

S.P.İsgəndərova, N.İ.Quliyev, E.M.Cavadov

AVTOMATİKANIN ƏSASLARI

(Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti).

Gəncə Dövlət Universitetinin Şurasının 20 aprel 2022-ci il tarixli 12 saylı əmri, Fizika və texniki fənlər Fakültə Elmi Şurasının 08 aprel 2022-ci il tarixli 5 saylı protokuna əsasən dərs vəsaiti kimi təsdiq edilmişdir.

GƏNCƏ-2022

Rəyçilər:

Qalib Üzeyir oğlu Ağayev-ADAU-nun “Fizika və riyaziyyat” kafedrasının müdiri, dosent

Emin Kərim oğlu Yaqubov - GDU-nun ÜTF və texnologiya kafedrasının dosenti.

Elmi redaktor: GDU-nun Fizika kafedrasının dosenti Yəhya Binnət oğlu Namazov.

S.P.İsgəndərova, N.İ.Quliyev, E.M.Cavadov
“Avtomatikanın əsasları” (Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti). 258 səh Gəncə -2022

“Avtomatikanın əsasları” fənnindən dərs vəsaiti məzmunlu, sadə dildə, asan başa düşülən və ətraflı yazılmışdır. Dərs vəsaiti əsasən ali məktəb tələbələrinin bakalavr pilləsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Magisrt və doktorantlarda istifadə edə bilər.

Kitab zamanın dalğaları üzərində səyahət edən və öz qiymətli yükünü ehtiyatla nəsillərdən nəsillərə yetirən fikir gəmisidir.

(F.Bekon)

“Elm atom bombasını kəşf etdi, lakin əsl pislik insanların beyinlərində və qəlblərindədir”.

Albert Enşteyn

ÖN SÖZ

Avtomatikanın əsasları fənni avtomatik sistemlərin nəzəri və təcrübi tətbiq edilməsinin əsas vəziyyətlərini mənimsəmək məqsədilə öyrənilir. Hər bir avtomatik sistemə bir sıra elementlərdən ibarət olan hər hansı avtomatik qurğu daxildir. Ona görə avtomatik sistemlərin tətbiq edilmə üsullarının öyrənilməsinə avtomatikanın elementlərinin əsas xassələri və iş prinsipindən başlamaq lazımdır. Nəhayət, avtomatik qurğularda elementlərin məqsəddə uyğun seçilməsi və birləşdirilməsi üçün, həmçinin avtomatikanın nəzəri əsaslarına yiyələnməlidir.

Hazırkı kitab ali məktəbdə oxunan müəhazirələr əsasında tərtib edilmiş və materialın hazırlanmasında nəzərdə tutulmuş proqramdan kənara çıxmağa cəhd edilmişdir. Onuda qeyd etmək lazımdır ki, proqrama uyğun tərtib edilən bu dərsliyə hal-hazırda çox böyük ehtiyac vardır. Müasir dövrdə elm və texnikanın sürətlə inkişafı daha yüksək ixtisaslı kadr hazırlanmasını tələb edir. Bu işə ali məktəblərdə tədris olunan fənlər və onu tədris edən müəllimlər qarşısında daha yüksək tələblər qoyur. Bunlardan biri kimi “**Avtomatikanın əsasları**” fənninin yaxşı mənimsənilməsi, daha

da təkmilləşdirilməsi, geniş ləndirilməsi və daha dərinlən öyrənilməsi günün vacib məsələlərindən-
dir.

Ali məktəblərin iş təcrübəsi göstərir ki, kadr hazırlığının keyfiyyəti yalnız professor-müəllim heyətinin işindən asılı deyil. Burada yeni, daha asan mənimsənilən sayca çox olan dərsləklərin olmasının və tələbələrin mövcud ədəbiyyat üzərində sərbəst işləyə bilməsinin də rolu böyükdür. Bu vəsait məhz tələbələrin fənn üzərində müstəqil çalışmaları, onların biliyini dərinləşdirməklə yanaşı, həm də bir mütəxəssis kimi yetişmələrinə imkan verir. Ona görə də, tələbələrin istifadə edəcəyi dərsləklər istər elmi, istərsə də pedaqoji yönündən bu yüksək tələbatla cavab verəcək səviyyədə olmalıdır. Bu baxımdan bütün sahələrdə ayrı-ayrı fənlər üzrə dərsləklərin olması çox vacibdir. Dərsləkdə xətti avtomatik tənzimləmə sistemlərinin əsas anlayışları, metod və prinsipləri, obyektlərin riyazi yazılış formaları, dayanıqlıq, telemexaniki sistemlər və avtomatik tənzimləmə sistemləri tənliklərinin tərtib edilməsi, tipik həyəcanlandırıcı təsirlər, onların riyazi ifadələri, tənzimləmə parametrlərinin sabit qalması üçün obyektə olan tələbat üsulları şərh edilmişdir. Dərs vəsaitində avtomatik

tənzimləmə nəzəriyyəsinin əsas məsələlərinə xüsusi yer verilmişdir. Bunları nəzərə alaraq, müxtəlif ədəbiyyatlarda verilən məlumatlar analiz edilərək bir yerə toplanmışdır. Digər tərəfdən bu fənn üzrə Azərbaycan dilində yazılmış dərsliyə böyük ehtiyac olduğunu nəzərə alıb, hazırkı kitabı nəşrə hazırladıq. Dərsliyin tərtibatında müxtəlif dillərdə yazılmış elmi ədəbiyyatlardan və dərsliklərdən istifadə edilmişdir.

MÜNDƏRİCAT

Giriş.....	12
Avtomatikanın əsasları fənninin inkişafının qısa tarixi.....	18

I FƏSİL

Avtomatikanın əsasları haqqında məlumat

§1.1 Avtomatlaşdırmanın mənası.....	27
§1.2 Avtomatikanın əsasları fənninin əsas anlayışları.....	34
§1.3 Avtomatik qurğular.....	37
§1.4 Avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsinin məqsədi vəzifələri.....	39
§1.5 Ölçü cihazlarının təsnifatı.....	43
§1.6 Ölçü şkalalarının növləri.....	46

II FƏSİL

Avtomatik idarəetmə sistemləri haqqında ümumi məlumat.

§2.1 Avtomatik tənzimləyicilər.....	47
§2.2 Avtomatikanın elementləri.....	49
§2.3 Avtomatikanın klassik misali olan rezervuardan suyun səviyyəsinin tənzimlənməsi.....	55
§2.4 İstehsalat proseslərinin avtomatlaşdırma formaları.....	59
§2.5 Avtomatik nəzarət sistemi.....	62
§2.6 Avtomatik mühafizə və avtomatik idarəetmə	

sistemləri.....	66
§2.7 Açıq idarəetmə sistemi.....	67
§2.8. Avtomatik işəsalma və saxlama sistemləri....	69
§2.9 Avtomatik axtarış sistemləri. Avtomatik qabaqlama idarəetmə sistemləri.....	70
§2.10 Telemexaniki sistemlərun tərifı və izahı.....	71

III FƏSİL

Tənzimləmə sistemləri

§3.1 Tənzimləmə sistemlərinin tərifı və izahı.....	76
§3.2 Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin.....	79
§3.3 Tənzimləmə parametrləri və tənzimləmə obyekt.....	86
§3.4 Avtomatik tənzimləmə sistemləri.....	88

IV FƏSİL

Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin tapşırığa və enerji mənbəyindən istifadəsinə görə növləri.

§4.1 Birbaşa və dolaylı avtomatik tənzimləmə sistemləri	94
§4.2 Gərginliyin birbaşa tənzimlənməsi.....	96
§4.3 Sürətin birbaşa tənzimlənməsi.....	99
§4.4 Təzyiqin birbaşa tənzimlənməsi.....	100
§4.5 Gərginliyin dolaylı tənzimlənməsi.....	102
§4.6 Sürətin dolaylı tənzimlənməsi.....	103
§4.7 Təzyiqin dolaylı tənzimlənməsi.....	104

V FƏSİL.

Vericilər

§5.1 Vericilər, növləri və xarakteristikaları.....	108
§5.2 Qüvvə və təzyiq vericiləri.....	110
§5.3 Mayeli mexaniki orqana malik vericilər....	112
§5.4 Zəngli sistemə malik mayeli vericilər.....	114
§5.5 Hidrostatik diferensiallı mayeli qəbuledici orqana malik verici.....	116
§5.6 Mexaniki qəbuledici orqana malik vericilər. (Membranlı verici).....	118
§5.7 Qafrılənmiş silfonlu verici.....	121
§5.8 Manometrik borulu verici.....	122
§5.9 Kontakt vericiləri.....	123
§5.10.Reostat vericiləri.....	125
§5.11 Tenzometrik verici.....	126
§5.12 Termomüqavimət vericiləri.....	128
§5.13 Fotoelektrik vericiləri.....	129
§5.14 Tutum vericiləri.....	131
§5.15 Generator vericisi. Termoelektrik verici..	133
§5.16 Pyezometrik verici.....	134

VI FƏSİL

§6.1 Ölçü sxemləri	135
§6.2. Kompensasiya ölçü sxemi.....	137
§6.3 Diferensial ölçü metodu.....	139

VII FƏSİL

GÜCLƏNDİRİCİLƏR. VƏ ÇEVİRİCİLƏR

§7.1 Elektrik siqnallarını gücləndirən qurğular ..	141
§7.2 Maqnit gücləndiriciləri.....	143
§7.3 Pnevmatik gücləndirici.....	144
§7.4 Hidravlik gücləndirici.....	146
§7.5 Elektrik gücləndiricilərinin təsnifatı və əsas parametrləri.....	147
§7.6. Elektron və elektromexaniki tutum çeviriciləri.....	151
§7.7 İnduktiv ölçü çeviriciləri.....	157

VIII FƏSİL

OBJEKT LƏRİN XARAKTERİSTİKALARI

§8.1 Obyektin dinamik xarakteristikası.....	161
§8.2. Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin dayanıqlığı.....	162
§8.3. Dayanıqsız obyektin zaman xarakteristikası.....	167
§ 8.4 Neytral obyektlər.....	171
§8.5 Obyektin zaman sabiti və yürüş zamanı.....	173

IX FƏSİL

Statik və astatik tənzimləmə sistemləri

§9.1 Statik sistemin tərfi və izahı.....	178
§9.2 Statik tənzimləmə sisteminin xüsusiyyətləri və elementləri.....	180
§9.3. Astatik sistemin tərfi və izahı.....	183

§9.4. Astatik tənzimləmə sistemlərinin.....	
xüsusiyyətləri və elementləri.....	185
§9.5 Fasiləsiz, fasiləli və rele təsirli avtomatik tənzimləmə sistemləri.....	187
§9.6 Rele təsirli elementlər.....	190

X FƏSİL

Bir konturlu və çox konturlu avtomatik tənzimləmə sistemləri

§10.1 Bir konturlu avtomatik tənzimləmə sistemləri.....	194
§10.2 Çox konturlu avtomatik tənzimləmə sistemləri.....	196
§10.3 Çox konturlu avtomatik tənzimləmə sistemlərinin növləri.....	197

XI FƏSİL

Tənzimlənmə obyektləri tənliklərinin tərtib olunma ardıcılığı.

§11.1 Obyektdə gedən prosesin tabe olduğu fiziki qanunlara əsas parametrləri.....	199
§11.2 Proseslərin gedişinin ümumiləşmiş tənliklərlə ifadəsi idarəedici təsir və yaxud obyektin tənliyinin çıxarılması.....	202
§11.3 Tənzimləmə parametirlərinin sabit qalması üçün obyektə olan tələbat.....	204
§11.4 Həyəcanlandırıcı qüvvə anlayışlarının elmi	

izahları.....	205
11.5 Obyektin alınmış qeyri-xətti tənliyinin xətləşdirilməsi.....	207
§11.6 Tənliklərin tərtib edilməsində ölçüsü olmayan koordinatlara keçid.....	208
§11.7 Xətti diferensial tənliyin ümumi həlli.....	211
§11.8 Tənzimləmə parametrinin öz-özünə tənzimləmə əmsalından aslı olaraq dəyişməsi.....	213
§11.9 Sabit cərəyan generatoru.....	215
§11.10 Sabit cərəyan maşınının xarakteristikası	220
§11.11 Maşının hərəkət momentinin rotorun sürətindən və gərginliyindən asılılığı.....	222
§11.12 Avtomatik tənzimləmə sistemləri tənliklərinin tərtib edilməsi.....	223
§11.13 Xalis və keçid gecikmələri.....	230
§11.14 Tipik həyəcanlandırıcı təsirlər. Onların riyazi ifadələri.....	233
§11.15 İKT-nin təhsildə tətbiqi.....	239
§11.16 Siqnalların rəqəmli emalı sistemləri.....	242
§11.17 Rəqəm elektronikasının əsasları. Məntiq cəbrinin əsasları.....	245
§11.18 Məntiq cəbrinin əsas qanunları.....	247
§11.19. Məntiq sxemlərinin bəzi tipləri.....	248
§11.20. Məntiq elementlərinin əsas parametrləri.	254
Ədəbiyyat.....	256

Giriş

Müasir istehsalatda, insan əməyini yüngülləşdirən texniki vasitələr geniş tətbiq olunurlar. Onlara texnoloji əməliyyatlarda insanın iştirakını azad edən mexanikləşdirmə vasitələri və həmçinin bu proseslərin parametrlərinə nəzarət və idarəetmə əməliyyatlarından insanı əməkdən azad etməyə imkan verən avtomatlaşdırma vasitələri aiddir. Xəyalən minilliklər bundan öncəyə səyahət edin. Təsəvvür edirsinizmi, adicə daş, paya, ox və yayla silahlanmış qədim insan ov zamanı nə qədər böyük çətinlik və təhlükə ilə qarşılaşıb. Sonra bu təhlükədən qorunmaq istəyən insan onun iştirakı olmadan ov edə bilən alətlər düşünüb: cələ qurub, özütan qundaqlı ox-yay hazırlayıb. Bu alətlər təkmilləşərək müasir dövrə qədər gəlib çıxıb.

Bəşəriyyət öz fəaliyyətinin ilk addımlarından müxtəlif proseslərin avtomatlaşdırılması ilə məşğul olmuşdur. Belə ki, avtomatik qurğular haqqında ilk məlumatlar, bizim eranın başlanğıcında yaşamış və müqəddəs suyun satılması üçün qurğu (mayelərin buraxılmasının prototipi) yaradan İsgəndəriyyəli Heronun əsərlərindən alınmışdır; qurban məşəlinin yandırılması zamanı məbədin qapılarını açan pnevmoavtomat və marionetkaların mexaniki

teatrında Troyanı fəth edən qəhrəmanların qayıtması haqqında səkkiz aktdan (pərdədən) ibarət olan pyesdə avtomat-artistlər oynayan marionetlərin (kuklaların) mexaniki teatırı. Mikrosxemlərdən, mikroprosessorlardan və mini-EHM-lərdən istifadə edən müasir avtomatlaşdırma vasitələri hətta ətraf mühitin tapşırığı və parametrlərinin məqsədindən asılı olaraq sazlanmaya qədər daxil olan mürəkkəb proqramlar üzrə işləyən manipulyatorlar və avtomatik sistemlər yaratmağa imkan verir.

İnsanın iştirakı olmadan müxtəlif obyektləri verilmiş rejimdə saxlaya bilən və ya insanın əmək fəaliyyətini yüngülləşdirən qurğular çoxdan məlum idi. İnsan sivilizasiyası yarandığı andan bu günə qədər öz əl əməyini və həyat şəraitini yüngülləşdirən qurğular və vasitələr haqqında fikirləşir.

Ümumiyyətlə texniki vasitələr və avtomatik sistemlər mürəkkəb istehsalat şəraitində işləməyə xidmət edirlər. Onlar işləyərkən (emal edərkən) aşağıdakıları nəzərə almaq lazımdır: Həyat yaşayışımızın əsasını təşkil edən bioloji obyekt (bitkilər, heyvanlar, quşlar və s.) yaxud bioloji və texnoloji obyektlər (bitkilərlə birgə istilikxanalar, heyvanlarla birgə fermalar, quşlarla birgə quş damları-fermaları və s.) idarə obyektini kimi. Ona görə bir tərəfdən

bioloji obyektlərin fiziki parametrlərini hiss edən və onlara təsir etməyən spesifik ölçü çeviriciləri (vericiləri) digər tərəfdən incə və kövrək bioloji idarəetmə obyektlərinin (toxumlar, meyvələr, yumurtalar və s.) zədələnməyən tənzimləyici orqanlar lazımdır;

- sənayedən fərqli olaraq istehsalatda texnoloji prosesləri, kənd təsərrüfatı məhsulunun emalı və saxlanması proseslərini yarımçıq kəsmək, dayandırmaq olmaz, belə ki, kənd təsərrüfatı prosesinin dayandırılması nəinki emal olunan məhsulun keyfiyyətinin itirilməsinə habelə onun kütləvi şəkildə xarab olmasına gətirib çıxarır, texnoloji proseslər mürəkkəb, çox sahəli olub müxtəlif məhsulların istehsalı, emalı və saxlanması üçün çoxlu sayda maşın və qurğuların olmasını, həmçinin müxtəlif vəzifələrin yerinə yetirilməsini təmin edən proseslərin avtomatlaşdırma sistemləri olmasını tələb edir. İstehsalı avtomatlaşdırarkən texniki-iqtisadi göstəriciləri nəzərə almalı, həmçinin sosial aspektləri-əmək şəraitini yüngülləşdirmək üçün onların baha olmasına baxmayaraq idarəetmə və nəzarət sistemlərini tətbiq etmək lazımdır. Əmək məhsuldarlığının yüksəldilməsi, xidmətçi şəxsin (heyvətin) iş şəraitinin yaxşılaş-

dırılması və buraxılan məhsulun keyfiyyətinin yüksəldilməsi çox böyük dərəcədə istehsalatın mexanikləşdirilməsi və avtomatlaşdırılmasından asılıdır. Avtomatlaşdırmanı həyata keçirmək üçün istehsal texnologiyasını, avtomatlaşdırma vasitələrini, avtomatik idarəetmə və nəzarət sistemlərini, həmçinin onların tərkib hissəsini təşkil edən texniki vasitələrin iş prinsipini öyrənmək və tədqiq etmək lazım gəlir.

Avtomatikanın əsasları fənni avtomatik sistemlərin bütün sahələrdə nəzəri və təcrübi tətbiq edilməsinin əsas vəziyyətlərini mənimsəmək məqsədilə öyrənilir. Hər bir avtomatik sistemə bir sıra elementlərdən ibarət olan hər hansı avtomatik qurğu daxildir. Ona görə avtomatik sistemlərin tətbiq edilmə üsullarının öyrənilməsinə avtomatikanın elementlərinin əsas xassələri və iş prinsipindən başlamaq lazımdır. Nəhayət, avtomatik qurğularda elementlərin məqsədəuyğun seçilməsi və birləşdirilməsi üçün, avtomatikanın nəzəri əsaslarına yiyələnmək lazımdır.

Bu gün avtomatik idarə olunan dəzgahsız istehsalı təsəvvür etmək olmur. İstehsalın avtomatlaşdırılması və keyfiyyət problemi ayrılmazdır.

Burada eyni zamanda avtomatik idarəetməyə və

keyfiyyətin idarə olunmasına ciddi fikir verilməlidir. Avtomatlaşdırmanın tətbiqindən bütün istehsal prosesinin keyfiyyəti çox asılıdır.

Avtomatlaşdırılmış istehsalın iqtisadi səmərəliyinin zəmanətini keyfiyyətin kompleks idarə prinsiplərinin əsası təşkil edir. Əllə məhsul istehsalı ilə müqayisədə avtomatlaşdırılmış istehsalda ən müasir və dəqiq keyfiyyəti təyin etmə üsullarından istifadə etməyin lazımlığı görünür. Müasir istehsalatda, insan əməyini yüngülləşdirən texniki vasitələr geniş tətbiq olunurlar. Onlara texnoloji əməliyyatlarda insanın iştirakını azad edən mexanikləşdirmə vasitələri və həmçinin bu proseslərin parametrlərinə nəzarət və idarəetmə əməliyyatlarından insanı əməkdən azad etməyə imkan verən avtomatlaşdırma vasitələri aiddir.

Bəşəriyyət öz fəaliyyətinin ilk addımlarından müxtəlif proseslərin avtomatlaşdırılmasına ilə məşğul olmuşdur. Belə ki, avtomatik qurğular haqqında ilk məlumatlar, bizim eramın başlanğıcında yaşamış və müqəddəs suyun satılması üçün qurğu (mayelərin buraxılmasınının proto tipi) qurban məşəlinin yandırılması zamanı məbədin qapılarını açan pnevmoavtomat qurğular haqqında olmuşdur.

Mikrosxemlərdən, mikroprosessorlardan və mini –

EHM-lərdən istifadə edən müasir avtomatlaşdırma vasitələri hətta ətraf mühitin tapşırığı və parametrlərinin məqsədindən asılı olaraq sazlanmaya qədər daxil olan mürəkkəb proqramlar üzrə işləyən manipulyatorlar və avtomatik sistemlər yaratmağa imkan verir.

Kənd təsərrüfatı təyinatlı texniki vasitələr və avtomatik sistemlər mürəkkəb istehsalat şəraitində işləməyə xidmət edirlər, böyük sahələrdə səpələnmiş kənd təsərrüfatı idarə obyektlərinin idarə olunan parametrləri həm fəzaya, həm də zamana görə paylanmışlar. Ona görə də bir verici və tənzimləyici orqan deyil, idarə zonasında yerləşən bütün bioloji obyektlər üçün optimal şəraiti təmin edən və idarə olunan parametrlərin dəyişməsi haqqında həqiqi informasiya almaq üçün onların optimal sayını müəyyənləşdirmək lazımdır.

Avtomatikanın əsasları fənninin inkişafının qısa tarixi.

Avtomatlaşdırma haqqında ilkin məlumat bizim eramızın əvvəllərinə təsadüf edir. Dünyada ilk avtomatlar eramızdan təxminən 140 il əvvəl Misirin İsgəndəriyyə şəhərində yaşamış yunan ustası Ktesibi və onun şagirdi Heron tərəfindən yaradılmışdır. Bu mexaniki və pnevmatik avtomatları təsvir edən Heron Aleksandirlinin adı ilə bağlıdır. Həmin avtomatik cihazlar məşhur İsgəndəriyyə ibadətində “möcüzə” göstərmək üçün tətbiq edilmişdir.

Qədim yunan sözü olan “avtomatos” və ondan əmələ gələn “avtomat” öz-özünə hərəkət edən aparat deməkdir.

Orta əsrlərdə android avtomatları yayılmışdır. Bu avtomatlar xarici görünüşünə görə hər şeydən çox insanı xatırladırdı. Buna görə də onları “android” yəni insana bənzər adlandırırdılar. Hazırda onlara bənzər, lakin müqayisə olunmaz dərəcədə mürəkkəb və kamil avtomatları “robotlar” adlandırırdılar.

I dövr -Avropadakı sənaye çevrilişləri əsərində (XVIII əsrin sonu XIX əsrin əvvəli) avtomatikanın sənayedə tətbiqi ilə bağlı maraq əmələ gəldi. XIX

əsrdən etibarən texnika sürətlə inkişaf etməyə başlamış, buna görə də istehsal proseslərini nizama salan və onları normal idarə edə bilən yeni-yeni avtomatlar ixtira edilmişdir. Bu sahədə Rusiyada birinci addım, rus mexaniki İ.İ.Polzunov tərəfindən atılmışdır. O, 1765-ci ildə buxar qazanında suyun səviyyəsini sabit saxlayan tənzimləyici (requlyator) hazırlamışdır. 1784-cü ildə ingilis mexaniki Ceyms Uatt tərəfindən ikinci avtomatik tənzimləyici ixtira olunmuşdur. Mərkəzdənqaçan avtomat adlandırılmış bu cihaz maşın-mühərriklərin dövrlər sayını sabit saxlamaq üçündür. Səviyyə tənzimləyicisi hal-hazırda avtomobil karbikatorlarında, mərkəzdənqaçma fırlanma sürət tənzimləyiciləri isə dizel avtomobil mühərriklərində, buxar turbinlərində, təyyarələrin reaktiv mühərriklərində tətbiq olunurlar. Onlar iş rejimini stabilləşdirirlər.

1852-ildə akademik A.M.İyapinov avtomatik tənzimləmənin xətti nəzəriyyəsinin dəqiq riyazi əsasını vermişdir.

1857-ci ildə N.İ.Konstantinov əlektromaqnit sürət tənzimləyicisini təklif etmişdir. Elektro- texnikada ilk avtomatik qurğular E.X.Lens və B.S. Yakobinin gərginlik tənzimləyicisi və V.H. Çikal-yovun qövs lampası üçün diferensial tənzimlə-

yicisidir (XIX əsrin ortaları). Avtomatik tənzimləyicilərin yaranması ilə avtomatik tənzimləmə (idarəetmə) nəzəriyyəsi də inkişaf etməyə başlayır. Avtomatik tənzimləmə (idarəetmə) nəzəriyyəsi üzrə ilk sanballı əsərlər akademik P.L.Çebışev və Peterburq Texnoloji İnstitutunun professoru İ.A. Vışneqradski tərəfindən dərc olunmuşdur. Vışneqradski avtomatın tənzimləmə nəzəriyyəsinin banisidir. Bu dövrdə tənzimləmə nəzəriyyəsinin inkişafı maşınların sürətlərinin tənzimlənməsi ilə xarakterizə olunur.

II dövr-Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsinin inkişafı yeni sənaye sahəsinin-energetika, elektromexanika, istilik texnikası, kimya emaledici sənaye nəqliyyat, rabitə və s-nin yaranması və inkişafı ilə başlamışdır. İlk dövrlərdə maşınlar və onlardakı proseslər mürəkkəbləşdikcə onların avtomatik tənzimləmə texnikalarının qarşısında yeni tələblər yüksək dəqiqlik, mürəkkəb əlaqəli sistemlərin yaranması kimi məsələlər qoyulurdu.

Buna görə də bir prosesin bir neçə parametrlə eyni zamanda avtomatik təsir etmək yarandı. Yeni qeyri-xətti və gecikmə məsələlərinin həlli problemi yarandı. Diskret sistemlərin tənzimləmə prosesləri meydana çıxdı. Bu problemlərin həlli üçün hesabla-

manın mühəndis metodlarını vermək lazım gəldi.

İçərisinə pul atanda içməli su verən ilk avtomat eramızdan əlli il qabaq İsgəndəriyyədə (misir) qurulmuşdur. Robot-çex sözüdür 1921-ci ildən terminologiyaya daxil edilmişdir. Çapek qardaşları tərəfindən mürəkkəb əməliyyatları icra edən avtomatdır, öz ağıllı hərəkətləri ilə insanı xatırladır.

1934-cü ildə İ.N.Veznisenski bir neçə tənzimlənən parametri olan sistemlərin tənzimlənməsində aftonomluq prinsiplərini hazırlamışdı.

Avtomatik tənzimləyicilərin elmi nəzəriyyəsini yaradan İ.A.Vişneqradski avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsinin banisi sayılır.

Yaponlar mətbəxdə iş görən robot düzəltmişlər. O, stəkanı tutub aparır, hətta qab yuyur. Tokioda elektron universam açılmışdır. Alıcı istədiyi malı seçdikdən sonra xüsusi düyməni basır. Robot anbara daxil olan siqnalı qəbul edir, tərəzidə çəkdiyi ərzaqı kiçik arabaya yığıb alıcının yanına gətirir. Arabaya toxunan kimi robot nəzakətçə deyir: “Salam, sizə xidmət etməyimə çox şadam. Seçdiyiniz malların qiyməti bu qədərdir”. Yaponiyada kimya zavodlarında, partlayıcı maddələr olan sexlərdə baş verən güclü yangınları söndürmək üçün yeni maşın ixtira edilmişdir. Sürücüsüz işləyən və

uzaq məsafədən idarə edilən maşında oda davamlı telekamera ilə yanaşı, insan iniltisini və qışqırığını “tutan” cihaz quraşdırılmışdır. O səs eşidən kimi daya naraq oraya insan üçün təhlükəsiz olan köpük buraxır. Tənzimləmə nəzəriyyəsinin məsələləri ilə əlaqədar olaraq “Maşın hərəkətinin tənzimlənmə nəzəriyyəsi” adlı ilk rus dərslisinin müəllifi olan N.E.Jukovski tənzimləmə nəzəriyyəsinə böyük töhfə vermişdir.

