltılmış ingilis sözü QUE (bərabərdir) və 5-ci sütunda — operandın həqiqi dəyərini yazırıq.

2-ci sütuna kodları və müvafiq əmr operandlarını yazırıq. Bu zaman simvolik adları həqiqi qiymətləri ilə əvəz edir. 16 bitli (iki baytlı)

operandlar və ünvanları 5-ci sütuna yazarkən, ədədin solda iki böyük, sağda isə iki kiçik dərəcəsini yazırıq.

2-ci sütuna operand kodlarını yazarkən sifariş tərsinə çevrilir ki, bu da 16 bitli ədədlər baytlarının mikrokompyuter yaddaşına yazılması qaydası ilə izah olunur. Əmrlər sisteminə baxdıqda, 1, 2 və 3 baytlıq əmrlərin olduğunu öyrəndik. Bu 2-ci sütunun formatında əks olunur: 1, 2 və ya 3 bayt ola bilər.

İndi 2-ci sütunada olan kodlar 1-ci sütunada göstərilən ünvanlarda mikrokompyuterin yaddaşa yerləşdirildikdə, mikrokompyuter işə qoşulduqda ilkin ünvanından (bu halda 0000) başladığıda alqoritmimizi yerinə yetirməyə başlayacaq.

Praktik olaraq MP əməliyyatların dörd əsas növünü yerinə yetirir: xarici və daxili registrlərdən sözləri oxumaq; hesab əməliyyatları; məntiqi əməliyyatlar; xarici və daxili registrlərə sözləri yazmaq. Bu əməliyyatları istifadə edərək, hər hansı bir mürəkkəblik proqramları tərtib edə bilər.

Belə proqramların hazırlanması üçün yüksək ixtisaslı proqramçılar tələb olunur. Proqramlar tərtib edildikdən sonra, qalan səhvlərin müəyyənləşdirməsi və aradan qaldırması üçün uzun müddət tələb olunur. Proqramçılar dilin xüsusiyyətlərini və kompyuterlərin təşkilini hərtərəfli bilməlidirlər.

Təbii ki, mikrokompyuterləri idarə edən istifadəçilər "Assembler" dilini başa düşməzlər və maşın kodlarında yazılmış proqramın mətninin deşifrə etmək üçün xüsusi translyator proqramı olmalıdır (ingilis dilindən translate — tərcümə), hansı ki ilkin proqramının mətnini istifadəçi üçün başa düşülən bir dilə çevirir. Belə texnoloji dillərdən biri rele diaqramlarının dilidir. Bu, avtomatik tənzimləmə praktikasında qəbul edilən terminlərdən istifadə etməklə aparılan proqramlaşdırmaadır.

6.3 Proqramlaşdırılan məntiqi kontrollerlərin birləşmə sxemləri

Təyinatına görə, kontrollerlər iki qrupa bölünürlər:

- konkret texnoloji prosesi idarə etmək üçün nəzərdə tutulmuş;

- universal, mühəndisin istəyi ilə proqramlaşdırıla bilən.

Birincilər, müəyyən bir istehsal vəzifəsi üçün konfigurasiya edilmiş kontrollerləri əhatə edir:

- istilik və havalandırma sistemlərində temperaturun tənzimlənməsi üçün;
- soyuducu maşınlarda istifadə üçün [28].

Belə kontrollerlər xüsusi bir problemi həll edirlər, əvvəlcədən təyin edilmiş rejimə yenidən qurula bilirlər, lakin ikinci qrupun çevik kontrollerlərdən fərqli olaraq başqa bir xüsusi problemi həll etmək üçün istifadə edilə bilməzlər.

Kontrollerlərlərin ikinci qrupu öz konstruktiv icrasına görə mikrokontrollerlərə, monobloklara və modul kontrollerlərə bölünə bilər [26].

Mikrokontrollerlər – bu kiçik kontrollerlər, hansılar ki, vahid asan proqramlaşdırılan blokda bir çox ayrı komponentləri əvəz edirlər (vaxt relesi, aralıq relesi, kontaktorlar və s.). Əslində, bu rəqəmsal avtomatdır, hansı ki, girişlərdən oxunan məlumatlarla yaddaşda saxlanılan proqrama uyğun olaraq əməliyyatları yerinə yetirir, və onun çıxışlarına verilən idarəedici siqnalları yaradır. Belə kontrollerlərin funksiyaları kifayət qədər genişdir, lakin onlar giriş siqnallarının məhdud sayını idarə edə (maksimum 18-ə qədər) və çıxışlara qoşulan icra mexanizmlərinin məhdud sayını idarə edə bilirlər (maksimum 13-ə qədər). Belə ki, məsələn, bu gün yayılmış α – kontrollerlər (Mitsubishi şirkəti) [29] yalnız məntiqi idarəetmə funksiyalarını yerinə yetirməkdən başqa, həm də real vaxtda idarə oluna, analoq siqnalları emal edə, tənzimləməni apara bilirlər (quraşdırılmış PID -tənzimləyici funksiyası). Onlar GSM modeminə dair məlumatların ötürülməsi imkanına malikdirlər, asanlıqla proqramlaşdırılır və yenidən proqramlaşdırılır. α – seriyalı kontrollerlər sadə problemləri həll etmək üçün kompakt universal məhsul kimi hazırlanmışdır. Lakin bu seriyalı kontrollerlərin idarəetmənin yüksək etibarlılığını təmin etməsi tələb olunduqda istifadəsi istisna edilməlidir (atom elektrik stansiyaları və xidmətçi heyət üçün yüksək təhlükə yaradan proseslər). $\alpha 2$ - kontrollerlər modelləri haqqında məlumatlar Cədvəl 6.4-də verilmişdir (ikinci nəsil).

$\alpha 2$ – kontroller modelərinin xarakteristikası (Mitsubishi şirkəti)

Model	Enerji mənbəsi	Giriş dövrəsi		Çıxış dövrəsi		Ölçülər, mm
		Növü	Miq-darı	Növü	Miq-darı	
AL2-14MR-A	-100...240 V	~ 100...240 V	8	Rele	6	124,6x90 x52
AL2-14MR-D	= 24 V	=24 V, axın/mənbə	8	Rele	6	
AL2-24MR-A	-100...240 V	~ 100...240 V	15	Rele	9	
AL2-24MR-D	= 24 V	=24 V, axın/mənbə	15	Rele	9	

Qeyd. Burada və sonra " ~ " – dəyişən cərəyan, " = " – sabit cərəyandır.

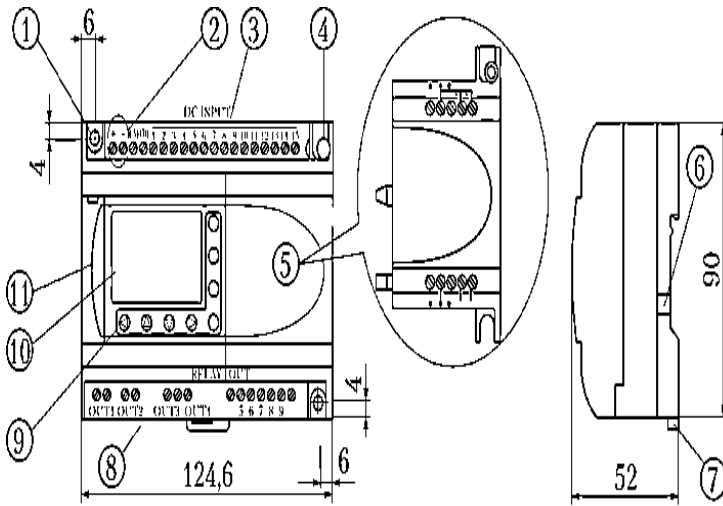
$\alpha 2$ - kontrollerinin əsas modeli giriş və ya çıxışın artmasını, və ya xüsusi modulun quraşdırılmasını təmin edən genişləndirilmə modulu quraşdırmaq mümkündür (Cədvəl 6.5). Yalnız bir modul quraşdırıla bilər.

 $\alpha 2$ - kontrollerinin genişlənmə modullarının xarakteristikası

Model	Giriş dövrəsi		Çıxış dövrəsi	
	Növü	Miq-darı	Növü	Miq-darı
AL2-4EX-A2	~ 220...240 V	4	-	
AL2-4EX	= 24 V axın/mənbə	4	-	
AL2-4EYR	-	-	Rele	4
AL2-4EYT	-	-	Transistor	4

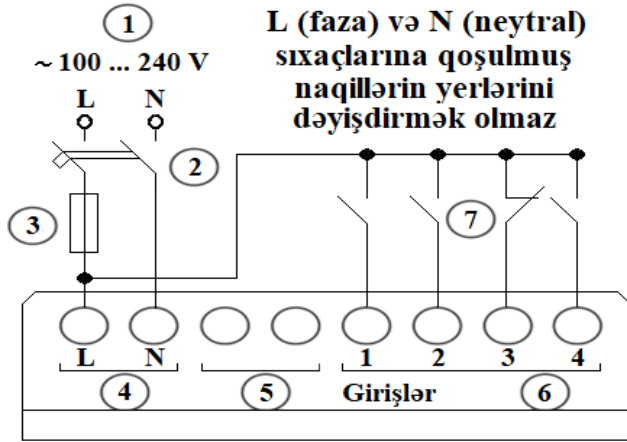
AL2-ASI-BD	Giriş AS-interfeysi	4	Çıxış AS-interfeysi	4
AL2-2DA			Analoq siqnalı (0 ilə 10 V və ya 4 ilə 20 mA)	2
AL2-2PT-ADP	RT-100 temperatur sensoru	2	Analoq siqnalı (0 ilə 10 V)	2
AL2-2TC	Termocütü ("K" növü) temperatur sensoru	2	Analoq siqnalı (0 ilə 10 V)	2

α2 - kontrollerini birləşdirən və konstruktiv sxemləri Şəkil 6.9 - 6.14 verilir.

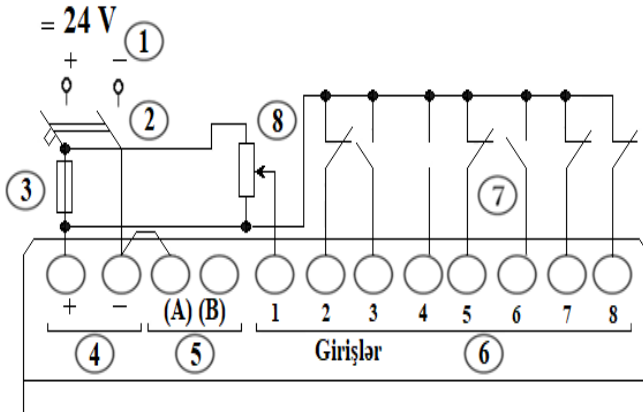


Şəkil 6.9. AL2-24MR-D kontrollerinin tərkib hissələri:

- 1-montaj dəliyi; 2- güc mənbəsinin birləşmə sıxaqları; 3 - giriş dövrəsinin birləşmə sıxaqları; 4 - genişləndirici gövdəsi və ya genişləndirici modulun bağlamaq üçün montaj vint; 5 - genişləndirici gövdəsi və ya genişləndirici modul; 6 - DIN standartında dəmir yolu relsi quraşdırılması üçün yiv; 7 - DIN standartında dəmir yolu relsi quraşdırılması üçün montaj sıxaqları; 8 - çıxış birləşmə sıxaqları; 9 — əməliyyat düymələri; 10 - maye kristal ekran; 11-proqramlaşdırma üçün əlaqə portunun qapağı

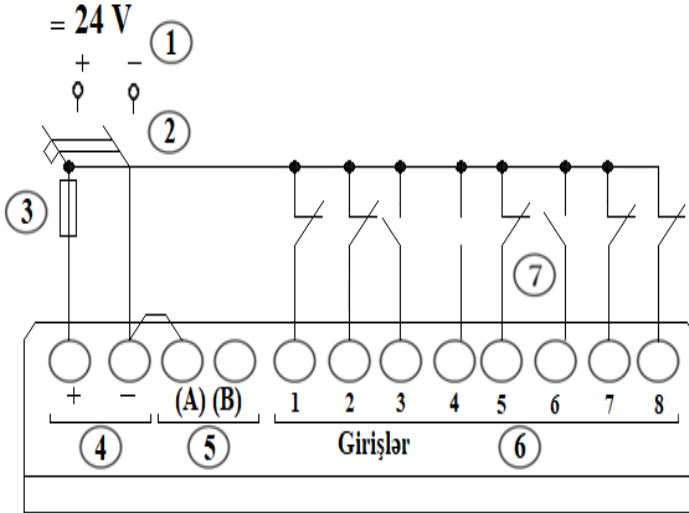


Şəkil 6.10. Giriş dövrəsi və dəyişən cərəyan güc mənbəyi ilə AL2-14MR-A kontrollerinin qoşma sxemi: Bir AC güc mənbəyi və giriş sxemləri olan AL2-14MR-A nəzarət cihazının elektrik qoşma diaqramı: 1 - dəyişən cərəyan mənbəyi; 2 - dövrənin ayırıcı qurğusu; 3 - dövrənin mühafizə qurğusu(1A-ə qədər məhdudiyət); 4 - dəyişən cərəyan güc mənbəyini bağlamaq üçün birləşmə sxaçları; 5 - istifadə olunmamış birləşmə sxaçları; 6 - giriş birləşmə sxaçları; 7 - rəqəmsal giriş açarları



Şəkil 6.11. AL2-14MR-A kontrollerinin sabit cərəyan mənbəyi və giriş dövrəsi ilə elektrik qoşma sxemi (ümumi "+" ilə mənbənin qoşulması):

1 - sabit cərəyan mənbəyi (24 V); 2 - dövrənin ayırıcı qurğusu; 3 - dövrənin mühafizə qurğusu (1A-ə qədər məhdudiyət); 4 - sabit cərəyan güc mənbəyini bağlamaq üçün birləşmə sxaçları; 5-axın/mənbə bağlantısı üçün giriş birləşmə sxaçları; 6-giriş birləşmə sxaçları; 7 - giriş sensor-açarları; 8 - analoq girişi

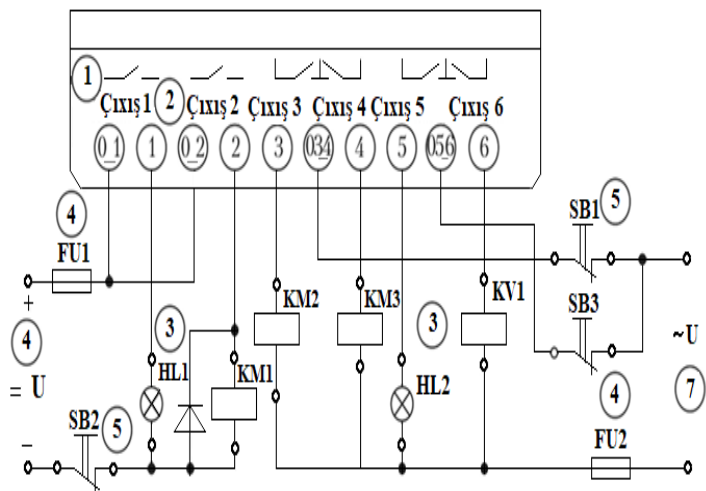


Şəkil 6.12. Kontrollerinin sabit cərəyan mənbəyi və axını olan giriş dövrəsi ilə elektrik qoşma sxemi (ümumi "-" ilə mənbənin qoşulması):

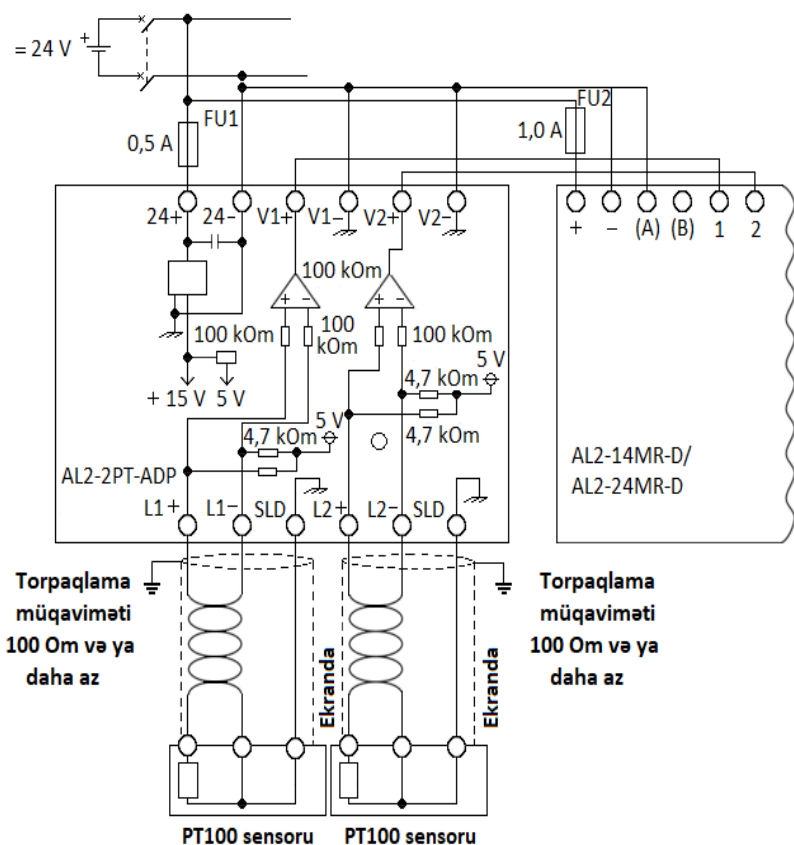
1 - sabit cərəyan mənbəyi (24 V); 2 - dövrənin ayırıcı qurğusu; 3 - dövrənin mühafizə qurğusu (1A-ə qədər məhdudiyət); 4 - sabit cərəyan güc mənbəyini bağlamaq üçün birləşmə sxaçları; 5-axın/mənbə bağlantısı üçün giriş birləşmə sxaçları; 6-giriş birləşmə sxaçları; 7 - giriş sensor-açarları; 8 - analoq girişi

Kontrolleri funksional imkanlar, giriş və çıxışların sayı, giriş və çıxış siqnallarının növü (analoq və rəqəmsal), enerji gərginliyi ilə seçilir. Yuxarıda müzakirə edilən yem paylama idarəetmə strukturunun həyata keçirildiyi təqdirdə (şəkil 3.15-ə bax), kontroller tipli idarəetmə qurğusu bazasında 7 giriş siqnalı (rəqəmsal) və 5 çıxış siqnalı (rəqəmsal) olan kontroller tələb olunur.

Burada və sonra şəkillərdə dairələrdə rəqəmlər izahatda deşifrə edilən mövqeləri göstərir.



Şəkil 6.13. Əsas blokun çıxış relələrinin elektrik birləşmə sxemi (dəyişən və / və ya sadit cərəyan): 1 - kontrollerin əsas bloku; 2 - qarşılıqlı istisna edilən çıxışlar; 3 - çıxış qurğuları; 4 – sxemin mühafizə qurğusu; 5 – qəza açarı; 6 - sabit cərəyan mənbəyi; 7 - dəyişən cərəyan mənbəyi

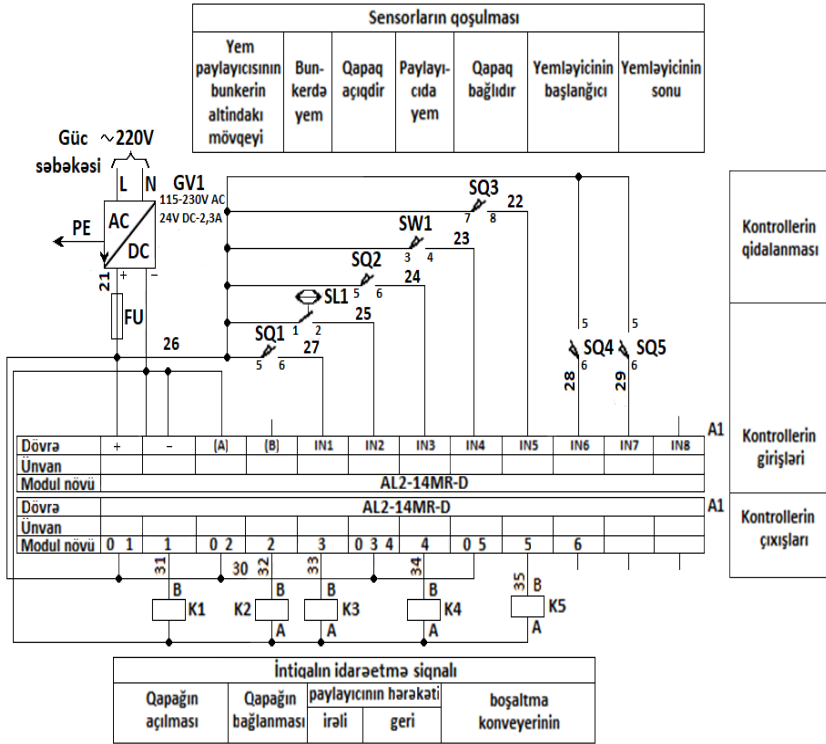


Şəkil 6.14 AL2-2PT-ADP üçün elektrik birləşmələrinin sxemi

Bu vəziyyətdə elektrik təchizatı gərginliyi ~ 220 V və ya $= 24$ V ola bilər.

Sxem günün müəyyən vaxtlarında işə salındığı üçün mütləq real vaxt rejimində idarəetmə imkanı olmalıdır. Yem paylayıcısının idarə olunması problemini həll etmək üçün, tələb olunan funksional imkanlara malik olduğundan, Mitsubishi şirkətinin AL2-14MR-D kontrollerini istifadə etmək olar (8 giriş və 6 çıxış, enerji təchizatı gərginliyi $=24$ V).

Şəkil 6.15, kontrollerin yem paylayıcısının idarəetmə cihazı kimi istifadə edildikdə, prinsipial sxemin bir fraqmentində kontrollerin qoşulma dövrəsi göstərilir.



Şəkil 6.15. Yem paylayıcısının idarəetməsini həyata keçirmən α- kontrollerin birləşmə sxemi

Kontrollerin təchizat gərginliyi = 24 V qəbul edildiyi üçün, GB1 enerji təchizat bloku nəzərdə tutulub, hansı ki, siqnalı idarəetmə dövrəsindən alır (~ 220 V).

Enerji təchizat blokunun gücü kifayət qədər olmalıdır. Kontroller A1-rin IN1-İN7 girişlərində proses parametrlərinin vəziyyəti haqqında siqnallar verən SQ1-SQ5, SL1 və SW1 sensorları qoşuludur.

İdarəetmə proqramına uyğun olaraq kontroller 1-5 çıxışlarına siqnal göndərir. Bu halda, K1-K5 aralıq rele kontaktları vasitəsilə bu siqnallar

yem paylayıcısının intiqalının idarə edən maqnit işəburaxılışlarına ötürüləcək. Kontrollerin girişi IN8 və 6-cı çıxışı istifadə edilmir.

Monoblok kontrollerlər, baza blokundan ibarət kompakt proqramlaşdırılan kontrollerlərdir ki, bu da genişləndirmə modulları və xüsusi funksional modullarla tamamlana bilər. Belə kontrollerlərin nümunəsi, xarakteristikaları Cədvəl 6.6-da açıqlanan FX seriyalı kontrollerlərdir (Mitsubishi Electric şirkəti). Bəzi əlavə modulların xarakteristikaları Cədvəl 6.7-də göstərilmişdir. FX2N kontrollerinin baza modulunun görünüşü Şəkil 6.16-da göstərilmişdir. Baza modulun sıxaclarının işarələnməsi Şəkil 6.17-də təqdim olunur.

Cədvəl 6.6

FX seriyası kontrollerlərin model sırası

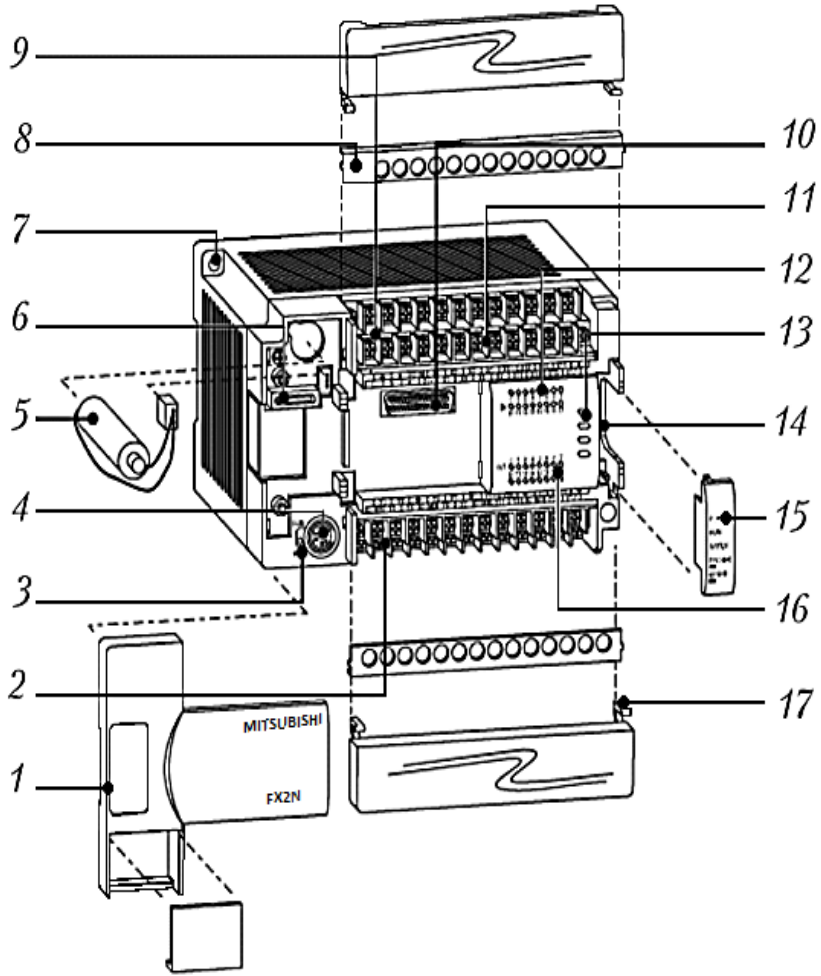
Xarakteristikası	FX1S	FX1N	FX2N	FX3U	FX3UC
Elektrik qidalanma, V	~ 100...240 = 24	~ 100...240 = 12...24	~ 100...240 = 24	~ 100...240 = 24	= 24
Girişlərin sayı	6... 16	8...36	8...64	8...64	8...48
Çıxışların sayı	4...14	6...24	8...64	8...64	8...48
Çıxış növləri	Rele, tranzistor	Rele, tranzistor	Rele, tranzistor	Rele, tranzistor	Tranzistor
Tsiklik vaxt / məntiqi əmr, mks	0,55...0,7	0,55...1	0,08	0,065	0,065
Yaddaş	EEPROM-n 4 kB addımları (daxili)	EEPROM-n 16 kB addımları, EEPROM / EPROM kasetləri ilə genişləndirilə bilir	İdarəetmə proqramının 16 kB addımları (daxili RAM), optional olaraq 16 kB RAM / EEPROM	İdarəetmə proqramını n 64 kB addımları (standart), FLROM kaseti (optional)	İdarəetmə proqramının 64 kB addımları (standart)

Ölçülər (E xH x D), mm	50/60/75/100 x90x49	90... 185x 90x75	150...350x 90x87	130...285x 90x86	34...86x 90x74
------------------------	---------------------	------------------	------------------	------------------	----------------

Cədvəl 6.7

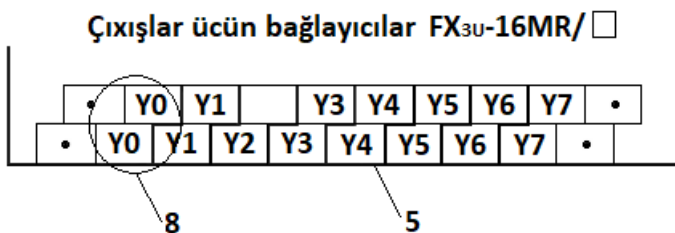
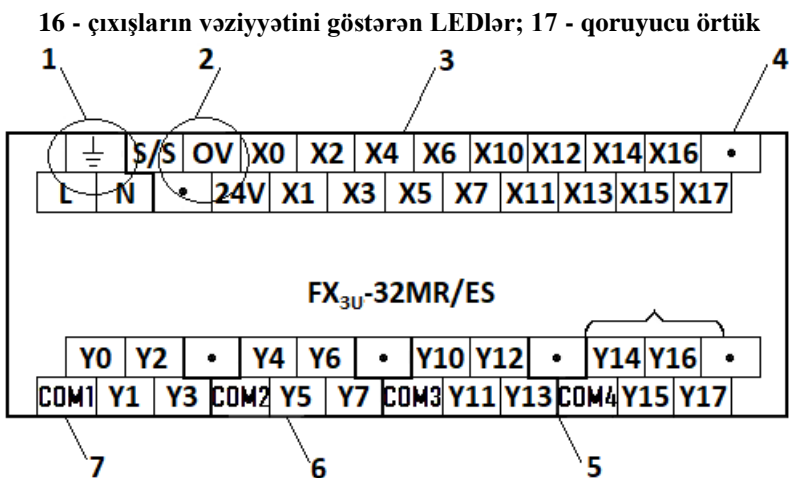
FX seriyası genişləndirmə modullarının xarakterikaları

Təyinat	Marka	Miqdarı (növu)		Ölçülər, mm
		Girişlər	Çıxışlar	
Genişləndirilmə modulları	FX2N-8 ER-ES/UL	4	4	43x90x87
	FX2N-8 EX-ES/UL	8	—	
	FX2N-8 EYR-ES/UL	-	8 (rele)	
	FX2N-8 EYT-ESS/UL	—	8 (tranzistor)	
	FX2N-16 EX-ES/UL	16	—	43x90x87
	FX2N-16 EYR-ES/UL	—	16 (rele)	
	FX2N-16 EYT-ESS/UL	—	16 tranzistor)	
	FX2N-32 ER-ES/UL	16	16 (rele)	150x90x87
	FX2N-32 ET-ESS/UL	16	16 tranzistor)	
	FX2N-48 ER-ES/UL	24	24 (rele)	182x90x87
FX2N-48 ET-ESS/UL	24	24 tranzistor)		
Analoq giriş modulları	FX2N-2AD	2	—	43x90x87
	FX2N-4AD	4 (analoq)	—	55x90x87
	FX3U-4AD	8 (analoq)	—	55x90x87
	FX2N-8AD	—	—	75x105x75
Temperatur ölçmə və tənzimlənməsi modulları	FX2N-4AD-TC	4 (analoq)	—	55x90x87
	FX2N-4AD-PT	4(analoq) PT100	—	
	FX2N-4AD-2LC	2 kanal: termocüt və PT100	—	
Gərginlik və cərəyan çıxışları olan analoq çıxış modulları (məsələn, tezlik çeviricilərini idarə etmək üçün)	FX2N-2DA	2 (analoq)	—	43x90x87
	FX2N-4DA	4 (analoq)	—	55x90x87
	FX3U-4DA	4 (analoq)	—	55x90x87



Şəkil 6.16. FX2N kontrollərinin komponentləri:

- 1 - gövdə örtüyü; 2 - rəqəmsal çıxış üçün ayrılabilən sıxac bloku;
- 3 - RUN /STOP elektrik açarı; 4 - programçının qoşulması; 5 - bufer qidalanmasının batareyası; 6 - funksional qurğu üçün genişləndirici bağlayıcı;
- 7 - montaj dəliyi; 8 - sıxac qapağı; 9 - elektrik enerjisinin qoşulması; 10 - yaddaş kasseti üçün yuva; 11 - rəqəmli girişlər üçün sıxac bloku; 12 - girişin vəziyyətini göstərən LEDlər; 13 - iş vəziyyətinin indikasiyası üçün LED;
- 14 - genişləndirmələr üçün bağlayıcı; 15 - genişləndiricinin qoruyucu örtüyü;

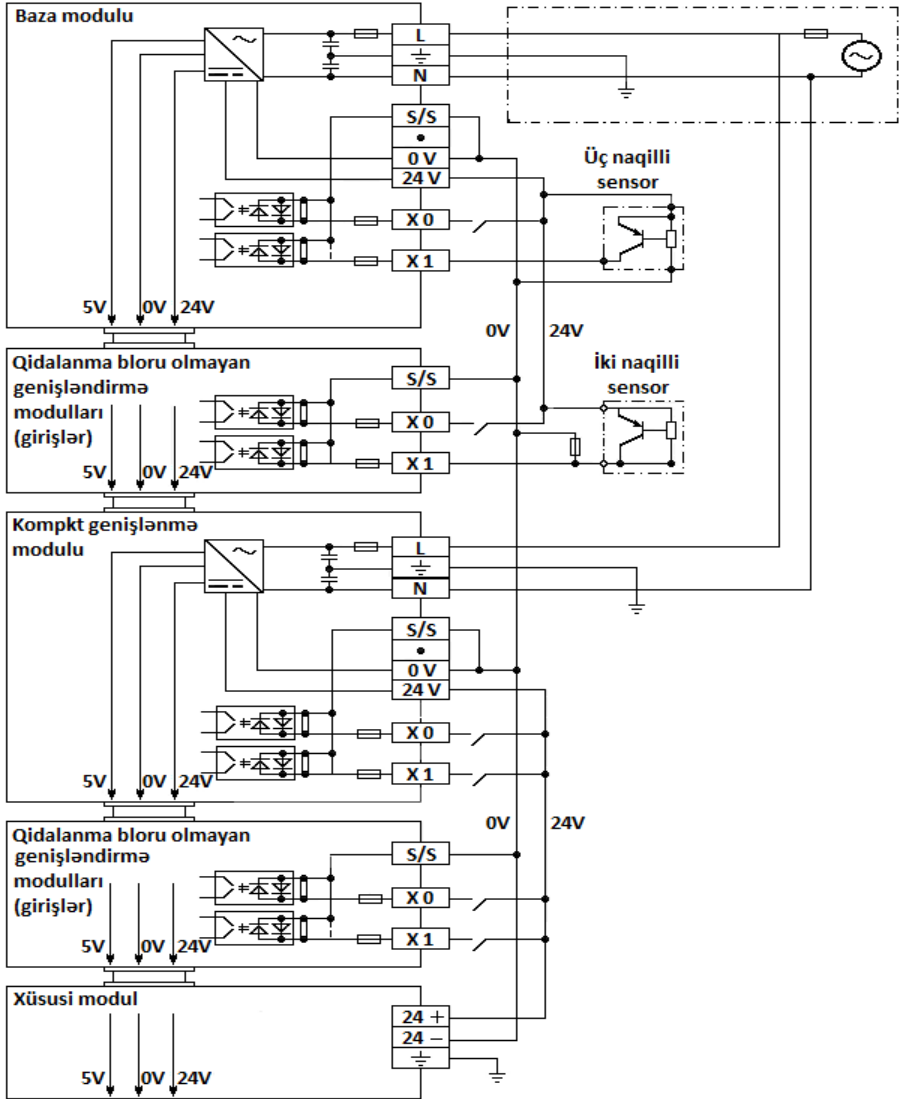


Şəkil 6.17. FX baza modulunun sınaqlarının işarələnməsi:

1 - enerji mənbəyi üçün bağlayıcılar (dəyişən gərginlikli - L və N-lə işarələnir, sabit gərginlikli enerji mənbəyi — "+" və "-"); 2 - enerji mənbəyinin dəyişən gərginlikli modulları üçün, 24 V qiyməti olan xidmət enerji mənbəyinin çıxışı (bu bağlayıcılarda, sabit gərginlikli enerji mənbəyi olan baza modullarında heç bir siqnal yoxdur); 3 - giriş bağlayıcıları (X0...X7, X10...X17); 4 - sərbəst bağlayıcı (qoşulma yoxdur); 5 - çıxış qruplarının ayrılması; 6 - çıxış bağlayıcıları (Y0...Y7, Y10...Y17); 7 - idarəetmə gərginliyi üçün bağlayıcılar ("–" kommutasiya edən rele və tranzistor çıxışları üçün, COM işarəsi, " + " kommutasiya edən tranzistor çıxışları üçün — +V); 8 – FX_{3U}-16MR çıxışların işarələnməsi (eyni bağlayıcılar bir kontakt relesinin bağlayıcılarını bildirir)

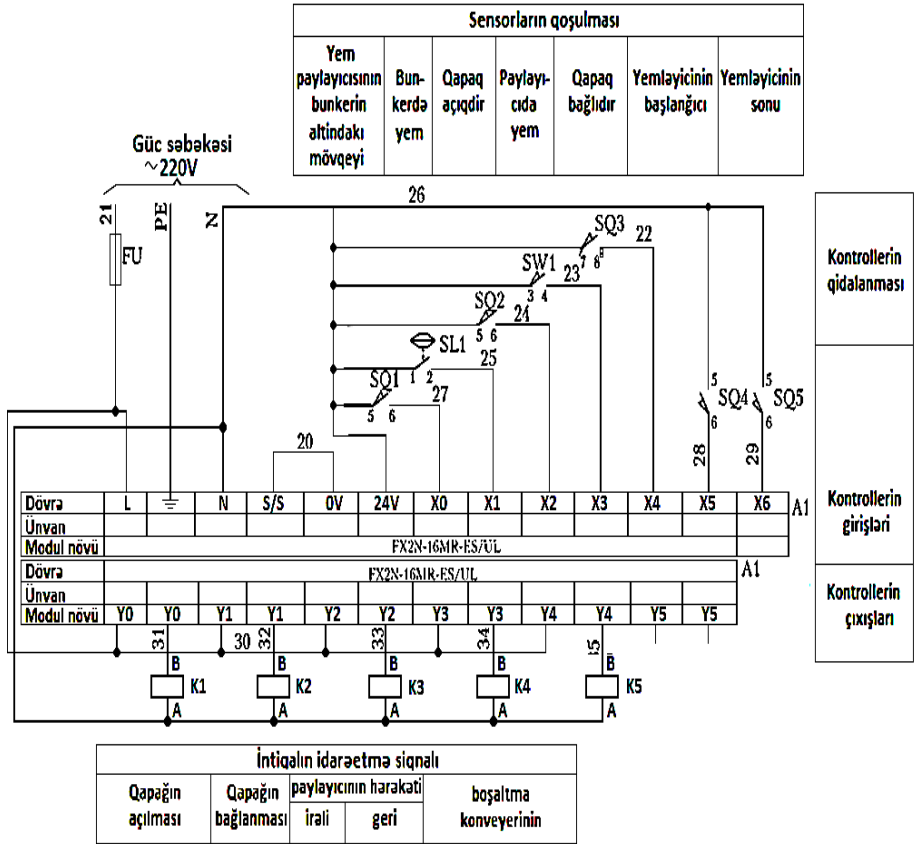
Baza modulunun və ya genişləndirmə modullarının bütün girişləri, "+" və ya "-" kommutasiya edən sensorlar üçün konfigurasiya edilə

bilər. Bu kontrollerlərin qoşulma sxemini tətbiq edərkən nəzərə alınmalıdır. Qoşulma nümunəsi Şəkl 6.18-də göstərilmişdir.



Şəkil 6.18. Dəyişən güc gərginliyi ilə FX baza bloklarına "+" kommutasiya sensorlarının birləşməsi

FX seriyalı kontrollerin əsasında yem paylayıcısının idarəedilmə vəzifəsini həyata keçirmək də mümkündür. Bunu etmək üçün, 8 girişli və 8 çıxışlı və qida gərginliyi 220 V olan FX2N-16MR-ES/UL baza modulunu seçə bilərik. Bu hal üçün qoşulma sxemi Şəkil 6.19-da təqdim olunur.



Şəkil 6.19. Yem paylayıcısının işarəsini həyata keçirmək üçün FX2N-16MR-ES/UL kontrollerinin birləşmə sxemi

Monoblok kontrollerlər, baza blokundan ibarət kompakt proqramlaşdırılan kontrollerlərdir ki, bu da genişləndirmə modulları və

xüsusi funksional modullarla tamamlana bilər. Belə kontrollerlərin nümunəsi, xarakteristikaları Cədvəl 6.6-da açıqlanan FX seriyalı kontrollerlərdir (Mitsubishi Electric şirkəti). Bəzi əlavə modulların xarakteristikaları Cədvəl 6.7-də göstərilmişdir. FX2N kontrollerinin baza modulunun görünüşü Şəkil 6.16-da göstərilmişdir. Baza modulun sıxaclarının işarələnməsi Şəkil 6.17-də təqdim olunur.

Baza modulunun və ya genişləndirmə modullarının bütün girişləri, "+" və ya "-" kommutasiya edən sensorlar üçün konfigurasiya edilə bilər. Bu kontrollerlərin qoşulma sxemini tətbiq edərkən nəzərə alınmalıdır. Qoşulma nümunəsi Şəkil 6.18-də göstərilmişdir.

FX seriyalı kontrollerin əsasında yem paylayıcısının idarəedilmə vəzifəsini həyata keçirmək də mümkündür. Bunu etmək üçün, 8 girişli və 8 çıxışlı və qida gərginliyi 220 V olan FX2N-16MR-ES/UL baza modulunu seçə bilərik. Bu hal üçün qoşulma sxemi Şəkil 6.19-da təqdim olunur.

FX seriyalı kontrollerlər operator panelləri ilə komplektləşdirilə bilər (şəkil 5.20).



Şəkil 6.20. Operator paneli

Məsələn, GOT1000 ailənin panelləri idarəetmənin vizualizasiyasını təmin edir. İstehsal prosesləri və keyfiyyət standartları getdikcə daha mürəkkəbləşir və istehsal, proseslər və sənaye qurğuları haqqında ətraflı

məlumatların artmasına nəzarəti təmin edə biləcək sənaye avtomatlaşdırma sistemləri tələb olunur.

Buna görə də, operator panelindən istifadə edərək, ən əhəmiyyətli nəzarət parametrləri panel ekranına verilə bilər. Panel vasitəsilə müəyyən parametr qiymətlərini təşkil etmək və təyin etmək üçün istifadə edilə bilər.

Modul kontrollerləri, mərkəzi prosessor və kommunikasiya modullarının, xüsusi modulların, giriş/çıxış modullarının vahid baza şassi üzərində birləşməsidir. Bu, avtomatlaşdırılmış istehsal idarəetmə sistemlərinin qurulmasını təmin edən sənaye sistemini konfigurasiya etməyə imkan verir. Bu kontrollerlərin xarakteristikaları Cədvəl 6.8-də göstərilir.

Cədvəl 6.8

Modul kontrollerinin xarakteristikaları

Xarakteristikası	MELSEC AnSH/QnAS	MELSEC System Q
Elektrik qidalandırılması, V	~100...240 / =24	
Giriş/çıxış	32...1024	32...4096
Diskret çıxışlar	Rele, tranzistorlar, semistorlar	
Bir məntiqi təlimat üçün dövrünün müddəti, mks	0,25...0,33	0,034...0,2
Kontroller proqramının saxlanması üçün yaddaş, min addım	8...60	8...252

6.4 Məntiq kontrollerlərin proqramlaşdırma prinsipləri

Proqramlaşdırma kontrollerlərin üçün Beynəlxalq Elektrotexniki Komissiyanın (IEC- International Electrotechnical Commission) standartlarına uyğun olaraq iki qrupa bölünə bilən bir neçə proqramlaşdırma dili təqdim olunur:

- qrafik: ardıcıl funksional sxemlərin dili – Sequential Function Chart (SFC), funksional bloklı diaqramlarının dili – Function Block Diagram (FBD), rele – kontakt məntiqi dili — Ladder Diagram (LD);

- mətn: təlimat siyahısı — Instruction List (IL), strukturlaşdırılmış mətn — Structured Text (ST).

SFC – proqramda müxtəlif tədbirlərin xronoloji ardıcılığını təsvir etməyə imkan verən bir qrafik dildir. Bunun üçün addımlar (mərhələlər) ilə əlaqələndirilir və iş ardıcılığı addımlar arasındakı keçid şərtləri ilə müəyyən edilir.

FBD – hər biri məntiqi və ya hesab ifadəsini özündə cəmləşdirən dövrlər ardıcılığı ilə işləyən qrafik bir dildir,

LD – elektrik sxemlərinin strukturlarını həyata keçirən bir qrafik dildir.

IL – yuxarıda göstərilən nümunə kimi mnemonik əmrlərin siyahısı ilə təlimatların siyahısını təqdim edir.

ST – operatorlarda (If...Then...Else) və dövrlərdə (While...Do) istifadə edilə bilən yüksək səviyyəli təlimatlar toplusudur.

FBD və LD kifayət qədər sadə proqramlaşdırma dillərindən istifadə prinsiplərini nəzərdən keçirək.

Belə ki, *α-kontrollerlər* funksional blok diaqramları (FBD) dilində və ya birbaşa kontrollerlərin displeyinin yaxınlığında yerləşən düymələrin köməyi ilə və ya Alpha Programming paketini istifadə edərək proqramlaşdırma portu vasitəsilə kompüterdə proqramlaşdırılır.

Proqramlaşdırma, lazımi funksional blokların seçilməsinə, onların bir-birinə qoşulmasına və blokların parametrlərinin təyin edilməsinə (on/off gecikmələri, sayğacların göstəriciləri və s.) qədər azaldılır. İdarəetmə proqramının saxlanması üçün modulda quraşdırılmış enerji asılılığı olmayan yaddaş cihazı nəzərdə tutulmuşdur.

İstifadəçinin ixtiyarında VƏ, VƏ YA, QEYRI tipii məntiqi funksiyalar və s., çox sayda rele növləri (gecikmə ilə qoşulma və söndürmə relesi, impuls relesi, öz-özünü bloklayan rele), eləcə də saat mexanizmi olan açar, saat generatoru, təqvim, avtomatik yay/qış vaxt keçmə seçimi olan real vaxt saat, və s.

Proqramın inkişafı üçün əsas struktur idarəetmə sxemidir (məsələn, yem paylayıcısının idarə edilməsi təqdirində, Şəkil 6.14-a bax). Lakin struktur idarəetmə düsturlarından istifadə etmək daha rahatdır. İdarəetmə strukturuna əsasən yuxarıda nəzərdən keçirilən yem paylayıcı

qurğusunun idarə edilməsi nümunəsi üçün (şəkil 6.15-ə bax) bütün struktur düsturlarını təkrarlayaq:

$$\begin{aligned}
 f(X_1) &= (z'_5 b_1 b_2 + x_1) \cdot \bar{b}_3; \\
 f(X_2) &= b_4 \bar{b}_5; \\
 f(X_3) &= (b_4 \bar{b}_5 + x_3) \cdot \bar{b}_7; \\
 f(X_4) &= (z_1 + x_4) \cdot \bar{b}_1; \\
 f(X_5) &= (x_3 b_6 + x_5) \cdot \bar{b}_7; \\
 f(Z_1) &= b_7.
 \end{aligned}$$

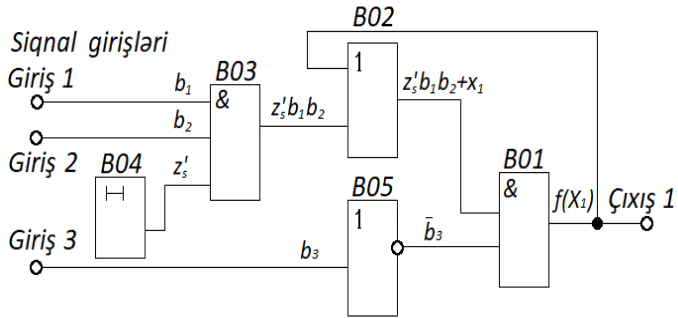
X_i icra mexanizmi üçün FBD dilində proqramında idarəetmə düsturunun necə tətbiq olunacağını ətraflı nəzərdən keçirək. Əməliyyatları mütərizədə yerinə yetirmək üçün z' , b və b_2 siqnallarının çarpılması üçün VƏ bloku, həmçinin siqnalların toplanması təşkil etmək üçün VƏ YA blokları tələb olunacaq. b_3 siqnalını tərsinə çevirmək üçün DEYİL bloku tələb olunacaq. z' siqnalını almaq üçün xüsusi vaxt reləsi proqramının blokundan istifadə etmək lazımdır. VƏ YA elementin girişindəki X siqnalı son VƏ elementinin çıxışından götürülməlidir, çünki bu siqnal $f(X)$ siqnalıdır.

X siqnalı üçün məntiqi blokların funksional idarəetmə sxemi Şəkil 6.21-də verilir. Qeyd etmək lazımdır ki, idarəetmə düsturunu həyata keçirilməsi üçün giriş və çıxış siqnallarını əlaqələndirmək üçün imkan verən düstur dəsti kimi "Məntiqi ifadə" elementindən istifadə etmək olar.

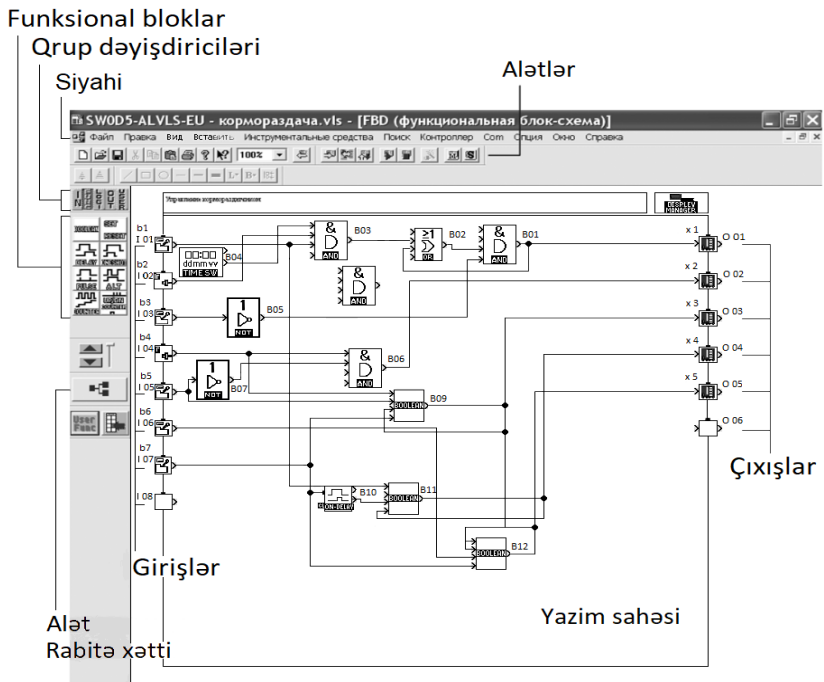
α - kontrollerin Alpha Programming-də proqramlaşdırma üçün tətbiqetmə interfeysi Şəkil 6.22-də verilir. Proqram, yazım sahəsi daxilində blok şəklində qurulur. Elementlərin qruplarının dəyişdirilməsini istifadə edərək, tələb olunan blok qrupu seçilir:

- girişlər,
- funksional bloklar,
- məntiq blokları çıxışlar,
- istifadəçi blokları.