1932-ci ildə amerika alimi Naykvist elektron gücləndiricilərin dayanıqlı işi üçün tezlik kriteriyasını təklif etmişdir. Bu kriteriya avtomatik tənzimləmə sisteminin (ATS) təhlili və sintezinin bir sıra mühəndis metodlarını verən A.V.Mixaylovun (1936) əsərlərində ümumiləşdirilmiş və avtomatik tənzimlənməyə tətbiq istiqamətində inkişaf etdirilmişdir.

1940-cı ildən sonrakı dövrdə avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsi və avtomatika bütövlükdə keyfiyyətə yeni inkişaf tapır. Bu sənayenin bütün sahələrinin misilsiz texniki tərəqqisi və həmçinin müasir texniki vasitələrin və avtomatlaşdırma metodlarının yenidən işlənməsilə bağlıdır. Əgər 40-cı illərə qədər avtomatikada dayanıqlıq məsələləri işlənmışsə, bundan sonrakı dövrdə isə tənzimləmə keyfiyyəti

tədqiq olunmağa başlanmışdır. Tsipkin və İ.N. Voznesenski dayanıqlıq dərəcəsi üzrə keyfiyyətin təhlili metodunu (1945) təklif etdilər. V.V. Solodovnikov tezlik xarakteristikaları üzrə keyfiyyətin qiymətləndirilməsi metodunu təklif etdi və trapesşəkilli xarakteristikaların (1949) köməyilə keçid proseslərinin qurulma metodunu işləyib hazırladı və zənginləşdirdi.

Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsinin IV dövrünü əhatə edən 1950-1960-cı illərdə isə çoxsaylı diodların, triodların, tristorların və s. əmələ gəlməsi baş verdi. Bu elementlər isə xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrinin avtomatlaşdırılmasında tətbiq olunmağa başladılar, bu elementləri əsrin möcüzəsi də adlandırmaq olar, ona görəki, onlar hüdudsuz xidmət müddətinə yüksək vibrasiya dözümlü-lüyünə, geniş güc və gərginlik diapazonuna malikdirlər.

V dövr 1960-1970-ci illəri əhatə edir. Bu dövrdə isə avtomatikanın və hesablama texnikalarının daha yeni elementləri: inteqral-mikrosxemlər yarandı. Hesablayıcı maşınların qoşulması üçün imkan yarandı. Hesablayıcı maşının uzunmüddətli və ope-rativ yaddaşında böyük miqdarda kəmiyyətlərin saxlanması prosesin nəinki texniki, hətta iqtisadi

optimallaşdırılmasını həyata keçirməyə imkan verir.

VI dövr 1970-1990-cı illəri əhatə edir. Bu dövrdə isə radiotexnikanın və hesablama texnikasının geniş profilli növləri yayılmağa başladı. Yəni bu dövrdə avtomatikanın həm inteqral həm də funksional sxemlərindən ibarət elementlərindən geniş istifadə olunmuşdur. Bu da elektron aparatların və kompyuterlərin primitiv variantı olan EHM-in yaranmasına gətirib çıxardı.

VII–hələlilik sonuncu dövrü isə kompyuterlər əhatə edir. Bunlar haqqında geniş danışımağa ehtiyac yoxdur. Çünki bu xüsusi kurslarda öyrənilir. Yalnız onu qeyd etmək kifayətdir ki, bu gün ki, kompyuterlər bu yeddi dövrü əhatə edən avtomatlaşmanın məhsuludur.

Yəni kiçik tənzimləyicilərin avtomatlaşmasından başlayıb böyük mürəkkəb çox saylı əməliyyatları yerinə yetirən aparatların və EHM-in bu gün avtomatlaşmış məhsulu kompyuterlərdir.

**Avtomatikanın dövrlər üzrə inkişaf tarixini
əks etdirən cədvəl.**

№	İllər	Alimlər	Kəşflər
1	Bizim e. ə	Heron Aleksandrli	Mexaniki pnevmatik avto- matlar
2	Orta əsr	Bir qrup alimlər	Androidlər-robotların əcdadları
3	1765	İ.İ Polzunov	Buxar qazanının avtomatik qida tənzimləyicisi
4	1784	Uott	Buxar maşınının avtomatik sürət tənzimləyicisi
5	1852	A.M .Lyapinov	Avtomatik tənzimləmənin xətti nəzəriyyəsi
6	1857	N.İ.Konstantino	Elektromaqnit sürət tənzim- ləyicisi
7	1866	A.İ.Şpakovski	Yanacaqın miqdarını dəyiş- dirən tənzimləyici.
8	1869	V.N.Çikolev	Diferensial tənzimləyici
9	1876	İ.A.Vişneqranski	Birbaşa təsir edən tənzim- ləyicilər
10	1877	A.P.Davidov	Elektron sinxron izləyici
11	1909	N.E.Jukovski, P.Z.Çebışov A.Stodola	Tənzimləmə nəzəriyyəsi- nin ilk inkişaf dövrünü qeyri xətti nizamlama nəzəriyyəsi ilə yekunlaş- dırdı.
12	1934	İ.N.Voznesenski	Muxtar tənzimləmə prinsip- lərini hazırlayıb

13	1938	A.V.Mixaylov	Avtomatik tənzipləmə sistemlərinin tezlik metodları
14	1940	V.S.Kulebakin	Tənzipləmə nəzəriyyəsinin inteqral qiyməti
15	19501 960	Bir qrup alimlər	Yarımkəçirici elementlər: diodlar, triodlar
16	19601 970	Bir qrup alimlər	Hesablama texnikası, inteqal mikro sxemləri
17	19701 990	Bir qrup alimlər	Radioelektronikanın və hesablama texnikasının geniş profilli növləri
18	1990		Kompyuterlər

I FƏSİL

§1.1 Avtomatlaşdırmanın mənası.

Müasir istehsalat maşın və aqreqatların məhsuldarlığının fasiləsiz yüksəldilməsi, istehsal olunan məhsulun keyfiyyətinin artırılması və onun maya dəyərinin aşağı salınması ilə xarakterizə olunur. Elm və texnikanın qarşısında duran ən mühüm məsələlərdən biri istehsalatın avtomatlaşdırılmasını, texniki səviyyənin yüksəldilməsini, avtomatlaşdırma vasitələrinin sürətli inkişafını təmin etməkdən ibarətdir.

Müasir istehsalatı xarakterizə edən amillərdən biri də ayrı–ayrı proseslər arasında çoxsaylı müxtəlif əlaqələrin olması və onların dəqiq ardıcılığıdır. Fasiləsiz və axın istehsalı, eləcə də ayrı–ayrı əməliyyatların böyük sürətlə icra edilməsi idarəetmənin insan tərəfindən praktiki olaraq yerinə yetirilə bilməyən cəldişləməyə, dəqiqliyə və obyektivliyə olan tələblərini daha da artırır.

Texnikanın inkişafı ilə əlaqədar xalq təsərrüfatının bəzi sahələrində insana zərərli təsir göstərən bir sıra proseslər (elektromaqnit şüalanma, ultrasəs rəqsləri və s.) mövcuddur. Təbiidir ki, bu proseslərin nəzarət və idarə olunması xüsusi qurğular və sistemlərsiz mümkün deyildir. Bəzi texnoloji pro-

seslər yüksək və alçaq temperaturlar, yüksək səs təzyiqi ilə müşahidə olunur ki, bu da insanın proses gedən zonadan uzaqlaşdırılmasını tələb edir.

Yüksək keyfiyyətli məhsulun istehsalı praktiki olaraq texnoloji prosesin bütün əməliyyatlarına nəzarət edilməsini və lazım gələrsə, avadanlığın parametrlərinin cəld dəyişdirilməsini zəruri edir ki, bu da insan üçün mümkün deyildir və onun iştirakı olmadan yerinə yetirilməlidir.

Bu şəraitdə müasir istehsalatın idarə olunmasında (informasiyanın alınması, onun emalı və prosesin müvafiq elementlərinə təsir edilməsi) insanın köməyinə avtomatik qurğular gəlir.

Avtomatik qurğular insan müdaxiləsi olmadan müxtəlif prosesləri idarə və nəzarət edən qurğulardır. Bu halda nəinki insan əməyi azad olunur, həm də əməliyyatın yerinə yetirilmə sürəti və dəqiqliyi artır ki, bu da son nəticədə əmək məhsuldarlığını xeyli artırır.

Hal hazırda sənayenin avtomatlaşdırılması üçün müxtəlif avadanlıqların istehsalı daim artır, eləcə də elm və texnikanın son nailiyyətlərinə əsaslanan avtomatik qurğuların yeni növləri yaradılır və tətbiq edilir. Hal-hazırda istehsalat proseslərinin müxtəlif sahələrində çoxlu sayda avtomatik idarəet-

mə qurğuları və elementləri yaranıb tətbiq olunur.

Məlumdur ki, texnoloji proseslərin kompleks mexanikləşdirilməsi, elektrikləşdirilməsi və avtomatlaşdırılması müasir xalq təsərrüfatının əsas inkişaf istiqamətidir. Respublikamızın xalq təsərrüfatının inkişafında bu üç məsələnin-mexanikləşdirmənin, elektrikləşdirmənin və avtomatlaşdırmanın vəhdəti xüsusi məna kəsb edir. Yəni məhz texnoloji proseslərin yüksək mexanikləşdirilməsi və geniş elektrikləşdirmə, avtomatlaşdırmanın çox sahəli tətbiqinə gətirib çıxarır.

Müasir xalq təsərrüfatında istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması maşınli istehsalın inkişaf etpalarından biridir. Avtomatlaşdırma insanı ağır fiziki əməkdən azad etməklə yanaşı onun istehsalı idarə etməsində yaxından kömək edir.

Avtomatlaşdırma və mexanikləşdirmə anlayışlarını qarışıq salmaq olmaz.

Mexanikləşdirmə dedikdə əl əməyinin maşın enerjisi ilə əvəz olunması nəzərdə tutulur və bu zaman maşının idarəsi insan tərəfindən həyata keçirilir.

Avtomatlaşdırma-isə mexanikləşdirmənin daha yüksək mərhələsidir. Bu zaman idarəetmə funksiyasını avtomatik qurğular yerinə yetirir. Nə-

ticədə avtomatlaşdırma nəinki, əməyi hətta onun idarəsinədə mexanikləşdirir.

Avtomatlaşdırma zamanı əməliyyatın sürəti yerinə yetirilmə dəqiqliyi böyük sıçrayışla artır. Bu da məhsuldarlığın artmasına gətirib çıxarır.

Avtomatlaşdırma ziyanlı və uzaqda olan proseslərin insanın bilavasitə iştirakı olmadan idarəsinə imkan yaradır. Buraya kimyəvi, nüvə proseslərinin və pilotsuz uçan aparatların avtomatik idarə olunması aiddir.

Müasir elmi texniki tərəqqinin nəticəsində elə bir istehsal prosesi yoxdur ki, orada avtomatlaşdırma tətbiq olunmasın. Müasir təsəvvürə görə avtomatikanın tərifini aşağıdakı kimi vermək olar:

Avtomatika texnologiya proseslərini insanın bilavasitə iştirakı olmadan yerinə yetirməyə imkan verən, texniki vasitə və metodların cəmini əhatə edən elm və texnika sahəsidir.

Avtomatik idarə istehsalat proseslərinin insanın bilavasitə iştirakı olmadan idarə edilməsidir.

İstehsalat proseslərinin avtomatik idarə edilməsi və insanın bilavasitə iştirakı olmadan ona nəzarət edilməsi prosesin avtomatlaşdırılmasıdır.

Avtomatlaşdırma–maşın istehsalının elə inkişaf etmiş səviyyəsidir ki, burada istehsal proseslərinin

idarə edilməsində bilavasitə insan iştirak etmir, həmin vəzifəni avtomatik cihaz yerinə yetirir. Ardıcıl surətdə eyni əməliyyatların təkrar olunduğu kütləvi məmulat istehsalı avtomatikanın mühüm tətbiq sahəsidir. Avtomatlaşdırmaq dedikdə istehsal prosesində avtomatik qurğular tətbiq etməkdir.

Avtomatik tənzimləmə idarəetmənin sadə halı olub idarə olunan obyektin iş rejiminin verilmiş qiymətdə sabit saxlanması və ya müəyyən trayektoriya üzrə dəyişdirilməsindən ibarətdir. Bu zaman obyektə göstərilən məqsədyönlü təsir insanın iştirakı olmadan texniki qurğuların (burada tənzimləyicinin) köməyi ilə həyata keçirilir. İdarəetmə tənzimləyiciyə nisbətən daha geniş anlayış olub ümumiyyətlə obyektin işini yaxşılaşdıran istənilən məqsədyönlü əməliyyatdan ibarətdir.

Avtomatikanın xüsusi metodları və texniki vasitələri, bir-birindən mühüm məsafədə yerləşən çoxlu miqdarda maşın və qurğuların işini vahid texnoloji prosesdə birləşdirməyə imkan verir. Avtomatikanın belə sistemləri telemexanik sistemlər adlanır.

Telemexanika idarə əməllərinin avtomatik məsafəyə verilməsinin, həmçinin obyektiv vəziyyəti haqqındakı informasiyanın nəzəriyyəsini və texniki vasitələrini əhatə edən elm və texnika sahəsidir.

Bütün istehsal proseslərində avtomatlaşdırmanın tətbiqi aşağıdakı müsbət dəyişikliklərə səbəb olur.

—Məhsuldarlığı yüksəldir və iş şəraitini yaxşılaşdırır, istehsal olunan məhsulun miqdarını artırmaqla işçiləri monoton zehni və ağır fiziki əməkdən azad edir.

—İstehsal olunan məhsulun maya dəyərini aşağı salır və ictimai istehsalın effektivliyini yüksəldir.

İstehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması xüsusi avtomatik vasitələrin (avtomatların) köməyi ilə həyata keçirilir. Bu avtomatlar özləri də çox saylı müxtəlif elementlərin birliyindən ibarətdir. İstehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması zamanı buraxılan məhsulun keyfiyyəti yüksəlir. Məhsulun maya dəyəri aşağı düşür, istehsal proseslərində iştirak edən texnoloji avadanlıqların istismar müddəti artır, işçi qüvvəsinə qənaət olunur. Avtomatlaşdırmanın bu üstün cəhətlərini nəzərə alaraq istehsal sahələrini avtomatlaşdırmadan əvvəl həmin sahələr mexanikləşdirilir, sonra həmin sahə üçün hazırlıq görülür. İstehsal sahələrini avtomatlaşdırmaq üçün elm və texnikanın son nailiyyətlərinin nəticəsində yaranan texnoloji prosesləri idarə etmək üçün avtomatlaşdırmanın elementlərindən və müxtəlif elektron he-

sablama maşınlarından istifadə olunur. Hazırda istehsalata tətbiq olunan avtomatlaşdırma əsasən 3 növə bölünür.

1) tək- tək avtomatlaşdırma;

2) kompleks avtomatlaşdırma

3) tam avtomatlaşdırma

Tək-tək avtomatlaşdırma zamanı istehsal sahə sinin bir hissəsi avtomatlaşdırılır, bir və ya bir neçə parametr bir-birindən asılı olmadan avtomatik idarə olunur.

Kompleks avtomatlaşdırma zamanı isə bir sexin və ya bir hissənin avtomatlaşdırılması nəzərdə tutulur. Belə avtomatlaşdırmada idarə olunacaq texnoloji parametr bir-birindən asılı ola bilərlər. Belə avtomatlaşdırmada avtomatikanın elementlərindən istifadə olunur. Tək-tək avtomatlaşdırmaya nisbətən kompleks avtomatlaşdırmada EHM-dan və idarə etmə mərkəzindən istifadə edilir.

Tam avtomatlaşdırma zamanı yalnız texnoloji prosesdə iştirak edən əsas parametrlə yanaşı istehsal prosesinin gedişi üçün lazım olan avtomatik parametrlərdən də istifadə olunur.

§1.2 Avtomatikanın əsasları fənninin əsas anlayışları.

Avtomatikanın istənilən sadə və mürəkkəb qurğuları bir-birilə əlaqədar olan ayrı-ayrı elementlərdən ibarətdir. Avtomatik sistemin, fiziki kəmiyyətin keyfiyyət yaxud miqdarca çevrilməsi baş verən hissəsinə avtomatikanın elementi deyilir. Ayrı-ayrı qurğuların elementləri öz aralarında qarşılıqlı əlaqəyə malikdir. Odur ki, avtomatikanın elementlərinin ikinci vəzifəsi çevrilmiş təsiri əvvəlki bənddən sonrakına ötürməkdir. X - kəmiyyəti elementin giriş; Y — kəmiyyəti isə elementin çıxış signalı adlanır. Bəzi elementlərdə X kəmiyyəti giriş kəmiyyətindən alınmış enerji hesabına Y kəmiyyəti çevrilir. Digər elementlərdə bu çevrilmə üçün Z əlavə enerji mənbəyi lazım gəlir. Avtomatikanın bütün elementləri enerji çeviriciləridir. Onların girişinə X kəmiyyəti verilir, çıxışında isə Y kəmiyyəti alınır.

Tənzim olunan parametrin verilmiş qiymətindən meyl etməsini (fərqlənməsini) hiss edən elementə ölçü elementi deyilir.

Tənzim olunan parametrin meyl etməsi nəticəsində signal alan və tənzimləmə obyektinə təsir göstərən elementə tənzimləyici element deyilir.

Tənzimləmə obyektinə təsir etməklə onda keçid prosesi əmələ gətirən xarici təsirə həyəcanlandırıcı təsir deyilir. Tənzim olunan parametrlərin verilmiş qiymətini avtomatik sabit saxlayan yaxud verilmiş qanun üzrə dəyişdirən qurğuya tənzimləyici (requlyator) deyilir.

Bir-birilə qarşılıqlı təsirə malik olan və verilmiş tənzimləmə qanununun yerinə yetirilməsini təmin edən tənzimləmə obyektini ilə avtomatik tənzimləyicinin məzmununa avtomatik tənzimləmə sistemi (ATS) deyilir.

Texniki prosesi həyata keçirən vasitələrin məzmununa idarə olunan obyekt deyilir.

Hər hansı quruluşdakı yaxud sistemdəki texniki prosesi düzgün yerinə yetirmək üçün lazım olan qaydaların (qanunların) məzmununa işləmə alqoritmi deyilir. Verilmiş işləmə alqoritmini yerinə yetirmək məqsədilə idarə olunan obyektə xaricdən edilən təsirin xarakterini təyin edən qaydaların (qanunların) məzmununa idarə alqoritmi deyilir.

İdarə alqoritmində (verilmiş qanuna) müvafiq olaraq idarə olunan obyektə təsir göstərən quruluş avtomatik idarəedici quruluş deyilir.

Avtomatik sistemin bilavasitə xarici təsirə veriyən hissəsinə giriş, işləmə alqoritminə müvafiq olaraq bilavasitə idarəetmə prosesini həyata keçirən hissəsinə çıxış deyilir. Alqoritm, ilk verilənləri axtarılan nəticəyə çevirən əməliyyatların məzmun və ardıcılığını təyin edən qaydalardır. Alqoritm sözü orta əsr özbək riyaziyyatçısı Əl-Xərazmin adından əmələ gəlmişdir.

Bir-birilə qarşılıqlı təsirə malik olan və verilməmiş idarəetmə qanununun yerinə yetirilməsini təmin edən idarə olunan obyektə avtomatik idarəedicilə quruluşun məzmununa avtomatik idarəetmə sistemi (AİS) deyilir.

Avtomatik sistemin, fiziki kəmiyyətin keyfiyyət yaxud miqdarca çevrilməsi baş verən hissəsinə avtomatikanın elementi deyilir. Ayrı-ayrı qurğuların elementləri öz aralarında qarşılıqlı əlaqəyə malikdir. Odur ki, avtomatikanın elementlərinin ikinci vəzifəsi çevrilmiş təsiri əvvəlki bənddən sonrakı bəndə ötürməkdir.

Daxilində işçi prosesi tənzim olunan obyektə tənzimləmə obyektini deyilir. Qiyməti qabaqcadan müəyyən edilmiş səviyyədə sabit saxlanılan və yaxud verilmiş proqram üzrə dəyişən kəmiyyətə tənzim olunana parametrlər deyilir.

Fiziki kəmiyyətlərin sabitliyi təmin olunursa, ona tənziqləmə deyilir.

Giriş və çıxış kəmiyyətləri fiziki kəmiyyətə eyni olub, giriş siqnalını gücləndirən elementə gücləndirici deyilir.

Nəzarət yaxud idarə olunan kəmiyyəti ötürmək və gələcəkdə emal etmək üçün əlverişli siqnalı çevirən quruluşa çevirici deyilir.

İdarə olunan kəmiyyətin tələb olunan dəyişmə qanununu müəyyən edən qurğuya tapşırıcı element deyilir.

İdarə siqnalına müvafiq olaraq obyektin tənziqləyici elementinin yerini dəyişdirən quruluşa icar elementi deyilir.

Obyektə daxil olan enerjinin, yaxud materialın axınını dəyişmək yolu ilə idarə etmə obyektinə tənziqləyici orqanının köməyi ilə göstərən qurğuya icra mexanizmi deyilir.

§1.3. Avtomatik qurğular

Avtomatik qurğular sistemi bütün avtomatlaşdırma vasitələrinin əsasını təşkil edir, çünki bunların köməyi ilə bütün mexanizmlərin və qurğuların işləməsi aqreqatın, xəttin və s. əvvəlcədən müəyyən edilmiş vahid iş rejiminə tabe edilir. Məsələn,

tökmə istehsalında qəliblərin vurulub çıxarılmasının avtomatik xəttini, mexaniki eməlin avtomatik xəttini, avtomatlaşdırılmış qızdırıcı peçlərin və ya emal edilən əşyaların (detalların, qovşaqların) nəzarət edilməsi üçün avtomatları qurmazdan əvvəl, belə bir məsələni həll edirlər: verilən xəttin, aqreqatın, dəzgahın avtomatik quruluşu hansı sistemdə olmalıdır, yəni emal edilən və ya nəzarət olunan məmulatlar maşınların hansı məntəqəsindən keçməlidir, əşya bu məntəqələrdə hansı emal əməliyyatından keçməlidir və hansı üsullar, vasitələrlə emal olunmalıdır, nəhayət bu işi görərkən fəhlənin iştirakı nədən ibarət olmalıdır.

Avtomatik qurğular sistemi istehsalat proseslərində yerinə yetirilən kompleks əməliyyatları, məsələn, nəzarət, mühafizə, idarə, nizamlama və emal əməliyyatlarını əhatə edir: məhz bu əlamətlərinə görə bunlara avtomatik qurğular sistemi deyilir: avtomatik nəzarət, avtomatik mühafizə, avtomatik idarə, avtomatik nizamlama və s. Avtomatik qurğu sistemləri əvvəlcə çertyoj və sxemlər şəklində işlənilib hazırlanır; sonra isə, cihazlarda, mexanizimlərdə və qurğularda həyata keçirilir.

§1.4 Avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsinin məqsədi və vəzifələri

- Avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsinin məqsədi avtomatik sistemlərin qurulmasının ümumi prinsipləri və hesabatını öyrənməkdir. Avtomatik sistemlərin işlənməsi və layihələndirilməsi aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:
- idarə olunan obyektin öyrənilməsi, onun xarakteristika və parametrlərinin düçar olduğu iş şəraiti və təsirlərin təyini;
- sistemə təqdim olunan mənbələrin müəyyən edilməsi;
- funksional sxemin seçilməsi; avtomatik sistemin prinsipial sxeminin işlənilməsi;
- sistemin statik xassələrinə təqdim olunan tələblər əsasında sistemin elementlərinin və parametrlərinin hesabatı və seçilməsi;
- sistemin dinamikasını xarakterizə edən struktur sxemin tərtibi;
- sistemin dayanıqlığının tədqiqi;
- sistemin dinamik xassələrinə təqdim olunan tələblər əsasında qurğuların parametrlərinin seçilməsi laboratoriya şəraitində yaxud modullaşdırıcı qurğularda sistemin tədqiqi və sxemdə müvafiq dəyi-

şiklik edərək bütövlükdə sistemi layihələndirmək, hazırlamaq və quraşdırmaq;

- real şəraitdə sistemi qurmaq (sazlamaq), avtomatik sistemin təcrübə (sınaq) istismarı;
- təcrübə istismarının nəticələrini ümumiləşdirmək və sistemin təkmilləşdirilməsi üzrə tövsiyələr tərtib etmək;

Avtomatik sistemi layihələndirmə və tədqiq məsələləri statik və dinamik rejimlərin birgə baxılması nəticəsində həll edilməlidir. Belə ki, avtomatik sistemə daxil olan obyektlər və elementlər texnikanın istənilən sahəsinə aid ola bilər. Ona görə də avtomatik sistemlərin statika və dinamikasının ümumi metodlarının öyrənilməsi yalnız mexikanın yaxud istilik texnikasının, yaxud elektrotexnikanın yaxud radiotexnikanın predmeti ola bilməz. Bununla belə məlumdur ki, avtomatik sistemlərin statika və dinamikasının çox mühüm məsələləri istənilən texnika sahəsində eyni riyazi və təcrübə metodlarla həll olunur. Ona görə avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsi adlı xüsusi elm sahəsi yaranmışdır. Bu fənn bütün qapalı avtomatik sistemlər üçün ümumi olan qurulma prinsiplərinin, bütövlükdə sistemin statik və dinamik xassələrinin tədqiq metodlarını, ona təqdim olunan keyfiyyət tələbləri

əsasında elementlərin parametrlərinin seçilmə metodlarını öyrənir. Nəzəriyyənin mühüm sahələrindən biri avtomatik sistemlərin cəbri, diferensial və başqa tənliklərinin həllinin təhlili və qiymətləndirilməsidir. Bəzən bu məqsəd üçün ehtimal nəzəriyyəsi, informasiya, variasion hesablaşma metodları tətbiq olunur.

Müasir dövrdə istehsalat proseslərinin avtomatlaşdırılması texniki tərəqqinin əsas istiqamətlərindəndir.

Avtomatlaşdırma müxtəlif əməliyyatları sürətlə və dəqiq icra etməklə əmək məhsuldarlığını və istehsalat mədəniyyətini yüksəldir, istehsalatın əlverişli idarə olunmasını təmin edir. İstehsalatda texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılması təkcə iqtisadi cəhətdən deyil, eləcə də texniki və ictimai baxımdan da böyük əhəmiyyətə malikdir. Bütün bunlar əməyin xarakterinin kökündən dəyişməsinə kömək edir. Müxtəlif sahələrdə avtomatikanın geniş tətbiq edilməsi zehni əməklə fiziki əmək arasındakı fərqi aradan qaldırılmasına xidmət göstərir.

Avtomatikanın əsasları fənni avtomatik sistemlərin bütün istehsalatlarda nəzəri və təcrübi tətbiq edilməsinin əsas vəziyyətlərini mənimsəmək məqsəd

dilə öyrənilir. Hər bir avtomatik sistemə bir sıra elementlərdən ibarət olan hər hansı avtomatik qurğu daxildir. Ona görə avtomatik sistemlərin tətbiq edilmə üsullarının öyrənilməsinə avtomatikanın elementlərinin əsas xassələri və iş prinsipindən başlamaq lazımdır. Nəhayət avtomatik qurğularda elementlərin məqsədə uyğun seçilməsi və birləşdirilməsi üçün həmçinin avtomatikanın nəzəri əsaslarına yiyələnməlidir.

Fənnin məqsədi maşın və qurğuların avtomatik idarəetmə sisteminin öyrənilməsidir. Fənn öyrənildikdən sonra gələcək mütəxəssis avtomatlaşdırma sahəsində nəzəri bilikləri təcrübi məsələlərin, o cümlədən aşağıdakıları həll üçün tətbiq etməyi bacarmalıdır:

- müxtəlif istehsalın avtomatlaşdırılmasının texnoloji əsaslarını, avtomatlaşdırmanın texniki vasitələrinin quruluşunu, iş prinsipini, əsas xarakteristikalarını və seçilmə metodlarını bilməli;
- proseslərin avtomatlaşdırılması sxemlərinə və onların iş prinsiplərinə bələd olmalı;
- avtomatlaşdırmanın mexaniki vasitələri əsasında texnoloji proseslərin avtomatlaşdırma sxemlərinin qurulmasını və tətbiq edilməsini.

İstehsalın avtomatlaşdırması elektrikləndirmə-

nin yeni mərhələsi və yüksək pilləsidir. Texnoloji proseslərin avtomatlaşdırması komplekt mexanikləşdirmə mərhələsidir. Bu texnoloji prosesləri bilavasitə idarə etmək və bu funksiyaları avtomatik qurğulara ötürmək vəzifələrindən insanın azad edilməsini təmin edir.

Texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılması zamanı enerjinin, materialların və informasiyaların alınması, çevrilməsi, ötürülməsi və istifadə edilməsi xüsusi texniki vasitələrin və idarəetmə sistemlərinin köməyi ilə yerinə yetirilir

§1.5 Ölçü cihazlarının təsnifatı.

Avtomatikanın əsasları fənnində istər nəzəri, istərsədə praktik işlərin yerinə yetirilməsi zamanı ölçü cihazlarından geniş istifadə olunduğu üçün ölçü cihazlarının təsnifatını aşağıdakı kimi veririk.

Ölçülən kəmiyyəti ölçü vahidi ilə bilavasitə və ya dolayı yolla müqayisə edən quruluşlara ölçü cihazları deyilir. Ölçü cihazlarını bir sıra cəhətlərə görə aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq olar.

Ölçü kəmiyyətlərinə görə.

- a) temperatur ölçən cihazlar.
- b) Təzyiq və seyrəklik ölçən cihazlar.
- c) Sərf və miqdar ölçən cihazlar.

d) Səviyyə ölçən cihazlar.

e) Keyfiyyət göstəricilərini ölçən cihazlar

Ölçülən kəmiyyətin qiymətinin ifadə etmə üsullarına görə ölçü cihazları.

a) müqayisəsi əl ilə aparılan cihazlar.

b) göstərici cihazlar.

c) qeydedici cihazlar.

d) hesablayıcı cihazlar.

e) siqnalverici cihazlar.

f) kombinə edilmiş cihazlar.

Müqayisəsi əl ilə aparılan cihazlarda ölçülən kəmiyyətin ölçü vahidi ilə müqayisəsi əl ilə operator tərəfindən aparılır. Məsələn tərəzidə çəkmək, metr-lə ölçmək.

Göstərici cihazlarda ölçülən kəmiyyətin qiyməti şkalada əqrəb vasitəsilə göstərilir.

Qeydedici cihazlarda ölçülən kəmiyyətin qiyməti avtomatik olaraq diaqram kağızı üzərində qeyd edilir.

Hesablayıcı cihazlar müəyyən vaxt ərzində ölçülən kəmiyyətin cəmini göstərir.

Siqnalverici cihazlar ölçülən kəmiyyət tələb edilən qiymətə çatdıqda işıq və ya səs vasitəsilə siqnal verir.

Kombinə edilmiş cihazlar eyni zamanda yuxarıda

göstərilən xassələrdən bir neçəsinə malik olur. Məsələn göstərici və qeydedici cihazlar və cəmləyici cihazlar və s.

Vəzifələrinə görə ölçü cihazlarını aşağıdakı qruplara ayırmaq olar:

İşçi ölçü cihazları-bilavasitə istehsalatda istifadə olunur. Konstruktiv cəhətdən sadə quruluşlu və işdə etibarlıdır. İşçi ölçü cihazlarına texniki ölçü cihazlarında deyilir.

Nəzarət və laboratoriya ölçü cihazları işçi ölçü cihazlarının yoxlanılmasında və elmi-tədqiqat işlərində istifadə olunur. İşçi ölçü cihazları nəzarət-ölçü cihazları ilə bilavasitə onların qoyulduqları yerdə və laboratoriya ölçü cihazları ilə laboratoriya şəraitində yoxlanılır.

Nümunəvi və etalon ölçü cihazları-ölçü cihazlarının yoxlanmasında və dərəcələnməsində istifadə edilir. Etalon ölçü cihazları ölçü vahidlərini meteoroloji dəqiqliklə saxlayır və onlardan bir etalon vahid kimi istifadə olunur.

§1.6 Ölçü şkalalarının növləri.

Ölçülən parametrlərin qiymətlərini göstərmə quruluşlarına görə ölçü cihazlarını aşağıdakı üç növə ayırırlar.

1. Göstərici cihazlar-göstərmə quruluşu ölçü şkalası və əqrəbdən ibarətdir.

2 Yazıcı cihazlar-göstərmə quruluşu qələm və diaqram kağızdan ibarətdir.

3 Cəmləyici cihazlar-göstərmə quruluşu hesablayıcı mexanizmdən ibarətdir.

İkinci cihazlar sferblat ilə təhciz olunur. Sferblat ölçü cihazlarının bir hissəsi olub, üzərində şkala və cihazı xarakterizə edən məlumatlar göstərilir.

Sferblat formalarına görə müstəvi, silindirik və konussəkilli, konstruksiyalarına görə isə hərəkət etdirilə bilən və tərpənməz olur. Sferblat üzərində göstərilən şkalalar düzxətli, qövşşəkilli və dairəvi olur. Üzərində kəmiyyətlərin göstərilmə xarakterinə görə şkalalar müntəzəm və qeyri müntəzəm olur.

Müntəzəm şkalalarda kəmiyyətlər arasındakı məsafələr bütün şkala boyunca eyni olur. Qeyri müntəzəm şkalalarda isə kəmiyyətlər arasındakı məsafələr müxtəlif olur.

Sıfır nöqtəsinin yerinə görə şkalalar birtərəfli, ikitərəfli və sıfırsız olur. Birtərəfli şkalalarda sıfır nöqtəsi şkalanın başlanğıcında, ikitərəfli şkalalarda isə sıfır nöqtəsi şkalanın ortasında yerləşir. Sıfırsız şkalalarda sıfır nöqtəsi olmur şkala ölçülən parametrin hər hansı qiymətindən başlayır.

II FƏSİL

Avtomatik idarəetmə sistemləri haqqında ümumi məlumat.

§2.1 Avtomatik tənzimləyicilər.

Sistem müxtəlif xarici qüvvələrin təsiri ilə müvazinətdən çıxarılarəkən, verilmiş tənzimləmə parametrini avtomatik olaraq sabit saxlayan qüvvələr onu müəyyən qanun üzrə dəyişən quruluşlu avtomatik tənzimləyicilər deyilir.

Avtomatik tənzimləmə sistemlərinə daxil olan tənzimləyiciləri təşkil edən elementlər-relelər, termo-cütlər, burqon yayları, müxtəlif güclən-diricilər, elektrik mühərrikləri, klapanlar və s nə qədər müxtəlif olsalarda onları üç əsas qrupa bölmək olar.

1 Həssas elementlər

2 İcraedici elementlər

3 Aralıq əlaqə yaradan və ya idarəedici elementlər.

Həssas və ya ölçü elementlərinin-vəzifəsi nəzarət olunan parametrin dəyiçməsinə hiss edərək ilk siqnalı yaratmaqdan ibarətdir. Bu siqnal aralıq əlaqə elementlərindən keçərək icra orqanına təsir edir. Həssas və ya ölçü elementləri kimi yaylı membranlar, üzgəclər, fotoelementlər termocütlər, dəyişən müqavimətli körpülər və s dən istifadə edilir.

İcraedici elementlər—aralıq əlaqə yaradan ele-

mentlərdən alınmış siqnalın asılı olaraq birbaşa obyektə təsir edir və enerji yaxud maddə miqdarını dəyişir ki, bu da tənzimləmə parametrlərinin dəyişməsinə səbəb olur. Müxtəlif növlü klapanlar, ventillər, reostatlar, mühərriklər və s icraedici elementlərdir.

Aralıq əlaqə yaradan və ya idarəedici elementlərin vəzifəsi həssas elementlərdən alınmış siqnalın üzərində müxtəlif riyazi əməliyyat aparıb, ona lazımı istiqamətdə və qiymətdə icra elementinə verməkdən ibarətdir. Bir sözlə icraedici elementlərdə tənzimləmə sistemlərinin istənilən kimi işləməsi üçün idarəetmə siqnalının hazırlanması məsələsi həll olunur. Aralıq əlaqə yaradan elementlərə misal olaraq müxtəlif növ gücləndirici, faza və tezlik dəyişdiriciləri, hesablayıcıları, paylayıcıları, müxtəlif növlü əks əlaqə elementlərini göstərmək olar. Bəzi sistemlərdə aralıq əlaqə yaradan elementlər şox sadə olur lakin əksər hallarda aralıq əlaqə yaradan elementlər sistemlərin dinamik xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq üçün tətbiq olunan müxtəlif diferensiallayıcı gücləndirici və cürbəcür əks əlaqəli elementlərdən təşkil olunmuş mürəkkəb bir sistemə çevrilir.

İstər həssas, istərsədə icra və aralıq yaradan

və ya icraedici elementlərə biz sonralar bir ümumiləşmiş element kimi baxacağıq. Bu ümumiləşmiş elementin giriş parametrinə səbəb, çıxış parametrinə isə nəticə kimi baxacağıq. Belə ümumiləşmiş element özünün statik və dinamik xarakteristikaları ilə xarakterizə olunur. Statik xarakteristika qərarlaşmış rejimdə elementin çıxış parametri ilə giriş parametri arasındakı statik əlaqəni verir.

$$X_{\text{çı}} = f(X_{\text{giri}})$$

Dinamik xarakteristika ilə giriş parametrlərinin zamandan asılı olaraq dəyişməsi ilə əlaqədar olaraq çıxış parametrlərinin zamana görə dəyişməsini verir, yəni elementin keçid prosesində özünü necə aparmasını xarakterizə edir.

$$X_{\text{çı}} = f(X_{\text{giri}}); t$$

§2.2 Avtomatikanın elementləri.

Avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri avtomatik idarəetmə sistemlərindən fərqli olaraq idarəetmə prosesində insanın aktiv iştirakını nəzərdə tutur. Belə sistemlərdə də avtomatik idarəetmə sistemlərində olduğu kimi əsas qurğu rolunda elektron hesablama maşını (kompüter) və yaxud kompüter qrupu (hesablama mərkəzi) mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərində nəzarət, informasiyanın yığılması, onun saxlanması və emalı əməliyyatları avtomatlaşdırılır. Lakin operativ informasiyanın emalının nəticələrinin qiymətləndirilməsi, qərar qəbul edilməsi bilavasitə insan tərəfindən həyata keçirilir.

Ümumi halda avtomatikanın elementi X girişinə və Y çıxışına malik olan çeviricidir.

Giriş kəmiyyəti fiziki kəmiyyətlərin ani qiymətləri (sürət, təcil, təzyiq, temperatur, yerdəyişmə, cərəyan, gərginlik və s.), sinusoidal və impuls elektrik kəmiyyətlərinin amplitud qiymətləri (cərəyanın və yaxud gərginliyin), fiziki kəmiyyətlərin tezliyi və s., çıxış kəmiyyəti isə qiymətinə və xarakterinə görə müxtəlif olan elektrik siqnalı ola bilər.

Avtomatik sistemlərin və onların elementlərinin əsas vəzifəsi texnoloji prosesin və avadanlığın vəziyyəti haqqında ilkin informasiyanın alınması; informasiyanın qəbulu, çevrilməsi və ötürülməsi; informasiyanın saxlanması, emal olunması və idarə komandalarının formalaşdırılması; komanda informasiyasından obyektə və yaxud prosesə təsir etmək və operator ilə əlaqə yaratmaq məqsədləri və s. üçün istifadə olunmasından ibarətdir.

Qeyd olunan sistemlərin analizi göstərir ki, istə-

nilən avtomatik sistemdə üç əsas bənd ayırmaq olar:

ölçmə bəndi. Buraya nəzarət, tənzim və ya idarə olunan parametrin səviyyəsi haqqında informasiya verən müxtəlif növ vericilər aiddir;

aralıq bənd. Buraya siqnalları idarəetmə məqsədləri üçün gücləndirən və münasib şəkllə salan çevirici qurğular aiddir;

icra bəndi idarəetmə siqnallarını qəbul edən və bilavasitə idarə obyektinə təsir edən icra bəndi-kompleks mexanizmlər və yaxud elektriki güc qurğuları.

Avtomatik sistemlərin qeyd olunan bəndləri ayrı-ayrı elementlərdən təşkil olunur və onların köməylə sistemlərin ölçmə, idarəetmə və icraçı funksional qovşaqları qurulur.

Yerinə yetirdikləri funksiyalara görə avtomatikanın element və qurğuları vericilərə, gücləndiricələrə, kommutasiya qurğularına, icra mexanizmlərinə, informasiyanı ilkin və emal qurğularına, uzlaşdırıcı və köməkçi element və qurğulara ayrılırlar (bu element və qurğulardan çoxu analiz edilən sistemlərdə istifadə olunmuşdur). Avtomatikanın elementləri aşağıdakılardır.

Vericilər idarə olunan kəmiyyət haqqında olan informasiyanı qəbul edir və onu idarəetmə məqsədləri

üçün münasib olan formaya çevirir. Vericilərin böyük bir hissəsi giriş qeyri-elektrik siqnalını X elektrik Y siqnalına çevirir.

Gücləndiricilər-avtomatika elementi olub, giriş siqnalını gücləndirmək üçün istifadə olunurlar. Gücləndiricinin vəzifəsi idarəedici element tərəfindən yaradılan idarəedici təsirin qiymətini icra mexanizmini hərəkətə gətirə bilən qiymətə qədər gücləndirməkdir. Köməkçi enerji mənbəyindən aldığı enerjinin növündən asılı olaraq gücləndiricilər elektrik, hidravlik, pnevmatik və kombinə olunmuş (elektrohidravlik, elektropnevmatik və digər) növlərinə ayrılırlar.

Özlərinin yüksək həssaslığına, böyük gücləndirmə əmsalına malik olmalarına və rahat istismar edildiklərinə görə elektrik gücləndiriciləri daha geniş tətbiq olunurlar.

İcra qurğuları (mexanizmləri) idarə obyektinə idarəedici təsir yaranan avtomatika elementləridir. Onlar idarə obyektinin tənzimləyici orqanının vəziyyətini elə dəyişirlər ki, idarə olunan parametr özünün verilmiş qiymətinə uyğun olsun. Güc və yaxud burucu moment şəklində idarəedici təsir yaranan icra qurğularına güc elektromaqnitlərini, elektromaqnit və elektromexaniki muftaları, mühərriklə-

ri misal göstərmək olar. İstifadə olunan enerjinin növündən asılı olaraq mühərriklər elektrik, hidravlik, pnevmatik ola bilərlər. Tənzimləyici orqanın vəziyyətini dəyişən icra qurğuları kimi gücləndiricilər və relelər də istifadə edilə bilərlər.

Rele—avtomatikanın kommutasiya elementi olub, giriş kəmiyyəti müəyyən qiymətə çatdıqda çıxış kəmiyyəti sıçrayışla dəyişən qurğudur. Relelər həm də çoxkanallı sistemlərdə siqnalların avtomatik idarə olunan kommutatorları kimi, verilənləri yığma və ötürmə sistemlərində, avtomatik nəzarət, siqnalizasiya, bloklama və s. sistemlərində də geniş istifadə olunurlar.

İnformasiyanın ilkin emal qurğuları sistemin verilən iş alqoritmini təmin etmək məqsədi ilə girişə daxil olan siqnallar üzərində müxtəlif çevirmələr və əməliyyatlar aparırlar.

Uzlaşdırıcı və köməkçi element və qurğular idarəetmə sistemlərində onların parametrlərini yaxşılaşdırmaq, əsas elementlərin funksional imkanlarını genişləndirmək üçün istifadə olunurlar. Belə element və qurğulara transformatorlar, reduktorlar, gərginlik və cərəyan stabilizatorları, kommutatorlar, mühafizə, siqnalizasiya, induksiya qurğuları və s. aid edilə bilər.

Həssas element - termocüt, elektrik müqavimət termometri, diafraqma və s. tənzimlənən parametrin qiyməti ölçüləcək yerdə qoyulur.

Çeviricinin vəzifəsi həssas element tərəfindən yaradılan enerjini ona mütənasib başqa enerji növünə çevirməkdir.

Göstərici quruluş-tənzimlənən parametrin cari qiymətini göstərir.

Qeydedici quruluş tənzimlənən parametrin qiymətini diaqram kağızı üzərində qeyd edir.

İdarəedici elementə çeviricidən və ya bilasaitə həssas elementdən verilən signal tənzimlənən parametrin tapşırıq qiyməti ilə müqayisə olunur. İdarəedici elementin çıxışında alınan signal gücləndiriciyə və ya idarə edici elementin çıxışında alınan icra mexanizmini hərəkət etdirmək üçün kifayət qədər olduqda icra mexanizminə ötürülür. İdarəedici elementlərə misal olaraq saplo və qapayıcı (pnevmatik cihazlarda), axın borusunu (pnevmatik cihazlarda), elektrik kontaktlarını (elektrik cihazlarında) və s.göstərmək olar.

Tapşırıq quruluş - tənzimlənən parametrin tapşırıq qiymətini avtomatik tənzimləmə sisteminə daxil etməkdir.

İzodrom mexanizmi əks-əlaqə və qabaqlayıcı quruluş əlavə quruluşlar olub, tənzimləyicilərin təsir xarakteristikalarını yaxşılaşdırmaq üçündür. Əksəlaqə müsbət və mənfi, sərt və yumşaq olur. Avtomatik tənzimləyicilərdə ən çox mənfi əks əlaqədən istifadə olunur.

İcra mexanizmi idarəedici elementdən göndərilən siqnala görə tənzimləyici orqanı bu və ya digər istiqamətdə hərəkət etdirir.

Tənzimləyici orqan-tənzimlənən parametrin verilmiş tapşırıq qiymətində saxlamaq üçün obyektə verilən maddi və ya enerji miqdarını dəyişdirir. Açar vasitəsilə əl ilə tənzimləmədən avtomatik tənzimləmə yə və əksinə keçirilir.

§ 2.3 Avtomatikanın klassik misali olan rezervuarda suyun səviyyəsinin tənzimlənməsi

Bütün avtomatik proseslərin yekunu onların avtomatik idarə olunmasıdır, avtomatik idarə olunmanın əsasını isə avtomatik tənzimlənmə təşkil edir. Tənzimlənmənin ən düzgün aydın və qədim normal nümunəsi rezervuarda suyun səviyyəsinin tənzimlənməsidir. Ona görə də bu proses avtomatikanın klassik misalı adlanır. Beləliklə bu işin məqsədini aydınlaşdırmaq çox vacib məsələlərdəndir.

Proses zamanı aşağıdakı qurğular tələb olunur.

1. Rezervuar.
2. Rezervuara tökmək üçün su.
3. Rezervuarın nişanlanmış girişi və çıxışı.
4. Rezervuarda suyun səviyyəsini tənzimləmək üçün lazım olan avtomatik qurğu və onun elementləri. Müəyyən olunmuş cihaz və avadanlıqlar üzrə işi yerinə yetirməzdən əvvəl onun əyani təsviri ilə tanış olaq.

1. Rezervuarın girişindən ona lazımı miqdarda su tökmək.
2. Rezervuarda suyun səviyyəsini əvvəlcədən müəyyən edilmiş hündürlükdə saxlamaq.
3. Həssas element, aralıq qol və icra edici element öz funksiyalarını yerinə yetirmək üçün hazır olmalıdır.

Avtomatik proses üçün avadanlıqlar 2 əsas hissədən ibarətdir.

1. Tənzimlənən hissə
2. Tənzimləyən hissə.

Tənzimlənən hissə- rezervuar, tənzimləyən hissə-üzgəc, qol, klapan. Müəyyən prosesi həyata keçirmək üçün işin icrası aşağıdakı şərtlərlə müəyyənləşir. Girişə və çıxışa malik olan rezervuarın içərisinə girişdən daimi olaraq Q_1 miqdarda su tö-

külür, rezervuarın çıxışından isə Q_2 miqdarda su axır. Rezervuarda suyun səviyyəsini əvvəlcədən müəyyən olunmuş hündürlükdə H sabit qalması üçün aşağıdakı şərt ödənilməlidir.

$$Q_1 = Q_2 = \text{const} \quad (1)$$

Məlumdur ki, müxtəlif səbəblərdən xarici qüvvələrin təsiri ilə bu şərt pozula bilər. Yəni yuxarıda qeyd olunan bərabərlik pozular. $Q_1 \neq Q_2$

Bu zaman prosesi tənzimləyən avtomatik qurğu dərhal fəaliyyətə başlayır. Qeyd olunduğu kimi qurğu müxtəlif hissələrdən ibarətdir. Onlardan biri üzgəc rezervuardakı suya salınmışdır. Suyun artıb-azalmasından asılı olaraq bu üzgəc aşağı və ya yuxarı qalxa bilər. Üzgəc qol ilə əlaqələndirilmişdir. Qolun əsas fəaliyyəti üzgəclə klapan arasında əlaqə yaratmaqdan ibarətdir. Sxemdən görüldüyü kimi üzgəc aşağı düşəndə klapan yuxarı qalxır. Üzgəc yuxarı qalxanda klapan aşağı düşür. İki istiqamətdə hərəkət etmək qabiliyyətinə malik olan klapanın əsas vəzifəsi kranla rezervuara töküləcək suyun miqdarını artırıb, azaltmaqdan ibarətdir.

Prosesin tənzimlənməsi aşağıdakı kimidir.

Əvvəldə qeyd etdiyimiz (1) bərabərliyi pozularsa yəni H -in səviyyəsi aşağı düşdükdə üzgəcdə aşağıya doğru yönəlir. Bu zaman qol vasitəsilə kranın

qarşısını kəsən klapın açılır. Yəni o yuxarıya doğru hərəkət edir. Nəticədə rezervuara tökülən suyun miqdarı çoxalır. Bu hal H -ın əvvəlki səviyyəsi və qiyməti bərpa olunana qədər davam edir. Qiymət bərpa olunduqdan sonra klapın özünün əvvəlki vəziyyətinə qayıdır. Orta səviyyədə yerləşir. Rezervuarda suyun səviyyəsi H müəyyən olunmuş qiymətindən çox olduqda üzgəc yuxarı qalxır. Klapın aşağıya doğru hərəkət edir. Bu da rezervuara daxil olan suyun qabağını kəsir və nəticədə rezervuara tökülən suyun miqdarı azalır. Bu hal (1) bərabərliyi doğru olana qədər davam edir. Bu proses zamanı aşağıdakı nəticələr əldə olunmuşdur.

1. Rezervuarda suyun səviyyəsi sabit saxlanılmışdır.
2. Bu səviyyəni sabit saxlamaq üçün onun giriş və çıxışındakı suyun miqdarı bərabər olmalıdır.
3. Rezervuardakı suyun miqdarı azaldıqda klapın kran vasitəsilə axan suyun miqdarını artırır.
4. Rezervuarda suyun miqdarı artdıqda klapın kran vasitəsilə axan suyun qabağını kəsir.

Rezervuarda suyun səviyyəsini tənzimləyən qurğu prosesi insanın köməyi olmadan avtomatik yerinə yetirir.

1-rezervuarın girişi;

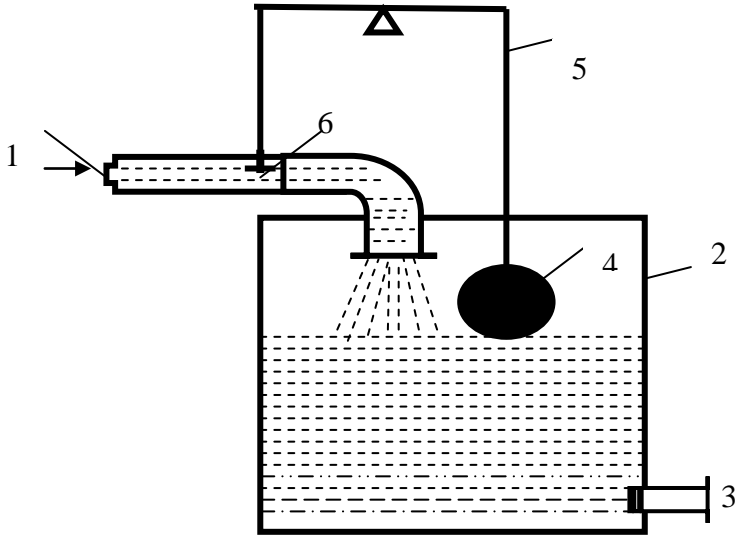
2- rezervuar;

3- rezervuarın çıxışı;

4-üzgəc;

5-qol (aralıq idarəedici yük); 6-klapan.

Şəkil 1 Rezervuarda suyun səviyyəsinin tənzimlənməsi



§2.4 İstehsalat proseslərinin avtomatlaşdırma formaları.

Avtomat (avtomatik qurğu) cihaz insanın müdaxiləsi olmadan məqsədyönlü fəaliyyət göstərə bilən texniki qurğudur. Belə cihazlardan gündəlik həyatımızda geniş istifadə edirik. Avtomatlaşdırılmış yığım maşınlarında və avtomatlaşdırılmış xətlərdə qəzet və jurnallar hazırlanır, çap olunur və qablaşdırılır. Avtomatlaşdırılmış xətlərdə qida məhsulları

çəkilib, bükülür, qablaşdırılır və yerləşdirilir. Liftlər də avtomatlaşdırılıb. Artıq çoxdandır liftçi deyilən insanın xidmətindən istifadə edilmir. Metroda bizi avtomatlaşdırılmış nəzarətçi-turniket qarşılayır. Böyük şəhərlərdə nəqliyyatın hərəkətinə avtomatlaşdırılmış sistem nəzarət edir. Məişətdə isə getdikcə daha çox belə cihazlara-paltaryuyan, qabyuyan maşın-lara, soyuduculara, mətbəx kombaynlarına, proqramlaşdırılmış radio və elektrik cihazlarına müraciət olunur. İstehsalatda avtomatlaşdırma insanı ağır əmək tələb edən, sağlamlığa zərər vura biləcək işlərin yerinə yetirilməsindən azad edir, əmək məhsuldarlığını yüksəldir. Avtomatlaşdırma avtomobil, tekstil, qida sənayesinin ayrılmaz hissəsidir. Kənd təsərrüfatını da bu gün avtomatlaşdırılmış qurğularsız təsəvvür etmək olmaz. Örtülü şitilliklərdə, inkubatorlarda yumurtaların seçilməsi, yerləşdirilməsi və qablaşdırılmasında çox çeşidli avtomatlaşdırılmış qurğular sistemi fəaliyyət göstərir. Avtomatik sistemlər bir-biri ilə əlaqədə olan, müəyyən funksiyaları yerinə yetirən və ümumiyyətlə, bütün idarəetmə prosesini, başqa sözlə, ilkin informasiyanın alınmasını, informasiya siqnalının gücləndirilməsini və onların idarəedici siqnallara çevrilməsini, icra mexanizmlərinə təsirini və s. təmin edən

element və qurğulardan təşkil olunur. Artıq neçə illərdir ki, xalq təsərrüfatının istənilən sahəsində avtomatika və telemexanika sistemləri geniş tətbiq olunur. Bu da ağır və çox əmək sərf olunan işləri mexanikləşdirməyə, insanın istehsalatı asan idarə etməsinə kömək etməklə məhsulun maya dəyərini aşağı salır və əmək məhsuldarlığını yüksəldir.