Giriş və çıxış bloklarını yazım sahənin konturu üzrə müvafiq düzbucaqlılara yerləşdirmək lazımdır. Blok üçün, mouse-sun sol düyməsini (SD) cüt vurmaqla çağırılan pəncərədə şərh əlavə edilə bilər.

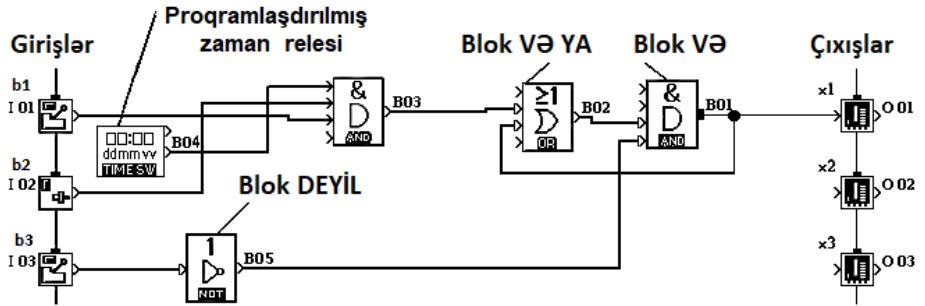


Şəkil 6.21 X elementinin idarəetməsinin funksional blok sxemi:
B01 və B03 – VƏ elementləri; B02 - VƏ YA elementi;
B04 - programlı vaxt relesinin bloku; B05 - DEYİL elementi

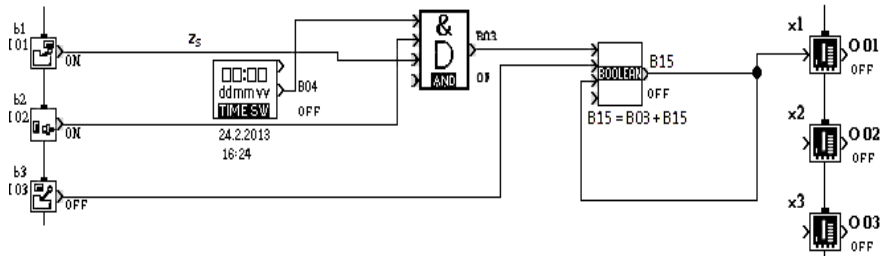


Şəkil 6.22. Alpha Programming-in interfeysi

Proqramın funksional-blok sxeminə (bax Şəkil 6.21) uyğun bir fraqmenti Şəkil 6.23-də verilir. B01, B02 və B05 maddələri Boolean / Boolean B15 ilə əvəz edilə bilər. Bu vəziyyətdə, proqram Şəkil 6.24-də. Proqramın vaxt relesinin işə salınması və dəyandırılması vaxtı, SD ilə B04 blokuna iki dəfə basmaqla çağırılan parametrlər pəncərəsi vasitəsilə konfigurasiya olunur.

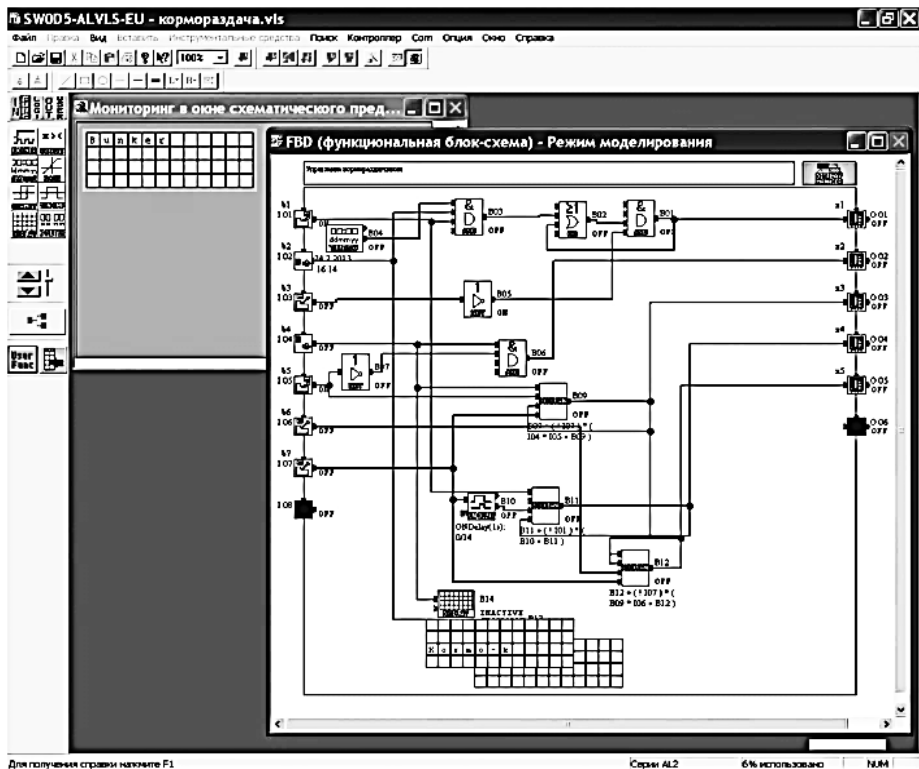


Şəkil 6.23. Proqramın fraqmenti (X₁ – icraçı elementi ilə idarəetmə)



Şəkil 6.24. Məntiqi ifadə elementi ilə fraqment proqramı (X₁ – icraçı elementi ilə idarəetmə)

Test rejimində tam proqram Şəkil 6.25-də verilir. Modelləşdirmə rejimini başlamaq üçün Kontroller / Modelləşdirmə / Start menyusundan istifadə edilir. Eyni zamanda, girişləri aktivləşdirərək (mouse-sun sol düyməsini basaraq) proqramın işinə baxmaq və blok parametrlərini düzəldmək olar.



Şəkil 6.25. α -kontroller üçün yem paylayıcısının idarə etmə proqramı

X3-X5 icra elementləri üçün idarəetmə düsturunu təyin etmək üçün blokun üzərinə mouse-sun sol düyməsini iki dəfə basaraq, blok parametrləri pəncərəsində düsturun özünün (modelləşdirmə rejimində element altında göstərilən) girişini təmin edən Bul məntiqi elementi (B09, B11, B12) istifadə edilmişdir.

B10, strukturda Z elementinə uyğun bir vaxt gecikmə blokudur. Lazım gələrsə, nəzarət olunan parametrlərin vəziyyəti haqqında məlumat B14 kontrollerinin ekranında sözlərlə göstərilə bilər. Bunkerdə Yem varsa, kontrollerin ekranında "Bunker" sözü göstərilir.


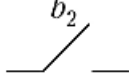
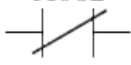
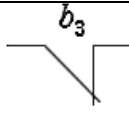
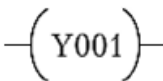


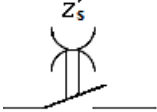
Hazır sazlanmış proqram, Kontroller / Yazı menyusu vasitəsilə uyğun kabel ilə kompüter portuna qoşulmuş kontrollerə yazıla bilər.

Monoblok kontrollerləri (məsələn, FX seriyası) rele - kontakt məntiqi dilində proqramlaşdırılır. Bu zaman müxtəlif proqram qabıqları istifadə edilə bilər: GX Developer, Melsec Medoc plus və s. [25, s.11]. Bu dildə proqram bizim hazırladığımız quruma bənzəyir (bax Şəkil 6.16).

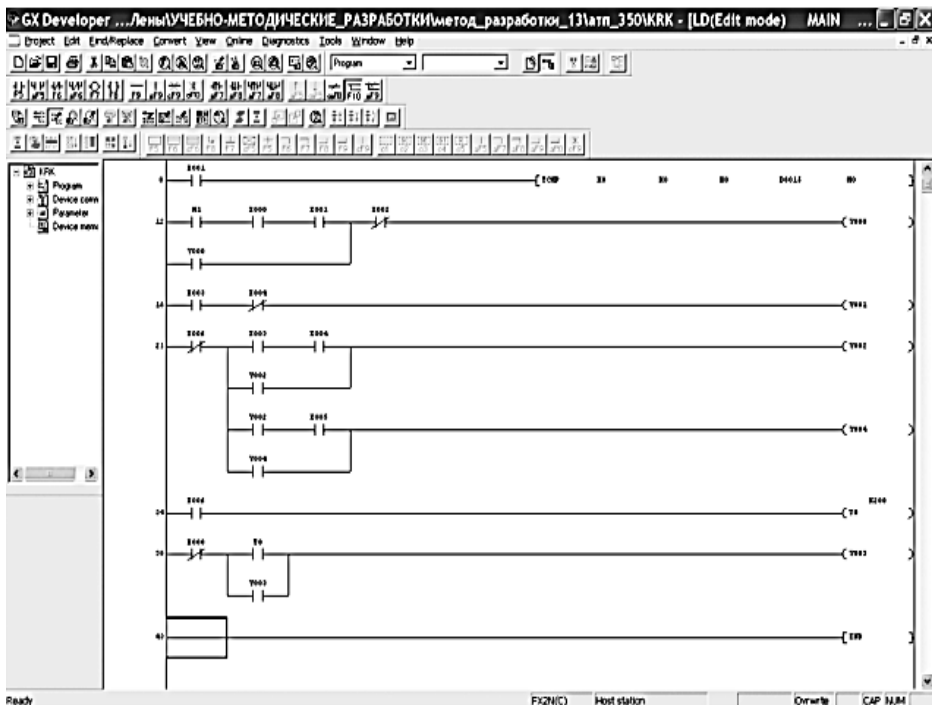
Rele-kontakt məntiqi elementlərinin işarələrinə uyğun olan struktur elementlərinin işarələrini təqdim edək (Cədvəl 6.10). Şəkil. 6.26 nümunədə nəzərdən keçirilən yem paylayıcısının tam idarəetmə proqramı təqdim olunur.

Cədvəl 6.10

Rele- kontakt məntiqi dilinin simvolları

Proqram			Element şəkili	Qeyd
Təlimat	Element şəkili	Təyinat		
LD	X001 	Normal açıq kontakta uyğun gəlir	b_2 	Elementin təyin edilməsi giriş təyinatına uyğun gəlir
LDI	X002 	Normal qapalı kontakta uyğun gəlir	b_3 	
OUT	(Y001) 	Makara. Çıxışa, taymerə və ya nişana uyğundur	X_1 	Elementin təyin edilməsi çıxış təyinatına uyğun gəlir
TCMP	-[TCMP K8 KO KO D8015 MO]- 	Təlimat. Bu vəziyyətdə real vaxt təlimatı	Z'_s 	

END	-[END]-	Programın sonu	—	—
-----	---------	----------------	---	---



Şəkil 6.26. LD dilində yem paylayıcısının idarə etmə proqramı

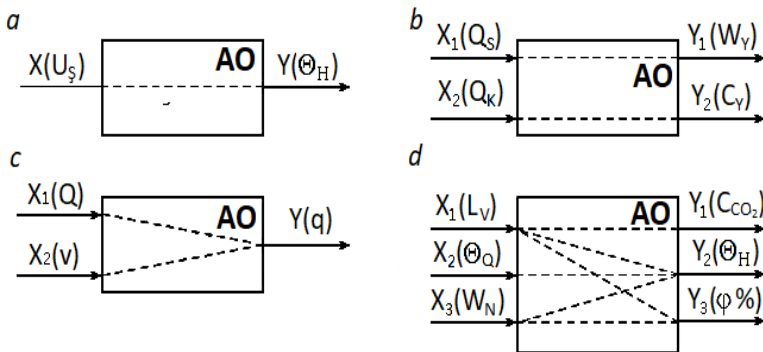
7. Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin sintezi (AİS)

7.1 Avtomatlaşdırma obyektini kimi texnoloji qurğunun xarakteristikaları

Texnoloji qurğu avtomatlaşdırma obyektini (AO) kimi— real texnoloji qurğudur və onun fəaliyyəti bəzi keyfiyyət göstəriciləri ilə xarakterizə olunur: Y çıxış koordinatorları olan texnoloji parametrlər, habelə parametrlərin vəziyyətinə birbaşa və ya dolayısı ilə təsir edən X -nin süni şəkildə yaradılan giriş təsirləridir.

Ən sadə avtomatlaşdırma obyektlərinin bir çıxış dəyəri Y -ə və müvafiq olaraq bir giriş təsiri X -ə malikdir. Məsələn, termos su qızdırıcısı üçün (şəkil 7.1,a) çıxış qiyməti (parametri) suyun temperaturu Θ_s -dir, idarəedicisi isə elektrikli qızdırıcılara verilən U_s elektrik gərginliyidir.

Bir neçə giriş və çıxış koordinatına malik texnoloji qurğular da, bu koordinatlar arasında funksional qarşılıqlı asılılıqlar olmadığı təqdirdə, **sadə** olanlar kimi təsnif edilə bilər.



Şəkil 7.1. Avtomatlaşdırma obyektinin (AO) strukturu: *a* - su qızdırıcısı termos; *b* - yem qarışdırıcı (Q_s — suyun verilməsi; Q_k — kombinə edilmiş yemin verilməsi; W_Y - yem qarışığının nəmliyi; C_Y - yem qarışığının konsentrasiyası); *c* - mobil yem paylayıcısı; *d* - quşçuluq fermasının mikroiqlimi (L_v - ventilyasiya; Θ_Q - qızdırma; W_N - nəmləndirmə; C_{CO_2} - karbon qazının konsentrasiyası; Θ_H - havanın temperaturu; $\varphi\%$ - havanın rütubəti)

Belə bir obyekt giriş təsirlərinin müvafiq parametrləri və kanalları baxımından bir neçə ən sadə obyekt kimi qəbul edilə bilər (şəkil 7.1, b). Sadə obyektlər həmçinin bir neçə giriş və tək çıxış koordinatına sahib ola bilər (şəkil 7.1, c).

Bir neçə qarşılıqlı əlaqəli giriş və çıxış koordinatlarının strukturlarına malik **mürəkkəb** obyektlər əlaqəli təsirlərin və parametrlərin qarşılıqlı təsirinin nəzərə alınmasını tələb edir. Məsələn, mikroiklimatın tənzimlənməsi zamanı ventilyasiya CO₂, NH₃, H₂S qazlarının otaqda konsentrasiyasına, həm də temperatur və rütubətə təsir göstərir (şəkil 7.1, d).

Avtomatlaşdırma obyektini avtomatik tənzimləmə sisteminin bir hissəsidir və buna görə də onun xüsusiyyətləri birbaşa sistemin fəaliyyətinə və tənzimlənməsinin keyfiyyətinə təsir göstərir. avtomatik tənzimləmə sistemini düzgün qurmaq üçün idarə olunan obyektin xarakteristikasını bilmək lazımdır.

AO-nun ümumiləşdirilmiş koordinatları funksional olaraq əlaqəlidir.

Ümumiləşdirilmiş koordinatları OA funksional bağlıdır.

Tənzimləmə obyektini, maddə və ya enerjinin obyektə daxil olması və çıxması bərabər olduqda tarazlıq vəziyyətində ola bilər.

AO-nun **statik xarakteristikası**, $y = f(x)$ statik vəziyyətdə çıxış dəyişəninin giriş dəyişənindən asılılığı adlanır. Statik xarakteristikası cəbri tənliklər, cədvəllər və ya qrafiklər şəklində təqdim edilə bilər. Xəttilik və qeyri-xəttilik ola bilər.

Statik xarakteristika xətti tənlik ilə təsvir edildiyi təqdirdə *xəttilik* və onun qrafiki düz xətdir (şəkil 7.2, a). Əgər *qeyri-xəttilik* xarakteristikasının qrafiki əyri və ya qırıq xətti şəklində olursa, sonra qeyri-xəttilik ilə təsvir olunur (şəkil 7.2, b).

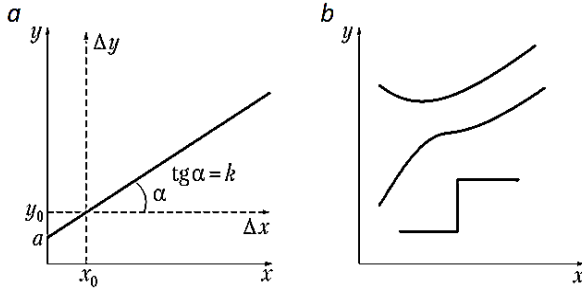
Statik xətti xarakteristikası aşağıdakı tənliklə təsvir olunur (şəkil 7.2, a)

$$y = a + kx, \quad (7.1)$$

burada, a və k sabitlərdir.

Xəttilik statik xarakteristika (şəkil 7.2, a) onun meyletmə bucağı ilə qiymətləndirilir, onun tangensi elementin k gücləndirmə əmsalına

bərabərdir (tənlik 7.1). Gücləndirmə əmsalı, çıxış qiymətinin dəyişməsi giriş qiymətindəki dəyişikliyin neçə dəfə çox və ya daha az olduğunu göstərir və buna görə də *birdən* həm daha böyük, həm də daha az ola bilər. k -nın ölçüsü dəyişənlərin ölçüsündən asılıdır. Yalnız eyni ölçülü olduqda, k ölçüsüz miqdardır.



Şəkil 7.2. Statik xarakteristikalar: *a*-xətti; *b*-qeyri-xətti

Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin hesablamaları dəyişənlərin başlanğıc (əsas) qiymətlərindən (x_0 və y_0) nisbətən kiçik sapmaları üçün aparılır. Buna görə də, tənliyin yazılması tez-tez dəyişənlərin mütləq qiymətlərində deyil, onların artımlarında (Δx və Δy) istifadə olunur:

$$\Delta y = k \Delta x; \Delta y = y_{\text{çıkış}} - y_0; \Delta x = x_{\text{giriş}} - x_0. \quad (7.2)$$

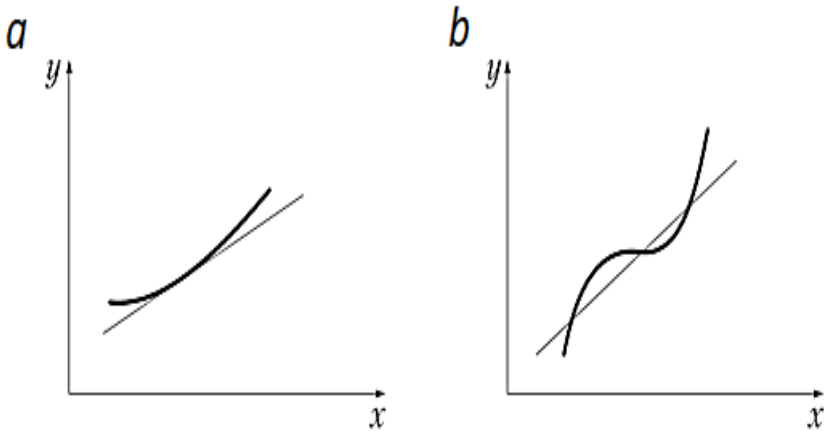
Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin real elementlərinin əksəriyyəti az və ya çox dərəcədə qeyri-xətti olur. Lakin, qeyri-xətti elementləri olan sistemlərin hesablanması mürəkkəbliyini nəzərə alaraq, onların qeyri-xətti xarakteristikalarının *linearizasiyasını* həyata keçirirlər, yəni həqiqi qeyri-xətti tənlikləri onlara yaxın olan xətti tənliklərlə əvəz edirlər. Linearizasiyanın mümkünlüyü dəyişənlərin avtomatik tənzimləmə zamanı onların müəyyən edilmiş qiymətlərindən nisbətən kiçik sapmaları ilə əsaslandırılır. Bu vəziyyətdə əldə edilən xətlərə görə linearizasiyanın mümkünlüyünü müəyyənləşdirin

$$\gamma = \frac{f(x) - f_1(x)}{f(x)} \leq 0,1 \dots 0,2. \quad (7.3)$$

burada, $f_n(x)$ — linearizə xarakteristikanın tənliyidir.

Xüsusiyyətlərin linearləşdirilməsi ya qrafik, həm də analitik olaraq həyata keçirilir.

Birinci halda, əyri tənliyi bu əyri üçün bir toxunma tənliyi ilə əvəz olunur, yəni *kiçik artım metodundan* istifadə edilir (şəkil. 7.3, *a*) və ya kəsmə tənliyi ilə - *orta hesablama metodundan* istifadə edilir (şəkil. 7.3, *b*).



Şəkil 7.3. Qeyri-xətti statik xarakteristikaların linearləşdirilməsi:
a - toxunma üsulu ilə; *b* - kəsmə üsulu ilə

Əgər qeyri-xətti funksiya analitik şəkildə göstərilibsə, onda onun linearləşdirilməsi üçün Taylorun sıralarında açılmasından istifadə olunur (o şərtlə ki, qeyri-xətti funksiya bu sırada açıla bilər):

$$y = y_0 + \frac{dy}{dx} \Delta x + \frac{d^2y}{2!dx^2} \Delta x^2 + \dots \quad (7.4)$$

Δx -in kiçik sapmalar olduğu üçün, ikinci və daha yüksək dərəcəli törəmələrini ehtiva edən sıra üzvləri ləğv edə bilərik:

$$y = y_0 + \frac{dy}{dx} \Delta x. \quad (7.5)$$

Fərdi sadə obyektlər üçün statik xarakteristikasını empirik yolla əldə edilə bilər. Belə ki, qızdırıcının müəyyən edilmiş rejimdə suyun temperaturunu Θ_S -i aşağıdakı tənliklə ifadə etmək olar

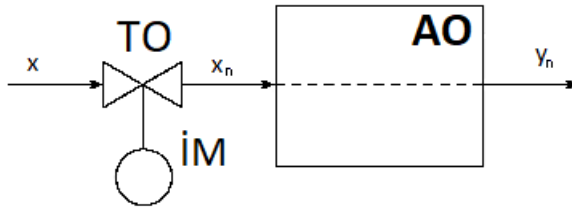
$$\Theta_S = \Theta_X + \frac{U_S^2}{RA} \quad (7.6)$$

burada, Θ_X — ətraf mühitin temperaturu; $R=f(R,U)$ — qızdırıcının elektrik müqaviməti; A - qızdırıcının gövdəsindən istilik ötürülməsi.

Hər hansı bir temperaturun qiyməti Θ_S -i əldə etmək üçün (bax şəkil 7.1) qızdırıcının sıxmalarına uyğun U_S enerji qıda gərginliyi qoşulmalıdır.

Beləliklə, avtomatlaşdırma obyektinin strukturunda obyektin idarə olunmasını təmin etmək üçün *tənzimləyici orqanın* (TO) — idarəetmə obyektinə məqsədyönlü təsir göstərən qurğunun olması zəruridir (şəkil 7.4), bunun nəticəsində o, tələb olunan vəziyyətə keçir.

Tənzimləyici orqana təsir icra mexanizmi (İM) tərəfindən həyata keçirilir.



Şəkil 7.4. Obyektin idarə olunması sxemi: y_n - idarə olunan dəyişənin təyin olunmuş qiyməti; x_n - obyektə tətbiq olunan idarəetmə təsiri; x — idarəetmə təsiri; TO — tənzimləyici orqan; İM - icra mexanizmi; AO — avtomatlaşdırma obyektini

Statik xarakteristikalar texnoloji prosesin layihələndirilməsi zamanı qurğuların və maşınların parametrlərinin düzgün seçilməsi üçün, avadanlığın normal iş rejimlərinin müəyyən edilməsi üçün, texnoloji

proseslərin optimallaşdırılması və əvvəlcədən təyin edilmiş xüsusiyyətlərə malik obyektlərin təşkil edilməsi üçün lazımdır.

Real texnoloji qurğuların fəaliyyəti materialın verilmə sürətinin, temperaturun dəyişməsinin, materialın fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərinin dəyişməsinin, avadanlığın köhnəlməsinin və yaşlanmasının, idarəetmə kanalı üzrə daşqınların və səs-küyün və bir sıra digər amillərin, eləcə də onların müxtəlif kombinasiyalarının dəyişməsi ilə səciyyələnir. İdarəetmə obyektindəki maddə və ya enerji axınlarındakı bu cür dəyişikliklər **qasırga** adlanır. Qasırga birbaşa idarə olunan (nəzarət edilən) qiymətin vəziyyətinə təsir göstərir.

Termos – su qızdırıcısı üçün qasırga, xarici havanın temperaturunun $\Theta_{Xmin} - \Theta_{Xmax}$ arasında dəyişməsi, şəbəkədəki gərginliklərin $U_{\$min} - U_{\$max}$ arasında dəyişməsi ola bilər. Buna görə, su qızdırıcısındakı su temperaturunun dəyəri aşağıdakılar dairəsində dəyişəcəkdir:

$$\left(\Theta_{min} + \frac{U_{\$min}^2}{RA} \right) \leq \theta_Q \leq \left(\Theta_{max} + \frac{U_{\$max}^2}{RA} \right) \quad (7.7)$$

Beləliklə, idarəetmə obyektini onun mövcud vəziyyətini müəyyən edən üç koordinatın məcmusu ilə xarakterizə olunur:

- y – obyektin işinin keyfiyyətini və iqtisadi səmərəliliyini qiymətləndirən ümumiləşdirilmiş texniki-iqtisadi göstəricini xarakterizə edən çıxış parametri. Bu göstərici idarəetmənin texnoloji rejiminin seçilməsində həlledici hesab olunur;
- x ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) idarəetmə təsirinin köməyi ilə, prosesin verilmiş texnoloji rejimi saxlanılır (giriş parametrlərinin qiymətləri prosesin texnoloji şərtləri ilə məhdudlaşır) tərəfindən dəstəklənən):

$$x_{jmin} \leq x_j \leq x_{jmax}$$

burada, $j = 1, 2, \dots, t$;

- qasırga təsirləri F_n (F_1, F_2, \dots, F_m), icazə verilən hədləri aşan qiymətləri qəbul edə bilən idarəetmə obyektinin parametrlərinin saat, gündəlik və mövsümi dəyişmələrini xarakterizə edir.