İstehsalat proseslərinin avtomatlaşdırma formaları olduqca çox və mürəkkəbdir. Bu müxtəlifliyə baxmayaraq avtomatik sistemləri istehsal proseslərinin xarakterindən, həcmindən və qarşıya qoyulan tələbatlardan asılı olaraq avtomatik sistemlərin bəzi əsas növləri ilə tanış olaq.

1 Avtomatik nəzarət

2 Avtomatik işəsalma və saxlama

3 Avtomatik mühafizə

4 Avtomatik tənzimləmə

5 Avtomatik idarəetmə

Avtomatik sistemləri həmminin **açıq və qapalı** avtomatik sistemlərə bölmək olar.

Açıq avtomatik sistemlərin əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, bunlarda obyektin vəziyyətinə nəzarət edən sistemlərin işi onu idarə edən sistemin işi ilə əlaqələndirilir Belə sistemlərə müxtəlif növlü nəzarət mühafizə və açıq idarəetmə sistemlərini mi-

sal göstərmək olar.

§2.5 Avtomatik nəzarət sistemi

Avtomat nəzarət qurğuları istehsal prosesinə, maşın və mexanizmlərin işinə nəzarət edir və nəzərə çarpan dəyişikliklər haqqında xəbərdarlıq siqnalı ötürür. Avtomat nəzarət istənilən avtomatlaşdırılmış prosesin ilk pilləsidir. Avtomat nəzarət qurğuları istehsal prosesinə, maşın və mexanizmlərin işinə nəzarət edir və nəzərə çarpan dəyişikliklər haqqında xəbərdarlıq siqnalı ötürür.

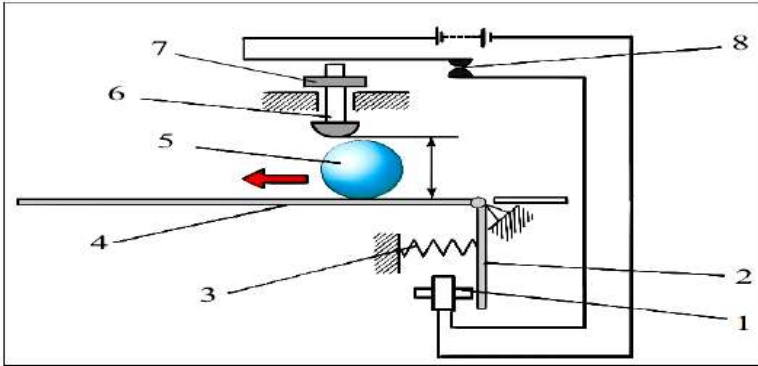
Nəzarətin əsasında müqayisə durur, məsələn, hazır detalın ölçüləri ilə çertyojda verilənləri. Nəzarət əməliyyatlarına istehsal edilən məhsulun və sərf edilən enerjinin hesablanması, hərərətə, dövretmə tezliyinə, gərginliyə, bir sözlə, texnoloji prosesdə əhəmiyyətli hesab edilən hər sahəyə nəzarət aid edilir.

Avtomat nəzarət hər hansı bir prosesin gedişini insanın iştirakı olmadan müayinə etmək deməkdir. Bu avtomatikanın texniki vasitələri ilə əldə edilir.

Avtomat nəzarət cihazları bəzən məmullatların növlərə ayrılması və markalanması kimi işləri də yerinə yetirir. Diyircəkli yastıq üçün kürəciklərə avtomat nəzarət və ölçülərinə görə çeşidlənməsi

sxemi şəkil 2-də göstərilmişdir.

Elektrik zənciri (1) siyirməsi dartılır, bu zaman o(2) lingi və (4) qapağı buraxır. Kürəciyin kütləsinin təsiri altında qapaq açılır və kürəcik toplayıcıya düşür. Kiçik ölçülü kürəciklər növbəti nəzarət qurğusuna qədər sərbəst diyirlənir. Sonra (3) yayı (4) qapağı başlanğıc halına gətirir. (7) qaykası kürəciklərin diyirləndiyi navalça boyu nəzarət və çeşidləmə işini yerinə yetirmək üçün hazır vəziyyətdə quraşdırılıb. Əgər kürəciyin diametri normaldan artıqdırsa, (6) ştoku (qol) vasitəsilə (8) elastiki kontaktı basır və onu kənarlaşdırır.



Prosesi xarakterizə edən müxtəlif parametrlərə nəzarət olunur. İstehsal edilən məmulatın ölçülərinin norma daxilində olmasına işlək mexanizmlərin-drossellərin, siyirtmələrin, klapanların vəziyyətinə müxtəlif texnoloji proseslərin gedişini xarak-

terizə edən temperatur, təzyiq, sərf, səviyyə, gərginlik və s bu kimi fiziki amillərin dəyişməsinə avtomatik nəzarət vasitəsi ilə göz yetirilir.

Avtomatik nəzarət mürəkkəb bir əməliyyat olub avtomatik hesablama, ölçmə və hesablama kimi bir sıra sadə əməliyyatlardan təşkil olunur. Avtomatik nəzarət sistemləri ümumi halda (HE) həssas elementdən, (AE) aralıq elementindən, (İE) icra elementindən və birləşdirici xəttlərdən ibarət olur. Sxemdə avtomatik nəzarət sisteminin struktur sxemi göstərilmişdir. Burada obyektə xarakterizə edən parametrin dəyişməsinə həssas (ölçü) element hiss edir, onun çıxışında ilk impuls yaranır. Həssas elementdə yaradılmış impuls aralıq “əlaqə-yaradıcı” və ya idarə edici adlanan elementlərdə gücləndirilir, lazım olsa şəkili dəyişdirilir və üzərində müxtəlif əməliyyat aparılaraq icra orqanına verilir, nəticədə nəzarət olunan obyektə dəyişiklik səs, işıq yazı şəkilində qeyd olunur.

Avtomatik nəzarət sistemində nəzarət edilən obyektə icraedici təsir göstərilmir, burada ancaq parametrin dəyişməsinə nəzarət edilir. Onun əvvəlcədən verilmiş qiymətinə qaytarılması, üçün heç bir əməliyyat aparılmır. Ona görə avtomatik nəzarət sistemləri aşırıq sistemlərdir.

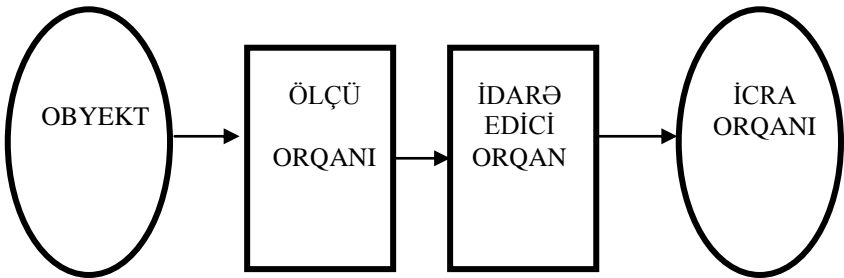
Avtomatik nəzarət sistemlərinə sobada temperaturun dəyişməsinə avtomatik qeyd edən sistemləri, buxar qazanında buxarın təzyiqini yolverilən qiymətindən kənara çıxmasını və ya işıq şəkilində xəbər verən və ümumiyyətlə hər hansı texnoloji prosesin normal gedişinin pozulmasını avtomatik qeyd edən quruluşları misal göstərmək olar.

İcra elementinin yerinə yetirdiyi əməliyyatdan asılı olaraq avtomatik nəzarət sistemlərini üç növə ayırmaq olar.

a) avtomatik siqnal vermə, burada parametrin xarakterik və ya həll qiymətləri siqnal olur.

b) avtomatik göstərmə-burada nəzarət olunan parametrin qiyməti östərilir.

c) avtomatik qeydetmə-burada nəzarət olunan parametrin qiyməti diaqram kağız üzərində qeyd olunur.



§2.6 Avtomatik mühafizə və avtomatik idarəetmə sistemləri.

Ayrı-ayrı maşın, mexanizm və qurğuların normal iş rejimləri pozularkən, qəza hallarında həmin quruluşların xarabə olub, işdən çıxmalarının qarşısını almaq üçün işlədilir. Avtomatik mühafizə sistemləri energetik qurğularda, dəmiryol nəqliyatında və rabitə sistemlərində geniş tətbiq olunur. Avtomat mühafizə qurğuları avadanlığı (dəzgahları, mühərrikləri, generatorları, məişət cihazlarını) və cihazları zədələnmədən qoruyur. Bu qurğular normal prosedən azacıq yayınma zamanı maşın və dəzgahların işini dayandırır. Sadə avtomat hər bir mənzildə vardır—bunlar elektrik qoruyucularıdır. Avtomatik idarəetmə sistemlərinə optimal idarəetmə sistemləri də deyilir. Bu sistemlər idarə olunan obyektlər öz başlanğıc vəziyyətindən tapşırıq vəziyyətinə keçdikdə, sistemə tətbiq edilən məhdudluqlar sahəsində, prosesin effektivliyini xarakterizə edən müəyyən kriterinin özünün ekstermal (maksimal və minimal) qiymətinə çatmasını təmin edir. Avtomatik idarəetmə sistemləri əsasən iki hissədən ibarət olur.

- 1 İdarəetmə obyektindən
 - 2 İdarəedici quruluşdan
- İdarəedici quruluş əksər hallarda müxtəlif tipli

idarəedici hesablaşma maşınından ibarət olur. Bu idarəedici hesablaşma maşını müxtəlif mürəkkəb idarəetmə alqoritmlərini həll edir. Avtomatik idarəetmə sistemləri iki böyük sinfə ayrılır.

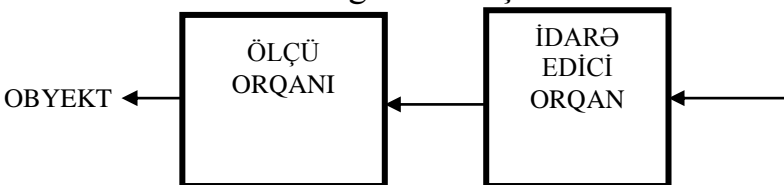
a) açıq avtomatik idarəetmə sistemləri

b) qapalı avtomatik idarəetmə sistemləri.

Avtomatik idarəetmə sistemlərinin təsnifatı bir sıra cəhətlərə görə idarəedici təsirə, işəsalma prinsiplərinə riyazi yazılışlarına, vəzifələrinə və s görə aparıla bilər. Optimal idarəetmə sistemləri dedikdə, məlum mənada ən yaxşı və məqsədəuyğun sistemlər nəzərdə tutulur.

§2.7 Açıq idarəetmə sistemi.

Müxtəlif mexanizm və qurğuları işəsalma dayandırma tormozlaşma, reversləmə müəyyən bucaq qədər fırlatma və s bu kimi əməliyyat yerinə yetirmək üçün istifadə olunur. Açıq avtomatik idarəetmə sistemlərində, nəzarət sistemlərindən fərqli olaraq, nəzarət funksiyası olmayıb ancaq obyektə təsiretmə əməliyyatı aparılır. Buda şəkildə idarəetmə sisteminin strukturu kimi göstərilmişdir.



Belə sistemlərdə obyekt idarəetmə orqanına tapşırıq verməklə idarə olunur. Bu tapşırıq ya insan, ya da avtomatik quruluş tərəfindən verilir. İdarəedicu element isə icra orqanı vasitəsilə obyektə təsir göstərir. Burada insan idarəetmə prosesinə cüzi qüvvə sərf edir. Belə avtomatik idarəetmə sisteminə turbogenerator, buxar qazanı və s. qurğuların iş rejimlərini operator məntəqəsindən idarə edilməsini misal göstərmək olar. Nəzarət sistemləri kimi idarəetmə sistemlərində açıq sistemlər olub çıxışları ilə girişləri arasında heç bir əks əlaqə olmur.

Açıq idarəetmə sistemləri öz növbəsində iki yerə bölünür.

1 Sərt proqram üzrə işləyən sistemlər.

2. Həyacanlandırıcı təsirə görə işləyən sistemlər.

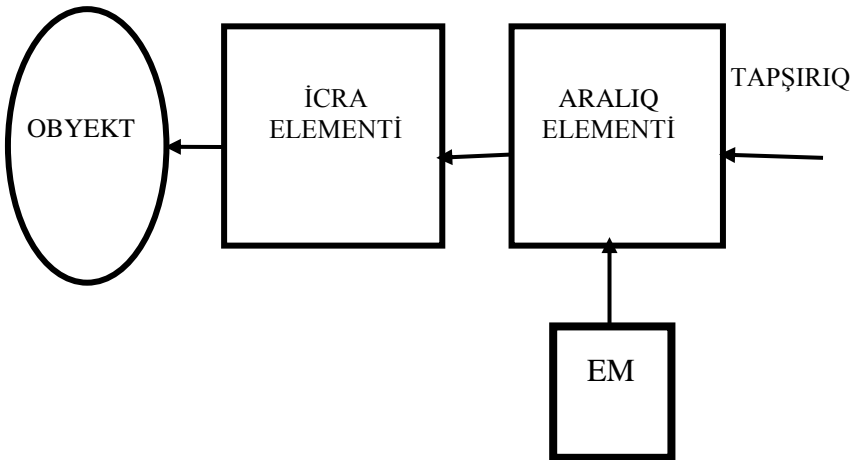
- Sərt proqram üzrə işləyən sistemlərdə idarəedicu təsir idarəedicu elementdən obyektə verilir. Burada ümumiyyətlə açıq sistemlərdə, idarəedicu elementin
- girişinə verilən tapşırıq kəmiyyəti tənzimləmə obyektinin çıxış parametri ilə müqayisə olunmur
- Həyacanlandırıcı təsirə görə işləyən sistemlərə
- “Ponsele-Çikolev” prinsipi ilə işləyən sistemlərdə deyilir. Bu sistemlərdə çıxış parametrinin hər

hansı digər təsir nəticəsində öz tapşırıq qiymətindən meyl etməsi nəzərə alınmır.

§2.8. Avtomatik işəsalma və saxlama sistemləri.

Müxtəlif maşın, mexanizm və qurğuların məsafədən işə salınmasında və saxlanmasında, bir vəziyyətdən və ya rejimdən başqasına keçirilməsində tətbiq edilir. Bu sistemlər açıq sistemlər sinfinə daxildir. T tapşırığı AE aralıq elementində gücləndirildikdən və ya başqa siqnal növünə çevrildikdən sonra İE icra elementinə göndərilir.

Burada İE icra elementi vəzifəsini O obyektinin tipindən asılı olaraq tənzimləyici klapın, elektrik mühərriki, rele kontaktları və s görə bilər. Şəkil



§2.9. Avtomatik axtarış sistemləri. Avtomatik qabaqlama idarəetmə sistemləri.

Avtomatik axtarış sistemləri—elə sistemlərdir ki, burada idarəedici təsirlər müəyyən bir istiqamətdə dəyişdirilərək, onların istehsal prosesinin iş rejiminə təsiri öyrənilir və qarşıda qoyulan məqsədə nail olmaq üçün idarəedici təsirin istiqaməti təyin edilir. Əslində bu sistemlərdə öz-özünü avtomatik sazlayan sistemlərin bir növüdür.

Avtomatik qabaqlama idarəetmə sistemləri elə sistemlərdir ki, burada əvvəlcədən xarici amillərin təsiri ölçülərək qarşıya qoyulmuş məqsədə nail olmaq üçün obyektin və prosesin modelinə əsasən idarəedici təsirlərin qiymətləri hesablanıb tapılır və obyektə lazımi istiqamətdə təsir edilir. İstər öz-özünü sazlayan və istərsədə obyektə axtarış aparən avtomatik idarəetmə sistemlərinin qurulması üçün obyektin riyazi modelinə ehtiyac yoxdur. Beləliklə, istehsal prosesinin avtomatlaşdırılmasında qarşıya qoyulmuş məqsədə nail olmaq üçün iki növ axtarış üsulundan istifadə olunur.

1. Obyektin özündə axtarış aparən idarəetmə sistemi.

2. Obyektədən kənarında axtarış aparən idarəetmə sistemi.

- Obyektin özündə axtarış aparən idarəetmə sistemlərindən istifadə edilərsə idarəedici orqanın vəziyyətini obyektin çıxışında ölçülən və ya hesablamağa görə təyin olunan göstəricilər ekstremum olana qədər dəyişir .

Bu halda obyektin statik xarakteristikası mütləq ekstremuma malik olmalıdır, və o müxtəlif amillərin təsiri nəticəsində əvvəlcədən məlum olmayan hər hansı bir qanun üzrə dəyişməlidir.

- Obyektdən kənarında axtarış aparən avtomatik idarəetmə sistemlərindən istifadə edilərsə obyektin riyazi modeli məlum olmalıdır. Bu halda prosesin ayrı-ayrı parametrləri adətən tənzimləyicilər vasitəsi ilə sabitləşdirilir.

Obyektin verilmiş qanun üzrə idarə etmək üçün lazımı giriş və çıxış parametrləri hesablayıcı maşına verilərək tənzimləyicilərin tapşırığı hesablanılıb tapılır və sonra hesablanmış qiymətlərə görə tənzimləyicilərin tapşırığı dəyişdirilir.

§2.10 Telemexaniki sistemlərun tərifı və izahı.

Əgər nəzarət, idarəetmə və tənzimləmə obyektləri ilə idarəedici məntəqə arasında məsafə böyük olarsa, həmin obyektlərin avtomatlaşdırılması

üçün xüsusi texniki vasitələrdən istifadə olunur ki, bunlara da telemexaniki sistemləri deyilir.

Yerli avtomatlaşdırma formalarına və vəzifələrinə uyğun olaraq telemexanik sistemlər telesiqnalizasiya, teleölçmə və teleidarə sistemlərinə bölünür.

Telemexaniki sistemləri yerli avtomatik qurğulardan onunla fərqlənir ki, bu sistemlərə əlavə rabitə kanalı, qəbuledici və verici quruluşlar daxil olur.

Verici quruluşlar siqnalı rabitə kanalına vermək üçün onu əlverişli şəkilə salmaq vəzifəsini ifadə edir. Qəbuledici quruluşlar isə rabitə kanalından gələn siqnalı qəbul edərək yenidən sistemin digər elementlərinə verməkdən ötürü onu əlverişli şəkilə salmaq üçün istifadə olunur. Bunların struktur sxemləri göstərilmişdir.

Telenəzarət sistemlərinə misal olaraq energetik sistemlərin ayrı-ayrı məntəqələrində gərginliyi, tezliyin və s ölçmələrini, neft quyularının məsuldarlığını və təzyiqinin uzaq məsafədən ölçülməsini və s göstərmək olar.

Teleidarə quruluşlarına misal olaraq energetik sistemlərdə mərkəzi dispeçer məntəqəsindən sistemə daxil olan elektrik stansiyalarındakı generator və başqa aqreqatların idarə olunması, nasos stansi-

yalarının, böyük şəhərlərdə küçə və meydanların işıqlandırılmasının uzaqdan avtomatik idarə olunmasını göstərmək olar.

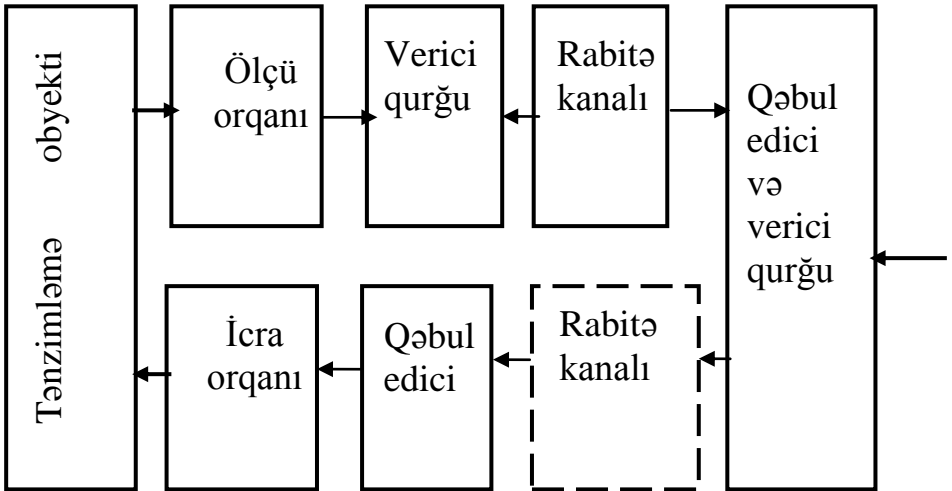
Daha mürəkkəb məsələləri idarə etmək üçün kibernetik metodlardan və kibernetik qurğulardan istifadə olunur. “Kibernetika” termini elmdə yeni deyildir. Kibernetika sözünün müəyyən tarixi mənası vardır. Bu istilah yunan dilində sükançı mənasını verən “Kibernetos” sözündən götürülmüşdür. Kibernetika sözü gəmiləri idarəetmə haqqındakı elm mənasında vaxtilə yunan filosofu Platon tərəfindən də işlədilmişdir. Kibernetika terminini ilk dəfə 1834-cü ildə fizik A.Amper işlətmişdir. Amerika riyaziyyatçısı N.Viner bu termini yeni məna verərək 1947-ci ildə kibernetikanı canlı orqanizmlərdə və maşınlarda idarə qanunlarını öyrənən elm adlandırmışdır. Kibernetika idarəetmə sistemləri, formaları, üsul və vasitələri haqqında elmdir. Ümumiyyətlə, kibernetikaya aşağıdakı tərifini vermək olar:

Canlı orqanizmlər, maşınlar və onların birləşmələrində, yəni cəmiyyətdə gedən prosesləri idarə edən və bu prosesləri bir-birilə ümumi qanun və qaydaları öyrənən elmə kibernetika deyilir.

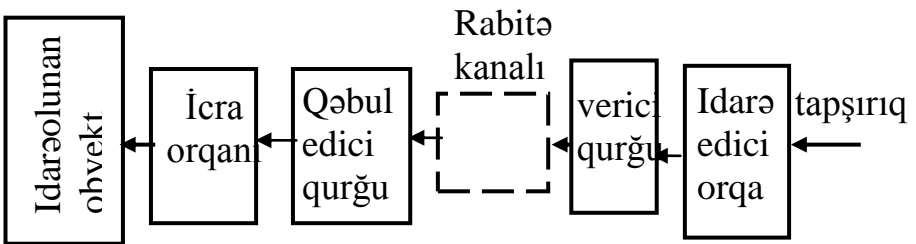
Kibernetika idarəetmə sistemləri, üsul və vasi-

tələri haqqında elmdir. Kibernetikanın tətbiq sahəsi olduqca genişdir

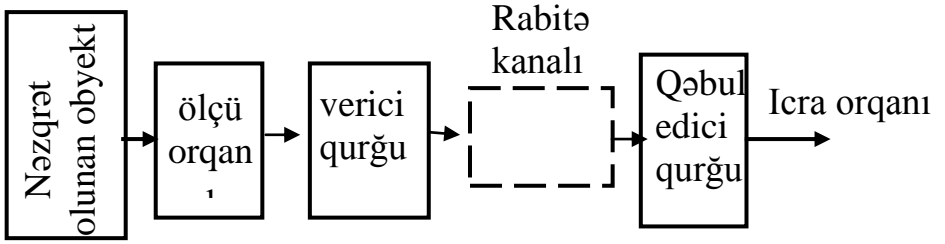
TELEMEXANIKI SISTEMININ STRUKTUR SXEMİ



TELERABİTƏ



TELENƏZARƏT



III FƏSİL

§3.1 Tənzimləmə sistemlərinin tərifı və izahı.

Obyektə verilən parametrlin qiymətini sabit saxlayan və ya onu hər hansı qanun üzrə dəyişən qapalı dinamik sistemlərə avtomatik tənzimləmə sistemləri deyilir.

Müxtəlif maşın, aparat və aqreqların iş rejimlərinin insanın iştirakı olmadan texniki qurğuların köməyi ilə sabit saxlanması və ya müəyyən qanun üzrə dəyişdirilməsi avtomatik tənzimləmə adlanır.

Tənzim olunan maşınlar, aparatlar və aqreqlar tənzimləmə obyektı adlanır. Obyektlərdə baş verən proseslərin fiziki mahiyyətindən asılı olaraq onları texniki, texnoloji, energetik, bioloji və s. obyektlərə ayırırlar.

Obyektə məqsədyönlü idarə təsiri göstərən texniki qurğu tənzimləyici (ümumi halda idarə qurğusu) adlanır. Tənzimləyici ilə obyektin vəhdəti tənzimləmə sistemi adlanır. Obyektin tənzimləyici ilə birləşdirilmə qaydası tənzimləmə sisteminin quruluşunu təyin edir.

Tənzimləmənin problem kimi meydana çıxması obyektə təsir edib onu öz tarazlıq vəziyyətindən meyl etdirməyə çalışan ziyanlı qüvvələrin mövcud olması ilə əlaqədardır. Belə qüvvələr həyəcan-

landırıcı təsirlər adlanır. İstənilən tənzimləmə sisteminin əsas vəzifəsi həyəcanlandırıcı təsirləri kompensasiya edib obyektin normal iş rejimini bərpa etməkdən ibarətdir.

İdarə və həyəcanlandırıcı təsirlər obyektin giriş koordinatları, tənzimlənən kəmiyyətlər isə çıxış koordinatlarıdır. Uyğun olaraq, birinci növ girişlər idarə girişləri, ikincilər isə həyəcanlandırıcı təsir girişləri adlanır. Informativlik baxımından həyəcanlandırıcı təsirlər nəzarət olunan (ölçülən) və nəzarət olunmayan təsirlərə ayrılırlar.

Bundan sonra biz tənzimləmə və qapalı avtomatik idarəetmə sistemlərindən danışacağıq. Tənzimləmə sistemləri qapalı idarəetmə sistemlərinin bir halı kimi qəbul edilə bilər. Qapalı avtomatik idarəetmə sistemləri (və ya sadəcə olaraq avtomatik idarəetmə sistemləri) tənzimləmə sistemlərinə nisbətən daha geniş mənada işlədilir. Qapalı avtomatik idarəetmə sistemləri müxtəlif cihazların tənzimləyici qurğuların, hesablayıcı maşınların və s avtomatik qurğuların elə birləşməsindən təşkil edilir ki, sistemə xarici təsirlər olduqda idarəetmə təsirlərini dəyişməklə qarşıya qoyulmuş məqsədə nail olmaq mümkün olsun. Müxtəlif növlü öz-özünü avtomatik sazlayan, avtomatik axtarış aparən və idarəedicilə tə-

sirləri təyin edən qabaqlama sistemlərini belə sistemlərə misal göstərmək olar.

Qapalı sistemləridə öz növbəsində iki yerə ayırmaq olar.

1. Meyl etməyə görə işləyən sistemlər

2. Öz-özünü avtomatik sazlayan sistemlər.

Meyl etməyə görə işləyən sistemlərdə tənzimlənən parametr tapşırıq qiymətindən meyl etdikdə tənzimləyici parametr kəmiyyət, yaxud keyfiyyətə bu və ya digər istiqamətdə dəyişdirilir. Meyl etməyə görə işləyən qapalı sistemləriə “Polzunov-Uatt” prinsipi ilə işləyən sistemlərdə deyilir.