Maddə və ya enerji axınlarının dəyişməsi birbaşa idarə olunan (nəzarət edilən) qiymətin vəziyyətinə təsir göstərir. İstiliyə nisbətən bu, istilik, nəmlik axınlarıdır — su və ya su buxarının axınlarıdır, təzyiqlə isə qazların və ya mayelərin axınlarıdır. Temperaturla münasibətdə bunlar istilik axını, nəmliyə – su və ya su buxarı axınları, təzyiqlə – qaz və ya maye axınlarıdır.

Texnoloji prosesin fəaliyyəti nəticəsində yaranan qasırgılar *yük* adlanır, digərləri isə *müdaxilə* və ya sadəcə *itkilər* hesab edilir.

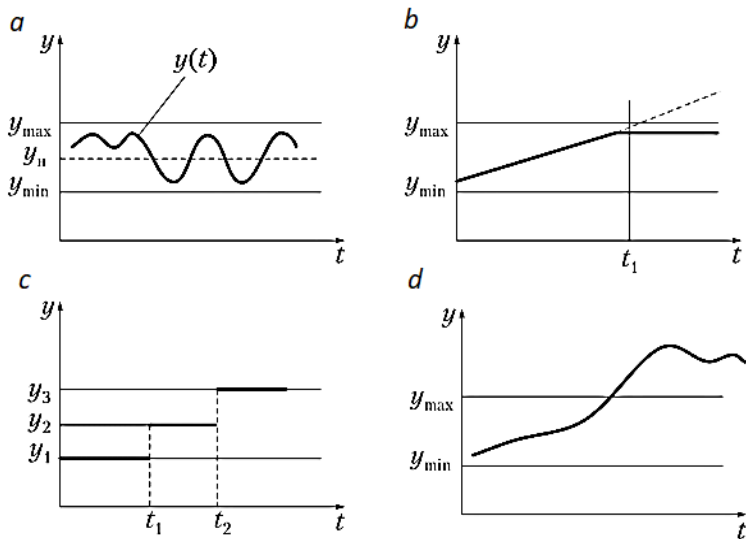
Əgər obyektin bütün enerji və maddi axınları riyazi tənliklərlə təsvir edilirsə, onda ümumi balansın tənliyini təşkil etməklə, hər zaman parametrlər verilmiş (nominal) qiymətdən dəyişmə həddlərini analitik olaraq (müəyyən bir dəqiqliklə) müəyyən etmək mümkündür. Parametrlər nominal qiyməti adətən müəyyən həddlərdə verilir:

$$y_{\min} < y_n < y_{\max}$$

Əgər qurğunun fəaliyyəti zamanı y_n icazə verilən qiymətlərdən kənara çıxmırsa (şəkil 7.5, a), əl idarəetməsi tətbiq edilir, hansı ki, tənzimləyici orqanın mövqeyinin müvafiq mövqeyə qoyulması sistemin sazlanması prosesində əl ilə həyata keçirilir.

Əgər $F=f(t)$ funksional asılılığını kifayət qədər dəqiq müəyyən etmək mümkün olarsa, parametr üzrə xüsusi tələblər olmadıqda tənzimləyici orqanın Proqram İdarəetmə qanunu həyata keçirilə bilər və artıq bu mərhələdə texnoloji obyektin verilmiş alqoritm işləməsini təmin etmək üçün texnoloji obyektin vaxtla x_t -nin tənzimləyici təsirinin analitik asılılıqları şəklində fəaliyyət alqoritmi qəti şəkildə formalaşdırılır (şəkil 7.5, b, c).

Texnoloji proseslərdə qasırgalı axınların bir çoxu ümumiyyətlə qanunauyğun deyil və riyazi tənlikləri təsvir edilə bilməz; onlar təsadüfi (stoxastik) zaman funksiyalarını təmsil edirlər. Belə axın nümunəsi, məsələn, xarici hava temperaturudur.



Şəkil 7.5. Proseslərin qrafikləri: a - əl ilə idarə edərkən;

b, c - proqram ilə idarə edərkən; d - tənzimləyicidən istifadə edərkən

Sistemin işlədilməsi zamanı parametrin göstəriciləri icazə verilən qiymətlərdən kənara çıxırsa (şəkil 7.5, d), tənzimləyici orqanın parametrin nominal qiymətini təmin edən müvafiq mövqeyinin təyin edilməsi üçün tənzimləyici cihazlardan istifadə edilir.

Belə obyektlərin idarə edilməsi vəzifəsi aşağıdakı kimi formalaşdırılır: y_i parametrlərinin və $F_n(t)$ qasırgasının göstəriciləri ilə müəyyən edilən bu texnoloji vəziyyətdə, idarəedici $x_i(t)$ təsirlərinin elə qiymətlərini tapmaq lazımdır ki, çıxış parametri y - in həddindən artıq əhəmiyyət kəsb etdiyi və müəyyən edilmiş hədlərdən kənara çıxmıdığı müvafiq məhdudiyətlər nəzərə alınır.

7.2 Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin növləri

Avtomatik tənzimləmə sistemi (AİS) qapalı təsir dövrü olan AİS - dir ki, burada idarəedici təsiri $y(t)$ nəzarət olunan dəyişənin həqiqi

qiymətinin təyin olunmuş (əvvəlcədən verilmiş - y_t) qiyməti ilə müqayisə edilməsi nəticəsində əmələ gəlir (şəkil 7.6, a).

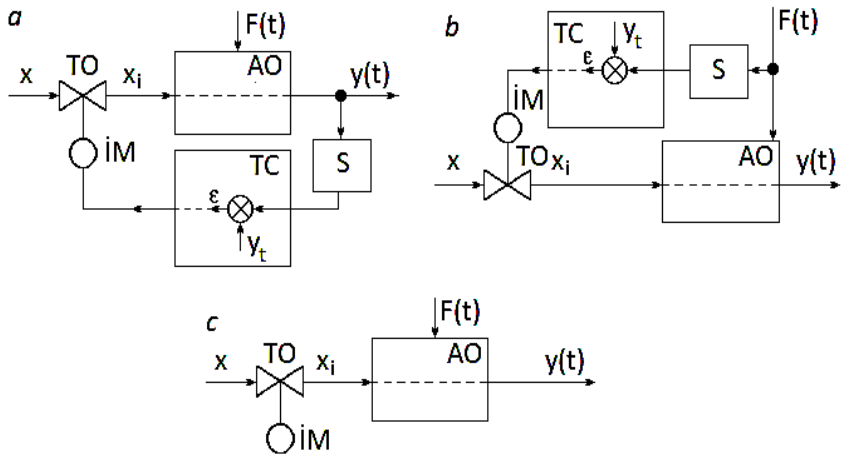
Beləliklə, ölçülərin nəticəsi AİS-də idarəedici təsirlərin hazırlanması prosesinə təsir edir, yəni idarəetmə prosesində hər zaman əks əlaqə aparılır. Bioloji və iqtisadi sistemlərin əksəriyyəti də açıq-aşkar qapalı dövrləri ehtiva edir.

Tənzimləyicilər texnoloji prosesin bir və ya iki parametrisinin nisbətini tənzimləmək üçün istifadə olunur.

Tənzimlənən kəmiyyətin idarəetmə sistemində verilmiş göstəricidən kənarlaşmasına müxtəlif qasırga təsirləri səbəb ola bilər $F(t)$ - sistemin xarici faktorları və özünün parametrlərindəki dəyişikliklər və ya verilmiş təsirin dəyişməsindən asılı olaraq baş verə bilər.

AİS-də tənzimləyici təsir, yuxarıdakı amillərdən hər hansı birinin səbəb ola biləcəyi sapmanın çevrilməsi nəticəsində meydana gəldiyindən, bu cür sistemlər onun hansı faktorlardan asılı olmayaraq sapmanı azaltmağa meyllidir.

Sapma üzərində CAP qurarkən, nəzarət olunan dəyişənin avtomatik ölçmə vasitələrinə sahib olmaq lazımdır. Onlar olmadıqda, digər idarəetmə prinsipindən istifadə olunur — qasırgaya görə, bu zaman qasırgaların parametrisinin ölçülməsi vasitələrinin olması ehtimal edilir.



Şəkil: 7.6. İdarəetmə sxemləri: a - sapma ilə tənzimləmə; b – qasırğa ilə tənzimləmə; c - qoşulmamış AİS; ⊗ - müqayisə qurğusu; AO — avtomatlaşdırma obyekt; S — sensor; TO — tənzimləyici orqan; İM — icra mexanizmi;

TC - tənzimləyici cihaz; ε - uyğunsuzluq signalı; x_i – idarə olunan təsir; $y(t)$ – idarə olunan dəyişən; $F(t)$ — qasırğa təsiri; y_t – idarə olunan dəyişən verilmiş qiymətinə görə

Şəkil 7.6 b, qasırğaya görə idarəetmə sisteminin sxemi verilir. Belə sistemlər sapma sistemləri ilə müqayisədə daha az dəqiqliyə malikdir, çünki yalnız idarəetmənin aparıldığı qasırğaları kompensasiya edə bilərlər. Sapma tənzimləmə prinsipindən istifadə edən avtomatik sistemlər hər hansı bir qasırğaya reaksiya verir, çünki hamısı meyletmənin tənzimlənən dəyişikliyinə səbəb olur. Eyni zamanda, sonuncuların sürəti aşağıdır, çünki birinci halda tənzimləyici qasırğa dəyişməsinə birbaşa cavab verir, ikinci halda isə yalnız obyektin belə qasırğalara reaksiyasına cavab verir ki, bunun özü də kifayət qədər inersiyalı ola bilər.

7.3 Tənzimləyən konturlar

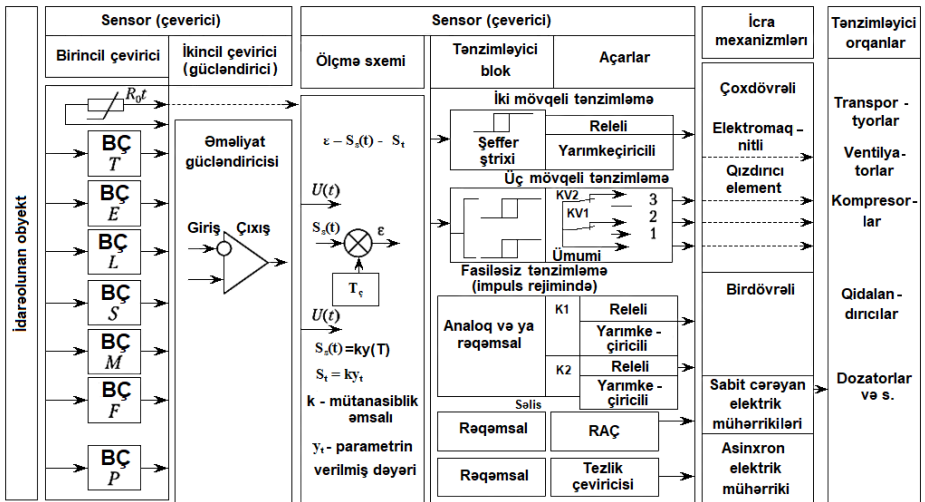
Tənzimləyici kontur idarə olunan obyektin və tənzimləyici nəzarət aparatlarının (şəkil 7.7) məcmusudur.

Statik vəziyyətdə idarə olunan obyektə maddi və enerji axınlarının tarazlığı mövcuddur. Özü də bu vəziyyətə nəzarət olunan obyektə texnoloji proseslərin gedişini xarakterizə edən dəyişənlərin (temperatur, təzyiq, cərəyan, sürət və s.) müəyyən qiymətləri uyğundur. Əgər eyni zamanda idarə olunan (tənzimlənən) dəyişənlərin həqiqi göstəriciləri onların müəyyən edilmiş (verilmiş) texnoloji qiymətlərinə (y_n, y_t) uyğundursa, göstərilən statik vəziyyət texnoloji prosesin aparılmasının tələb olunan rejiminə uyğun gəlir.

Bu və ya digər amillərin (qasırğa təsirlərin) təsiri altında idarə olunan obyektin statik vəziyyəti pozulmuş ola bilər və yaranmış qeyri-sabit və ya keçid rejimində tənzimlənən dəyişənin həqiqi nin onun təyin edilmiş

(verilmiş) qiymətindən kənarlaşdırılması baş verə bilər. Avtomatik tənzimləmə xətası və ya uyğunsuzluq ($Y_t - Y$) meydana gəlir ki, bu da tənzimləyicinin obyekt üzərində idarəedici (tənzimləmə) hərəkətinə (x_y) səbəb olur. İdarə olunan obyektin uyğunsuzluğunu aradan qaldırmaq və lazımi statik vəziyyətə gətirmək üçün obyektə tənzimləyici maddə və ya enerji axınına və ya sərfinə tənzimləyici orqanın müvafiq vəziyyətə gətirilməsi vasitəsilə təsir göstərir.

Tənzimləyici təsir avtomatik tənzimləmə sistemin (tənzimləyicinin) daxili təsiridir, çünki avtomatik sistemin bir hissəsi (tənzimləyici) digər hissəsinə (obyektə) təsir edir.



Şəkil 7.7. Ölçü və idarəetmə aparatlarının (tənzimləyicinin) ümumiləşdirilmiş struktur sxemi: BÇ – birincil çevirici; R_{ot} – termorezistor; T, E, L, F, M, D, P – müvafiq olaraq temperatur, elektrik miqdarı, səviyyə, tezlik, rütubət, , axın sürəti, təzyiq; $S_s(t)$ — sensor siqnalı; TÇ – tapşırıq cihazı; $S_{Tç}$ – tapşırıq cihazının siqnalı; ϵ - uyğunsuzluq siqnalı; RAÇ - rəqəmsal-analoq çeviricisi

Konstruktiv olaraq, elektron tənzimləyici aşağıdakılardan ibarətdir:

- fiziki qeyri-elektrik göstəriciləri ölçmək və onları analoq və ya rəqəmsal görünüş siqnallarına çevirmək üçün nəzərdə tutulmuş bir sensordan;

- dəyişənin həqiqi qiymətini təyin olunmuş qiymətlə müqayisə edən və uyğunsuzluq səhvi ε -nu müəyyən qanunlara görə idarəetmə signalına çevirən tənzimləyici cihazdan (TC);
- idarəetmə təsirlərinə idarəetmə signalını çevirən icra mexanizmindən (İM);
- idarəedici təsirə uyğun olaraq maddənin və ya enerjinin tənzimləyici axınının dəyişməsinə təmin edən tənzimləyici orqan (TO).
- **Sensor** konstruktiv şəkildə elektrik signalına qeyri-elektrik fiziki kəmiyyəti çeviricidən və elektron signal gücləndiricisindən ibarətdir (şəkil 7.8).

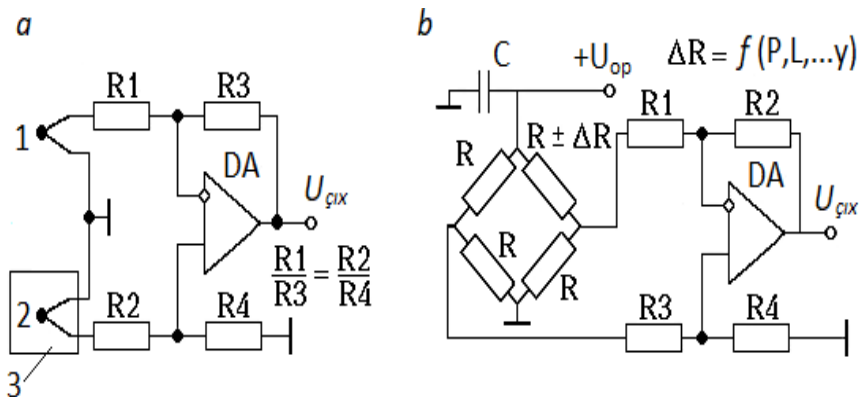
Fiziki və texniki kəmiyyətlərin elektrik idarəetmə signalına **çeviriciləri** iki növə bölünə bilər: *generatorlu* və *parametrik*.

Birinci tip çeviricinin nümunəsi xarici mühitin istilik təsirini 50 mV-a qədər təşkil edən sabit gərginliyə (termoEHQ) çevirən termocütdür. Bu gərginlik termoelektrik naqilin müxtəlif hissələrindəki temperaturun fərqi üçün, həmçinin onun hazırlanması üçün istifadə olunan materiallardan asılıdır.

Müqayisə nöqtəsinin temperaturu termostat tərəfindən sabit saxlanılırsa, ölçmə nöqtəsinin temperaturu ilə termoEHQ arasında birbaşa asılılıq müşahidə olunur.

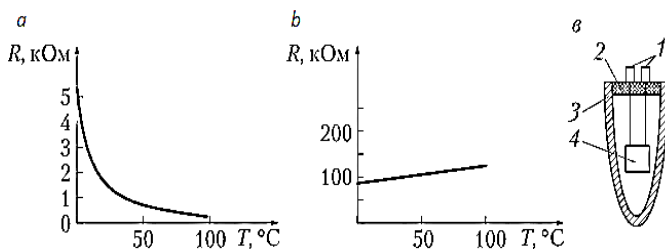
Əgər müqayisə yerinin temperaturu daimi termostat tərəfindən dəstəklənsə, o zaman ölçmə yerinin temperaturu ilə termoezlər arasında birbaşa asılılıq müşahidə olunur.

Əməliyyat gücləndiricisinin girişinə termojütü birləşdirərək (şəkil 6.8, a) çıxışda tənzimləyici təsirin yaratmaq üçün istifadə oluna bilən lazımi dəyərdə signal almaq olar.



Parametr tipli ilkin çeviricilərin nümunələri *ölçü müqavimətləridir*: metal və yarımkəçirici.

Metalik ölçmə termomüqavimətləri müsbət temperatur əmsalına malikdir. Bu o deməkdir ki, temperatur T yüksəldikdə, müqavimət R artır, cərəyan I azalır. Müqavimət termometrinin köməyi ilə temperaturun ölçülməsinin aşağıdakı məntiqi sxemini təqdim etmək olar (şəkil 7.9): metal ölçmə müqaviməti ($T \uparrow - R \uparrow - I \downarrow$) və mənfi temperatur əmsalı olan bir müqavimət ($T \uparrow - R \downarrow - I \downarrow$).



Şəkil 7.9. Parametrik temperatur ölçən cihaz: a – yarımkəçirici ölçü müqavimətlərinin temperaturdan asılılığı; b – yarı metal ölçmə müqavimətlərinin temperaturdan asılılığı; c – ilkin temperatur çeviricisinin konstruktiv qurğusu

(1 - kontaktlar; 2 - dielektrik; 3 - qoruyucu boru; 4 - istilik müqaviməti)

Konstruktiv olaraq metal termomüqavimət nazik mis, platin və ya nikel məftilindən sarılmış makaradır.

Yarımkəçirici ölçü aləti, mənfi temperatur əmsalı olan rezistordur.

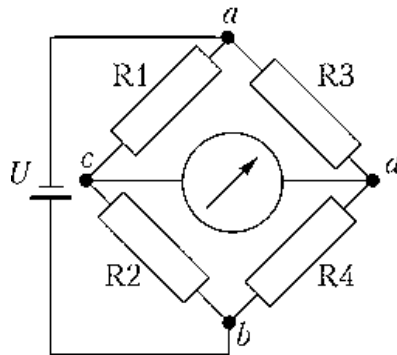
Termoelementlər və müqavimət termometrlərinin köməyi ilə temperaturun ölçülməsi **kontakt ölçüsü** adlanır. İstiliyin ötürülməsi üçün ölçü obyektini ölçü sensoru ilə təmasda olmalıdır.

Birincil çeviricinin gücləndirici ilə bağlanması ölçmə körpüsü vasitəsilə həyata keçirilir (şəkil 7.10). Ölçmə diaqonalı cd -də cərəyan gücü:

$$I_{Gen} = \frac{U(R1 \cdot R4 - R2 \cdot R3)}{R_{Gen}(R1 + R2)(R3 + R4) + R1 \cdot R2(R3 + R4) + R3 \cdot R4(R1 + R2)} \quad (7.8)$$

Ölçmə körpüsü üçün tarazlıq şərti $R1 \cdot R4 = R2 \cdot R3$ nisbətidir. Bu şərt yerinə yetirərkən, cd ölçmə diaqonalının uclarında potensialların fərqi sıfıra bərabər olur.

Parametri ölçülən dəyərin cari dəyərindən dəyişən **ölçmə rezistorları aktiv** ($R \pm AR$), qalan ölçmə rezistorları **passiv** (R) adlanır.



Şəkil 7.10. Ölçmə körpüsünün sxemi

Ölçmə texnologiyasında $R1 = R2$ və $R4 = R3$ və ya $R1 = R2 = R3 = R4 = R$ - tam simmetriya olduqda simmetrik sxemlər daha çox istifadə olunur.

Rezistorlardan birini aktiv qəbul etsək, onda (7.8) tənliyi aşağıdakı şəkildə olacaq:

$$I_{Gen} = \frac{\pm \Delta R U}{R(2R_{Gen} + 4R)} \quad \text{və ya} \quad U_{cd} = \frac{\pm \Delta R U}{R\left(2 + \frac{4R}{R_{Gen}}\right)} \quad (7.9)$$

Ölçmə diaqonalındakı cərəyan parametrin tarazlıq vəziyyətindən kənarlaşmasından asılı olaraq istiqamətini dəyişir.

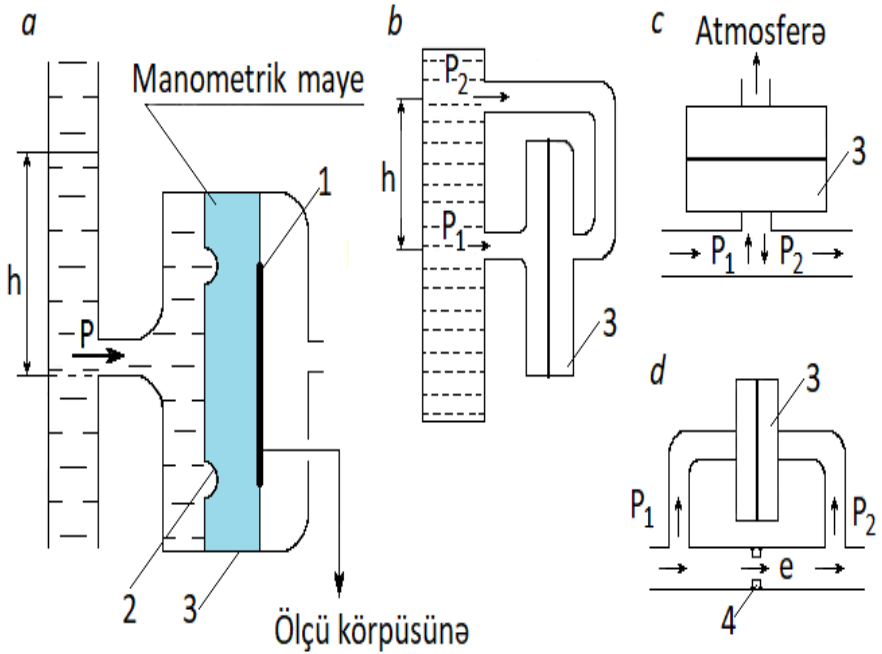
$U_{cd} = f(\Delta R)$ funksiyası xətti xarakter daşıyır və körpü ölçmə sxemi tənzimləmə sisteminin elementi kimi istifadə edilə bilər.

Son illərdə sənaye vakuunun, qazların, buxarların və mayələrin həddindən artıq və mütləq təzyiqinin, səviyyənin, sıxlığın dəyişməsinin, maye sərfinin ölçülməsi üçün çeviricilərin buraxılışını qaydaya salmışdır.

Bu vəziyyətdə, ölçmə çeviricisinin həssas elementi, qəbuledicinin içinə qoyulmuş piezoresistiv silisium monolitik strukturdur, ölçülən mühitdən ayırıcı membranla ayrılır və xüsusi bir manometrik maye ilə doldurulur. Parametrlərin ölçmə sxemləri şəkil 7.11-də verilir.

Çeviricinin həssas elementi çeviricinin ölçü körpüsünün Aktiv elementidir. Çeviricinin çıxışı – vahid şəkildə salınan siqnaldır (4...20 mA və ya 0...10 V) ki, uyğunlaşmayan siqnalı yaratmaq və sonra idarəetmə təsirini həyata keçirmək üçün tənzimləyici cihazın ölçü dövrəsinə verilir.

Tənzimləyicinin obyektə təsiri zamanı onun çıxış göstəricisi (parametri) zamanla dəyişməyə başlayır. Obyektin çıxış koordinatlarında dəyişikliklərin giriş təsirlərinin dəyişməsindən asılılığını müəyyən edən tənliklərə ***idarəetmə obyektinin dinamik xarakteristikaları*** deyilir.



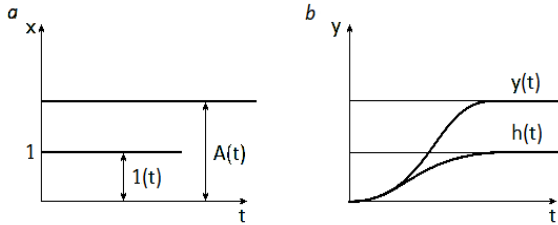
Şəkil 7.11. Ölçmə sxemləri:

***a* – səviyyəni; *b* - mayenin sıxlığını; *c* - təzyiği (P_1), vakumu (P_2);
d – sərfiyatı; 1 - piezoresistive silisium monolitik quruluş;
2 - membran; 3 – ölçü cihazı; 4 - kalibrlanmış şaybalı**

Dinamik xarakteristika obyektin çıxış dəyişəninin dəyişmə prosesinin müddətini və xarakterini müəyyən edilmiş bir vəziyyətdən digərinə keçirilərkən müəyyən edir və t — vaxt olduqda, $y = f(x,t)$ tənliyi ilə təsvir edilir. Tənzimlənən kəmiyyətin dəyişdirilməsi obyektin xüsusiyyətlərindən və qasırğanın xarakterindən asılıdır.