Qapalı sistemlərin digər növü öz-özünü avtomatik sazlayan sistemlərdir-onları əhatə edən mühit dəyişdikdə, yaxud da iş prosesində xarici mühidə və obyektə dəyişikliklər olduqda öz strukturunu, parametrlərini və ya hərəkət proqramlarını elə dəyişirlər ki, verilmiş optimallaşdırma kriteriyası təmin edilsin. Öz-özünü avtomatik sazlayan sistemlərdə hesablama texnikasından və məntiqi quruluşlardan geniş istifadə olunur. Bu hesablama texnikası və məntiqi quruluşlar iş rejimi haqda məlumat alaraq rejimi optimal, yəni məqsədə uyğun vəziyyətə gətirmək üçün sistemə təsir edir. Meyl etməyə görə işləyən qapalı sistemlər yerinə yetirdikləri tapşırığa

görə üç yerə ayrılır.

a) avtomatik stabilləşdirmə.

b) proqramlı tənzimləmə (idarəetmə) sistemləri.

c) izləyici sistemlər.

§3.2 Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin sinifləri (sabitləşdirici, proqram, və izləyici).

Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin təsnifatı bir sıra cəhətlərə görə idarəedici təsirə, işləmə prinsiplərinə, vəzifələrinə və s. görə iki böyük sinfə ayrılır. **Açıq və qapalı**

Avtomatik idarəetmənin ilkin inkişaf mərhələsində praktiki olaraq yalnız bir növ tənzimləmədən -çıxış kəmiyyətinin sabit saxlanılmasını təmin edən tənzimləmədən istifadə olunurdu. Sonralar texnikanın və texnologiyanın inkişafı ilə əlaqədar olaraq avtomatik idarəetmənin və tənzimləmənin növləri artmağa başladı. Tənzimləmənin yalnız əks əlaqəli istəmlər vasitəsilə aparıldığını nəzərdə tutmaq lazımdır.

Verilmiş tapşırıqın dəyişmə formasından asılı olaraq avtomatik tənzimləmə sistemləri öz növbəsində üç böyük sinfə bölünür:

a) sabitləşdirici,

b) proqram

c) izləyici

Avtomatik tənzimləmənin əsas növləri

1. Stabilləşdirmə. Tənzimləyici parametrin qiymətini həyacanlandırıcı təsirlərdən asılı olmayaraq buraxıla bilən hədd daxilində sabit saxlayan sistemlərə stabilləşdirici tənzimləmə sistemləri deyilir. Belə sistemlərdə tapşırıq sabit kəmiyyət olur.

$$y = y_{\tau} + \Delta(x)$$

y - tənzimləmə parametri,

y_{τ} - tənzimləmə parametrinin tapşırıq qiyməti,

$\Delta(x)$ – Tənzimlənən parametrin X parametrindən asılı olan tapşırıq qiymətindən meyl etməsi.

Bu halda məqsəd tənzimlənən kəmiyyətin qiymətini sabit saxlamaqdan ibarətdir:

$$y = g \pm \Delta_c = \text{const}$$

Stabilləşdirmə rejimində işləyən ATS-lər qərarlaşmış vəziyyətdə ($t = \infty$ nöqtəsində) Δ_c statik xətasının mövcud olub-olmamasından asılı olaraq iki yerə bölünürlər:

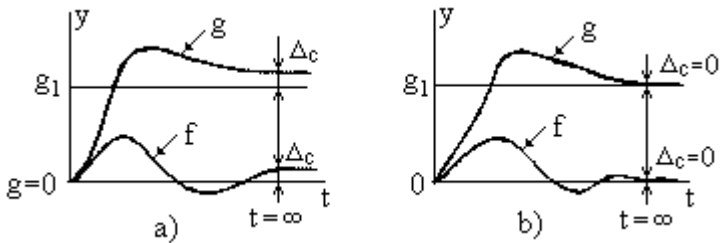
a) statik tənzimləmə sistemləri, $\Delta_c \neq 0$;

b) asstatik tənzimləmə sistemləri, $\Delta_c = 0$.

Uyğun olaraq tənzimləmənin növü də statik və ya asstatik tənzimləmə adlanır. Bu anlayışlar tapşı-

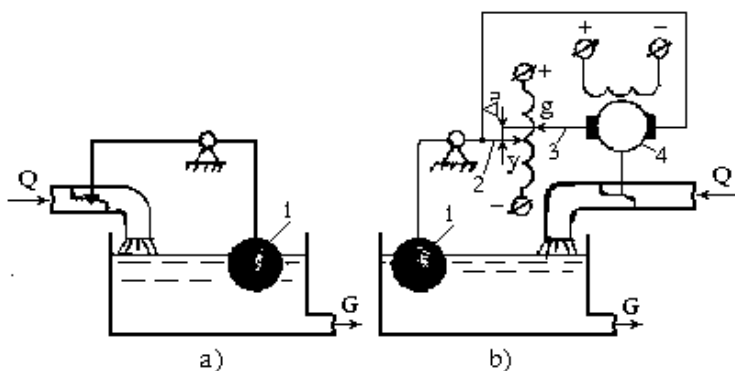
rıq zamana görə dəyişən funksiya $g = g(t)$ olduğu halda da öz qüvvəsini saxlayır.

Şəkil 1-də statik a) və astatik b) sistemlərdə baş verən keçid prosesləri göstərilmişdir. Statik sistemlərdə tənzimlənən kəmiyyətin qiyməti müəyyən Δ_c xətası ilə saxlanılır. Bu xətanın özü də sabit olmayıb g və f qiymətindən (yəni yükdən) asılı olur. Statik sistemlər sadə olduqlarına görə onlar çox böyük dəqiqlik tələb olunmayan obyektlərin tənzimlənməsində geniş istifadə olunurlar. Lazım gəldikdə daha mükəmməl tənzimləmə qanunu seçməklə statik xətanı aradan qaldıraraq statik sistemi astatik sistemə çevirmək olar. Astatik sistemlərin əsas çatışmayan cəhəti astatizmi, yəni $\Delta_c = 0$ şərtini təmin edən tənzimləmə qanununun $g(t)$ və $f(t)$ funksiyalarının tipindən asılı olmasındadır. Şəkil 1



Şəkil 2-də səviyyənin geniş yayılmış statik a) və astatik b) tənzimləmə sistemləri göstərilmişdir.

Şəkildə 1-üzgəc, 2-səviyyənin cari qiymətinə uyğun gələn sürüşən sürüngəc, 3-tapşırıq sürüngəci, 4-reversiv mühərrikdir (icra orqanı). Hər iki şəkildə maye sərfi Q həyəcanlandırıcı təsir (yük) rolunu oynayır. Birinci halda sxemin mükəmməl olmaması səbəbindən səviyyənin tapşırıq qiyməti ilə cari (faktiki) qiyməti arasında müəyyən Δ_c fərqi yaranır və bu fərq Q yükünün qiymətindən asılı olaraq dəyişir. Şəkil 2



İkinci halda isə səviyyənin cari qiyməti onun tapşırıq qiyməti ilə müqayisə olunur və fərq signalı reversiv mühərriki lazımi istiqamətdə hərəkətə gətirən $\pm \Delta_u$ gərginliyi şəklində meydana çıxır. Mühərrik klapanı o vaxta qədər hərəkət etdirir ki, səviyyənin dəyişməsi nəticəsində $\Delta_u=0$ olsun. Bu halda 2 sürüngəci 3 tapşırıq sürüngəcinin qarşısına gəlir və

səviyyənin cari qiyməti onun tapşırıq qiymətinə xətasız bərabər olur.

2. Proqram üzrə tənzimləmə. Proqram tənzimləmə (idarəetmə) sistemləri Tənzimlənən parametr zamana görə əvvəlcədən məlum olan qanun (proqram) üzrə dəyişdirilir. Bu sistemlərdə tapşırıq zamanın funksiyası olub, zamandan asılı olaraq dəyişdirilir. $y = f(\tau)$

$f(\tau)$ - tənzimləmə parametrinin zamana görə dəyişmə proqramıdır

Proqramlı tənzimləmə sistemlərində stabilləşdirmə sistemlərindən fərqli olaraq tapşırıq signalı sabit olmayıb, qabaqcadan verilmiş proqram üzrə dəyişir. Praktikada əsas etibarılı ilə proqram üzrə işləyən iki növ sistemlərdən istifadə olunur.

a) vaxt $g = g(t)$ - proqramlı sistemlər

b) fəza $g = g(x, y, z)$ - proqramlı sistemlər.

Eyni zamanda kombinə olunmuş qarışıq proqram üzrə işləyən sistemlər də mövcuddur.

Vaxt proqramlı sistemlərdən rejimləri zaman üzrə qabaqcadan verilmiş trayektoriya üzrə dəyişdirilən prosesləri tənzimləmək üçün istifadə olunur. Misal üçün, detalların məlum temperatur diaqramı üzrə tavlınması; ağac lifindən və ya yonqardan hazırlanan plitələrin verilmiş təzyiq diaqramı üzrə

preslənməsi və s. hallarda.

Fəza proqramlı sistemlərdən metalları verilmiş profil üzrə kəsmək və emal etmə proseslərində istifadə olunur. Kombinə olunmuş proqramlı tənzimləmə sistemlərindən kosmik stansiyaları və süni peykləri verilmiş orbitə çıxarmaq üçün istifadə olunur. Bu halda həm zaman, həm də fəza trayektoriyası verilmiş etalona tabe olmalıdırlar.

Proqramlar xüsusi qurğu olan proqram vericisi tərəfindən qabaqcadar verilmiş alqoritm üzrə hasil olunurlar. Proqram tənzimləmə sistemləri də statik və astatik ola bilərlər və adətən əks əlaqə prinsipi əsasında qurulurlar.

3. İzləyici sistemlər. İzləyici sistemlər-elə sistemlərdir ki, onlarda tənzimlənən parametrin dəyişdirilməsi və saxlanması qanunu əvvəlcədən məlum olmur. Tənzimlənən parametrin tapşırıq qiyməti xarici parametrlərdən və ya proseslərdən asılı olaraq müəyyən edilir. Bu xarici parametrlər və ya proseslər tənzimlənmir. Bu sistemlərdə tapşırıq sərbəst bir funksiya olub, əvvəlcədən məlum olmur. İzləyici sistemlər ümumi şəkildə

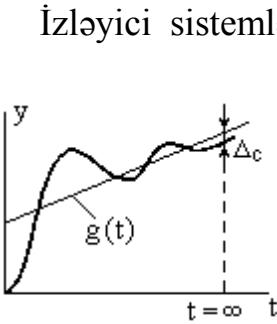
$$y = x \text{ və ya } y = kx$$

tənlikləri ilə xarakterizə olunur.

Burada x sistemin dəyişmə qanunu əvvəlcədən

məlum olmayan zamandan və ya digər parametrlərdən asılı olan giriş parametridir. k isə əmsadır.

Müasir texnikada bir neçə tənzimləmə parametri olan avtomatik tənzimləmə sistemləri get-gedə daha geniş miqyasda tətbiq edilir. Belə sistemlər çox hallarda qarışıq sistemlər sinfinə aid edilir ki, bu da vahid bir mürəkkəb sistem kimi stabilləşdirici, proqram və izləyici tənzimləmə sistemlərinin birləşməsindən ibarətdir. İzləyici sistemlərin proqram üzrə işləyən sistemlərdən prinsipial fərqi yoxdur. Burada fərq yalnız tapşırıq $g(t)$ signalının qabaqcadan məlum olmayan qanun üzrə dəyişməsindən ibarətdir. Bu dəyişmənin xarakteri adətən obyektin özünü necə aparmasından asılı olur. Misal üçün, idarə olunan zenit topunun hərəkət edərək uçuş trayektoriyası qabaqcadan məlum olmayan hədəfi izləməsi.



Şəkil 3.

İzləyici sistemlər tənzimləmənin əvvəldə şərh olunmuş istənilən fundamental prinsipi əsasında qurula bilər. Şəkil 3-də tapşırıq signalı xətti qanun üzrə dəyişən əks əlaqəli izləyici sistemdə baş verən keçid prosesi göstərilmişdir.

Texniki cəhətdən, proqram üzrə işləyən sistemlərdən fərq ondan ibarətdir ki, burada verilmiş alqoritm üzrə işləyən proqram vericisi əvəzinə obyektin fəaliyyətini izləyən qurğunun olmasıdır (yuxarıdakı misalda, radar qurğusu).

§3.3 Tənzimləmə parametrləri və tənzimləmə obyektı.

Hər hansı bir texnoloji qurğuda,maşın və mexanizmdə gedən fiziki proses bir və ya bir neçə parametrlə xarakterizə oluna bilər. İş prosesində bu fiziki kəmiyyətlər ya sabit saxlanılır və ya məlum qanun üzrə dəyişdirilir. Bu fiziki kəmiyyətlərə parametrlər deyilir. Obyekt yerinə yetirmək istədiyimiz prosesin məhdud məkanda aparılmasını və idarə oluna bilməsini təmin edən qurğudur. Məsələn, müxtəlif maşınlar, aparatlar, aqreqatlar, sobalar və s. Proses–mexaniki, kimyəvi, bioloji, energetik, istilik və s. proseslərindən ibarət ola bilər. Obyektlər onların yerinə yetirildiyi fiziki proseslərin növünə görə təsnifat olunurlar. Məsələn, mexaniki və elektro-mexaniki prosesləri yerinə yetirən robotlar, hərəkət edən və uçan aparatlar, müxtəlif mühərriklər; texnoloji prosesləri yerinə yetirən reaktorlar, metal əridən sobalar, o cümlədən, kütlədəyişmə və istilik

proseslərinin baş verməsini təmin edən rektifikasiya kolonları və qızdırıcılar (soyuducular); energetik proseslərin baş verdiyi turbinlər, transformatorlar və s.

Məsələn elektrik generatorunun iş rejimi onun sıxaclarında olan gərginliyin və ya tezliyin qiyməti ilə elektrik mühərriki onun valının dövrlər sayı ilə soba onda olan temperatur ilə, rezervuar içərisində olan mayenin səviyyəsi ilə; kompressor quyusu oraya verilən havanın miqdarı ilə və s.

Bu parametrlər konkret şərtlərə uyğun olaraq ya müəyyən qanun üzrə dəyişməli, yaxud kənar qüvvələr və s rejimlərinin dəyişməsindən asılı olmayaraq-sabit qalmalıdır.

Obyektin iş rejimini xarakterizə edən sabit saxlanması, yaxud hər hansı bir qanun üzrə dəyişməsi tələb olunan parametrlərə tənzimləmə parametrləri deyilir.

İçərisində hər hansı texnoloji proses gedən qurğuya, maşın və mexanizmə tənzimləmə obyekt deyilir.

Obyektin iş rejimini xarakterizə edən əsas amillərdən biri onların yükləridir. Obyektin yükü dedikdə hər hansı bir texnoloji və s məqsədlər üçün sərf olunan enerji miqdarı və ya maddə miqdarı nəzərdə

tutulmalıdır. Obyektdə gedən və müəyyən şərtlərə riayət edilməsini tələb edən proseslər çox müxtəlif istilik, kimyəvi, elektrik və s. olur. Yüklər müəyyən məhsuldarlıq üçün hesablanır və qurulur. İş prosesində məhsuldarlığın dəyişməsi obyektin yükünün dəyişməsinə səbəb olur. Məsələn elektrik enerjisinin sərf olunması qanunauyğun olaraq dəyişmir, çünki elektrik mühərrikinin, sobaların və başqa işlədicilərin dövrəyə təsadüfən qoşulub-açılmasından asılıdır.

Tənzimləmə obyektlərinin xassələrindən biri onların enerji və ya maddə toplamaq qabiliyyətidir. Bu xüsusiyyət onunla əlaqədardır ki, hər bir obyektə enerji və ya maddənin obyektədən xaric olunmasına qarşı müəyyən müqavimət vardır. Parametrin qiyməti yalnız o zaman sabit qalar ki, obyektə daxil olan və ondan xaric olan maddə və ya enerji miqdarı bir-birinə bərabər olsun.

§3.4 Avtomatik tənzimləmə sistemləri.

Avtomatik tənzimləyici ilə tənzimləmə obyeti birlikdə avtomatik tənzimləmə sistemini təşkil edir.

Səkil 1–də avtomatik tənzimləmə sistemlərinin struktur sxemi göstərilmişdir.

Göründüyü kimi sistem əsasən tənzimləmə ob-

yektindən, avtomatik tənzimləyicidən və proqram quruluşundan ibarət olan qapalı bir sistemdir.

Tənzimləmə sisteminin çıxışı ilə girişi arasında yaradılan əlaqəyə baş əks əlaqə deyilir.

Burada X_1 sabit saxlanması və ya hər hansı bir qanun üzrə dəyişməsi tələb olunan tənzimləmə parametridir.

Tənzimləmə prosesi təsirinin qapalı kontur üzrə bir elementdən digərinə verilməsi ilə xarakterizə olunur. Bu prosesdə iştirak edən bütün fiziki parametrlər $X_1; X_2; X_3; X_4; X_5$ bir-birindən asılıdır və bir-birinə təsir edir. Odur ki, bu prosesə sistemin ayrı-ayrı elementlərində gedən proseslərin cəmi kimi deyil, tam bir dövri proses kimi baxmalıyıq. Tənzimləmə sistemlərini təşkil edən elementləri bir istiqamətli elementlər kimi, yəni signalı yalnız bir tərəfə vermək qabiliyyətinə malik olan elementlər kimi nəzərdə tutacağıq. Beləki, elementin çıxış parametrinin dəyişməsinin girişə təsir edə bilmədiyini qəbul edirik.

Tənzimləmə sistemlərinin ayrı-ayrı elementlərinə sistemdən kənarında baxıla bilməz. Məsələn tənzimləmə obyektində prosesin necə getdiyini bilmədən tənzimləyicinin yaxşı və ya pis işləməsi haqqında danışmaq mümkün deyildir.

Tənzimləyici ilə tənzimləmə obyektinin işi birgə tədqiq edildikdən sonra avtomatik tənzimləyicinin keyfiyyəti olub-olmadığını söyləmək olar.

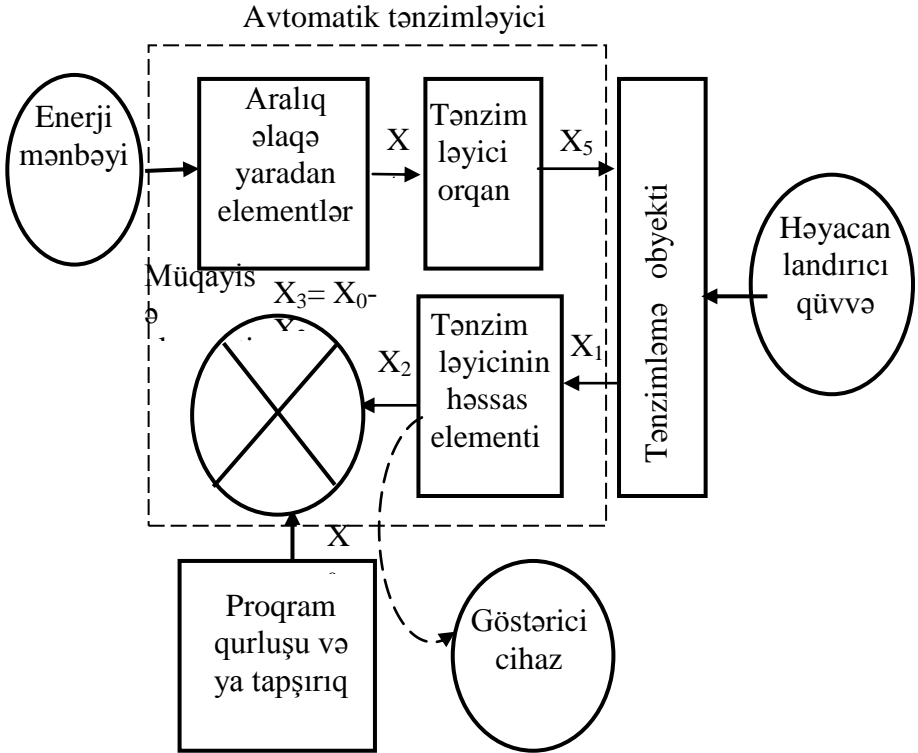
Beləliklə tənzimləmə prosesində təsirlərin qapalı kontur üzrə bir elementdən digərinə verilməsi avtomatik tənzimləmə sisteminin əsasını təşkil edir.

Elementlərin bir-birinə etdiyi təsirlərə, yəni $X_1; X_2; X_3; X_4; X_5$ parametrləri ilə ifadə olunan bütün təsirlərə tənzimləmə sisteminin daxili təsirləri deyilir.

Lakin qapalı kontur təşkil edən bu daxili təsirlərdən başqa sistem xarici mühitlə də müəyyən əlaqədə olur yəni sistemə xaricdən müəyyən qüvvələr təsir edir ki, bunlara da xarici təsirlər deyilir.

Tənzimləmə parametrinin verilmiş qiymətinə qaytarmaq üçün tənzimləyicinin obyektə təsir edən X_5 signalına idarəetmə signalı deyilir.

Tənzimləmə parametrinin cari qiyməti ilə verilmiş qiyməti arasındakı fərqə xəta signalı deyilir.



Xarici təsirlərdən biri də əl ilə və ya proqram quruluşundan tənzimləyicinin girişinə verilən X_0 signalıdır.(şəkil 1) Bu giriş signalı **tapşırıq adlanır**. Əgər sistem əvvəldən bir dəfə sazlanıbsa və nəzərdən keçirdiyimiz tənzimləmə prosesində X_0 tapşırığı dəyişməyərək sabit qalarsa, onda sistemin girişində xarici təsirin olmadığını nəzərə alacağıq.

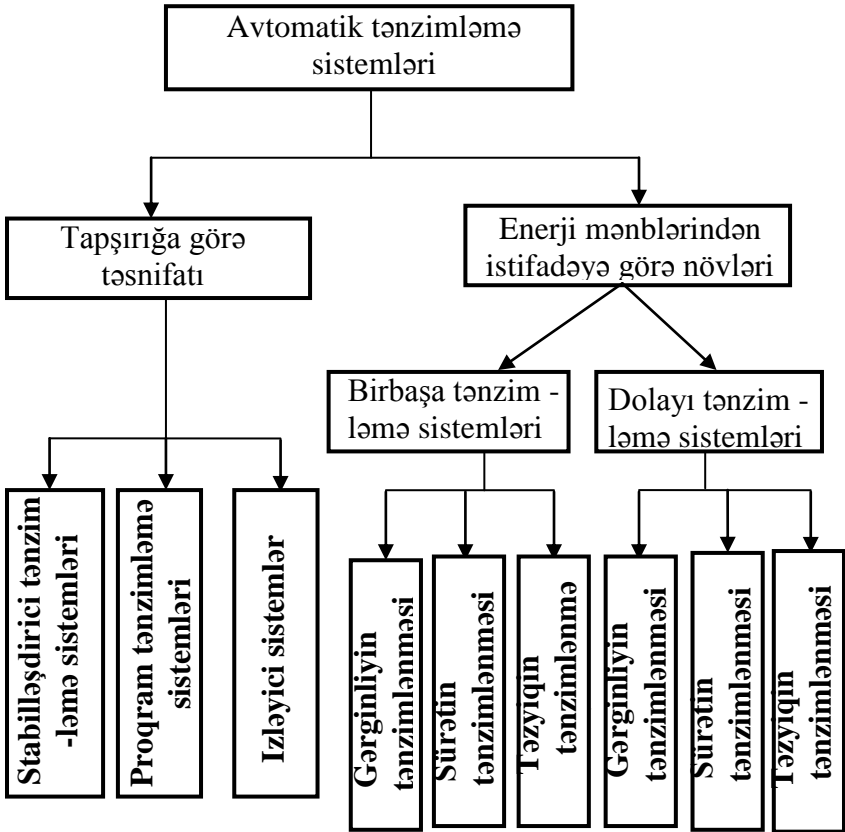
Tənzimləmə sisteminə edilən xarici təsirlərdən biri də tənzimləyicinin aralıq əlaqə yaradan elementlərinə verilən enerjidir. Tənzimləyiciyə təsir edən belə bir qüvvə, normal doyurma rejimi pozularkən məsələn qidalandırıcı şəbəkənin gərginliyi dəyişərkən, pnevmatik qidalandırma zamanı boru kəmərinə təzyiq dəyişərkən və hallarda meydana çıxır. Normal qidalandırma rejimi gözləndiyi hallarda isə sistemin bu yerində xarici təsir olmur.

Sistemə təsir edən üçüncü və ən əsas xarici qüvvə tənzimləmə obyektinə təsir edən qüvvədir ki, burada obyektin yükünün dəyişməsindən ibarətdir.

Ümumiyyətlə avtomatik tənzimləmə sistemlərini müvazinətdən çıxaran bütün bu təsirlərə həyacanlandırıcı qüvvə deyilir.

Həyacanlandırıcı qüvvələrin tənzimləmə parametrinə təsirini həyrcanlandırıcı qüvvəyə görə və ya parametrin dəyişməsinə görə tənzimləməklə kompensasiya etmək olar.

Avtomatik tənziyləmə sistemlərinin təsnifatı və növləri



IV FƏSİL

Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin tapşırığa və enerji mənbəyindən istifadəsinə görə növləri.

§4.1 Birbaşa və dolay avtomatik tənzimləmə sistemləri

İcra mexanizmlərini hərəkətə gətirmək üçün kənar enerji mənbəyindən istifadə edib etməmələrindən asılı olaraq tənzimləyicilər və eləcə də tənzimləmə sistemləri iki növ olur.

- 1. birbaşa tənzimləmə sistemi**
- 2. dolay tənzimləmə sistemi**

İcra orqanı kənar enerji mənbəyindən istifadə olunmadan yalnız tənzimləyicinin həssas elementində yaranmış qüvvə hesabına hərəkətə gətirilsə, belə sistemlərə birbaşa təsir edən tənzimləmə sistemləri, tənzimləyicilərə isə birbaşa təsirli tənzimləyicilər deyilir.

Xarici enerji mənbəyindən istifadə etmədən həssas elementin çıxış signalını gücləndirməklə tənzimləyici orqanı hərəkətə gətirən sistemlərə bilavasitə tənzimləmə sistemləri deyilir. Səviyyənin statik tənzimləmə sistemi buna misal ola bilər.

Belə tənzimləyicilər, tənzimləmə parametri öz verilmiş qiymətindən fərqləndikdə həssas elementdə yaranmış qüvvə icra mexanizmini hərəkətə

gətirmək üçün kifayət qədər olduqda tətbiq edilə bilər. Bu isə yalnız tənzimləyicinin həssas elementi böyük gücə malik olduğu hallarda mümkündür.

Çox vaxt verilmiş texnoloji prosesin qərarlaşmış rejimdən fərqlənməsi nəticəsində həssas elementdə əmələ gələn qüvvə qram ilə ölçüldüyü halda icra elementini hərəkətə gətirmək üçün lazım olan qüvvə yüz kiloqramlarla ölçülür. Bu halda icra orqanını hərəkətə gətirmək üçün xarici enerji mənbəyindən istifadə edilir. Belə həssas elementdən alınan siqnal hər hansı bir (hidravlik, pnevmatik, elektron, elektrik maşın və s) gücləndiriciyə verilir və burada kənardan alınan enerji (elementi) hesabına icra elementinin idarəsi üçün lazım olan həddə qədər gücləndirilir.

Əgər tənzimləyicinin icra elementini hərəkətə gətirmək üçün hər hansı bir kənar enerji mənbəyindən istifadə edilərsə belə tənzimləyicilərə dolayı təsir edən tənzimləyici deyilir.