Obyektin parametrlərini tənzimləyici orqanın vəziyyətinin sıçrayışlı dəyişməsi zamanı nizamlanan kəmiyyətin dəyişməsini nəzərdə tutan dinamik xarakteristika üzrə müəyyən etmək qəbul edilmişdir. Pİlləli təsirlərin qrafikləri şəkil 7.12, *a*-da göstərilir.

Obyektlərin dinamik xarakteristikasını təqdim etmək üçün keçid xarakteristikası və ötürücü funksiya istifadə edilə bilər.



Şəkil 7.12. Pilləli təsirlərin qrafikləri (a) və keçid xarakteristikası (b)

Obyektin keçid xarakteristikası $y(t)$ (şəkil. 7.12, b), giriş — pilləli təsir zamanı obyektin çıxış qiymətinin dəyişməsinə müəyyən edən dinamik xarakteristika adlanır:

$$x(t) = A \cdot I(t),$$

burada $I(t)$ — tək pilləli təsir; A – sabitdir.

Burada $t < 0$ olduqda, $I(t) = 0$ -dir.

$x(t) = I(t)$ -nin əldə edilən keçid xarakteristikası keçid funksiyası adlanır və $h(t)$ ilə işarələnir (şəkil 7.12, b).

Keçid xarakteristikasının rahatlığı xətti sistemlərə superpozisiya prinsipinin tətbiqinə əsaslanır. Bu prinsipə uyğun olaraq, xətti sistemə müxtəlif təsirlərin məcmusunun verilməsi zamanı onun reaksiyası bu təsirlərin hər birinə ayrılıqda reaksiyaların cəminə bərabərdir. Buna görə də, obyektin keçid funksiyasını tək giriş pilləli təsire reaksiya kimi bildiyindən, əvvəldən tək giriş pilləli təsirlərin məcmusu şəklində müəyyən yaxınlaşma ilə təqdim edərək, onun hər hansı digər giriş təsirinə reaksiyasını müəyyən etmək olar.

İdarə olunan obyektin dinamik xüsusiyyətləri həm avtomatik tənzimləyicinin seçilməsini, həm də sistemin tarazlığını pozduqdan sonra keçid prosesinin xarakterini müəyyən edir.

7.4 İdarəetmə obyektinin xüsusiyyətlərinin müəyyənləşdirilmə

AİS-i təhlil etmək və hesablamaq üçün idarəetmə obyektinin (İO) riyazi təsvirinə (riyazi modelinə) sahib olmaq lazımdır. İdarəetmə obyektinin müəyyən bir mənada riyazi modelinin giriş və çıxış siqnallarını tətbiq edərək riyazi təsviri əldə etməsinə onun *identifikasiyası* deyilir.

Nəzəri baxımdan obyektin tənliyini onun işinin müəyyən edildiyi fiziki qanunlar əsasında əldə etmək olar (Cədvəl 7.1). Əksər hallarda İO-nin dəqiq nəzəri təsviri fiziki proseslərin mürəkkəbliyinə görə çox çətinidir. Buna görə praktikada riyazi təsvir adətən eksperimental üsullarla əldə edilir.

Cədvəl 7.1

İdeallaşdırılmış fiziki proseslərin dinamikasının tənlikləri

Fiziki proses	Tənlik
İrəli hərəkət	$m \frac{dv}{dt} = F$ burada, m – hərəkət edən cismin kütləsidir; v – xətti sürət; F – yaranan təsir qüvvəsi
Fırlanma hərəkəti	$J \frac{d\omega}{dt} = M,$ burada, J – fırlanan cismin ətalət anıdır; ω – fırlanma bucaq sürəti; M – nəticədə tətbiq olunan andır
Qablardakı mayələr üçün	$S \frac{dh}{dt} = Q,$ burada, S – qabın əsasının sahəsi; h – qabdakı maye səviyyəsi; Q – həcmli maye axını
Cisim qızdırıcısı (soyuducu) üçün	$mc \frac{d\theta}{dt} = Q,$ burada, m – qızdırılan cismin kütləsi; c – xüsusi istilik tutumu; θ – cismin temperaturu; Q – istilik axını

Cisimi nəmləndirmək (qurutmaq) üçün	$m_q \frac{d\omega}{dt} = W,$ burada, m_q – cisminə quru maddənin kütləsi; ω – maddənin nisbi rütubəti; W – nəm axını
Buxarlanma üçün	$m_q \frac{d\varepsilon}{dt} = W_{\text{ж}} = Qa,$ burada, m_q – tamamilə quru maddənin kütləsi; ε – maddənin maye əmsalı; W_m – vaxt vahidində buxarlanan mayenin miqdarı; Q – verilən istilikd; a – mütənasiblik əmsalı

Bu üsullar nəticəni daha tez və rahat əldə etməyə imkan verir. Bu metodlarla əldə edilmiş obyektlərin riyazi modelləri xeyli asandır, onlarla avtomatlaşdırma sistemlərinin inkişafının sonrakı mərhələlərində tədqiqatlar aparmaq daha rahatdır. Bununla yanaşı, belə modellərin bir sıra çatışmazlıqları var: onlarda, birincisi, proseslərin fiziki və kimyəvi qanunauyğunluqları tamamilə əks olunmur, ikincisi, giriş təsirlərinin icazə verilən dəyişiklik diapazonları ciddi şəkildə məhdudlaşdırılır. Bu modellər yalnız inkişaf etdikləri dəyişənlərin dəyişmə sahələri üçün tətbiq olunur.

Lakin, bir qayda olaraq, avtomatlaşdırılmış sistemlərin bir çox sinifləri məhz dəyişənlərin müəyyən edilmiş iş sahələrində texnoloji proseslərin fəaliyyət şəraitini təmin etmək üçün işlənib hazırlanır. Bununla əlaqədar texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmasında riyazi modellərin əldə edilməsinin eksperimental üsulları geniş tətbiq olunur.

Bəzi hallarda riyazi modellərin işlənməsinin yaxşı nəticəsi modellərin qurulması üzrə analitik və eksperimental metodların birləşdirilməsi, yəni kombinə edilmiş metodun istifadəsi zamanı əldə edilir. Bu zaman analitik üsullar əsasında obyektin modelinin keyfiyyətli təsviri yaradılır, eksperimental modellərin köməyi ilə isə bu modellərin parametrləri müəyyən edilir.

Eksperimental tədqiqatlar real texnoloji qurğuların aktiv üsulla (obyektə təsir etmək üçün lazım olan təcrübəni yaradaraq) və ya passiv şəkildə (bilavasitə əməliyyat zamanı giriş və çıxış miqdarlarında dəyişiklikləri qeydə alaraq) aparıla bilər.

Pasif eksperiment, giriş təsirlərinin məqsədyönlü şəkildə dəyişməsi və ya texnoloji prosesin onları dəyişməyə imkan vermədiyi hallarda tətbiq olunur. Bu təcrübə, bir qayda olaraq, həm giriş və çıxış dəyişənlərinin kiçik dəyişiklik məlumatlarını verir ki, bu da öz növbəsində materialın işlənməsini və lazımı asılılıqların müəyyənəndirilməsini çox çətinləşdirir. Passiv eksperiment aparılarkən sabit və keçid rejimlərində cihazların göstəricilərinin sinxronluq təşkilinin təmin edilməsinə, həmçinin aparılan ölçmələrin dəqiqliyinə xüsusi diqqət yetirilir.

Real texnoloji qurğularda idarəetmə obyektlərinin xarakteristikalarının eksperimental tədqiqində mümkün qədər *aktiv eksperiment* üsulundan istifadə etməyə çalışırlar, hansının ki, mahiyyəti üstünlük verilən siqnal formasını girişə tətbiq etmək olan (məsələn, vahid pilləli təsir, harmonik və ya impuls).

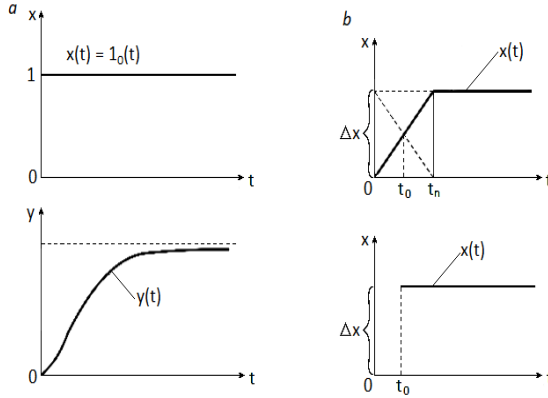
Bu zaman əldə edilən nəticələr daha asan işlənir və yekun məlumatlar yüksək etibarlılığa malikdir. Girişə pilləli təsir tətbiq edilirsə (şəkil 7.13), onda çıxışda $y(t)$ funksiyası alınır

və qrafik görüntüdə *sürətlənmə əyrisi* adlanır.

Alınan nəticələrin işlənməsi daha asandır və nəticədə əldə edilən məlumatlar olduqca etibarlıdır. Girişə bir addım hərəkəti tətbiq edilirsə (şəkil 7.13), nəticə qrafik görüntüdəki sürət əyrisi adlanan $y(t)$ funksiyadır.

Ən sadə və geniş yayılmış üsul obyektin riyazi modelinin eksperimental keçid funksiyası ilə ötürücü funksiya şəklində obyektin girişinə vahid pilləli siqnalla $x = x_0 I_0(t)$ təsir etməkdir (şəkil 7.13, a). Əgər giriş təsirinin siqnalını forma üzrə düzbucaqlı sıçrayışla həyata keçirə bilmirlərsə, onda zamanla artaraq tətbiq olunur, ancaq tətbiq anı giriş siqnalında artımın başlanğıc və bitmə müddətlərinin ortalaması ilə əldə edilir.

Aktiv eksperimentin aparılması zamanı avtomatlaşdırma obyektlərinin statik və dinamik xarakteristikaları müəyyən edilir. Avtomatlaşdırma obyektinin statik xarakteristikalarının çıxardılması üzrə iş iki mərhələdən ibarətdir: xarakteristikaların müəyyən edilməsi üzrə eksperimentin təşkili; statik xüsusiyyətlərin götürülməsi və işlənməsi.



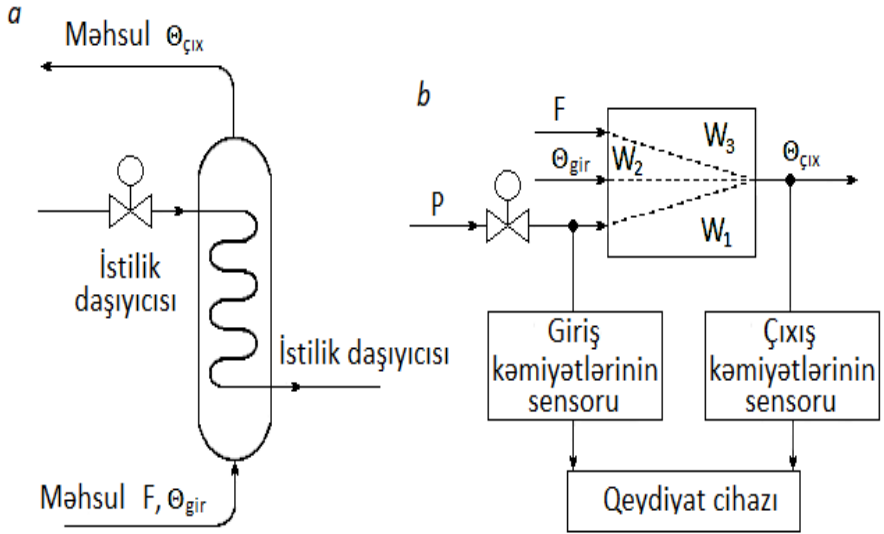
Şəkil 7.13. Keçid proseslərinin dinamikasının qrafik təsviri:
***a* – pilləli təsir zamanı; *b* – real signalın orta vaxt tətbiqi ilə**

Birinci mərhələdə obyektin ətraflı öyrənilməsi aparılır, bunun nəticəsində iş şərtləri, strukturu, giriş və çıxış dəyişənləri aydınlaşdırılır; statik xarakteristikaların çıxarılmasının ehtimal olduğu kanallar müəyyən edilir; dəyişənlərin məhdud dəyişmə diapazonları və onların nominal iş rejimindəki qiymətləri müəyyən edilir; xarakteristikanın çıxarılmasının aparılacağı istisna olmaqla, bütün giriş dəyişənlərinin sabitləşməsinin mümkün üsulları müəyyən edilir; giriş və çıxış dəyişənlərinin ölçülməsi üçün cihazlar seçilir; xarakteristikanı müəyyən etmək üçün giriş dəyişəninin dəyişdirilməsi üçün konkret qiymətlər və üsullar müəyyən edilir; təcrübənin nəticələrinin yazılması üçün cədvəl tərtib edilir.

Məsələn, Şəkil 7.14-də göstərilən istilik dəyişdiricisi üçün, dəyişənlər istilik buxarı təzyiqi P , axın sürəti F , giriş Θ_{gir} i və çıxış $\Theta_{\text{çix}}$ temperaturu olacaqdır.

Şəkil 7.14 *b*-də, W_1 , W_2 və W_3 dəyişənlərinin qarşılıqlı təsir kanallarını göstərir. Təcrübənin aparılması üçün avtomatik cihazları seçmək məsləhətdir. Eyni rəqəm cihazların yerləşdirilməsini göstərir: "istilik buxarı təzyiqi P - çıxış məhsulunun temperaturu $\Theta_{\text{çix}}$ " kanalı vasitəsilə bir obyektin xarakteristikalarının çıxardılması üçün təcrübə

qurğusunun blok sxemi göstərir. Giriş dəyişənlərini pilləli şəkildə dəyişdirmək rahatdır.



Şəkil 7.14. Obyektin xarakteristikalarını almaq üçün təcrübə qurğusunun texnoloji (a) və blok sxemi (b)

Təcrübənin nəticələrini qeyd etmək üçün Cədvəl 7.2-dən istifadə etmək olar, buraya giriş dəyişəninin təyin olunmuş dəyərləri x_i ($i = 0, \dots, N - 1$) əvvəlcədən yazılır.

Cədvəl 7.2

Obyektin statik xarakteristikası

Parametri qiyməti	Təcrübə nömrəsi			
	1	2	<.....>	N
Giriş dəyişəni x_i				
Çıxış dəyişəni y_i	x_0	$x_0 + \Delta x$	<.....>	$x_0 + (N-1)\Delta x$

İkinci mərhələdə çıxış dəyişəninin müəyyən edilən giriş dəyişəninin dəyərinə uyğun olaraq vaxtı müəyyən edilir və ya t_{kp} keçid prosesinin vaxtı müəyyən edilir; giriş dəyişənində ardıcıl dəyişikliklər arasındakı vaxt intervalı; ardıcıl olaraq y_i -nin dəyişən çıxış göstəriciləri müəyyən edilir: y_0, y_1, \dots, y_{n-1} ; cədvəl 7.2-ki məlumatlara görə statik xarakteristika qurulur; statik xarakteristikanın riyazi işlənməsi aparılır. x_i giriş dəyişəninin ($I = 0, \dots, N-1$) dəyərində dəyişiklik baş verdikdə y_i dəyişəninin yerləşmə müddəti təcrübə yolu ilə təyin olunur və t_{kp} keçid prosesinin vaxtına bərabər götürülür, bu müddət ərzində çıxış göstəriciləri sabit vəziyyətin 98% səviyyəsinə çatır. Giriş dəyişəninin qiymətinin dəyişdiyi Δt zaman aralıqları adətən $\Delta t \in (1.5; 2.0) t_{kp}$ intervalında qəbul edilir.

Statik xarakteristikanın riyazi işlənməsi zamanı onun qrafiki üçün müvafiq cəbri tənlik seçilir.

Avtomatlaşdırma obyektlərinin *dinamik xarakteristikalarını* müəyyən etmək üçün keçid xarakteristikalarından geniş istifadə olunur (cədvəl 7.3). Statik kimi keçid xarakteristikalarının çıxardılması iki mərhələdə həyata keçirilir:

- xarakteristikaların müəyyən edilməsi üzrə təcrübənin təşkili;
- dinamik xarakteristikaların çıxardılması və işlənməsi.

Birinci mərhələdə statik xarakteristikaların müəyyən edilməsi ilə eyni əməliyyatlar aparılır.

Keçid xarakteristikasının çıxardılması üzrə təcrübənin qoyuluşu zamanı giriş pilləli təsiri qəbul edilir, sıçrayışın miqdarı obyektin giriş dəyişənlərinə və qeyri-xətti statik xarakteristikalarına, həmçinin obyektə təsir göstərən maneələrin səviyyəsinə və ölçü aparatlarının dəqiqliyi sinfinə qoyulmuş məhdudiyətlərə əsasən müəyyən edilir. Obyektlər üçün, A sıçrayışının ölçüsü adətən $A \in (0.1; 0.2) x_{max}$ sahəsindən seçilir, burada x_{max} – giriş dəyişəninin maksimum dəyəridir.

İkinci mərhələdə keçid xarakteristikasının avtomatik yazılması həyata keçirilir. Təcrübə aparıldıqda tədqiq olunan kanal üzrə keçid xarakteristikasının yazılması çıxış dəyişəninin sabit qiyməti və ya onun dəyişməsinin sabit sürəti müəyyən olunana qədər aparılır. Alınan

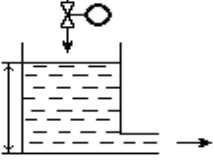
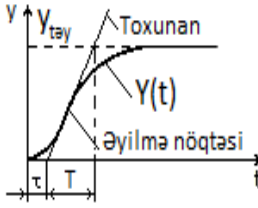
nəticələrin etibarlığını artırmaq üçün təcrübə bir neçə dəfə təkrarlanır və keçid xarakteristikalarının ailəsi əldə edilir.

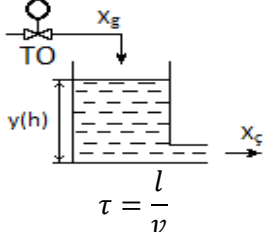
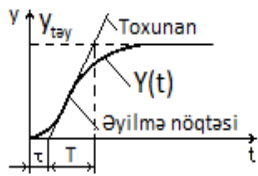
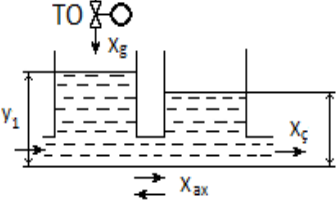
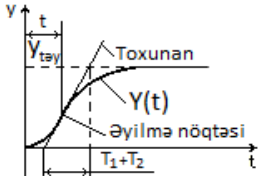
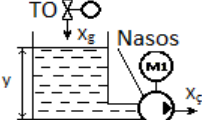
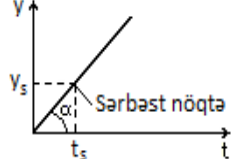
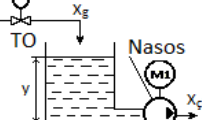
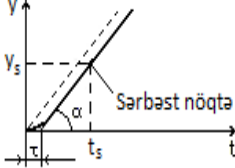
Keçid xarakteristikasının aradan qaldırılması üzrə nəticələrin riyazi işlənməsi alınmış xarakteristikaların məcmusunun orta hesabından və orta ölçülü xarakteristikanın riyazi təsvirindən ibarətdir. Mühəndislik məqsədi ilə toxunma üsulu ilə kifayət qədər sadə və rahat bir aproksimasiya metodikası olduqca məqbuldur.

Girişə təsir edən ən sadə və geniş yayılmış vahid pilləli $x = x_0 I_0(t)$ signalı metodu ilə alınan obyektlərin tipik keçid xarakteristikaları cədvəl 7.3-də verilmişdir. K , τ , T , T_1 , T_2 əmsalları çıxarılmış xarakteristikanın qrafoanalitik işlənməsi üsulu ilə əldə edilir. Emalın dəqiqliyi, tənzimləyici tərəfindən həyata keçirilən tənzimləmə qanunu qrupunun və onun parametrlərinin sonradan seçilməsi zamanı alınan məlumatlardan istifadə etmək üçün kifayətdir.

Cədvəl 7.3

İdarəetmə obyektlərinin tipik keçid xarakteristikaları

İdarə olunan obyektin hidravlik analoqu	İdarəetmə obyektinin keçici funksiyası	İdarəetmə obyektinin riyazi təsviri
<p>Birinci dərəcəli statik obyekt (tək tutumlu)</p>  <p>h – maye səviyyəsi; x_g – qaba girən maye axın; x_c – qabdan çıxan maye axın</p>		<p>Keçid xarakteristikası</p> $y(t) = k(1 - e^{-\frac{t}{T}})$ <p>Keçici funksiyası</p> $W(P) = \frac{k}{TP + 1}$ <p>Gücləndirmə əmsalı</p> $k = \frac{y_{t.e.}}{\Delta x}$ <p>y – tənzimlənən parametrlər; Δx – giriş parametrindəki dəyişiklik; T – zaman sabiti; t – vaxt; P – Laplas görüntüsünə keçid zamanı kompleks dəyişən</p>
<p>Təmiz gecikmələr hissəsi ilə birinci dərəcəli statik obyekt</p>		

 <p>burada, l - maddənin hərəkət yolunun uzunluğu, m; v - maddənin hərəkət sürəti, m/s</p>		$y(t) = k(1 - e^{-\frac{t-\tau}{T}})$ $W(P) = \frac{ke^{-\tau p}}{TP + 1}$ $k = \frac{y_{t.e.}}{\Delta x}$
<p>İkinci dərəcəli statik obyekt</p>  <p>x_{ax} - qablar arasında axın</p>		$y(t) = k(1 - \frac{T_1 e^{-\frac{t}{T_1}}}{T_1 - T_2} + \frac{T_2 e^{-\frac{t}{T_2}}}{T_1 - T_2});$ $W(P) = \frac{k}{(T_1 P + 1)(T_2 P + 1)}$ $k = \frac{y_{t.e.}}{\Delta x}$
<p>Astatik obyekt</p> 		$y(t) = kt;$ $W(P) = \frac{k}{P}$ $k = \frac{tg \alpha}{\Delta x} = \frac{y_s}{\Delta x};$
<p>Təmiz gecikmələr hissəsi ilə astatik obyekt</p> 		$y(t) = k(t + \tau);$ $W(P) = \frac{ke^{-\tau p}}{P}$ $k = \frac{tg \alpha}{\Delta x} = \frac{y_s}{(t - \tau)\Delta x};$

İdarəetmə obyektinin keçid funksiyasının xarakteri ona şiddətli təsir etdikdə, statizm əmsalından və ya obyektin özünü düzəldilməsindən asılı olur:

$$\left(\frac{y_0}{x_0}\right) \left[\left(\frac{dx_t}{dy}\right)_0 - \left(\frac{dx_k}{dy}\right)_0 \right] = \delta \quad (7.10)$$

(7.10) tənliyinə daxil olan dəyərlərdəki "sıfır" indeksi obyektin sabit rejim vəziyyətini (müəyyən səviyyədə) xarakterizə edir.

Göründüyü kimi, statizm əmsalı obyektin giriş təsirlərinin çıxış koordinatından asılılığını xarakterizə edir və tənzimlənən obyektin xüsusiyyətini müəyyənləşdirir ki, bu da xarici müdaxilə olmadan tarazlıq pozulduqdan sonra yenə tarazlıq vəziyyətinə keçiddən ibarətdir. Məsələn, elektrik işıqlandırmasının söndürülməsi hesabına kondisionerləşdirilmiş otaqda istilik axını azalır, bir müddət sonra bu otaqda havanın temperaturu aşağı düşəcək və yeni daimi qiymətə çatacaq, bu zaman yenə gələn və ötürülən istilik axını arasında istilik tarazlığı yaranacaq. Obyektin bu xassəsinə özünü düzəldilmə adlanır.

Özünü düzəltmək tənzimlənən obyektin sabitliyini artırır və tənzimləyicinin işini asanlaşdırır. Beləliklə, özünü düzəldmə dərəcəsi δ nə qədər çox olarsa, obyekt bir o qədər yüngüllüklə qısa müddətli qasırğa zamanı kəmiyyətin verilmiş qiymətini müstəqil bərpa edəcək və tarazlıq bir o qədər tez bərpa olunacaq və tənzimləmə prosesi daha sabit olacaq. Bundan başqa, özünü düzəldmə dərəcəsi nə qədər böyükdürsə, qasırğa zamanı tənzimlənən kəmiyyətin sarpması bir o qədər az olur və tənzimləmə prosesində keçid dövrünün vaxtı o qədər qısadır, yəni tənzimlənmənin keyfiyyəti daha yüksəkdir (şəkil 7.15).

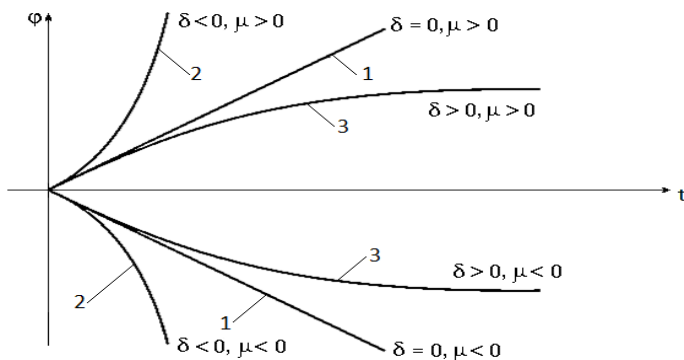
Ölçüsüz müsbət kəmiyyət, özünü düzəltmə əmsalının $\frac{1}{|\delta|}$ qiymətinə görə tərs olması, *obyektin ötürmə əmsalı (qüclənmə)* adlanır və k ilə işarələnir, yəni

$$k = \frac{1}{|\delta|}$$

Texnoloji obyektlərdə baş verən demək olar ki, bütün proseslər ümumiləşdirilmiş analoqu kimi göstərilə bilən dinamikanın birtipli riyazi tənlikləri ilə təsvir edilə bilər:

$$L \frac{dy}{dt} = x \quad (7.11)$$

burada, L -obyektin tutumlu əmsalı; y - obyektin çıxış koordinatı (parametri); x - ümumiləşdirilmiş giriş koordinatı (nəticədə giriş təsiri).



Şəkil 7.15. Neytral (1), qeyri-sabit (2) (astatik) və sabit (3) (statik) obyektlərin xarakteristikalarının qrafik ifadəsi

Çıxış koordinatı y bir sıra fiziki kəmiyyətlərin abstrakt analoqudur: xətti sürətin v , dairəvi sürətin ω , temperaturun Θ , rütubətin φ , maddə konsentrasiyasının η və s . Praktikada bu, ya enerjinin potensialı, ya da bir obyektə maddənin ehtiyatının göstəricisidir.

Texnoloji obyektlərdə bu kəmiyyətlər prosesin keyfiyyət göstəricisini, onun parametrlərini xarakterizə edir.

Vaxt T_a (s, dəq., saat) obyektin tutumunu tam yüklə doldurmaq üçün lazımdır. Bu, obyektin astatik sürətlənmə vaxtı adlanır:

$$T_a = L \frac{y_0}{x_0} \quad (7.12)$$

Madam ki $|\delta|$ - ölçüsüz kəmiyyətdir, onda T_a sürətlənmə müddətini δ -yə böldükdə obyektin (prosesin) zaman sabitini əldə edirik:

$$T = \frac{L}{\left(\frac{dx_S}{dy}\right)_0 - \left(\frac{dx_P}{dy}\right)_0} \quad (7.13)$$

Sürətlənmə vaxtından fərqli olaraq zaman sabitliyi x_0 və y_0 başlanğıc şərtlərindən birbaşa asılı deyil. Aydınır ki, özünü düzəltmə sifirə endirməklə, L tutum əmsalı sonlu olduqda, zaman sabitliyi sonsuzluğa qədər artmalıdır.

7.5 Tənzimləmə metodunun və fasiləsiz tənzimləmə qanunu seçilməsi

Avtomatlaşdırma obyektini haqqında məlumatlardan (statik və dinamik xarakteristikalar, qasırgılar haqqında məlumatlar, tənzimlənmənin keyfiyyətinə dair texnoloji tələblər) istifadə edərək, hər bir konkret halda hazırlanmış təcrübə meyarları əsasında tənzimləyicinin növünü müəyyən etmək və seçmək olar. Bu seçim ilkindir və obyekt - tənzimləyici sisteminin sabitliyi və tənzimlənməsinin dəqiqliyi barədə son nəticə sonrakı hesablamalar əsasında aparılır.

Tənzimləmə üsulunu seçərkən və əsaslandırarkən, əksər hallarda *fasiləsiz* və ya *mövqeli* tənzimləmə üzərində dayanırlar. Eyni zamanda, mövqeli tənzimləyicilər, bir qayda olaraq, konartuktivi və istismarı daha sadə və hamar təsirli tənzimləyicilərindən nisbətən daha ucuz olduğunu nəzərə alırlar. Bundan başqa, nəzərə almaq lazımdır ki, davamlı tənzimləmə yalnız öz vəziyyətinin hamar dəyişməsinə təmin edən tənzimləyici orqanı olan obyektlərdə həyata keçirilə bilər.

Fasiləsiz tənzimləmə keyfiyyət tənzimlənməsinin yüksək tələbləri olduqda tətbiq olunur.

Tənzimlənmə metodunun müəyyənləşdirilməsinin ən sadə (təxmini) meyarı tənzimlənmə hərəkətinin ləngiməsinin idarəetmə obyektinin zaman sabitinə nisbətidir τ/T . Hesab olunur ki, əgər $\tau/T < 0,2$ olarsa, onda mövqeli tənzimləmə istifadə edilə bilər və $\tau/T > 1$ -dursa xüsusilə həssas, məsələn, rəqəmsal, tənzimləyicilər tələb edir. Müəyyən edilmiş τ/T hədudları arasındakı sərhədləri (0,2 ilə 1 arasında) olarsa, hamar tənzimləmə tətbiq olunur.

Bu vəziyyətdə nəzarət signalının gecikmə müddəti aşağıdakı cəm ilə ifadə olunur,

$$\tau = \tau_{t.o.} + T_{t.o.} + \tau_{i.o.} \quad (7.14)$$

burada, $\tau_{t.o.}$, $\tau_{i.o.}$ - tənzimləyici orqanda və idarəetmə obyektində gecikmədir;

$T_{t.o.}$ – tutumlu tənzimləmə orqanının zaman sabitidir.

T ölçüsü idarəetmə obyektinin zaman sabitidir. Çox hissəli obyektlər üçün T_i -nin bütün hissələrinin zaman sabitlərinin cəmidir.

Fasiləsiz tənzimləmə qanunu seçərkən (\dot{I} – inteqral, M – mütənasib, $M\dot{I}$ – mütənasib–inteqral, $M\ddot{I}D$ – mütənasib–inteqral–diferensial) praktikada işlənmiş müddələri rəhbər tuturlar.

Sabitlik şərtlərindən astatik obyektlər və statik statik sabitliyə malik statik obyektlər və tənzimləyici tərəfindən bloklanmamalıdır. Sabitlik şəraitindən, kiçik statizm əmsalı olan statik obyektlər və astatik obyektlər \dot{I} – tənzimləyicisi ilə bloklanmamalıdır. Yüksək statizmi olan obyektlər tənzimləyicilərin bütün növləri ilə bloklana bilər. Hamar qasırğalar və keçid prosesinin vaxtı üçün əhəmiyyətli gecikmələr və xüsusi tələblər olmaması \dot{I} -qanunu, əks halda (əgər statik səhvə yol verilsə) – M -qanunu istifadə etmək məsləhət görülür.

Obyektin həcmi kiçik olduqda və qasırğalar kəskin şəkildə dəyişdikdə, əvvəlcədən — $M\dot{I}$ və ya $M\ddot{I}D$ – qanun tətbiq edilir. $M\dot{I}$ –tənzimləyiciləri əhəmiyyətli gecikməsinə və hamarca dəyişən qasırğalara malik olan obyektlərdə istifadə olunur. Əgər sürəti artırmaq lazımdırsa, $M\ddot{I}D$ -qanundan bəzən aralıqlı təsirdən istifadə edirlər.

Fasiləsiz tənzimləmə qanunu A. Y. Lerner diaqramı ilə aydınlaşdırıla bilər (şəkil 7.16). Diaqram koordinatları bunlardır:

$$\psi_p = \frac{T}{\tau} \quad \text{və} \quad \psi_s = \frac{t_{tən.}}{\tau} \quad (7.15)$$

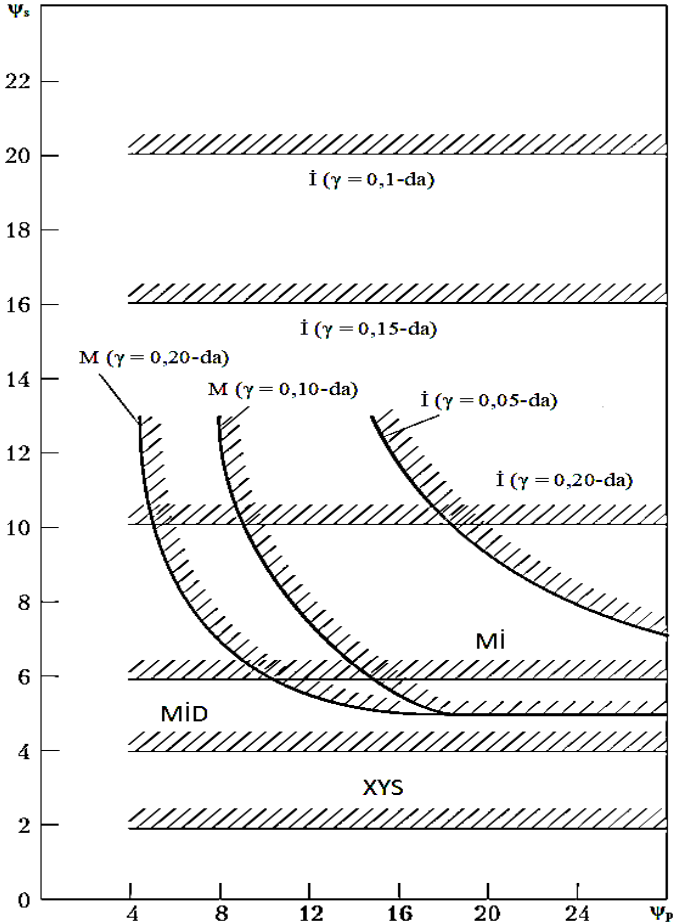
burada, T – obyektin zaman sabitidir; τ – onun gecikmədir;

$t_{tən.}$ - tənzimləmə müddəti.

Tənzimləyicilərin tətbiqi sahəsi içərisində olan tərəflər diaqramda ştrixlənmə ilə göstərilir. Ölçüsüz əmsal

$$\gamma = \sigma/\xi$$

burada, σ – parametrin icazə verilən nisbi sapması (statik səhv); ξ – hesablanmış qasırga və maksimum tənzimləyici təsirin təsiri altındaki iki dəyişikliyin nisbətinə bərabər olan parametrin nisbi sapmasının dəyəridir.



Şəkil 7.16. Fasiləsiz tənzimləyicilərini seçmək üçün A.Y. Lerner diaqramı

Diaqramdan görünür ki, tənzimləyicilərin heç bir növü tənzimləmə müddətini gecikmə müddətindən iki dəfədən az təmin edə bilmir ($\psi_s < 2$ -də). $2 < \psi_s < 4$ -də, yalnız xüsusi yüksək sürətli (XYS) tənzimləyicilər (rəqəmsal) qəbul edilə bilər; $4 < \psi_s < 6$ -da, MİD tənzimləyiciləri tövsiyə olunur. ψ_s 0-dan 10-a qədər olan zaman, astatik tənzimləyicilər başqa bütün tənzimləyiciləri seçilə bilər. Astatik tənzimləyicilər $\psi_s > 10$ -da tövsiyə olunur.

Məsələn, obyekt zaman sabiti $T = 600$ san., gecikmə müddəti $\tau = 30$ san. və tənzimləmə vaxtı $t_{\text{tən.}} = 240$ san. olduqda:

$$\psi_p = T/\tau = 600/30 = 20,$$

$$\psi_s = t_{\text{tən.}}/\tau = 240/30 = 8.$$

Diaqramdakı bu koordinatların kəsişməsi tənzimləyicilərə uyğun bir nöqtə verir:

Bu koordinatların diaqramda kəsişməsi tənzimləyicilərə uyğun bir nöqtə verir: əvvəlcədən və onsuz izodrom və $\gamma > 0,06$ -da statik. Burada gücləndirmə əmsalı $k \leq 1/0,06 - 1 = 15,7$ -dir.

7.6 Rele (mövqeli) tənzimləyiciləri

Mövqeli tənzimləyiciləri mövqə tənzimlənmə qanunu həyata keçirir.

Tənzimləmə qanunu dedikdə, tənzimləyicinin çıxış signalı (koordinatı) $X_{\text{çix}}$ və onun giriş koordinatı X_{gir} arasında həm dayanıqlı, həm də keçid rejimində funksional əlaqə nəzərdə tutulur.

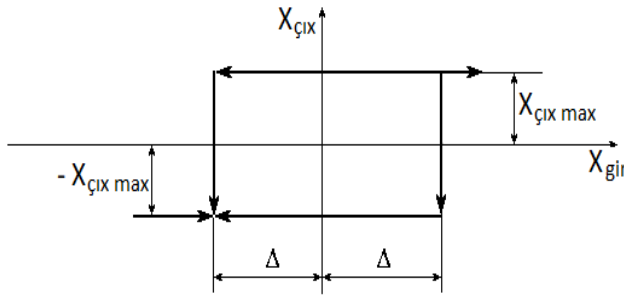
Bir obyekt idarəetmə təsiri sistem səhvindən asılı olaraq bir sıra sabit diskret qiymətlər (pilləli dəyişikliklər) aldıqda mövqeli tənzimlənməsi qanunu adlanır.

Mövqeli tənzimləyicilər tənzimləyici orqanın sabit mövqelərdən (mövqelərdən) birinə köçürülməsini təmin edən idarəetmə signalı yaradırlar. Belə mövqelər iki, üç və daha çox ola bilər. Onların sayına

görə iki, üç və çox mövqeli tənzimləyicilər fərqlənir. Ən geniş yayılmış iki mövqeli elektrik tənzimləyiciləri, daha az üç mövqelilərdən istifadə olunur.

İki mövqeli tənzimləyicisinin ən vacib elementi Schmitt triqeridir – istənilən qədər davamlı tarazlığın iki vəziyyətindən birini uzun müddət qoruyan və kənardan gələn siqnalla bir vəziyyətdən digərinə sıçrayışla keçən dəyişdirmə cihazıdır. Elektron rele tənzimləyicilərində dəyişdirmə siqnalı uyğunsuzluq siqnalı ε -dur.

İki mövqeli tənzimləyicisinin statik xarakteristikası Şəkil 7.17-də verilir. 2Δ dəyərinin böyüklüyü tənzimləyicinin qeyri-müəyyənliyi zonasını təyin edir. Giriş qiyməti təyin olunmuş qiymətə nisbətən Δ -ta qədər dəyişdikdə, çıxış dəyəri sıçrayışla maksimal qiyməti $X_{çix.max}$ –ma çatır.



Şəkil 7.17. İki mövqeli tənzimləyici cihazın statik xarakteristikası:
 Δ - quraşdırılan qeyri-müəyyənlik zonası; $X_{çix}$ - çıxış qiymətləri;
 X_{gir} - giriş qiymətləri

Analitik olaraq bu statik xarakterik aşağıdakı kimi ola bilər:

$$\begin{aligned}
 x_{çix} &= x_{çix.max} \operatorname{sign}(x_{gir} - \Delta), & \frac{dx_{gir}}{dt} > 0 - da \\
 x_{çix} &= x_{çix.max} \operatorname{sign}(x_{gir} + \Delta), & \frac{dx_{gir}}{dt} < 0 - da
 \end{aligned}
 \tag{7.16}$$

Analog element bazası olan iki mövqeli tənzimləyici iki konfigurasiya orqanına malikdir, onların köməyi ilə $X_{çix.max}$ və Δ təyin edilir.

Rəqəmsal tənzimləyicilər parametrləşdirməklə proqramlaşdırılmış şəkildə ayarı edilir.

Mövqeli tənzimləmə prosesi özü rəqslidir, yəni həm keçid həm də dayanıqlı rejimlərində tənzimlənən qiymət təyin edilmiş $Y_{t.e}$ qiymətinə nisbətən vaxtaşırı dəyişir (şəkil 7.18).

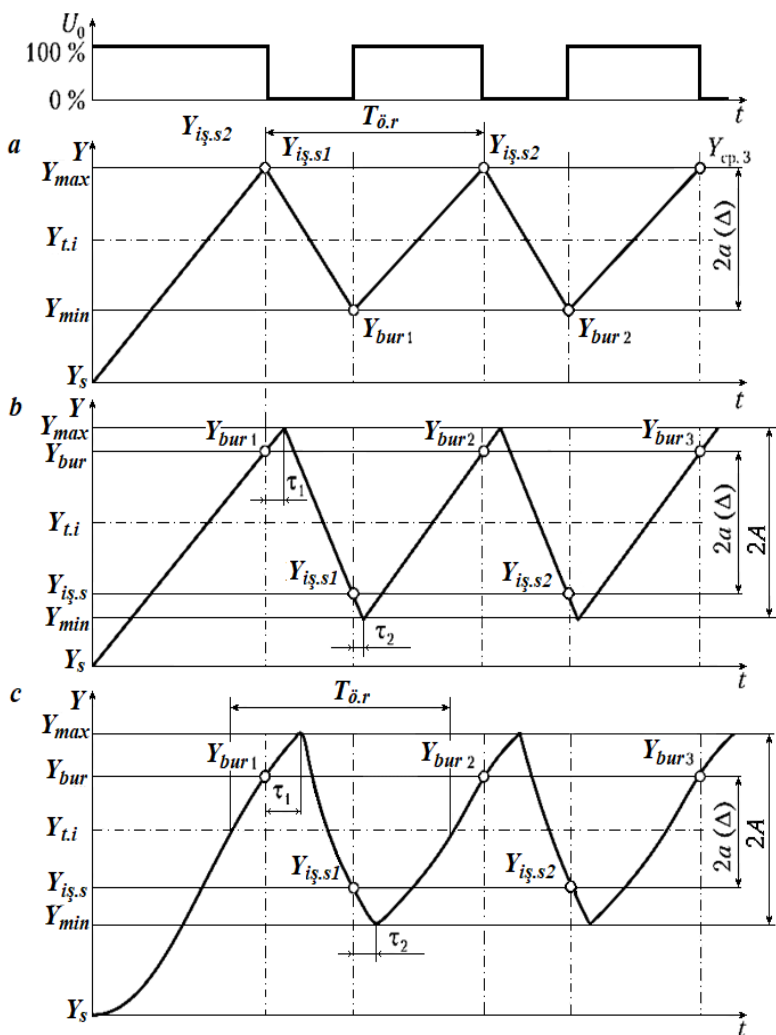
Tənzimləyici, qeyri-təyinat zonasını Δ -ta nə qədər az olsa, o qədər daha dəqiq işləyir. Bu vəziyyətdə kontaktları daha tez-tez açmaq lazımdır və onlar daha sürətli köhnəlirlər.

Üç mövqeli tənzimləyicilər iki Şmit triqerini və müvafiq olaraq icra mexanizmlərini kommutasiyası üçün iki açarı ehtiva edir (şəkil 7.19). Üç mövqeli tənzimləyicilər, iki sabit mövqeyi – "daha çox" və "daha az" təyin edən iki mövqeli tənzimləyicilərindən fərqli olaraq üçüncü mövqeyi – "norma" ilə təmin edir.

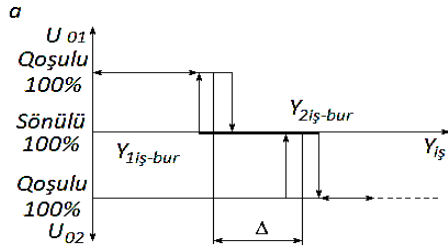
Üç mövqeli tənzimləyicinin ayarı $X_{çix.max}$ və qeyri həssaslıq Δ təyin etməyə imkan verir. Üç mövqeli tənzimləyicinin xarakteristikaları şəkil 7.19, *a* -da verilmişdir. $Y_{1iş.sal.-bur}$ parametrlərinin qiymətləri və müvafiq olaraq KV1 və KV2 relelərinin işlənməsini təyin edir. $Y(t) < Y_{1iş.sal.-bur}$ parametrinin cari qiymətlərində KV1 relesinin kontaktlarının işə salınması baş verir, $Y(t) < Y_{2iş.sal.-bur}$ – sərbəst buraxılır.

Ölçülə bilən parametrin üç diapazonu üçün üç mövqeli tənzimləyici cihazın kontaktlarının vəziyyəti diaqramda əks olunur (şəkil 7.19, *b*), burada "+" işarəsi kontağın bağlanması deməkdir, "-" işarəsi TC-in rele kontaktının açılmasıdır.

Analoq üç mövqeli tənzimləyici cihazda (şəkil 7.20), ölçmə sensoru 1-dən siqnal gücləndirilir və giriş kaskadı 2-də linearizasiya edilir, rəqəmsal forma ARÇ-si 3-də çevrilir və işarəli LED göstəricisi 7-yə çıxarılır.



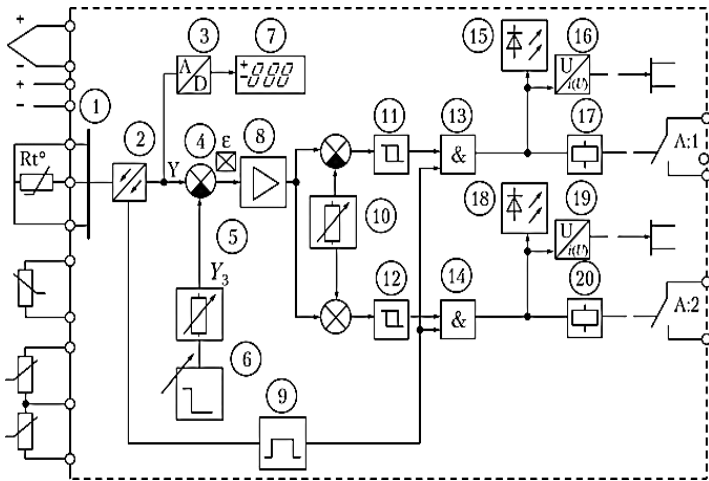
Şəkil 7.18. İki mövqeli tənzimləmənin dinamikası: a – astatik obyektin gecikmədən; b – astatik obyektin gecikməsi ilə; c – statik obyektin gecikməsi ilə; Y_{max} , Y_{min} – 0Y parametrinin təyin edilmiş max və min qiymətləri; $Y_{t.i}$. – təyin edilmiş parametrlər; Y_{bur} – tənzimləyici cihazın rele buraxması üçün parametrlərin qiyməti; $Y_{i\bar{s}.s1}$ - tənzimləyici cihazı işə salmaq üçün parametrlərin qiyməti; τ – siqnalın gecikmə müddəti; Δ – qeyri-müəyyənlik zonası; A – özü rəqslərin amplitudu; $2a$ – cihazın statik xarakteristikasının dövrəsinin eni; $T_{\bar{o}.r}$. – özü rəqslərin müddəti



b

TC-ın kontaktlarının işarəsi	TC-1 söndürülüb	Ölçülən parametrin vəziyyəti		
		aşağı	norma	yuxarı
	+	-	+	+
	-	+	-	-
	+	+	+	-
	-	-	-	+

Şəkil 7.19. Üç mövqedə tənzimlənən cihazın statik xarakteristikası(a) və tənzimləyici cihazın rele kontaktlarının işə salınması diaqramı (b): U_{01} , U_{02} – idarəedici təsirlər; $Y_{iş}$ – tənzimləyici cihazın iş sahəsi, parametrlərdə vahidlərdə



Şəkil 7.20. Elektron üç mövqeli tənzimləyici cihazın struktur sxemi

Eyni zamanda, həmin siqnal müqayisəedici cihazı 4-də həqiqi dəyəri Y kimi daxil olur. Müqayisəedici cihazda həqiqi U qiyməti və tapşırıq verən 5-də təyin olunmuş Y_3 (istinad siqnalı 6-nın köməyi ilə) arasındakı fərq əmələ gəlir. Tənzimlənən qiymətin sarpması ε əldə edilir. Gücləndirici 8-in vasitəsi ilə müqayisəedici cihazdan, gücləndirilmiş fərq siqnalı ardıcıl bağlı olan trigger kaskadları 11 və 12-yə daxil olur.

Sonuncular, 17 və 20 müvafiq relelərini işə salır. Potansiyometr 10-nun vasitəsilə kontakt intervalı tənzimləmək mümkündür. Ölçmə dövrü 9-un nəzarət cihazını, giriş dövrəsində açılma halında 13 və 14 əlaqələri ilə hər iki releni ayırır.

15 və 18 LEDləri "Lövbər relesi çəkildi"-ni göstərir. Rele çıxışları yerinə, 16 və 19 ikili idarəetmə çıxışlarını istifadə etmək mümkündür.

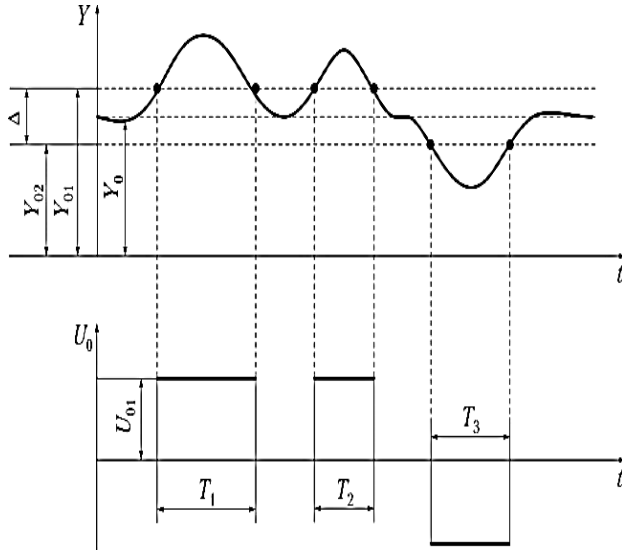
Relay nəticələri yerinə ikili nəzarət nəticələri 16 və 19 ilə həyata keçirilə bilər. Struktur bloklarının qidalanması üçün gərginlik şəbəkə enerjisi qidalanma blokunda istehsal olunur və sabitləşir.

Üç mövqeli rele sisteminin nümunəsi, soyuq və isti su qarışdırma qapağının işlədilməsi üçün idarəetmə sistemidir.