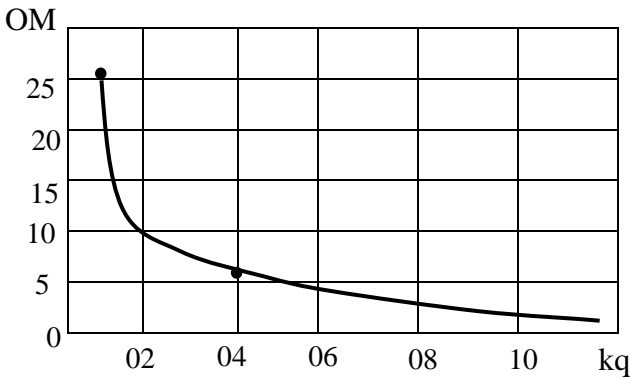
Dolayı təsir edən tənzimləyicilərdə tənzimləmə parametrlərinin dəyişməsi nəticəsində həssas elementdə yaranan, qüvvə ancaq aralıq elementləri hərəkətə gətirir ki, bunlar da icra orqanını hərəkətə gətirmək üçün lazım olan enerji (təzyiq altında olan mayeni, elektrik enerjisini və s) kənar mənbədən lazımı isti-

qamətdə və tələb olunan miqdarda icra orqanına buraxırlar. Belə tənzimləyicisi olan sistemlərə dolayı tənzimləmə deyilir ki, burada tənzimləmə parametri dəyişərkən icra orqanının vəziyyətini dəyişmək üçün lazım olan qüvvə kənar mənbədən alınan enerji hesabına əldə edilsin. Birbaşa və dolayı təsirli bir neçə tənzimləmə sistemini nəzərdən keçirək.

§4.2 Gərginliyin birbaşa tənzimlənməsi

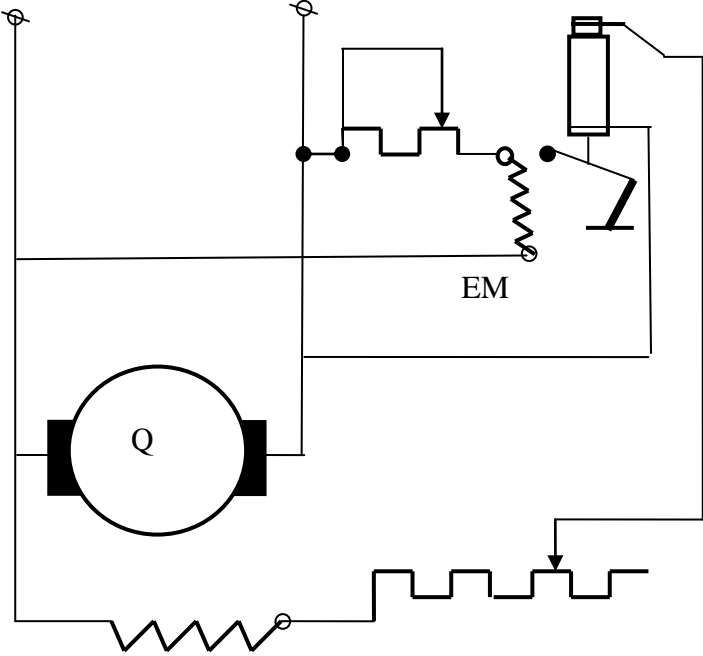
Gərginliyin birbaşa tənzimlənməsini nəzərdən keçirək. Bunun üçün birbaşa tənzimləmə sxemindən ən sadəsini—generatorun gərginliyinin tənzimlənməsini müşahidə edək. Məlumdur ki, generatorun gərginliyini tənzim etmək üçün kömür tənzimlənməsindən istifadə olunur. Bu generatorun təsirlənmə dövrəsinə qoşulmuş kömür şaybalardan yığılan sütun olub tənzimləmə müqaviməti vəzifəsini görür. Sütunun müqaviməti şaybaları sıxan qüvvədən asılı olub, aşağıdakı şəkildə (şəkil 1) göstərilən qanun üzrə dəyişir yəni sıxma qüvvəsi nə qədər artarsa, müqavimətdə o qədər azalar. Sxemdə həssas element vəzifəsini generatorun sıxaclarına qoşulan EM elektromaqnit ifadə edir. Generatorun sıxaclarındakı gərginlik nə qədər çox olsa, elektro-

maqnitin dartma qüvvəsi də bir o qədər çox olar. Bu qüvvəyə yayın dartılma qüvvəsi əks təsir göstərir. Gərginliyin verilmiş qiymətində bu qüvvələr qarşılıqlı surətdə müvazinətləşir. Əgər generatorun gərginliyi artarsa, onda elektromaqnitin lövbərinin dartma qüvvəsində artır və kömür sütununa olan təzyiq azalır. Nəticədə kömür reostatın müqaviməti artır və təsirlənmə dolağının cərəyanı azalır. Cərəyanın azalması lövbəri kəsən qüvvələr müvazinətləşənə qədər davam edir. Əgər gərginlik azalarsa, onda yayın təsiri ilə kömür sütunda olan təzyiq artır və onun müqaviməti azalır. Nəticədə təsirlənmə cərəyanı qüvvələrin müvazinəti alınana qədər artır. Bu isə gərginliyin artaraq verilmiş qiymətinə yaxınlaşmasına səbəb olur. Gərginliyin birbaşa tənzimlənməsinin qrafiki



Şəkil 1

Göründüyü kimi bu halda icra orqanı olan kömür sütunun vəziyyətinin dəyişməsi həssas element olan elektrik mühərrikində alınan qüvvə hesabına əldə edilir.

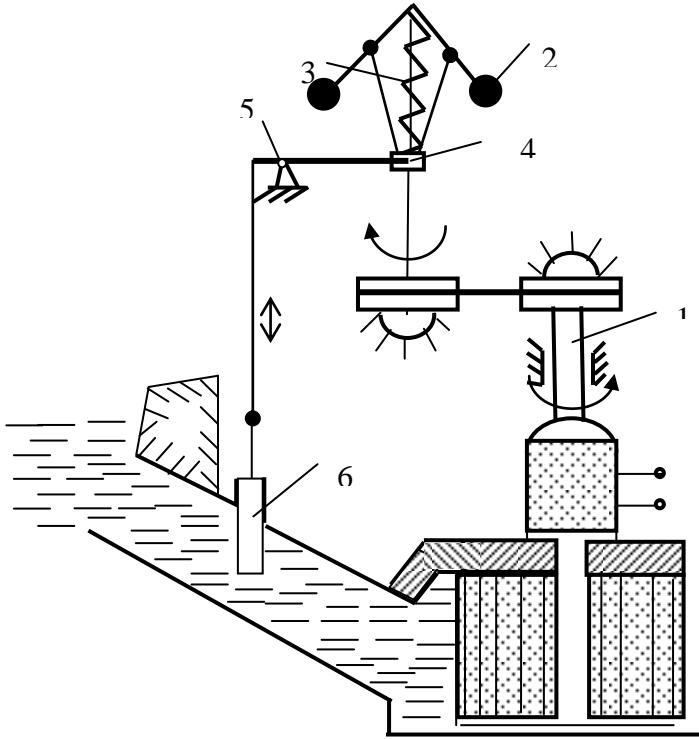


Şəkil 2 Gərginliyin birbaşa tənzimlənməsinin sxemi

§4.3 Sürətin birbaşa tənzimlənməsi.

Sürətin birbaşa tənzimlənməsi sxemini trubinin fırlanmasında öyrənək. Burada müxtəlif həyacanlandırıcı qüvvələr şəraitində mühərrikin nominal fırlanma sürətinin sabit saxlanması tələb olunur. Həyacanlandırıcı qüvvə olaraq mühərrikin yükünün dəyişməsinə qəbul edək. Mühərrikin valının fırlanması mexaniki reduktor vasitəsi ilə həssas elementə verilir. Yük dəyişərkən maşın valının və bununlada əlaqədar olaraq həssas elementin 1-valının fırlanma sürətləri müvafiq sürətdə dəyişir. Qurğuda həssas element kimi mərkəzdən qaçma tənzimləyicisindən istifadə edilir. Mühərrikin fırlanma sürəti dəyişərkən həssas elementin 2-yükləri mərkəzdən qaçma qüvvəsi ilə 3-yayın təsir qüvvəsinin fərqi nəticəsində yuxarı və aşağı hərəkət edir. Həmin hərəkət aralığı əlaqə elementləri olan 4-mufta və 5-qol vasitəsi ilə tənzimləyici element olan 6-klapana verilir ki, bu da tənzimləmə parametrinin verilmiş qiyməti bərpa olunana qədər turbinə maye verilməsini, yükün dəyişməsinə müvafiq olaraq artırır və ya azaldır. Tənzimləyici həssas elementin yayı vasitəsi ilə müəyyən bir rejimə sazlanmış olur. Şəkil 3

1-val, 2-yüklər, 3-yay, 4-qol, 5-klapan



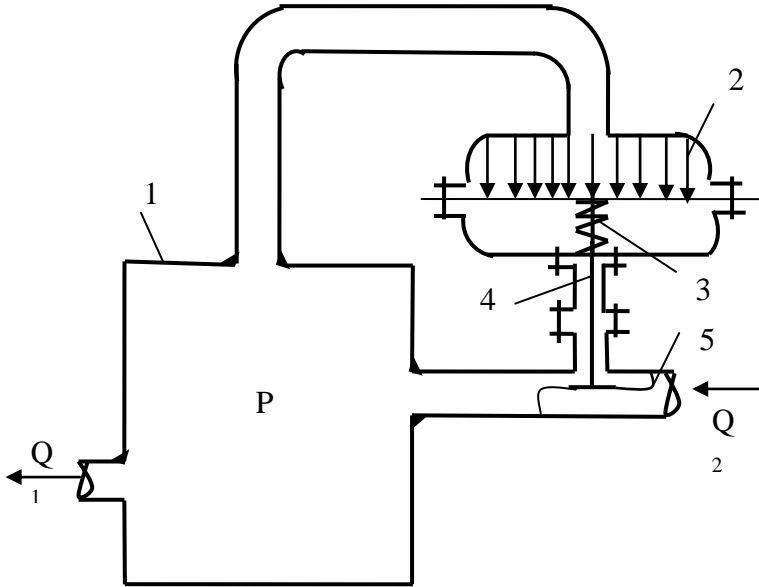
Şəkil 3 Sürətin birbaşa tənzimlənməsi.

§4.4 Təzyiqin birbaşa tənzimlənməsi.

İndi təzyiqin birbaşa tənzimlənməsi sxemini nəzərdən keçirək (şəkil 3) Bu zaman içərisində p təzyiqli qaz olan rezervuar tənzimləmə obyektidir, Q_1 sərfindən və ya digər həyəcanlandırıcı qüvvələrdən, məsələn-qazın temperaturunun dəyişməsindən asılı olmayaraq rezervuarın içərisindəki p təzyiqinin sabit saxlanması tələb olunur.

Sərfin dəyişməsi ilə hər hansı bir başqa həyə-

canlandırıcı qüvvənin təsiri altında tənzimləmə parametri (rezervuardakı qazın P təzyiqi) dəyişir. Tənzimləmə parametrinin dəyişməsini həssas element membran (2) hiss edir. Rezervuardakı qazın təzyiqindən və yayın (3) sıxılma qüvvəsindən asılı olaraq membran bu və ya digər tərəfə gərilir. Membranla əlaqələndirilmiş qol (4) tənzimləyici klapanın (5) vəziyyətini dəyişdirməklə rezervuara verilmiş qazın Q_2 miqdarını dəyişdirir. Bu hal rezervuarda plan qazın təzyiqi verilmiş qiymətə bərabərləşənə qədər davam edir.



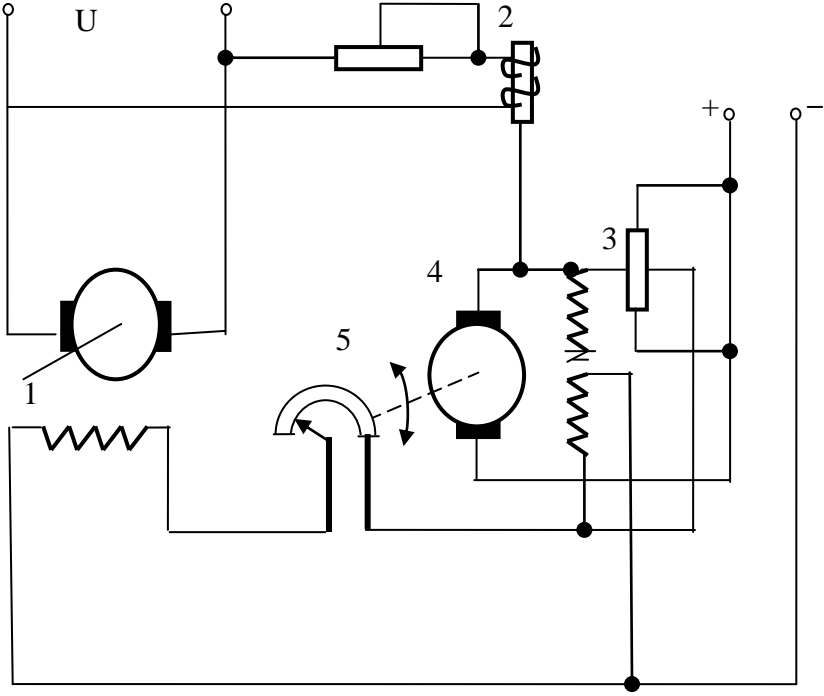
Şəkil4 Təzyiqinin birbaşa tənzimlənməsi.

§4.5 Gərginliyin dolayı tənzimlənməsi.

Bir sıra sadə sistemlər istisna olmaqla müasir idarəetmə sistemlərinin əksəriyyəti dolayı tənzimləməyə əsaslanır. Gərginliyin, sürətin və təzyiqin dolayı tənzimlənməsini nəzərdən keçirək.

Gərginliyin, dolayı tənzimlənməsində tənzimləyicinin vəzifəsi, yükün dəyişməsi və ya digər həyacanlandırıcı qüvvələrin təsiri zamanı sabit cərəyan generatorunun sıxaclarındakı U_g gərginliyini sabit saxlamaqdır.

Tənzimləyicinin həssas elementi (2) selonoiddir. Generatorun (1) sıxaclarındakı gərginlik azalıb artarsa selonoidin lövbərinin səviyyəsi dəyişir, potensiometrin (3) sürgüsünü də özü ilə bərabər hərəkət etdirir ki, lövbər hərəkət edərkən servomühərrik tənzimləyici element vəzifəsini icra edən reostatın (5) sürgüsünü bu və ya digər tərəfə hərəkət etdirməklə generatorun təsirlənmə cərəyanını dəyişdirir. Bu da reversiv servomühərriki (4) doyduran cərəyanın qiymətini və lazım gələrsə istiqamətini dəyişir. Təsirlənmə cərəyanının dəyişməsi generatorun sıxaclarındakı gərginlik öz verilmiş qiymətinə bərabər olana qədər davam edir.



Şəkil 5. 1-Generator, 2-həssas element selenoid, 3- potensiometr, 4-servomühərrik, 5-reostat

§4.6 Sürətin dolayı tənzimlənməsi.

Sürətin dolayı tənzimlənməsini trubinin fırlanma sürətinin tənzimlənməsi ilə öyrənək. Burada tənzimləyicinin vəzifəsi turbinin rotorunun fırlanma sürətini (ω) sabit saxlamaqdır. Turbin valının fırlanma sürəti həssas element olan mərkəzdənqaçma rəqqası ilə ölçülür. Həssas ele-

ment gücləndirici elementə qol vasitəsi ilə təsir edir. Gücləndirici element kimi iki porşenli zalotnikdən istifadə edilmişdir. Yüklə azalarkən turbin valının fırlanma sürəti artır. Mərkəz- dənqaçma rəqqasının yükləri bir-birindən aralanır müfta yuxarı qalxır və beləliklə zalotnikin porşenləri aşağı enir. Nasosdan gələn yağ borusu ilə servomühərrikin yuxarı hissəsinə daxil olur. Servomühərrikin aşağı hissəsində olan yağ isə boru ilə yardımçı baka axıdılır. Nəticədə servomühərrikin porşenləri aşağı hərəkət edir ki, bu da tənzimləyici element vasitəsi ilə turbinə verilən suyun miqdarını azaldır. Bu hal turbinə verilən suyun miqdarını onun valındakı yükünə müvafiq olana qədər davam edir. Valdakı yüklə artarkən elementlər əvvəlki halda göstərilən istiqamətin əksinə hərəkət edir. Sürətin dolayı tənzimlənməsinin işçi sxemi sürətin birbaşa tənzimlənməsində olduğu kimidir, sadəcə fərq gücləndirici element kimi iki porşenli zalotnikdən istifadə edilməsidir. Digər proseslər demək olar ki, eynidir.

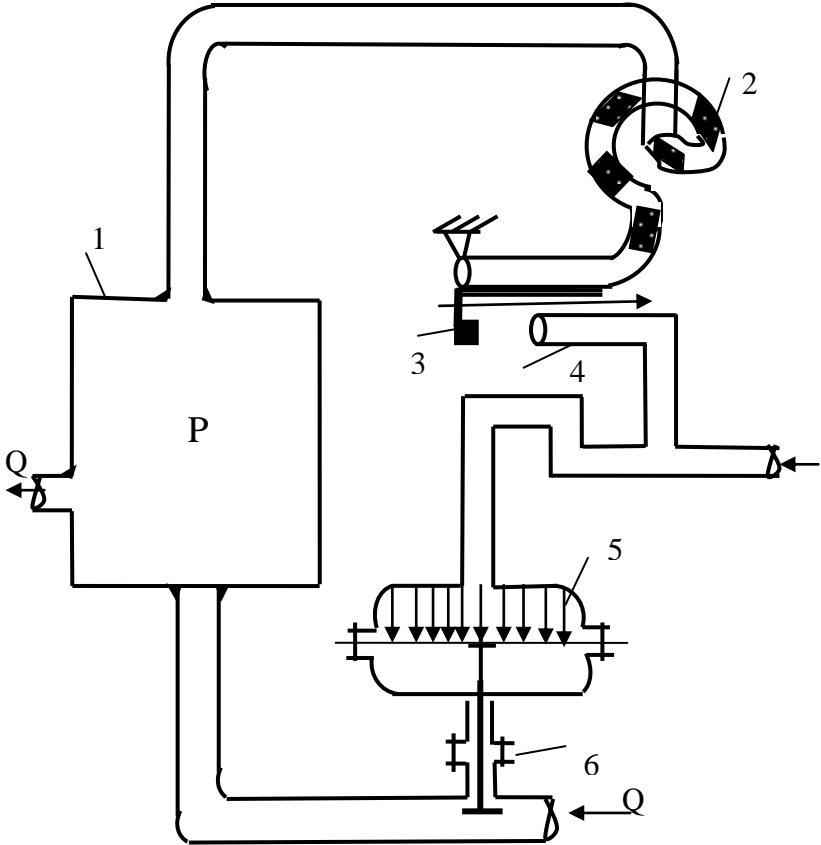
§4.7 Təzyiqin dolayı tənzimlənməsi.

Təzyiqin dolayı tənzimlənməsində tənzimləyicilərin vəzifəsi tənzimlənmə obyektində (məsələn

qaz kamerasında p təzyiqini sabit saxlamaqdan ibarətdir.(şəkil 3) Q yukunun dəyişməsi obyektəki (1) tənzimləmə parametrinin dəyişməsinə səbəb olur. Burdon yayından manometrik spiral yaydan ibarət olan həssas element (2) öz açıq ucu ilə lövhəni (3) idarə edir. Bu lövhə ucluq (4) ilə birlikdə gücləndirici

element vəzifəsini icra edir. Lövhə ucluğa təsir edərək kənar enerji mənbəyindən membranlı servomühərrikə (5) verilən sıxılmış havanın təziqini idarə edir. Membranlı servomühərrikdə tənzimləyici element olan klapana (6) təsir edərək obyektə verilən Q_2 qaz miqdarını müvafiq surətdə dəyişməklə sistemin müvazinətini bərpa edir və tənzimləmə parametrinin öz verilmiş qiymətinə yaxınlaşmasına səbəb olur.

Bu və bundan əvvəlki dolay tənzimləmə sistemlərində aydın görünürki, həssas elementdə yaranan kiçik bir qüvvə tənzimləyicinin bütün sonrakı elementlərinin də hərəkətə gəlməsinə səbəb olur. Aydındır ki, icra elementində yaranan qüvvə tənzimləyici elementin tərpənən hissəsini tələb olunan sürətlə hərəkət etdirə bilmək üçün kifayət qədər böyük qiymətə malik olmalıdır.



Şəkil 6 Təzyiqinin dolayı tənzimlənməsi.

Bütün dolayı tənzimləmə sistemlərində belə bir qüvvə, yəni həssas elementdə alınan kiçik qüvvənin güclənməsi, xüsusi elementdə alınan kiçik qüvvənin güclənməsi, xüsusi mənbələrdən alınan əlavə enerjindən (yağ, sıxılmış hava, elektrik enerjisi) istifadə etmək hesabına əldə edilir.

Qərarlaşmış rejimdə tənzimləyicinin çıxışından alınan siqnalın onun girişinə verilən siqnala olan nisbətinə tənzimləyicinin güclənmə əmsalı deyilir.

Gücləndirmə əmsalı anlayışı tənzimləmə sisteminin ayrı-ayrı elementinə də aid edilir. Bu halda ona elementin gücləndirmə əmsalı deyilir.

Beləlikə yuxarıda göstərilən misallardan aydın görmək olur ki, dolaylı təsirli tənzimləyicilərin gücləndirmə əmsalına nisbətən çox-çox artırıla bilər.

Birbaşa təsir edən tənzimləyicilər öz konstruktiv quruluşlarına görə sadə, istismarları asan və işdə daha etibarlı olur. Lakin bunların həssaslığı az və icra elementini hərəkətə gətirmək üçün yaratdıqları qüvvə kiçik olur ki, bu da həmin tənzimləyicilərin tətbiq sahəsini xeyli azaldır. Dolaylı təsir edən tənzimləyicilər öz mürəkkəbliyinə baxmayaraq icra elementini hərəkətə gətirmək üçün lazım olan qüvvəni yaratdıqdan, həmçinin istənilən tənzimləmə qanununu idarəetmə siqnalının təsir qanununu və lazımi dəqiqliyi yarada bildikləri üçün geniş yayılmışdır.

V FƏSİL.

§5.1 Vericilər, növləri və xarakteristikaları.

İstehsal proseslərinin avtomatlaşdırılmasında avtomatikanın müxtəlif elementlərindən istifadə olunur.

- 1) **Vericilər.**
- 2) **Ölçü sxemləri ,**
- 3) **Relelər.**
- 4) **Gücləndiricilər.**
- 5) **İcra mexanizmləri.**

Vericilərin vəzifəsi ondan ibarətdir ki, onların parametrləri ölçüləcək və tənzim olunacaq obyektlərdə yerləşdirilir, ölçüləcək parametrləri hiss edir, onu qəbul edir və əlverişli şəkildə salaraq avtomatikanın sonrakı elementlərinə göndərir.

Quruluşuna, iş prinsipinə və ölçülərinə görə müxtəlif vericilərdən istifadə olunur.

Konstruksiyasına və iş prinsipinə görə vericiləri 2 qrupa bölürlər.

- 1) **parametrik vericilər**
- 2) **generator vericilər**

Ümumyyətlə hər iki tip vericilərdə əksər hallarda vericinin girişinə qeyri elektrik kəmiyyətlərin dəyişməsi verilir. Vericinin çıxışından isə elektrik kəmiyyətləri alınır.

Parametrik vericilərdə vericinin girişinə veriləsi qeyri elektrik kəmiyyətlərin dəyişməsi nəticədə vericinin özünün (R,İ,C,M) parametrlərinin birinin dəyişir. Ona görə də belə vericilərə parametrik vericilər deyilir.

Parametrik vericilər müqavimət dəyişmələrinə görə 2 qrupa ayrılır.

1) aktiv müqavimətli vericilər: kontakt vericiləri, penzometrik vericiləri, reostat vericiləri və termomüqavimətli vericilər.

2) Reaktiv müqavimətli vericilər: İnduktiv və tutum vericiləri.

Generator vericilərində isə vericinin girişinə verilən bir elektrik kəmiyyətinin dəyişməsindən vericinin çıxışında dəyişkən elektrik hərəkət qüvvəsi yaranır.

Parametrik vericidən istifadə etdikdə əlavə enerji mənbəyindən istifadə olunur.

Generator vericilərində isə buna ehtiyac duyulmur.

Giriş parametrinin dəyişməsinin çıxış parametrinin dəyişməsinə olan nisbətində vericinin həssaslığı deyilir.

$$S = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

Vericinin şərti işarəsi belədir. 

§5.2 Qüvvə və təzyiq vericiləri.

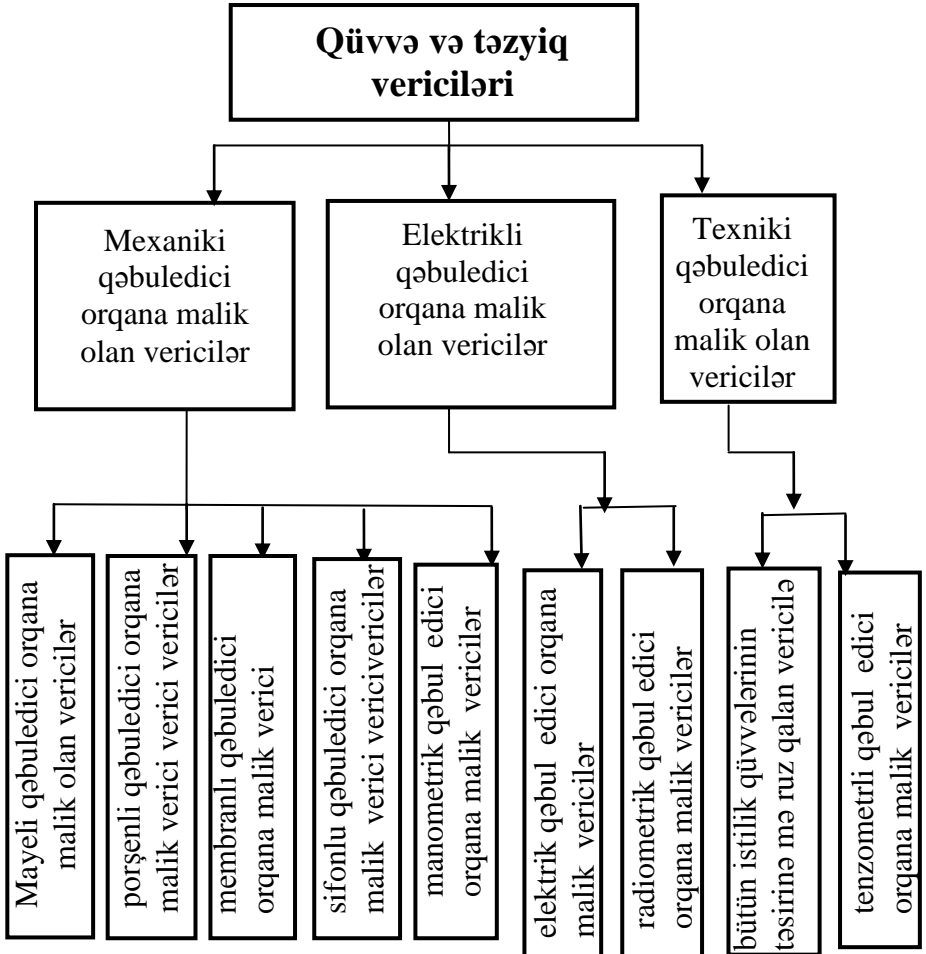
Qüvvə və təzyiq vericilərinin iş prinsipi onlara olunan təsir ilə əmələ gələn mexaniki yerdəyişmə prinsipinə əsaslanır.