Temperatur sensorunun həssas elementi qarışdırma kamerasında temperaturu ölçür. Tənzimlənən qiymət, təyin olunmuş Y_0 qiymətindən yuxarıya doğru artdıqda və Y_{01} hədd qiymətinə çatdıqda, tənzimləyici orqanın icra mexanizminin işə salınmasını təmin edən U_{01} impulsları növü olacaqdır (şəkil 7.21). Tənzimlənən kəmiyyətin Y_{01} qiymətinə endirilməsi zamanı tənzimləyici orqanın icra mexanizmi söndürülür.

Tənzim edilən kəmiyyətin Y_{02} -in hədd qiymətindən aşağı istiqamətdə sarpması zamanı icra mexanizminin işinin istiqaməti əks olacaq.

Y_{01} və Y_{02} hədd qiymətləri arasında olduqda, tənzimləyici orqanın icra mexanizmi dəyəndiriləcək və bu iş sahəsi Δ sistemin "həssaslıq zonası"dır.

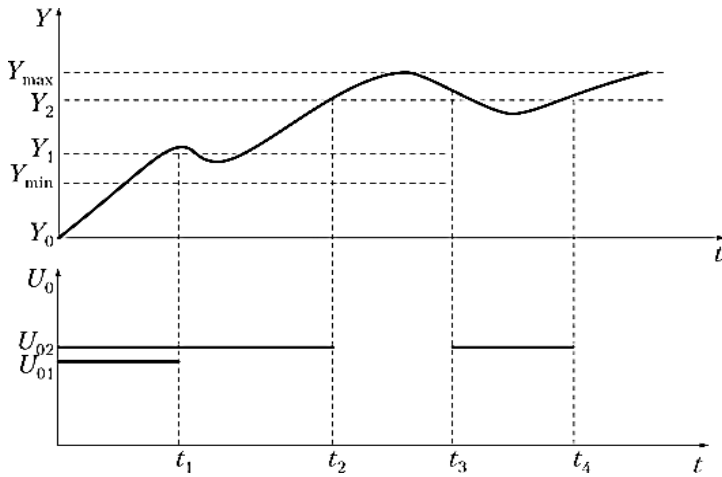


Şəkil 7.21. Tənzimləyici cihazın "həssashq zonasını" istifadə edən üç mövqeli avtomatik tənzimləmənin sisteminin xarakteristikası: Y_0 – təyin edilmiş parametr qiyməti; Y_{01} , Y_{02} – parametrin hüdud göstəriciləri (icra mexanizmlərinin qoşulması zamanı); T_1 , T_2 – parametri göstəricilərini azaltmaq üçün işçi vəziyyətdə tənzimləyici cihazın rele kontaktlarının saxlama vaxtı; T_3 – eyni, lakin parametri qiyməti artırmaq üçün; U_{01} – İM-ə impuls

Bu vəziyyətdə tənzimləyici orqan üç mövqeyə malikdir: "irəli", "geri" və "stop". Tənzimləyici orqanın seçilmiş növündən asılı olaraq bu müddəalar çox müxtəlif olacaqdır (məsələn, "sağ", "sol", "orta" və s.).

Üç mövqeli tənzimləmə cihazının çıxışında iki relenin olması pilləli tənzimləməni həyata keçirməyə imkan verir. Belə bir sistemin xarakteristikası şəkil 7.22-də təqdim olunur.

Məsələn, ilin ən soyuq dövründə otaqda temperaturun tənzimlənməsi zamanı qızdırıcı element işə salınır ki, bu da havanın əvvəlcədən təyin edilmiş qiymətə qədər qızdırılmasını təmin edir. İki mövqeli tənzimləyici cihazdan istifadə edildikdə, qızdırıcı element bir bölmə kimi işləyir ki, bu da otaqda icazə verilən minimum otaq temperaturda qoşulur və icazə verilən maksimum temperaturda söndürülür.



Şəkil 7.22. Pİlləli avtomatik tənziyləmə sisteminin xarakteristikası: U_{01} – ilk İM qoşulması üçün impuls; U_{02} – 2-ci İM-nin; t_1, t_2, t_3, t_4 – müvafiq İM-nin işləmə müddəti; Y_{max}, Y_{min} – parametrlin maksimum və minimum dəyərləri; Y_1, Y_2 – parametrlin hüdud dəyərləri

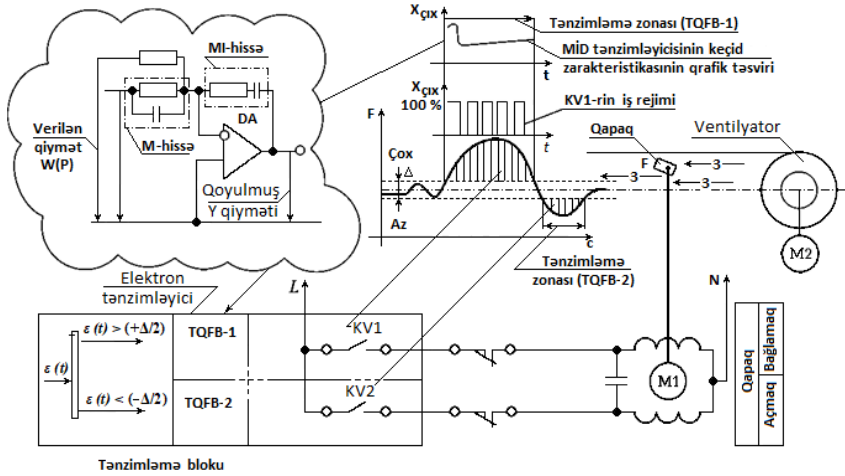
Əgər üç mövqeli tənziyləyici cihazı istifadə olunursa, istilik elementi hava temperaturunu minimum icazə verilən qiymətdən maksimuma yüksəldikdə növbə ilə söndürülən iki hissəyə bölünə bilər və bu da havanın qızdırılması xərclərini azaltmağa icazə verir. Daha böyük qənaət çox mərhələli tənziyləmə istifadə edərək əldə edilə bilər.

7.7 Davamlı fəaliyyət tənziyləyiciləri

Fasiləsiz fəaliyyət tənziyləyiciləri ən geniş yayılmış və inkişaf etmiş tənziyləyicilərdir. Tankdakı su səviyyəsi kimi tənziylənən dəyəri, mövqeli tənziyləyicilərdən daha dəqiq saxlaya bilərlər.

Qazan sobasına hava təchizatı tənziyləyicisinin nümunəsini istifadə edərək fasiləsiz fəaliyyət tənziyləyicinin iş prinsipini nəzərdən keçirək. Bu sistem izləyicidir. Sobaya havanın verilməsi qazın verilməsi ilə mütənasibdir. Qaz təchizatının azaldıqda və ya artdıqda, yanacağın ən

yaxşı yanmasını təmin etmək üçün hava təchizatı azalmalı və ya artmalıdır. Bu, qapağın bağlanması və ya açılması ilə avtomatik olaraq idarə edilməklə əldə edilir. Fasiləsiz fəaliyyət tənzimləyicisinin struktur sxemi şəkil 7.23-də verilir.



Şəkil 6.23. Analoq MİD tənzimləyicisinin blok sxemi (TQFB - tənzimləmə qanununun formalaşdırılması bloku)

Tənzimləyicimizin sensoru qaz axını sayğacı olmalıdır. Sensordan gələn siqnal komparatora gedir, burada təyin edici qurğunun siqnalı ilə cəmlənir və tənzimləmə qanununun formalaşdırılması üçün bloklara verilən uyğunsuzluq siqnalına çevrilir.

Tənzimləyici blokda, icra mexanizminə əmr göndərildiyi giriş siqnalının minimum qiymətini təyin edən nizamlayıcının həssaslığı Δ yerləşdirilir. Həssaslığın aşağı göstəricilərində icra mexanizminin çox tez-tez qoşulması müşahidə olunur ki, bu da onun sürətlə sıradan çıxmasına səbəb ola bilər. Həssaslıq qiymətini aşağıdakı düsturla təyin etmək olar

$$\Delta = 0,5\sigma_{ic.ver}k_{i,\zeta} \quad (7.17)$$

burada, $\sigma_{ic.ver}$ – tənzimlənən parametrin icazə verilən sapmasıdır; $k_{i.ç}$ – ilkin çeviricinin xarakteristikalarının dikliyi.

Cihazla uyğunsuzluq siqnalının polarlığını təyin edir, nəticədə siqnal TQFB – 1 və ya TQFB – 2-in girişlərindən birinə verilir, orada isə müəyyən qanunlarla formalaşır və qapağın bağlanması və ya açılması üçün icra mexanizminin müvafiq girişinə daxil olur. Tənzimləyici cihazının kontaktları (KV1, KV2) impulse rejimində işləyir, tənzimləmə qanununa uyğun olaraq qapağın hərəkətini sürətləndirir və ya ləngidir.

Tənzimləmə qanunu dedikdə, tənzimləyicinin çıxış siqnalı (koordinatı) $X_{çix}$ və onun giriş koordinatı X_{gir} -nin arasında həm dayanıqlı, həm də keçid rejimində funksional əlaqə nəzərdə tutulur.

Tətbiq edilən tənzimlənmə qanunlarının sayına görə, yəni çıxış qiymətinin giriş qiymətindən funksional asılılıqlarına görə inteqral (İ) və ya astatik, mütənasib (M) və ya statik, mütənasib-inteqral (Mİ) və ya izodromlu, mütənasib-diferensial (MD) və ya qabaxlama statik; mütənasib-inteqral -diferensial (MİD) və ya qabaxlama izodromlu tənzimləyiciləri fərqlənir. Tənzimləyicilərin xarakteristikaları cədvəl 7.4-də verilmişdir.

Analoq tənzimləyicilərdə tənzimləmə qanunu, bir qayda olaraq, əlavə əks əlaqəsi olmayan inteqral tənzimləyici istisna olmaqla, müvafiq əks əlaqə cihazlarında formalaşır.

Cədvəldə aşağıdakı işarələr istifadə olunur: k_t – tənzimləyicinin ötürmə əmsalı; t_i – izodrom vaxtı; t_q — qabaxlama vaxtı; $1/k_t$ -ə bərabər olan qeyri-bərabərlik dərəcəsi δ ; $\delta f(t)$ – pilləli funksiyasının girişlərinə təsir edən MD və MİD tənzimləyicilərin diferensial hissəsinin davranışını xarakterizə edən və aşağıdakı analitik ifadəyə malik bir funksiyadır:

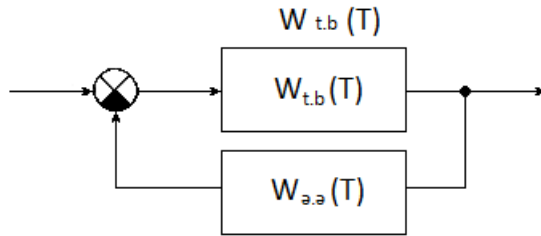
$$\delta f(t) = \begin{cases} \infty, & t = 0 - da \\ 0, & t \neq 0 - da \end{cases};$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta f(t) dt = 1$$

Əgər tənzimləmə blokuna əks əlaqə cihazı qarşılıqlı-paralel qoşulsa (şəkil 7.24), onda tənzimləyicinin ötürmə funksiyası belə olacaq:

$$W_t(T) = \frac{W_{t.b}(T)}{1+W_{t.b}(T) \cdot W_{ə.ə}(T)} = \frac{1}{\frac{1}{W_{t.b}(T)} + W_{ə.ə}(T)}, \quad (7.18)$$

burada, $W_{t.b}(T)$ və $W_{ə.ə}(T)$ - müvafiq olaraq tənzimləyici blokun və əks əlaqə cihazlarının ötürücü funksiyalarıdır.



Şəkil 7.24. Mənfi əks əlaqəsi olan tənzimləyici blokun struktur sxemi

İfadə (7.18) - in məxrəcindəki $1/W_{t.b}(T)$ həddi təxmini hesablamalarda nəzərə alınmazsa, onda

$$W_{ə.ə}(T) = \frac{1}{W_t(T)} \quad (7.19)$$

Beləliklə, tənzimləyicinin ötürücü funksiyası məlum olduqda, əks əlaqə cihazının ötürücü funksiyası asanlıqla əldə edilə bilər.

7.8 Fasiləsiz hərəkət tənzimləyicilərinin qurulması

Tənzimləyicinin qurulmasının mərhələləri. Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsiindən məlum olduğu kimi, tənzimləmə sisteminin işinin keyfiyyəti keçid dövrünün xarakteri ilə müəyyən edilir. Onun sönməsinin sürəti və tənzimlənməsinin dayanıqlığı təkə tənzimlənen obyektin statik və dinamik xüsusiyyətlərinə deyil, həm də tənzimləyicinin xüsusiyyətlərinə bağlıdır və buna görə də hər bir sistem (tənzimləyici və tənzimləmə obyektini) bir-birinə bağlı tənzimləmə konturunu təşkil edir.

Avtomatik tənzimləyicilərin *dinamik ayarı* əməliyyat zamanı avtomatik tənzimləmə sisteminin tələb olunan keyfiyyətini təmin edən parametrlərin (tənzimləyici ötürmə əmsalı, izodrom vaxtı, qabaxlama vaxtı və s.) müəyyənəldirilməsi və quraşdırılması ilə nəticələnir. Hesablamanın *birinci mərhələsində* tənzimləyicinin ayarları ları avtomatik tənzimləmənin keyfiyyətinə əlavə tələb təşkil edən *optimallıq meyarı* şəklində AİS-ın işinin keyfiyyətinə olan tələblər formaləşdırılmalıdır. Əsas məsələ isə AİS -ın dayanıqlı işinin əldə edilməsidir.

Dayanıqlı sistemlərdə aperiodik və rəqs keçid prosesləri ilə fərqlənir.

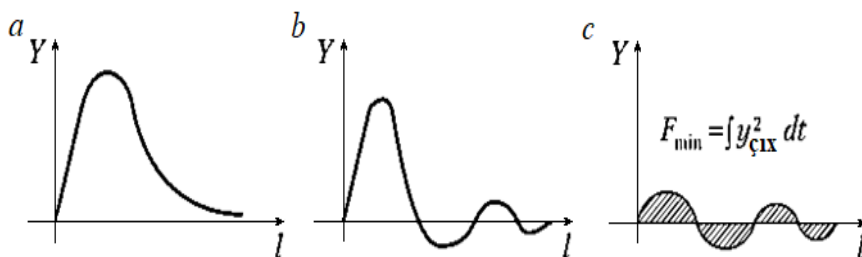
Keçid prosesi keyfiyyət meyarları (göstəriciləri) ilə xarakterizə olunur, bunların da əsası aşağıdakılardır:

- dinamik tənzimləmə xətası Δy_1
- tənzimləmə müddəti t_t (keçid prosesinin başlanğıcından uyğunsuzluq göstəricisinin və ya rəqslərin amplitüdünün miqdarı texnoloji səbəblərdən icazə verilən qiymətdən az olduğu ana qədər olan vaxt intervalı);
- rəqs prosesinin sönmə dərəcəsi:

$$\psi = \frac{\Delta Y_1 - \Delta Y_2}{\Delta Y_1}; \quad (7.20)$$

- tənziyləmə müddəti t_t ərzində təyin edilmiş qiymətlə bağlı tənziylənən dəyişmələrin rəqslərinin sayı ilə müəyyən edilən, tənziylənmənin dəyişkənliyi m ;
- statik xəta $\Delta_{s,x}(\delta)$.

Avtomatik sistemdəki keçid prosesi mümkün qədər minimum tənziylənmə müddətinə, tənziylənən qiymətin nisbətən kiçik dinamik sapmasına, kiçik yenidən tənziyləməyə və minimal statik səhvə sahib olmalıdır. Lakin, bütün sadalanan tələbləri eyni zamanda tənziyləyicilərdən heç birinə təmin etməyə imkan vermir. Buna görə də, onların parametrləri tənziylənmənin ayarı üç tipik keçid proseslərindən birinə bağlanır (şəkil 7.25).



Şəkil 7.25. Tipik keçid proseslərinin xarakteristikaları:
a - aperiodik; b - 20 %-dək yenidən tənziylənən;
c - keçid prosesinin əyrisi altında minimum sahəsi olan

Aperiodik keçid prosesi özünü düzəldən obyektlər üçün minimum tənziyləmə müddəti, (özünü düzəldməyən obyektlər üçün tənziyləmə müddəti böyükdür), yenidən tənziyləmə olmaması, kiçik bir nəzarət təsiri ilə xarakterizə olunur. Bununla yanaşı, bu prosesdə dinamik sapma maksimal dərəcədədir.

Bu cür keçid prosesi obyektin bir neçə tənziylənən qiymətinə malik olduğu və tənziylənə bilən təsirin digər tənziylənən qiymətlərə arzuolunmaz təsir göstərməməsi üçün zəruri olduğu hallarda tövsiyə olunur.

20% yenidən tənziyləmə prosesi ($\psi = 0.85 \dots 0.95$ arasında olan sönmə dərəcəsi ilə) tənziylənə bilən qiymətin yenidən tənziylənməsi və aşağı dinamik sapması ilə xarakterizə olunur. Bu, yenidən tənziylənmə

imkanı verən, lakin böyük dinamik sapmalara həssas olan obyektlərdə tətbiq olunur.

Tənzimlənən qiymətin minimum sapma sahəsi olan proses, dinamik sapmanın kiçik qiyməti ilə xarakterizə olunur, bərabər inteqral kvadrat qiymətləndirmənin minimumunu təmin edir: $\int_0^{\infty} \Delta y^2 dt$; lakin burada yenidən tənzimlənmə böyükdür, tənzimləmə müddəti artır və obyektə əhəmiyyətli nəzarət təsiri tələb edir. Bu proses texniki tələblərə tənzimlənən dəyərin böyük sapmasına yol verilməyən obyektlər üçün istifadə olunur.

Avtomatik sabitləşmə sistemlərinin əksəriyyəti üçün fasiləsiz tənzimləyici təsir zamanı belə optimal tənzimləmə prosesi intensiv sönmə, minimal tənzimləmə müddəti və tənzimlənən dəyişənin sapması olan prosesi ola bilər. Lakin real şəraitdə tənzimləmə prosesinin bütün keyfiyyət göstəricilərinin eyni vaxtda optimallaşdırılması mümkün deyildir. Buna görə də, avtomatik tənzimləyicilərin dinamik tənzimlənməsi optimallıq meyarı, tənzimləmə prosesinin keyfiyyət göstəricisi kimi əvvəlcədən seçilmiş yalnız bir göstəricisinin optimallaşdırma şərtləri əsasında həyata keçirilir.

Tənzimləmə prosesinin optimallıq meyarının seçilməsi ilk növbədə texnoloji reqlamentin tələbləri əsasında həyata keçirilir. Eyni zamanda, obyekt və tənzimləyici haqqında məlumatlar və digər iqtisadi amillər də daxil olmaqla, məlumatların düzgünlüyünü nəzərə almaq lazımdır.

İqtisadi baxımdan inteqral kvadratik qiymətləndirmənin optimallıq meyarı kimi tətbiq edilməsi daha məqsədəuyğundur, çünki bu meyarın minimuma endirilməsi tənzimləmə prosesində yaranan zərərlərin minimuma endirilməsinə gətirib çıxarır. Lakin obyektin və tənzimləyicinin xüsusiyyətləri barədə məlumat kifayət qədər etibarlı deyilsə, göstərilən meyarın seçiminə ehtiyatla yanaşmaq lazımdır, çünki belə meyarın minimuma ayarı, sistemlərdə olan keçid prosesləri zəif sönmə və belə sistemlərin parametrlərdən, dayanıqlığa yaxın olan parametrlərdən, bu sərhədin özünə və ya hətta sistemin qeyri-sabit iş sahəsinə keçid təhlükəsi həmişə mövcuddur. Bu baxımdan minimum tənzimləmə müddəti olan və ya yenidən tənzimlənməyən proseslərin üstünlüyü var, çünki bu cür proseslərə ayarlı sistemlər ən böyük dayanıqlılıq həddinə sahibdir.

Tənzimləmə praktikasında əksər hallarda tənzimləyicilər sönmə dərəcəsi $\psi = 0.85 \dots 0.95$ olan qurulma rəqs keçid prosesinə baş verir (20%-liq yenidən qənzimləmə prosesinə yaxın). Bu zaman dinamik səhv və tənzimləmə müddəti nisbətən az olur və tənzimlənmənin keyfiyyəti məqbuldur.

Ayarı parametrlərin hesablanması işlərinin *ikinci mərhələdə*, obyektin və ya sistemin dinamik xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirir. Gələcəkdə sistemin dinamik xarakteristikalarından istifadə etmək daha məqsəduyğundur, çünki obyektin dinamik xarakteristikalarından istifadə bu mərhələdə təcrübəni bir qədər sadələşdirsə də, daha az dəqiq nəticələr verir. Bu onunla bağlıdır ki, obyektin dinamik xarakteristikaları üzrə aparılan hesablamalar nəticəsində, bir qayda olaraq, tənzimləyicinin real xarakteristikalarının idealizə edilmiş xüsusiyyətlərdən mümkün sapmaları nəzərə alınmır. Buna görə də təcrübədə mühəndis-sazlayıcıya sistemin dinamik xarakteristikalarının eksperimental müəyyənləşdirilməsinə əsaslanan parametrlərin hesablanması üsullarına, digər bərabər şərtlər olduqda, üstünlük verməlidir.

Tənzimləyicinin ayarı parametrlərinin optimal qiymətinin bilavasitə hesablanması üçüncü mərhələdə işin dinamik xüsusiyyətləri haqqında verilən məlumatlardan və ya onların dinamik xarakteristikalarının müəyyən edilməsi nəticəsində əldə edilmiş sistemdən istifadə etməklə həyata keçirilir. Bu dərs vəsaitində əsasən praktikada daha geniş yayılmış kimi tənzimləyicilərin parametrlərinin hesablanması üçün sadələşdirilmiş üsulları təsvir edilir. Bu üsullar, dəqiq metodlardan fərqli olaraq, nisbətən az sayda tipik elementar hissələrdən istifadə edərək əldə edilmiş bir obyektin və ya sistemin təxmini modelinin istifadəsinə əsaslanır.

Tənzimləyicilərin ayarı parametrlərinin hesablanması işlərinin *dördüncü mərhələsi* real aparatda hesablanmış parametrlərin həyata keçirilməsinə, yəni analog tənzimləyicinin orqanlarının ayarı optimal dəyərlərə uyğun olan işarələrin yerləşdirilməsinə qədər azaldılır. Əgər tənzimləyicilərin laborator yoxlama prosesində kalibrəmə cihazların ayarı dərəcəsi tətbiq olunarsa, hesablanmış parametrlərin həyata

keçirilməsi əhəmiyyətli dərəcədə sadələşdirilir. Əks halda ardıcıl yaxınlaşma üsulundan istifadə edilə bilər.

Rəqəmsal tənzimləyicilərdə ayar parametrlərini birbaşa göstəricidən və klaviaturadan tek səviyyəli idarəetmə sistemlərində və ya avtomatik olaraq - çox səviyyəli sistemlərində daxil edilə bilər.

Bu iş dövrünün son mərhələsi avtomatik tənzimləmə sisteminin sınaq əməliyyatında tənzimləyicinin ayar parametrlərini dəqiqləşdirməkdir. İşlərin bu mərhələsinin keçirilməsinin zəruriliyi ondan irəli gəlir ki, ayar parametrlərin hesablanması sadələşdirilmiş üsullarından hər hansı biri bir sıra fərziyyələrə əsaslanır ki, bu da son nəticədə alınan keçid prosesinin keyfiyyət göstəricilərinin optimallıq meyarından müəyyən qədər kənara çıxmasına gətirib çıxarır. Bu uyğunsuzluqları aradan qaldırmaq üçün, ayar parametrlərin dəqiqləşdirilməsi, vaxt xüsusiyyətlərinə görə qapalı tənzimləyici sistemin sınaq əməliyyatında həyata keçirilir.

Tənzimləyicilərin qurulma parametrlərinin (TQP) optimal qiymətlərinin müəyyən edilməsi üzrə işlərin ardıcılığının təsviri ilk növbədə tənzimləmə obyektinin xüsusiyyətlərinə əsaslanan hesablama metodu üçün xarakterikdir. Təcrübədə AİS-in ayarlı tənzimlənməsi üçün iterasiya alqoritmləri də geniş yayılmışdır: axtarışlı və axtarışsız.

Axtarış alqoritmini və tənzimləmə prosesinin optimallığının əvvəlcədən seçilmiş meyarını rəhbər tutaraq optimal ayar parametrlərin axtarışı bəzi hüdudlarda onların addım-addım dəyişməsi yolu ilə aparılır. Belə bir dəyişiklikdə əldə edilən TQP-in yadda saxlamaq, optimuma nail olmaq üçün sonrakı dəyişikliklərin qiymətini və istiqamətini müəyyən etməyə imkan verir.

Bu cür mütəşəkkil axtarış üsullarının əsas çatışmazlığı optimal səviyyəyə çatmaq üçün son dərəcə yavaş prosedurdur və çoxlu sayda təcrübələrin aparılması zərurətidir.

İterativ axtarışsız metodlardan istifadə zamanı tənzimləyicinin ayarı orqanlarına məlum alqoritm üzrə təsir göstərir, sistemin faktiki xarakteristikalarının optimal TAP-i onun riyazi modelinin xarakteristikaları ilə üst-üstə düşməsinə nail olunur. Baxmayaraq ki, bu üsullar, axtarış üsulları kimi, adətən bir sıra ardıcıl təkrarlanan

hesablama prosedurlarını (iterasiyaları) ehtiva edir, lakin riyazi modelin istifadəsi sayəsində onların sayı əhəmiyyətli dərəcədə azalır.