Məlumdur ki, avtomatikada avtomatik cihaz və qurğulardan geniş istifadə olunur. Bu cihaz və qurğuların əksəriyyətində həssas element kimi vericidən istifadə olunur. Əvvəlki mühazirələrdən məlumdur ki, həssas element prosesi xarakterizə edən parametrdə baş verən hər hansı dəyişikliyi dərhal hiss edir, bunu digər orqanlara çatdırır. Həmin orqanlar isə baş vemiş dəyişikliyi əvvəlki vəziyyətə qaytarır. Vericilər olduqca həssas olmaqla yanaşı xüsusi qəbuledici hissəyə malikdirlər. Qəbuledici hissənin vəzifəsi qüvvə və təzyiqin təsiri ilə yaranmış signalı qəbul etməkdən ibarətdir. Qəbuledici orqanın konstruksiyasından asılı olaraq vericiləri müxtəlif qruplara bölmək mümkündür.

1. Mexaniki qəbuledici orqana malik olan vericilər: buraya aiddir: mayili, porşenli, membranlı, sifonlu, monometrik və s.
2. Elektrikli qəbuledici orqana malik olan vericilər: buraya aiddir: elektrik radiometrik.
3. Texniki qəbuledici: buraya aiddir: bütün istilik qüvvələrinin təsirinə məruz qalan vericilər və

tenzometrli vericilər.

Qeyd olunanları sxematik şəkildə aşağıdakı kimi ifadə etmək mümkündür



§5.3 Mayeli mexaniki orqana malik vericilər.

Adından məlum olduğu kimi mayeli qəbul-edicidə vericinin qəbul edici hissəsi maye səthdir o həmdə vericinin ötürmə funksiyasını yerinə yetirir. Yəni müəyyən konstruktiv qurluşa malik olan vericinin bütün funksiyasını onun içərisinə tökülmüş maye həyata keçirir. Bu vericilər çoxlu növlərə malikdir. Mayeli vericilər. Müəyyən funksiyaları yerinə yetirərkən sistemə çevrilirlər. Onların ən geniş yayılmış növləri şəkillərdə verilmişdir.

U-şəkilli vericinin iş prinsipi birləşmiş qablar prinsipinə əsaslanır. Bu sistem borudan və kiçik rezervuardan ibarətdir. İçərisinə maye tökülmüşdür. Adi halda yəni normal vəziyyətdə rezervuardakı suyun səviyyəsi ilə borudakı suyun səviyyəsi eyni olmalıdır və U hərfini xatırladır. Bu zaman həm rezervuar, həm də boru P_1 və P_2 təzyiqinə məruz qalır. Daha dəqiq desək sistemə təsir edən P_1 və P_2 qüvvələri bir-birinə bərabər olmalıdır $P_1 = P_2$ Proses zamanı kənar qüvvənin təsiri ilə yuxarıdakı şərt pozulduqda ΔP qüvvəsi əmələ gəlir. Daha dəqiq desək maye səthinə təsir edən qüvvə xarici təsirlərə müvafiq olaraq dəyişdikdə əmələ gələn ΔP -

ni aşağıdakı formulanın köməyilə təyin etmək mümkündür.

$$\Delta P = P_1 - P_2 \quad (1)$$

Burada ΔP -təzyiqlər fərqidir.

P_1 -rezervuar tərəfindən mayeyə olunan təzyiq qüvvəsidir.

P_2 -isə boru tərəfindən (xarici təsir) mayeyə olunan təzyiq qüvvəsidir.

Sxemdən görünür ki, ΔP -in mövcudluğu boruda H hündürlüyü yaradır. Bu hündürlükdə yerləşən mayenin miqdarı təzyiqlər fərqi ΔP -yə bərabər olur.

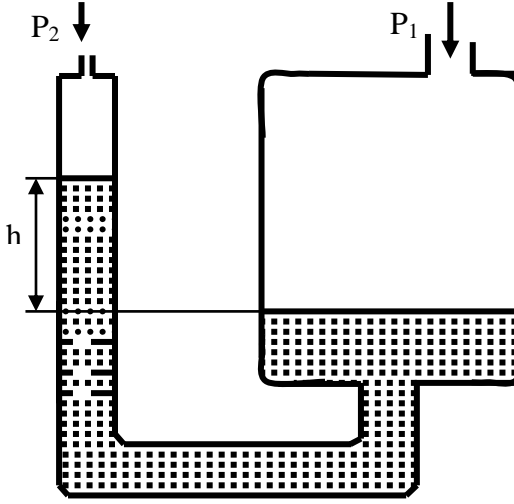
Aşağıdakı formulanın köməyilə təyin edilir.

$$\Delta P = \gamma h \quad (2)$$

Burada γ - mayenin sıxlığıdır. h -boruda əmələ gəlmiş maye sütununun hündürlüyüdür.

ΔP -maye səthinin məruz qaldığı təzyiq qüvvəsinin dəyişmiş qiymətidir.

U -şəkilli sistemdə maye ΔP -ni qəbul edir və ötürür. ΔP -nin qiymətini isə (2) formulası ilə təyin edilir. h -boru boyunca yuxarı qalxan (P qüvvəsinin təsiri ilə) mayenin hündürlüyüdür.



Şəkil 1. U şəkilli mayeli qəbuledici orqana malik vericinin sxemi

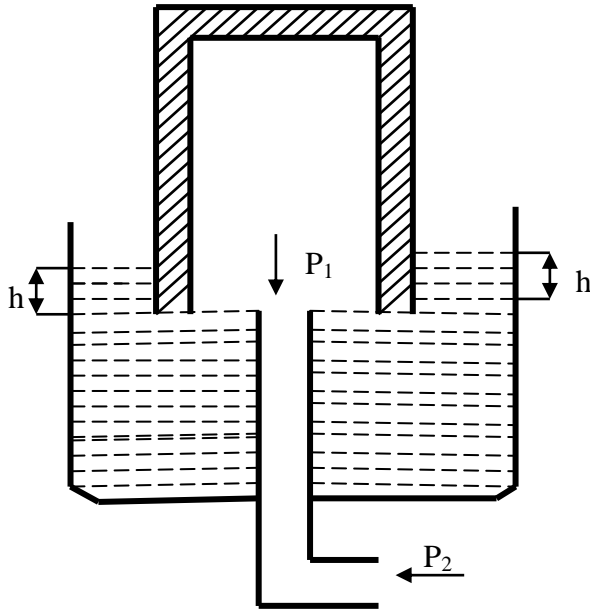
§5.4 Zəngli sistemə malik mayeli vericilər.

Vericinin belə adlandırılmasının səbəbi odur ki, içərisinə maye tökülmüş rezervuarın maye səthinə kəsik dördbucaqlı qab salınmışdır. Maye səthində baş verən dəyişikliyi hər hansı xarici qüvvənin təsiri ilə fəaliyyətə başlayarkən bu şveller zəng səsi çıxarmaqla maye səthinə daxil olur. Şəkildən görünür ki, rezervuarın içərisinə maye tökülmüşdür. Aşağı hissəsindən ortadan içi boş boru yerləşdirilmişdir. Bu boru vasitəsi ilə maye səthi P_1 təzyiqli təsir göstərir. Rezervuardakı suyun üzərinə içi dolu yarım dördbucaqlı şəkildə iki tərəfli boru salınmışdır. Adi halda bu boru maye səthinin üzərində

yerləşir. P_1 -təzyiqinin qiyməti dəyişərkən şəkildə göründüyü kimi nəticədə zəngli borunun yaratdığı P_2 təzyiqi aşağıdakı formulanın köməyiylə təyin edilir.

$$P_2 = 2\gamma h \quad (3)$$

Burada h - mayenin hündürlüyü, γ -sıxlığı, 2-isə həm də iki tərəfli olduğunu göstərir. Yəni maye səthi P_2 təzyiqini daha dəqiq desək təzyiqini dəyişmiş qiymətini qəbul edərək ötürür.



Şəkil2. Zəngli mayeli qəbuledici orqana malik vericinin sxemi.

§5.5 Hidrostatik diferensiallı mayeli qəbuledici orqana malik verici

Bu sistem ona görə hidrostatik adlanır ki, mayenin statik dəyişməsinə əsaslanır, diferensial adlandırılmasına səbəb isə bu dəyişmənin çox kiçik ölçülərdə böyük dəqiqliklə aparılmasını sübut edir. Hidrostatik sistemlərdə dairədən asılmış G yükündən istifadə olunmuşdur. G -ağırlığına malik olan yük dairə boyunca hərəkət edir. Bu yük adi halda $P_1 = P_2$ dairənin ağırlıq mərkəzindən asılmışdır. Maye səthi xarici qüvvənin təsirinə məruz qalarkən normal vəziyyəyi pozulur və G ağırlığında yük α bucağı qədər yerini dəyişir. Təbii ki, bu zaman mayedə müəyyən miqdarda hərəkət edərək α bucağı altında yerləşər. Bu bucağı qiyməti çox kiçik də ola bilər. Yəni ən kiçik dəyişmələrdə maye hiss edərək α bucağı yaradır. Maye səthinin hiss etdiyi təzyiqlik dəyişikliyi (4) formulasında əks olunur.

$$P_2 = \alpha G \quad (4)$$

Burada α - kənar qüvvələrin təsiri mayenin yerini dəyişməsi ilə yaranan bucaqdır.

G -isə sistemdə fəaliyyət göstərən dairə yükünün ağırlığıdır.

Mayeli qəbuledici orqana malik vericilər bir sıra mənfi və müsbət xüsusiyyətlərə malikdir. Müsbət

xüsusiyyətləri aşağıdakılardan ibarətdir.

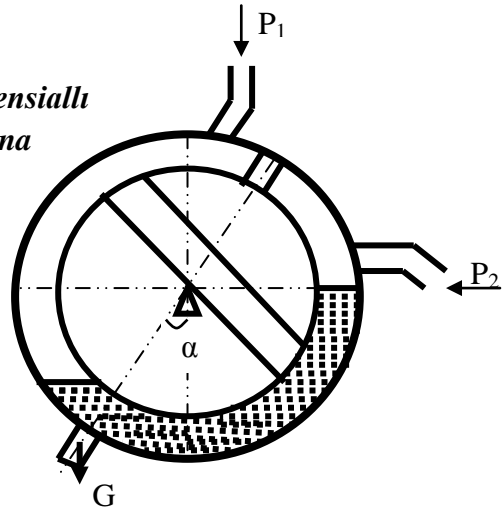
- stabil və dəqiq ölçmə və ötürmə qabiliyyətinə malikdirlər
- -yüksək etibarlıdır.
- - uzun ömürlüdür.
- -asan istifadə qabiliyyətinə malikdirlər.

Mənfi xüsusiyyətləri aşağıdakılardan ibarətdir.

- -böyük ölçülüdürlər.
- -həmişə şaquli vəziyyətdə olmağı tələb olunur.

Mənfi və müsbət xüsusiyyətləri müqayisə etdikdən sonra məlum olur ki, qeyd olunan nöq- sanlara baxmayaraq avtomatik sxemlərdə dəqiqlik tələb olunan momentlərinə mayeli vericilərdə geniş istifadə olunur.

Şəkil3.Hidrostatı diferensiallı mayeli qəbuledici orqana malik vericinin sxemi



§5.6 Mexaniki qəbuledici orqana malik vericilər

Ətraf mühitin dəyişikliyinə nəzərə alan membranlı sifonlu və manometrik borulu vericinin konstruksiyasının və iş prinsipinin öyrənək

Ətraf mühit dedikdə vericilərin cismə nəzarət etdiyi sistemin əlaqədə olduğu mühit göstəriciləri hava və müxtəlif qazların kompleksi şəklində təzahürü deyə bilərik. Onların hamısını təsirini təzyiqli qüvvəsi hesab etirik. Həmin təzyiqli isə P ilə işarə edirik. İstənilən halda ətraf mühit maddələrini tənzimləmə sisteminə ilkin təsirini hiss edən verici olduğu üçün o mexaniki qəbuledici orqana malik olmalıdır. Normal halda yəni sistemin qərarlaşmış rejimdə fəaliyyəti zamanı mexaniki qəbuledici orqana malik verici ətraf mühitin təsiri olan P -yə reaksiya vermir. Bu o deməkdir ki, P -nin qiyməti normativə uyğundur. Əgər o normativ qiymət pozularsa bunun mexaniki qəbuk edici orqan dərhal hiss edərək qəbul etdiyi signalı ötürücü hissənin köməyi ilə sistemə çatdırır. Qeyd olunanları daha aydın şəkildə dərk etmək üçün membranlı sifonlu və manometrik borulu vericilərin konstruksiyasını və iş prinsipini şəkil (1,2,3) üzrə öyrənək .

I. **Membranlı vericinin** şəkil 1-dəki konstruksiyasının analizi onun aşağıdakı hissələrdən ibarət

olmasını göstərir.

1. Boru (P təzyiqini qəbul edən)
2. Membranlı lövhə səth
3. Ştok
4. Dəstək
5. Kontak əlaqələri

Bu vericinin qəbul edici hissəsi membrandır. Ötürücü hissəsi ştok və dəstəkdir. Membran özü müxtəlif növlərdən ibarətdir.

1. Müstəvi səthli membran
2. Metallik qafriənmiş membran
3. Açılıb-bağlanan membran
4. Yumuşaq membran

1. Adından məlum olduğu kimi müstəvi səthli membran özünün müstəvi səthinin köməyi ilə dəyişən P siqnalını qəbul edir. Normal halda o öz müstəviliyini saxlayır. Normativ qiymət pozularkən müvəqqəti olaraq müstəviliyini itirir. Sistem normal fəaliyyətini bərpa etdikdən sonra yenidən əvvəlki formasına qaydır.

2. Metallik qafriənmiş membranlar isə yüksək əyilmə qabiliyyətinə malik olmaqla xüsusi metallik boruların qafı formasında yığılından əmələ gəlir.

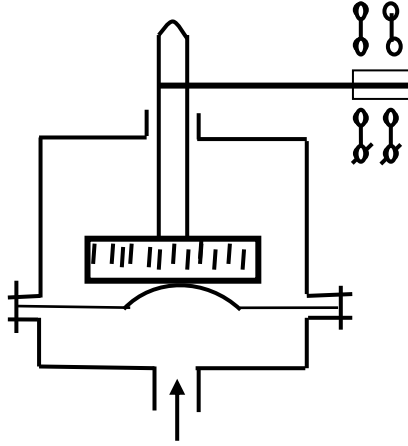
Siqnalın təsiri ilə bu qafriələr yığılıb açılmaq qabiliyyətinə malik olur.

3. Açılib-bağlanan membranlar təzyiqliq relelərinədə geniş tətbiq olunur. Onlar günbəzi formasında təzyiqliq qəbul edərək releni açıb-bağlamağa xidmət edirlər.

4. Yumşaq membranlar olduqca yüksək elastikliyə malik olurlar. Yəni çox yumşaqdırlar. Ona görə də yumşaq membranların tətbiqi zamanı əlavə yaydan istifadə edilir. Yumşaq membranlar adətən benzin və yaxud yağa davamlı maddə hopdurulmuş rezindən kaprondan və ipəkdən hazırlanırlar.

Membranlı vericilər çox dəqiq və stabil ölçmə qabiliyyətinə malikdirlər. Etibarlı və uzun ömürlüdür. Membranlı vericinin iş prinsipi aşağıdakı ardıcılıqla həyata keçirilir.

P-təzyiqliq boru vasitəsilə membran səthinə təsir göstərərək onun formasını dəyişməklə ştoku hərəkətə gətirir. Ştok öz növbəsində qol ilə əlaqələndirilmişdir. Qol və kontak əlaqələrini hərəkətə gətirmək qabiliyyətinə malikdir. P təzyiqlinin dəyişməsi ştok vasitəsilə qolu hərəkət etdirərək kontakt əlaqələrinin fəaliyyətini təmin edir.



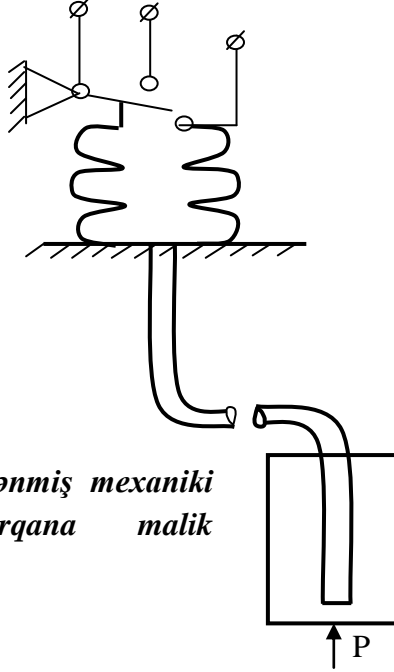
Şəkil 1

§5.7 Qafrılənmiş silfonlu verici.

Şəkil 2-də qafrılənmiş silfonlu verici göstərilmişdir. Sifon yığılıb açılma qabiliyyətinə malik olan nazik divarlı xüsusi metallik materialdan hazırlanmışdır. Sifonun yuxarı üst hissəsinə dəstək birləşdirilmişdir. Bu dəstək xüsusi əqrəblə əlaqədardır. Əqrəb öz növbəsində kontak əlaqələri ilə digər tərəfdən isə tərپənməz müstəvi ilə birləşmişdir.

Silfonlu vericinin iş prinsipi aşağıdakı kimi həyata keçirilir. P-təzyiq qüvvəsinin normativ qiyməti dəyişərkən silfon formasını dəyişir. Təzyiq artanda o şişib qafriləri yekeləndirir. Təzyiq normativ qiymətindən azaldıqda isə silfon kiçilərək qafriləri büzüşdürür. Hər iki halda silfonun vəziy-

yətinin dəyişməsi dəstək vasitəsilə əqrəbə təsir edərək onun kontakt əlaqələrini təmin edir.

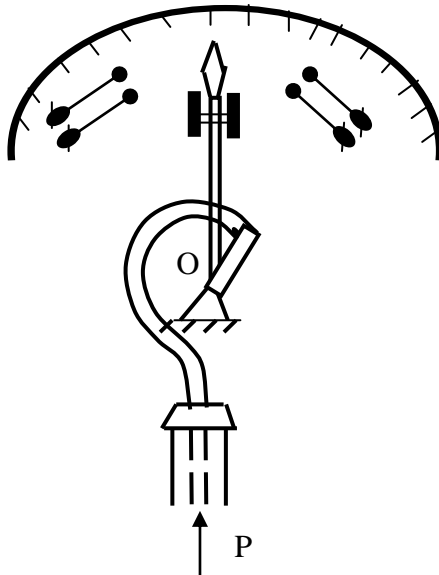


Şəkil 2 Qafrılanmış mexaniki qəbuledici orqana malik vericinin sxemi

§5.8 Manometrik borulu verici.

Şəkil 3-də manometrik borulu vericinin quruluş sxemi verilmişdir. Bu verici aşağıdakı hissələrdən ibarətdir. Nazik divarlı yüksək elastikliyə malik boru, əqrəb, ölçü şkalalı manometr və kontakt əlaqələri. Vericinin əsas hissəsini nazik divarlı elastik boru təşkil edir. Ona görə də onun yuxarı hissəsi yarım oval şəkilində əyilərək manometrin əqrəbi ilə birləşdirilmişdir. Vericinin iş prinsipi kimidir. P qüvvəsi xüsusi boru vasitəsilə

manometrik boruya təsir göstərir. Bu təsirin nəticəsində borunun oval hissəsi formasını saxlaya da bilər, itirə də bilər. Yəni təzyiq çoxaldıqda ovallıq artacaq, təzyiq nisbətən azaldıqca ovallıq azalacaq. İstənilən anda oval əqrəblə əlaqədə olduğu üçün əqrəbin manometrik şkalası üçün sağa və sola doğru hərəkət edərsək kontakt əlaqəni fəaliyyətə gətirər.



Şəkil 3 Manometrik borulu mexaniki qəbuledici orqana malik vericinin sxemi

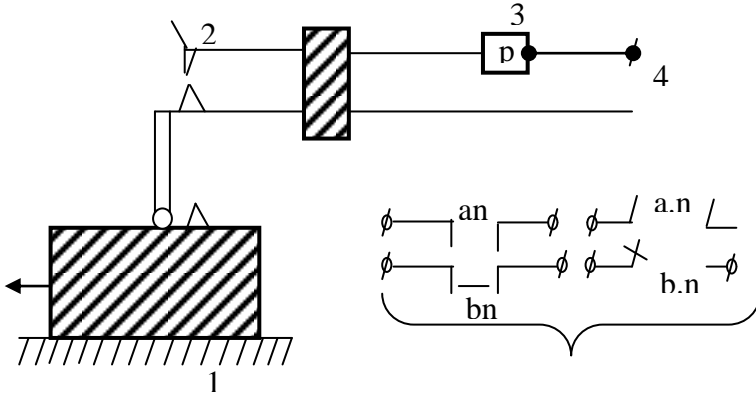
§5.9 Kontakt vericiləri.

Kontakt vericiləri vasitəsilə kiçik xətti yerdəyişmələri, hazır məmulatların sayını ölçmək müm-

kündür. Eyni zamanda bu ölçü vasitəsilə bir və ya bir neçə elektrik dövrlərini açıb

bağlamaq olar. Aşağıda sadə kontakt vericisinin iş prinsipi göstərilir.

- 1- Sayı ölçüləcək detal
- 2- Hərəkət edə bilən mexanizmlər
- 3- Elektromaqnit relesi
- 4- Elektrik müqavimət relesi açıq və normal bağlı
- 5- kontaktlar



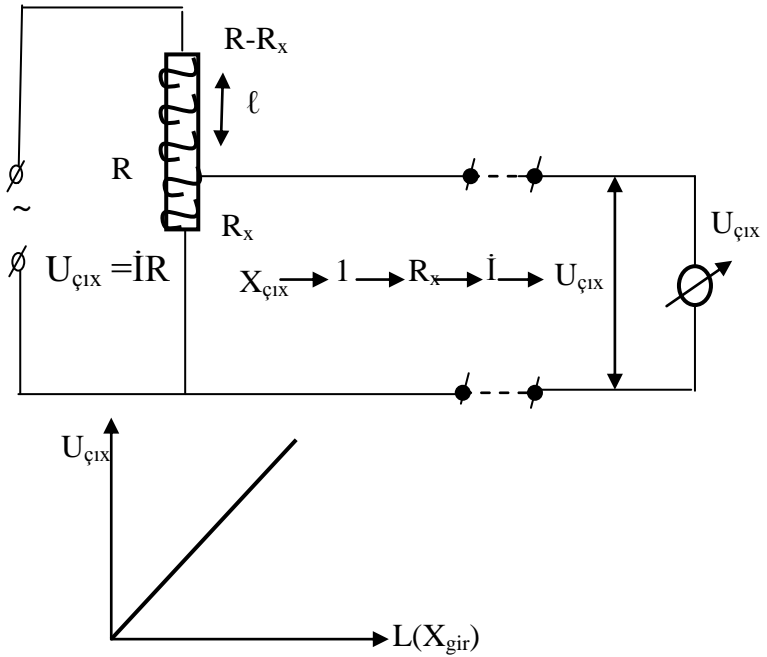
Sayı ölçüləcək detal konveyerin üstü ilə hərəkət etdikdə diyircək detailın üstündəki çıxıntıya yaxın-laşdıqda (2) kontaktları yaranır, nəticədə (p) elektrik maqnit relesi işə düşür öz normal açıq kontaktını bağlayır, bağlı kontaktını açır.

Beləliklə sayğaca (1) detailının keçməsi barədə siqnal göndərilir.

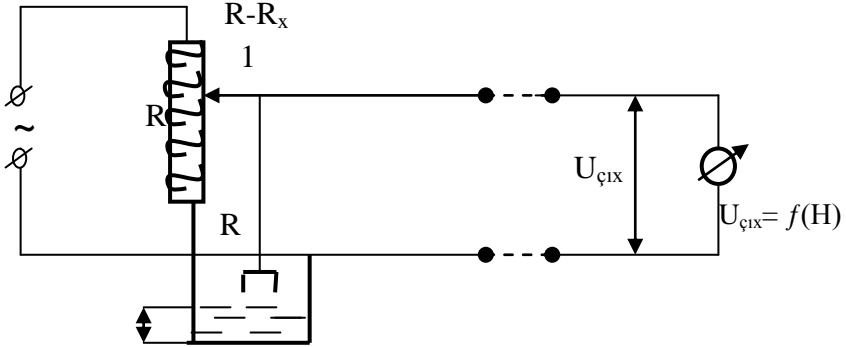
§5.10.Reostat vericiləri.

Reostat vericiləri vasitəsilə xətti və ya bucaq yerdəyişmələrini, səviyyəni və s kəmiyyətləri ölçmək və ya məsafəyə vermək mümkündür.

Reostat vericilərini hazırlamaq üçün $d = 0,2 \div 0,5\text{mm}$ olan nixrol naqillərdən istifadə olunur. Aşağıda sadə reostat vericisinin quruluşu göstərilmişdir. Vericilərin girişinə xətti yerdəyişmə verildikdə onun aktiv (R_x) müqaviməti dəyişir, nəticədə dövrənin cərəyan şiddəti dəyişir. Vericinin çıxışında çıxış gərginliyi dəyişir.



Səviyyənin reostat vericisi vasitəsilə istifadəyə verilməsi.



§5.11 Tenzometrik verici.

Tenzometrik verici vasitəsi ilə böyük qüvvələri, xətti yerdəyişmə deformasiyaları, temperaturun, aktiv müqavimətin və s kəmiyyətləri ölçmək mümkündür.

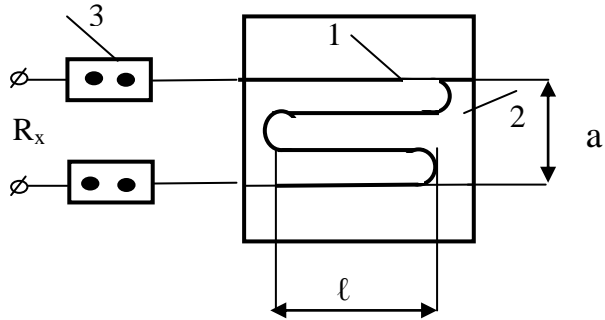
Tenzometrik vericini hazırlamaq üçün $d = 0,01 \div 0,05\text{mm}$ olan platin naqildən istifadə olunur. Vericinin iş prinsipi tenzoeffektə əsaslanır. Tenzoeffekt o deməkdir ki, hər hansı bir naqili dartdıqda və ya sıxdıqda onun ölçüləri dəyişir. Nəticədə həmin naqillərin elektrik müqaviməti də dəyişir.

$$R_x = \rho \frac{l}{S}$$

Verici hazırlamaq üçün istifadə olunan naqili ziqzaq şəkildə hazırlayırlar, nazik cığala kağızının üzərinə kley vasitəsilə yapışdırılırlar. Həmin verici parametrləri ölçüləcək detalın üzərinə BF-2 və ya BF-6 kleyi vasitəsilə yapışdırılırlar.

Aşağıda sadə tenzometrik vericinin quruluşu göstərilmişdir.

- 1- vericinin həssas elementi olan naqil
- 2- nazik cığala kağız ,
- 3- ucluq

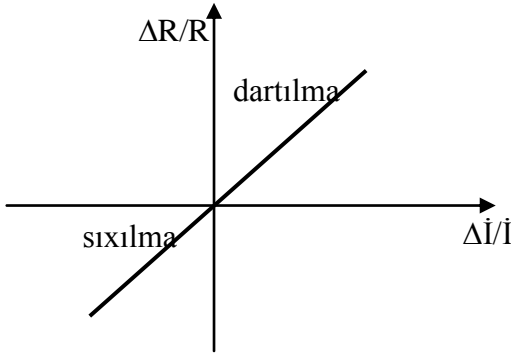


Vericinin tenzometrik əmsalı aşağıdakı kimi təyin edilir.

$$K = \frac{\Delta R / R}{\Delta l / l}$$

Tenzometrik vericinin çıxışı sabit cərəyan ilə

qidalanan körpü sxemlərinə verilir.