Tənzimləyicinin ayarı parametrlərini müəyyən edərkən yadda saxlamalıyıq ki, bəzi göstəricilərin yaxşılaşdırılması üçün hər hansı bir dəyişiklik başqalarının pisləşməsinə səbəb ola bilər.

Məsələn, gücləndirmə əmsalının azaldılması sistemin dəyişməsinin azalmasına, tənzimləmə vaxtının azalmasına gətirib çıxarır, lakin statik səhvi artırır (M -tənzimləyicilər üçün). İzodromun vaxtının (T_i) artması keçid prosesinin zəifləmə dərəcəsinin yüksəlməsinə imkan yaradır, lakin izodromun vaxtının həddindən artıq artması ilə statik səhv özünü göstərməyə başlayır. Qabaxlama müddətinin T_d (diferensiasiya edən elementin vaxt sabitliyi) bəzi qiymətlərə qədər artırılması tənzimləmənin keyfiyyətini yaxşılaşdırır, bununla yanaşı, T_d -nin həddindən artıq artması keçid prosesinin göstəricilərini pisləşdirir.

Ötürücü əmsalın (gücləndirmə əmsalının) həddindən artıq artması və ya inteqrasiya vaxtının azalması və qabaxlama vaxtının artması prosesin titrəməsinin güclənməsinə imkan yaradır və sistemin sönməz rəqslərinin yaranmasına, yəni qeyri-sabit rejimə gətirib çıxara bilər.

7.9 Analoq fasiləsiz fəaliyyət tənzimləyicilərinin qurulması

Yuxarıda qeyd olunanlara əsasən, tənzimləyicinin sazlanma məsələsi bu obyektə tətbiq olunmaqla optimal tənzimləmə prosesinə yaxın olan sazlanma parametrlərini (gücləndirmə əmsalları, inteqral və diferensial vaxt sabitliyi) seçməkdir.

Standart keçid prosesləri üçün tənzimləyicilərin sazlanma parametrlərinin qiymətləndirilməsi cədvəl 7.4-də verilir.

Analoq fasiləsiz fəaliyyət tənzimləyicilərinin qurulma parametrləri

Tənzimləyici	Tipik tənzimləmə prosesi					
	Aperiodik		20% yenidən tənzimləmə		$\min \int x^2 dt$	
	statik obyekt	astatik obyekt	statik obyekt	astatik obyekt	statik obyekt	astatik obyekt
İ	$k_p = 0,22A$	—	$k_p = 0,59A$	—	$k_p = 0,59A$	—
M	$k_p = 0,3 B$	$k_p = 0,4 C$	$k_p = 0,7B$	$k_p = 0,7 C$	$k_p = 0,9 B$	—
Mİ	$k_p = 0,6B$ $T_u = 0,6 T_0$	$k_p = 0,4C$ $T_u = 6\tau_3$	$k_p = 0,7 B$ $T_u = 0,7 T_0$	$k_p = 0,7C$ $T_u = 3\tau_3$	$k_p = B$ $T_u = T_0$	$k_p = C$ $T_u = 4\tau_3$
MİD	$k_p = 0,95A$ $T_u = 2,4\tau_3$ $T_\delta = 0,4\tau_3$	$k_p = 0,6C$ $T_u = 5\tau_3$ $T_\delta = 0,2\tau_3$	$k_p = 1,2 B$ $T_u = 2\tau_3$ $T_\delta = 0,4\tau_3$	$k_p = 1,1 C$ $T_u = 2\tau_3$ $T_\delta = 0,4\tau_3$	$k_p = 1,4 B$ $T_u = 1,3\tau_3$ $T_\delta = 0,5\tau_3$	$k_p = 1,4C$ $T_u = 1,6\tau_3$ $T_\delta = 0,5\tau_3$

Qeyd*. $A = \frac{1}{k_0 T_0}$; $B = \frac{T_0}{k_0 \tau_3}$; $C = \frac{T}{\tau_3}$;
 T – astatik obyektin şərti vaxt sabiti; $\tau_3 = \tau_{t.o} + T_{t.o} + \tau_0$

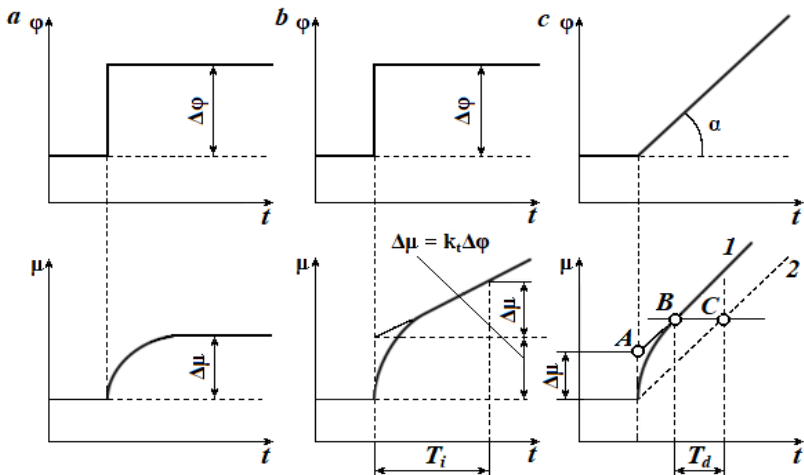
Elektrik analoq tənzimləyicilərdə gücləndirmə əmsalları və vaxt sabitlərinin qiymətləri müvafiq dəyişən rezistorların müqavimətini dəyişdirməklə təyin olunur.

Tənzimləyicilər laboratoriyada obyekt olmadan xüsusi uyğunlaşdırılmış stenddə quraşdırıla bilər, bu halda tənzimləyicinin girişinə təsirləri dəyişən tənzimlənən qiymətləri verilməlidir (temperatur, rütubət, maye səviyyəsi və s.). Tənzimləyicinin çıxışında idarəetmə təsirinin dəyişməsinə qeyd edən cihazlar quraşdırılmalıdır. Şəkil 7.26 - da, M–, Mİ – və MİD – tənzimləyicilərin dinamik xarakteristikaları verilmişdir.

M – tənzimləyiciləri sazlayarkən gücləndirmə əmsalları k_p -nin qiyməti dinamik xarakteristikaya əsasən çıxış miqdarı μ -nün artımının

giriş miqdarı φ -nin dəyişməsinə nisbəti kimi müəyyən edilir (şəkil 7.26, a).

Mİ – tənzimləyicisini qurulmağa başlayarkən, ilk növbədə inteqral hissəni söndürülür və cihazı sazlamaq üçün kalibrleyirlər. Daha sonra, inteqral hissəni mütənasib ilə eyni vaxtda işə salmaqla, k_t -nin eyni qiyməti ilə T_i -ni qurulması üçün cihaz kalibrlənir.



Şəkil 7.26. Dinamik xarakteristikaları:

a – M-tənzimləyici; b – Mİ-tənzimləyicisi; c – MİD-tənzimləyici

Şəkil 7.26 b-dən göründüyü kimi, tənzimləyicinin çıxış signalı ilk növbədə mütənasib hissənin təsiriylə $\Delta\mu$ ilə dəyişir və sonra inteqral hissənin təsiri altında artır. Performans proporsional hissəsi çıxış signal iki dəfə baş verəcək ki, vaxt, və olacaq.

Xarakteristikanın mütənasib hissəsinin çıxış signalının ikiqat artırılmasına tələb olunan vaxt, izodrom vaxtı T_i olacaqdır.

MİD – tənzimləyicilər əvvəlcə inteqral və diferensial hissələri söndürüldükdə kalibrlənir, yəni k_t qiymətini təyin edilir. Daha sonra inteqral hissəni qoşurlar və Mİ – tənzimləyiciyə analoji olaraq T_i -ni sazlamaq üçün cihaz kalibrlənir.

Qabaxlama vaxtı T_d –ni sazlayarkən, tənzimləyicinin mütənəşib və diferensial hissələri qoşulur (inteqral hissənin söndürüldüyü halda). Məlum olan k_t -ni quraşdırırlır və tənzimləyicinin girişinə davamlı olaraq artan böyümənin sürəti sabit olan təsir göstərir və çıxış dəyərinin dəyişməsinə qeydə alınır (şəkil 6.26, c). Diferensial hissənin hərəkətləri səbəbindən kəskin şəkildə dəyişir (sıçrayış edir) və sonra mütənəşib hissənin təsiri altında artır.

Qabaxlama vaxtı T_d diferensial hissənin qoşulu və düyü zaman tənzimləyicinin çıxış göstəricilərinin eyni qiymətlərinə çatma vaxtının fərqi müəyyən edir. Söndürülmüş inteqral və diferensial hissələrdə MİD – tənzimləyici M – tənzimləyiciyə çevrilir (xarakterik 2).

T_d dəyərini tapmaq üçün, A nöqtəsinin üstündəki zaman oxuna paralel düz bir xətt çəkin ki, bu da xarakterik 1 və 2-ni kəsir. Vaxt miqyasda BC kəsiyi bu vəziyyətdə sazlama cihazlarının qabaxlama vaxtı T_d -ni təyin edir.

Kalibrlemə və tənzimləmə birbaşa tənzimləyicinin quraşdırılma yerində həyata keçirildiyi hallarda, icra mexanizmini və tənzimləyici orqanı əvvəlcədən ayırırlar. Əgər icra mexanizminin mövqe göstəricisi yoxdursa, onu tənzimləyici orqanın gedişinin faizi ilə dərəcələnməmiş şkala ilə təchiz edilir.

Rəqəmsal tənzimləyicilərin sazlanması. Belə tənzimləyicilərin sazlanmasının xüsusiyyətləri ədədi kodda tənzimləyici bloklarda siqnal emalı ilə əlaqələndirilir. Tənzimləyicinin hesablanmış sazlanma əmsallarının tənzimləyici blokun proqramının parametrləşdirməklə tənzimləyicinin uzaqdan idarə edilməsi ilə daxil edilir və ya birbaşa tənzimləyici blokun sazlanma pəncərəsində həyata keçirilir.

AİS-də rəqəmsal tənzimləyicilərin istifadəsi bir sıra üstünlüklərə malikdir və aşağıdakıları təmin edir:

- vəziyyəti haqqında məlumatları ayrı-ayrı məqamlarda əldə edilə bilən proseslərin idarə edilməsi (məsələn, çəki əməliyyatları, dozalara çölmə, tənzimlənən miqdarda dəyərlər laboratoriya təhlili əsasında və ya ağır şəraitdə işləyən sensorlar istifadə müəyyən edilir kompleks ölçü qurğuları ilə iş, və s.);
- tənzimlənən dəyərləri ölçmək üçün rəqəmsal (tezlik) sensorların istifadə olunduğu proseslərin və ya aqreqatın yüksək dərəcədə dəqiqliyi

ilə nəzarət. Qeyri-elektrik kəmiyyətlərini bilavasitə rəqəmsal formaya çevirən bu cür ötürücülərin dəqiqliyi bir sıra hallarda analoq texnikasının elementləri üzərində qurulmuş sensorların dəqiqliyindən xeyli yüksəkdir. Məsələn, tezlik sürət sensorlarının dəqiqliyi 0,01 ... 0,001% ola bilər;

- mərkəzləşdirilmiş idarəetmə sistemi, məsələn, istixanalar üçün TP AİS və ya inəklərin qidalanması üçün TP AİS ilə həyata keçirilən proseslərin idarə edilməsi, vəziyyətin izlənməsi və iş rejiminin dəyişdirilməsi. Mərkəzləşdirilmiş idarəetmə sistemlərinin çıxış siqnalları, habelə proses nəzarəti üçün nəzərdə tutulmuş müxtəlif informasiya cihazlarından gələn siqnallar ümumiyyətlə diskret vaxt anlarında rəqəmsal formada verilir;

- inteqrasiya müddətinin kifayət qədər böyük bir sabitliyini (məsələn, 200 s-dən çox olan bir dəyəri) təmin etmək və yavaş-yavaş dəyişən dəyərləri fərqləndirmə əməliyyatını həyata keçirmək üçün lazım olan yavaş-yavaş dəyişən proseslərə nəzarət.

Belə bir prosesin nümunəsi istixanada havanın temperaturunun dəyişməsi ola bilər: məsələn, gündüz saatlarında 22...26°C, gecə vaxtı isə 6...8°C aşağı daxilində saxlanılmalıdır, gündüzdən gecə rejiminə keçərkən isə havanın temperaturu 6°C/saat-dan çox dəyişməməlidir. Hazırda tənzimləmə funksiyaları birbaşa obyektin idarə olunan girişinə təsir edən cihazlar tərəfindən həyata keçirilə bilər. Belə bir cihazın nümunəsi tezlik-tənzim edilmiş intiqalın əsasını qurulan tezlik çeviricisi ola bilər.

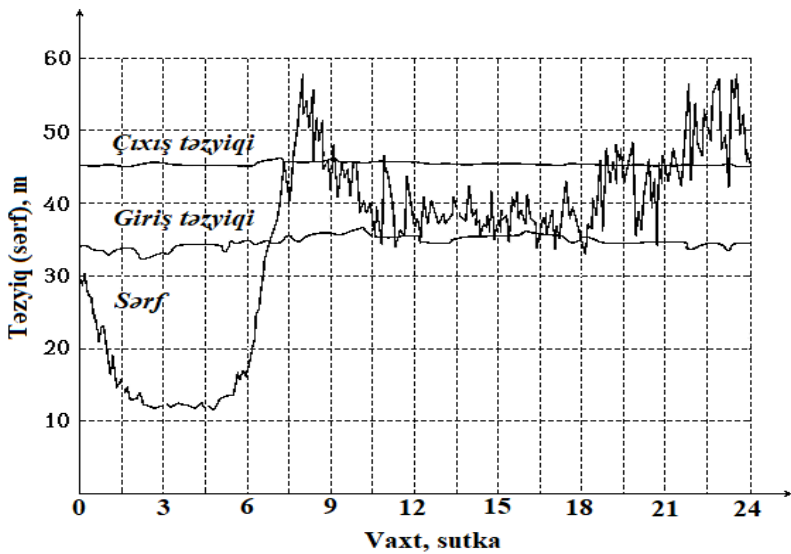
Tezlikli tənzimlənen intiqal. AİS-də tezlikli tənzimlənen intiqalın idarəedici təsirin ға deyil (bizim nümunəmizdə — ventilyator), intiqalın qidalandırılmasının idarə olunmasına imkan verir. Bununla idarəedici təsirin obyektə verilməsinin hamar dəyişməsi təmin edilir, həmçinin AİS-dən bahalı aralıq qurğu istisna edilir (bizim nümunəmizdə – qapaq).

Eyni zaman AİS-ın strukturu dəyişir və tənzimləyicinin hesablanmış sazlanma parametrlərini dəqiqləşdirmək zərurəti yaranır.

Hal-hazırda, sənaye, müəyyən axın sürətini və təzyiği qorumaq üçün qidalandırıcıların, nasosların, ventilyatorların, kompressorların və digər

cihazların intiqalın idarə etmək üçün istifadə edilə bilən tezlik çeviricilərinin istehsalını qurmuşdur.

Tezlik çeviricilərinin, məsələn, su təchizatı sistemində tətbiqi enerji təchizatı sahəsində son dərəcə yüksək səmərəliliyin olduğunu göstərir. Belə ki, şəkil 7.27-də, nasosla yaşayış binalarına soyuq içməli su vermək üçün tezlikli tənzimlənən intiqalın iş rejimini göstərilir. Nümunədəki nasosun məqsədi su təchizatı şəbəkəsindəki təzyiqli tələb olunana qədər artırmaqdır (təxminən 45 m). Qrafikdə görünür ki, gündəlik istehlak demək olar ki, 6 dəfə dəyişir. Bundan əlavə, gün ərzində giriş təzyiqli da daim dəyişir.



Şəkil 7.27. Tezlikli tənzimlənən intiqalın iş qrafiki

Nasosun mühərrikinin fırlanma sürətinin düzgün tənzimlənməsi sayəsində tezlik çeviricisi istənilən şəraitdə, hətta sərfiyyatın kəskin dəyişməsi zamanı belə sistemdə təzyiqli sabit və müəyyən edilmiş bərabər saxlayır.

Tezlik çeviriciləri rəqəmsal element bazasında inkişaf etdirilir ki, bu da onların funksional imkanlarını əhəmiyyətli dərəcədə genişləndirir.

Bu çeviricilərin əsas müsbət keyfiyyətlərindən biri yüksək etibarlılıqdır. Bundan başqa, çeviricinin funksiyaları konkret istehlakçının demək olar ki, istənilən tələbatını və istənilən konkret texnoloji vəziyyətin xüsusiyyətlərini nəzərə almağa imkan verir.

Çevirici işə salındıqda mütənasib-inteqral diferensial tənzimləmənin köməyi ilə müəyyən edilmiş parametrin saxlanması həyata keçirir. Tənzimləmə sistemi parametrləri çeviricinin proqramlaşdırması ilə asanlıqla sazlanıla bilər.

Tənzimləmə zamanı çevirici tənzimləmə prosesini xarakterizə edən informasiya siqnalları yaradır:

- tezliyin yuxarı sərhədi. Sıqnal, nasosun ya su vurmadiğini (quru axını) və ya maksimum məhsuldarlığına çatdığını göstərir (siqnalın verilmə sərhədi proqramlaşdırılır);
- tezliyin aşağı sərhədi. Sıqnal mühərrik sürətinin əvvəlcədən təyin olunmuş həddinən aşağı olduğunu göstərir (hədd proqramlaşdırma yolu ilə təyin olunur). Bu vəziyyət vurulmuş mayenin sərfinin azalmasında baş verir;
- fırlanma istiqaməti. Sıqnal işləyən mühərrikin fırlanma istiqamətini xarakterizə edir.

Çeviricilər hətta "çirkli" və "zəif" daxili güc şəbəkələrində belə etibarlı və dayanıqlı işləməyə imkan verən avtomatik sıfırlama funksiyasına malikdirlər.

Bu funksiyaları istifadə edərkən, mühafizə işə salındıqdan sonra çevirici avtomatik olaraq sıfırlama etməyə çalışır və yenidən işə başlayır. Mühafizənin işləməsi və avtomatik yenidən işə qoşulması cəhdləri arasındakı vaxt, eləcə də bu cür cəhdlərin sayı proqramlaşdırılmışdır.

Bir qayda olaraq, bütün çeviricilərdə, şəbəkədəki təchizatı gərginliyində qısamüddətli azalmasına qarşı mühafizə işləyir. Bu vəziyyət nadir deyil: bu, məsələn, yaxın bir yerdə güclü bir güc yükü işə salındıqda baş verir. Əgər çevirici avtomatik sıfırlama funksiyasıyla təmin edilməyibsə, belə zərərsiz vəziyyət nasosun dayanmasına səbəb olacaq. Əgər mühafizə işə düşməsinin səbəbi daha ciddidirsə, çevirici avtomatik sıfırlama cəhdlərinin sayını dolduraraq, dayanacaq və xarici dövrələrə rele siqnalı verəcək. Bu halda, nasosun rele siqnalını istifadə

edərək, nasos avtomatik olaraq birbaşa şəbəkədən işə keçməsi mümkündür.

Standart asinxron elektrik mühərriklərinin tezlik çeviricilərinin köməyi ilə fırlanma sürətinin tənzimlənməsi aşağıdakılara imkan verir:

- elektrik enerjisinin 50% - ə qədər qənaət etmək;
- elektrik mühərriklərinin xidmət müddətini 2-3 dəfə artırmaq;
- elektrik avadanlığının texnoloji imkanlarını və xidmət müddətini artırmaq.

Daxili funksiyaların müxtəlifliyi sistemin səmərəliliyini kəskin şəkildə artırmağa imkan verir. Yük tələbləri nəzərə alınmaqla tezlik çeviricisinin (inverterin) proqramlaşdırılması icra mexanizminin və elektrik intiqalının statik və dinamik xarakteristikaları tam uyğunluğunu tapmaq imkanı verir. İnverterin mikroprosessorlu idarəetmə sistemi qoyulmuş proqrama uyğun olaraq bütün yük dəyişikliklərinə ani reaksiya verəcək və sensorsuz vektorlu idarəetmə işə bütün tezlik diapazonunda anın dəqiq nəzarətini təmin edəcək.

İnverterlər aşağıdakılar daxil olmaqla geniş funksional imkanlara malikdir:

- yüksək işə salma momentinə nail olmaq və momentin kiçik sürətlərdə saxlanılması ilə vektor idarəetməsini təmin edilməsi (150% - dən az olmayan nominal anın artıq 30 dəq⁻¹-də dörd qütblü mühərrik üçün);
- sürətlənmə və yavaşlama zamanı optimal enerji qənaət rejiminin saxlanması;
- çıxış gərginliyini artıraraq kiçik tezliklər diapazonunda mühərrikin anının artırılması;
- şəbəkənin qeyri-sabit qidalanmasında sabit anı saxlamağa imkan verən avtomatik gərginlik tənzimlənməsi;
- lazım olduqda kəskin (şok) startı yerinə yetirmək üçün işə salma tezliyinin tənzimlənmə imkanı;
- mexanizm və yükün rezonansının qarşısını almaq üçün tezliyin sıçrayışını həyata keçirməyə imkan verən funksiya. Ən çox üç tezlik tullanmaları qurula bilər;
- çox pilləli sürət verilməsi, 16 sabit sürətə qədər quraşdırılmasına

və qalet çevricisi ilə mühərrik sürətinin tənzimlənməsini yerinə yetirməyə imkan verir;

- çıxış tezliyinin təyin etmək: operatorunun inverter pultu ilə, xarici siqnalla (0...5 V, 0...10 V, 4...20 mA), idarəetmə dövrünün sıxaçlarından (çoxpilləli sürət tənzimləmə siqnalı), operatorun uzaqdan idarəedicisi pultu ilə;

- mühərrikin həddindən artıq yüklənməsinin (yuxarı sərhədlə müəyyənləşdirilən) və qeyri-kafi öz-özünə soyudulmasının (aşağı sərhədlə müəyyənləşdirilən) qarşısını almağa kömək edən yuxarı və aşağı tezlik sərhədlərinin təyin edilməsi;

- elektrik enerjisinin kəsilməsi halında inverterin işləmə qaydasını müəyyən edən yenidən işə salma növünün seçilməsi: nasazlıq siqnalının yaranması, yavaşlama və dayanma, fırlanan mühərrikdə yenidən işə salma, 0 Hz-dən yenidən işə salma;

- çıxış tezliyi ilə müəyyən bir qiymətə çatmağı xarakterizə edən çıxış xəbər verən siqnalını (24 V) vermək üçün tezlik qiymətlərinin təyin edilməsi;

- sabit cərəyanla tormoz anının və əyləc zamanı vaxtın təyin edilməsi, yerləşmənin və dayanmanın yüksək dəqiqliyinə nail olmasına imkan verir;

- aşağı gərginlikdə hamar işə salmasının yerinə yetirilməsi (konveyerlər üçün tətbiq oluna bilər və s.);

- Mühərrikin elektron istilik relesi vasitəsilə qızmadan qorunması. Isınmayı səviyyəsi və xarakteristikaları ayrıca müəyyən edilir;

- həddindən artıq cərəyan mühafizəsi, şəbəkənin yüksək və aşağı gərginliyindən, yerə qapanmasından, fazanın itməsindən və s.;

- MİD-tənzimləmə funksiyaları (səviyyə, təzyiq, hava axını və digər parametrlərin müəyyən bir səviyyədə saxlanmasını tələb edən sistemlərdə geniş istifadə olunur);

- mühərrikin tezlik, çıxış cərəyanı, anı qiymətlərini, fırlanma istiqamətini rəqəmsal və analoq şəklində göstərilməsi;

- mühərrik və inverter arasında naqilləri dəyişmədən fırlanma istiqamətini dəyişdirməyə imkan verən mühərrikin fırlanma istiqamətinin təyin edilməsi;

- xarici kontaktdan gələn siqnal vasitəsilə sürətləndirmə və əyləc vaxtını dəyişdirməyə imkan verən iki pilləli sürətləndirmə və yavaşlama funksiyası;
- inverterdə proqramlaşdırılmış on volt-tezlik xarakteristikasının hər hansı bir seçilməsi və digər unikal xarakteristikasının proqramlaşdırılması, mühərrik nominal və yük dəqiq uyğunluğunu tapmaq üçün imkan verir və s

Әдәбиyyат

1. Автоматизация технологических процессов в растениеводстве и животноводстве : учеб. пособие / Е. И. Трубилин, С. М. Борисова, С. М. Сидоренко, Д. М. Недогреев. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 310 с.
2. Программируемый контроллер Melsec FX: руководство пользователя. Mitsubishi, 2008. 101 с. 25. Программируемый контроллер Melsec FX: программирование. Mitsubishi, 2008. 701 с.
3. Автоматизация технологических процессов : учеб. пособие /С.Н. Фурсенко, Е.С. Якубовская, Е.С. Волкова. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2014. – 376 с.
4. Реле времени программируемое циклическое PCZ-521, PCZ-522: паспорт. СООО «Евроавтоматика ФиФ», 2006. 8 с.
5. САУ-МП. Логический контроллер. Паспорт и руководство по эксплуатации. М. : ОВЕН, 2009. 100 с.
6. α -Универсальный контроллер: руководство пользователя. Mitsubishi, 2000. 33 с.
7. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов / И.Ф. Бородин, Ю.А. Судник. М. : Колос, 2003. 344 с.
8. Кирсанов, В.В. Механизация и автоматизация животноводства / В.В. Кирсанов. М., 2004. 400 с.
9. Малин, Н.И. Энергосберегающая сушка зерна / Н.И. Малин. М. : Колос, 2004. 240 с.