§5.12 Termomüqavimət vericiləri

Termomüqavimət vericiləri vasitəsilə əksər hallarda temperaturun qiyməti ölçülür və məsafəyə göndərilir. Vericinin iş prinsipi metal naqillərin müqavimətinin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsinə əsaslanır. Naqillərin müqavimətinin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi aşağıdakı formula ilə hesablanır.

$$R_t = R_0(1 + \alpha t)$$

R_t - t -temperaturdakı naqilin müqavimətidir.

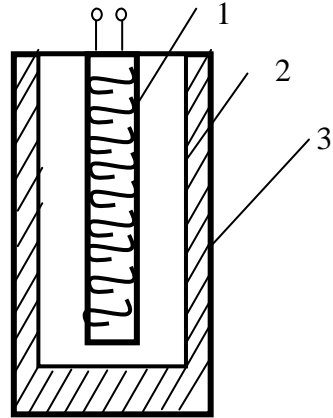
R_0 - 0° -dəki müqavimətdir.

α - naqilin müqavimətinin temperaturdan asılı olaraq dəyişmə əmsalı

Termomüqavimət vericisini hazırlamaq üçün mis və platin naqillərdən istifadə olunur.

Aşağıda sadə termomü-qavimət vericisinin quruluşu göstərilmişdir dielektrik materialdan hazırlanan karkas

2 1-vericinin həssas elementi olan mis və ya platin naqıl 3-metal örtükdür (müxtəlif təsirlərdən vericini qorumaq üçün) mis naqıldən hazırlanan termomüqavimət vericilərinə TSM deyilir (termo müqavimət metodu)



Ölçü həddi $-50 \div +180^{\circ} \text{s}$.

Platin naqıldən hazırlanan termomüqavimətə TSP deyilir. Ölçü həddi $-200^{\circ} - 650^{\circ} \text{s}$

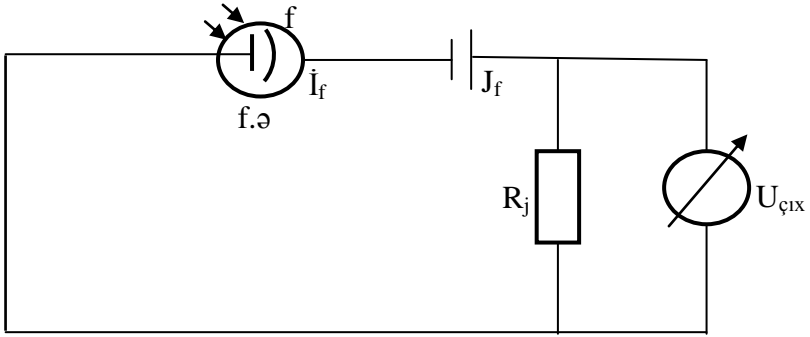
Vericinin çıxışı sabit və ya dəyişən cərəyan ilə işləyən körpü sxemləri ilə verilir.

§5.13 Fotoelektrik vericiləri

Fotoelektrik vericiləri vasitəsi ilə xətti yerdəyişmələri, temperaturu, mayelərin sıxlığını, və ya şəffaflığını, detalların səthinin təmizliyini və başqa kəmiyyətləri ölçmək mümkündür.

Fotoelektrik vericilərinin iş prinsipi fotoeffektə

əsaslanır. Aşağıda sadə fotoelektrik vericilərinin iş prinsipi verilmişdir.

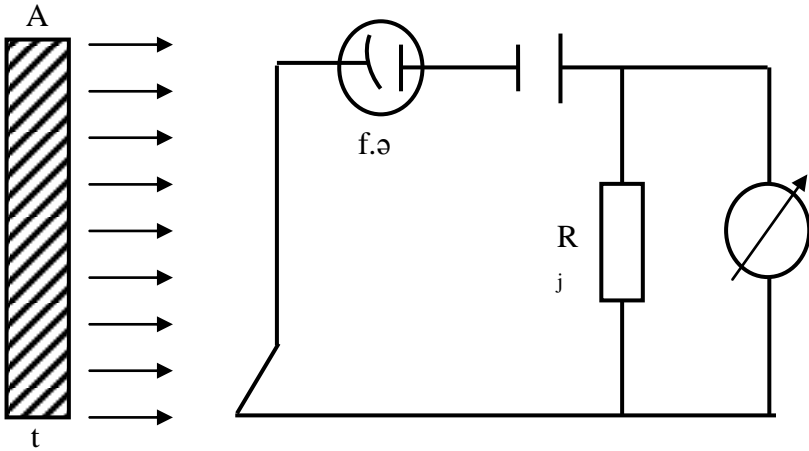


$$U_{\text{çu}} = \dot{I}_f \cdot R_j$$

$$U_{\text{çu}} = f(f)$$

$$F \rightarrow R_{\text{dax}} \rightarrow \dot{I} \rightarrow U_{\text{çu}}$$

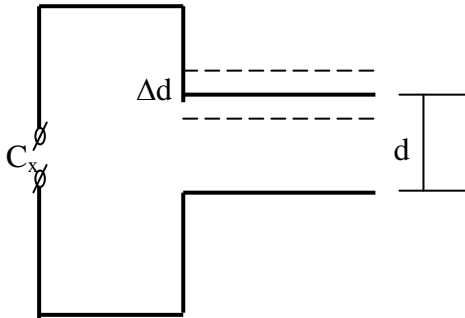
Fərz edək ki, fotoelektrik vericisi vasitəsilə temperaturu ölçürük.



§5.14 Tutum vericiləri.

Tutum vericiləridə reaktiv, müqavimət, tutum və parametrik vericilərə aiddir. Tutum vericiləri vasi-təsi ilə xətti və bucaq yerdəyişməsinə, mayenin sıxlığını, nəmliyini və s kəmiyyətləri ölçmək müm-kündür. Tutum vericiləridə girişə verilən dielektrik kəmiyyətlərin dəyişməsi nəticəsində vericinin tutu-mu dəyişir.

Tutum vericilərinin hər ikisinin çıxışı dəyişən cərəyan ilə qidalanan körpü sxemlərinə verilir. Aşağıda sadə tutum vericilərinin göstərilmişdir.



ϵ - kondensatorun lövhələri arasındakı mühitin dielektri keçiriciliyi.

S - kondensator lövbərinin sahəsi.

d -lövhələr arasındakı məsafə $C_x = 0,088 \frac{\epsilon S}{d}$

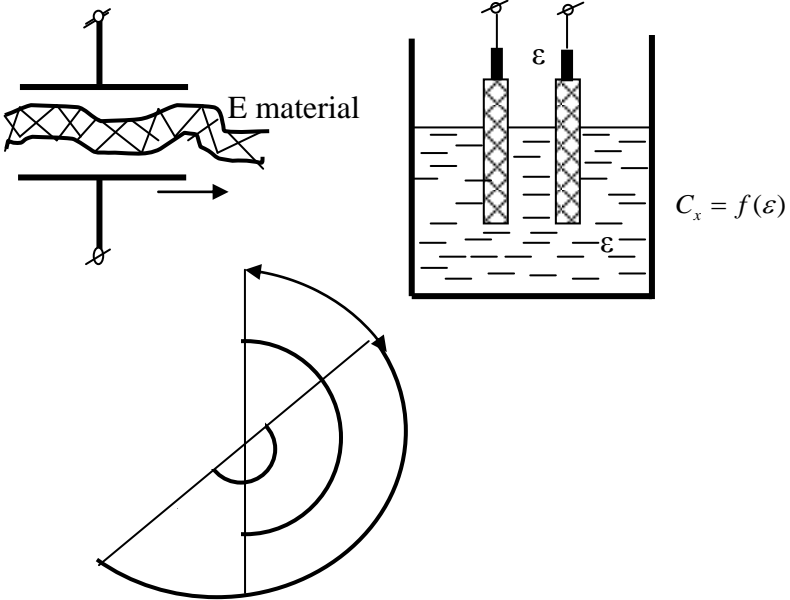
Əgər ϵ və S sabit olsa kondensatorun tutumunun dəyişməsi yalnız d -dən asılı olur. Onda tutum veri-

cisi vasitəsi ilə xətti yerdəyişmə ölçülür.

Əgər S ilə d sabit olsa kondensatorun tutumu lövhələr arasındakı dimetrik keçiricinin dəyişməsindən asılı olur. Onda belə verici vasitəsi ilə mayenin sıxlığını, materialın nəmliyini ölçmək mümkün olur.

$$\varepsilon S = const ; dS = const \quad C_x = f(d) \quad C_x = f(t)$$

Bəzi hallarda belə vericidən asılı olaraq bucaq yerdəyişmələri ilə də ölçülür. Onda kondensator lövhələri yarım dairə halında hazırlanır.



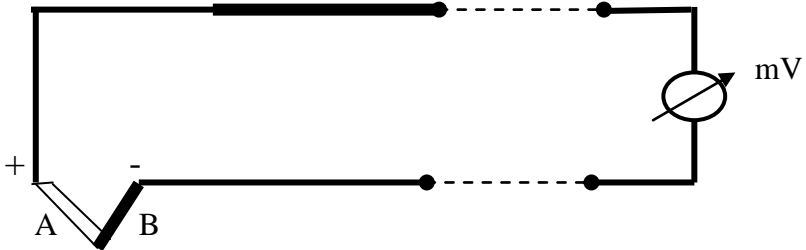
Mayələrin sıxlığının ölçülməsi

§5.15 Generator vericisi. Termoelektrik verici

Termoelektrik verici vasitəsi ilə əsasən termocütün qiyməti ölçülür və məsafəyə göndərilir. Termoelektrik vericinin iş prinsipi termoeffektə əsaslanır. İstehsalatda termoelektrik vericilərinə termocütlər deyilir. Termocütü hazırlamaq üçün 2 müxtəlif materialdan hazırlanan elektrodlardan isti-fadə olunur. Bu elektrodların bir ucu qaynaq olunur. Bu uca isti uc deyilir, o biri uca isə sərbəst uc və ya soyuq uc deyilir. İstehsalatda termocütü hazırlamaq üçün alimiumdan, platindən, xromdan, və dəmidən istifadə olunur. Termocütün soyuq ücü kənarından temperaturun sabit olduğu mühitdə yerləşdirilir isti ucu isə temperaturu ölçüləcək obyektə yerləşdirilir. Sadə termocütün sxemi aşağıda verilmişdir.

Sərbəst uclarda yaranan elektrik hərəkət qüvvələrinin qiyməti

$$E_{AB}(t) = E_{AB}(t) = E_{AB}(t_0)$$

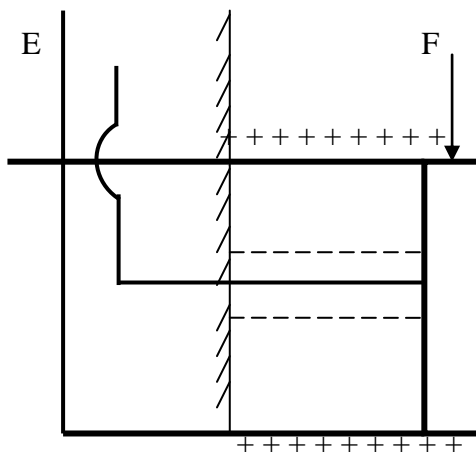


§5.16 Pyezometrik verici

Pyezometrik verici vericinin vasitəsi ilə xətti yerdəyişmələri, qüvvələri, dartılma və sıxılma deformasiyalarını, temperaturun, təzyiğin və s kəmiyyətləri ölçmək olur.

Pyezometrik vericinin iş prinsipi pyezoeffektə əsaslanır. Belə vericilər hazırlamaq üçün kvas kristalından istifadə olunur. Aşağıda pyezometrik vericinin sxemi verilmişdir.

$$E = f(F)$$



VI FƏSİL

§6.1 Ölçü sxemləri .

İstehsal proseslərinin avtomatlaşdırılmasının əsas elementlərindən biri də ölçü sxemidir. Ölçü sxeminin vəzifəsi vericilərdən alınan siqnalları əl-verişli şəkildə salaraq ölçü cihazlarına verməkdən ibarətdir. Bu zaman 3 ölçü sxemindən istifadə olunur.

- 1). Körpü ölçü sxemi
- 2). Kompensasiya ölçü sxemi
- 3). Diferensial ölçü sxemi

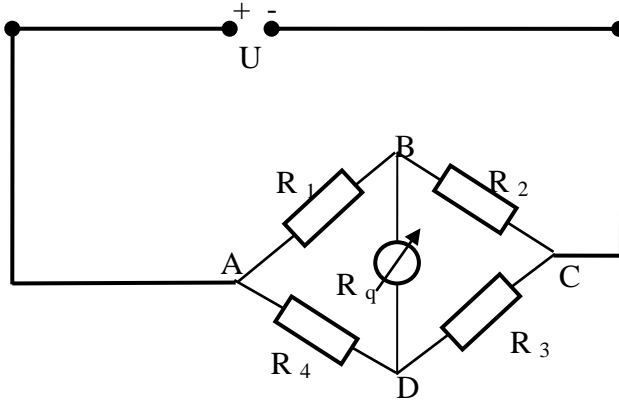
Körpü ölçü sxemi vasitəsi ilə aktiv və reaktiv müqavimətin qiyməti dəqiqi ölçülür.

Qidalanmasına görə körpü ölçü sxemi 2 cür olur.

1) Sabit cərəyan ilə qidalanan körpü sxeminə **sabit körpü ölçü sxemi** deyilir.

Bu sxem vasitəsi ilə aktiv müqavimət dəyişməsini ölçmək mümkündür. Aşağıda sabit cərəyan ilə qidalanan körpü ölçü sxemi verilmişdir. AC dioqnalı körpünün qidalanma dioqnalı, BD dioqnalına isə ölçü dioqnalı deyilir. Ölçü dioqnalından keçən cərəyan J_0 adlanır.

$$J_0 = \frac{U(R_1 R_3 - R_2 R_4)}{R_q(R_1 + R_3)(R_2 + R_4) + R_1 R_3(R_2 + R_4) + R_2 R_4(R_1 + R_3)}$$



R_q - qolvonometrın daxili müqavimətidir.

Körpü ölçü sxeminin tarazlaşması üçün bir tarazlıq şərti var. Əgər körpünün qarşı-qarşıya duran qollarının müqavimətinin hasilı bir-birinə bərabərdirsə, $J_0 = 0$

$$R_1 R_3 = R_2 R_4, \quad J_0 = 0$$

Bu tarazlıq şərtindən istifadə edərək körpünün qollarındakı müqavimətdən $K_1 = \frac{R_2 R_4}{R_3}$ tapırıq.

3. Dəyişən cərəyan körpü sxemi

$$Z_1 = R_1 + jx_1;$$

$$Z_2 = R_2 - jx_2;$$

$$Z_3 = R_3 + jx_3;$$

$$Z_4 = R_4 - jx_4$$

Qollardakı müqavimətlər kompleks müqavimətlər olduğu üçün onların qiymətləri yuxarıdakı kimidir.

$$Z_1 = Z \ell^{j\varphi_1};$$

$$Z_2 = Z \ell^{j\varphi_2};$$

$$Z_3 = Z \ell^{j\varphi_3}$$

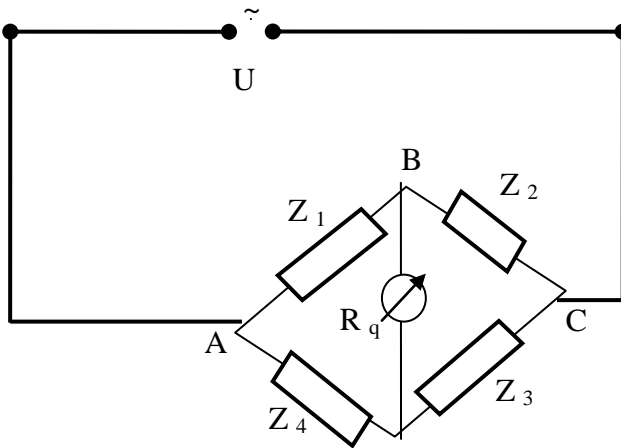
$$Z_4 = Z \ell^{j\varphi_4}$$

Dəyişən cərəyan ilə işləyən işləyən körpü sxemlərin iki tarazlıq şərti var.

$$Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4$$

$$\varphi_1 + \varphi_3 = \varphi_2 + \varphi_4$$

Əgər bu şərtəndən biri pozularsa, onda körpü ölçü sxemi tarazlıqdan çıxar. Hər iki körpü sxemindən istifadə edərək istehsalatda temperaturu, ölçmək mümkündür.



§6.2 Kompensasiya ölçü sxemi.

Kompensasiya ölçmə sxeminə bəzən istehsa-

latda “0” metodu ilə ölçmə və ya müqavimət ölçü metodu ilə ölçmə deyilir. Kompensasiya ölçü sxemləri ilə böyük hərəkətlər, temperaturun dəyişməsinin ölçmək mümkündür. Belə sxemlər vasitəsi ilə istehsalatda termoelektrik (termocütün) vericilərin soyuq uclarında yaranan elektrik hərəkət qüvvələrinin dəqiq ölçmək üçün istifadə olunur. Kompensasiya ölçü sxemləri potensiometr adlanır.

Temperaturu ölçən cihazların daxilində yerləşən Kompensasiya ölçü sxemi göstərilmişdir.

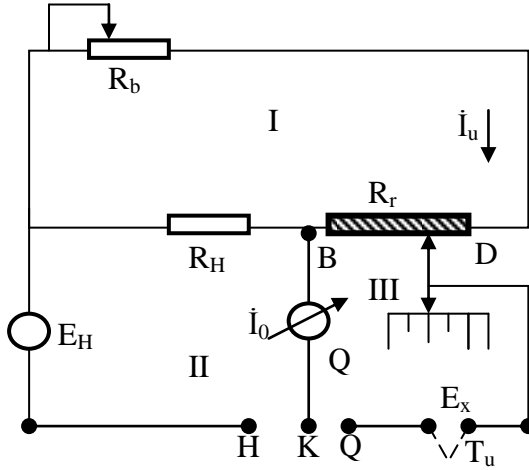
$$E_{HE} = 0,0186B$$

I- İşçi cərəyan dövrəsi

II- normal element dövrəsi

III-termocüt dövrəsi

Ölçü aparmaq üçün K açarını U nəzarət vəziyyətinə qoyuruq. Əgər qalvonometrin göstəricisi “0” deyilsə ona I dövrədə işçi cərəyanı yaranmışdır. Onu yaratmaq üçün R_b balans müqavimətini əlimizlə o, vaxta kimi dəyişirik ki, qalvonometrin göstərişi “0” olsun. K açarını ölçü vəziyyətinə qaytararaq. Əgər “0” göstərmirsə əlimizlə R_r dəstəyini o vaxta kimi hərəkət etdiririk ki, qalvonometrin göstərişi “0 olsun”.



Cihazın şkala üzərində axtardığımız E_x gərginliyinin qiymətini görürük II dövrə olduğundan BD nöqtələrindəki potensiometr fərqi E_x -a bərabərdir.

§6.3 Diferensial ölçü metodu.

Diferensial ölçü sxemi vasitəsi ilə aktiv və reaktiv müqavimətin qiymətlərini ölçmək mümkündür.

$$E_1 = E_2$$

$$Z_1 + \Delta Z$$

$$R_1 = R_2$$

$$I_0 \neq 0$$

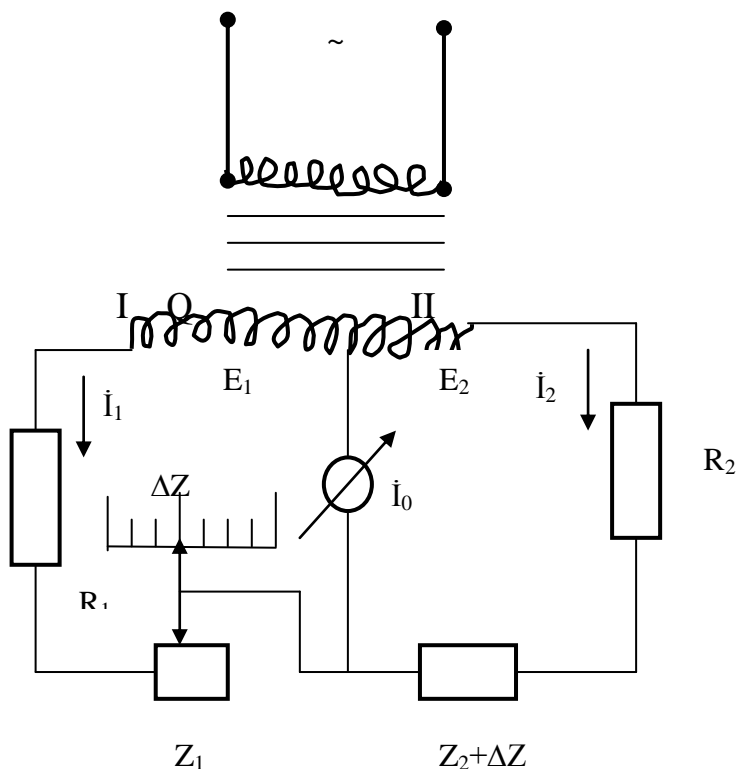
$$I_1 \neq I_2$$

$$I_1 = I_2$$

$$Z_1 = Z_2$$

Aşağıda diferensial ölçü sxemi göstərilmişdir.

O şərt daxilində qalvonometrın göstərişi “0” olur. Hər hansı səbəbdən Z_2 –nin qiyməti ΔZ qədər dəyişərsə ΔZ –in qiymətini tapmaq üçün I dövrədəki Z_1 müqavimətinin sürgüsünü o vaxta kimi hərəkət etdirməliyik ki, qalvonometrın göstərişi “0” olsun. Axtardığımız ΔZ qiymətini Z_1 , üzərindəki şkaladan götürürük. *Şəkil diferensial ölçü sxemi*



VII FƏSİL

GÜCLƏNDİRİCİLƏR. VƏ ÇEVİRİCİLƏR

§7.1 Elektrik siqnallarını gücləndirən qurğular

İstehsal proseslərinin avtomatlaşdırılmasının əsas elementlərindən biri də gücləndiricilərdir .

Gücləndirici dedikdə elektrik siqnalının səviyyəsini artıran qurğu nəzərdə tutulur.

Müxtəlif texniki məsələlərin həllində, məsələn, elektrik və qeyri–elektrik kəmiyyətlərinin ölçülməsində, radiosiqnalların ötürülməsində və qəbulunda, texnoloji proseslərin nəzarətində və avtomatlaşdırılmasında elektrik siqnallarının gücləndirilməsi zərurəti yaranır. Bu funksiyaları gərginliyi, cərəyanı və gücü gücləndirən qurğular yerinə yetirirlər. Müasir gücləndirici qurğuların əsasını bipolyar və sahə təsirli tənizistorlar və integral mikrosxemlər təşkil edirlər. Integral mikrosxemlərdə yığılmış qurğular yüksək həssaslığa, iş sürətinə, etibarlılığa, səmərəliliyə, kiçik ölçülərə və kütləyə malik olurlar və çox kiçik (gərginliyi 10^{-13} V, cərəyanı 10^{-17} A, gücü 10^{-24} Wt həddində olan) elektrik siqnallarını gücləndirə bilirlər.

Gücləndiricilərin məqsədi ondan ibarətdir ki, elementlərdən alınan siqnallar bəzən çox zəif olur.

Həmin siqnalları gücləndirərək avtomatikanın başqa elementlərinə verə bilsin. Quruluşuna, iş prinsipinə, gücləndirmə əmsalına və ölçmələrinə görə avtomatikada görə avtomatikada müxtəlif növ gücləndiricilərdən istifadə olunur.

Qidalandırıcı enerji növünə görə gücləndiricilər 3 növə ayrılır

- 1) elektrik gücləndiriciləri
- 2) pnevmatik gücləndiricilər
- 3) hidravlik gücləndiricilər

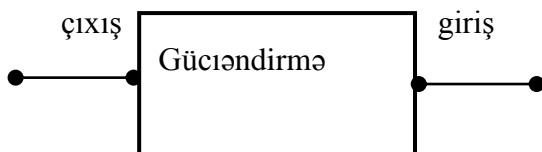
Elektrik gücləndiriciləri quruluşuna görə 2 növ olurlar:

- 1) elektron gücləndiriciləri
- 2) 2) maqnit gücləndiriciləri

Elektron gücləndiriciləri 2 yerə bölünür.

- 1) gərginlik gücləndiriciləri
- 2) cərəyan gücləndiriciləri

Gərginlik gücləndiriciləri də alçaq yüksək tezlikli gücləndiricilərə ayrılır. Hər bir gücləndirici sxemlərdə 4 qütblü şəkildə göstərilir.



Hər bir gücləndirici başqa elementlərdən özü-

nün gücləndirmə əmsalı, giriş və çıxış müqavimətləri və gücləndiricilərin özündə istifadə olunan müsbət və mənfi əks əlaqə ilə fərqlənir.

Hər bir gücləndiricinin çıxış parametrinin giriş parametrinə olan nisbəti onun gücləndirmə əmsal adlanır

$$K = \frac{\text{çixış}}{\text{giriş}}$$

Elektron gücləndiricidə cərəyana görə gücləndirmə əmsalı $K_j = \frac{J_{çix}}{J_{gir}}$

Gərginliyə görə gücləndirmə əmsalı $K_u = \frac{U_{çu}}{U_{gir}}$

Elektron gücləndirmədə gücləndirmə əmsalı $K=10^6$ –dır. Elektron gücləndiriciləri.

Elektron maşınları və yarımkeçirici cihazlar üzərində qurulur, onların həssaslığı və gücləndirmə əmsalı başqa gücləndiricilərə nisbətən böyükdür. Belə gücləndiricilər avtomatikanın idarəetmə sistemlərində geniş tətbiq olunur.

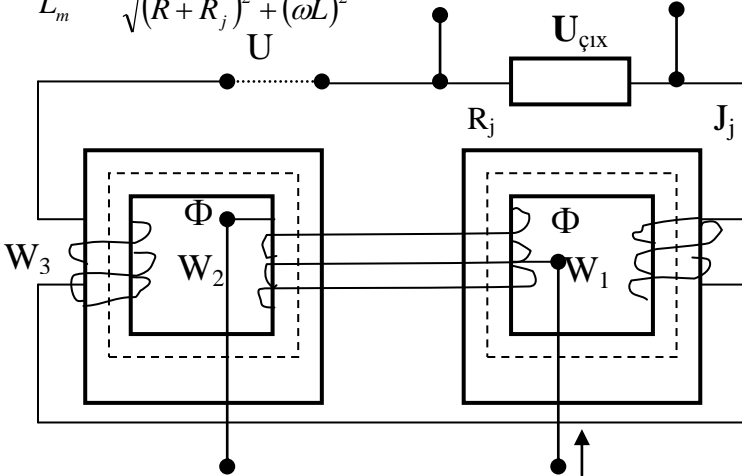
§7.2 Maqnit gücləndiriciləri.

Maqnit gücləndiricilərində gücləndirmə əmsalı böyükdür. $K=10^6$ -dir. Belə gücləndiricilərin hərəkət edən hissələri yoxdur, ətaləti nisbətən kiçikdir,

işləmə etibarını artıqdır. Maqnit gücləndirmələri həm sabit, həm də dəyişən cərəyan ilə qidalanır. Sabit cərəyan giriş cərəyanıdır. O idarəedici cərəyan adlanır. Dəyişən gərginlik isə çıxış gərginliyidir. Ona yük cərəyanı deyilir. Bəzi hallarda maqnit gücləndiricilərinin gücləndirmə əmsalını artırmaq məqsədi ilə əks istifadə olunur. Aşağıda sadə maqnit gücləndiricilərin sxemi göstərilmişdir. Cərəyanın qiyməti.

$$J_j = \frac{U}{L_m} = \frac{U}{\sqrt{(R+R_j)^2 + (\omega L)^2}}$$

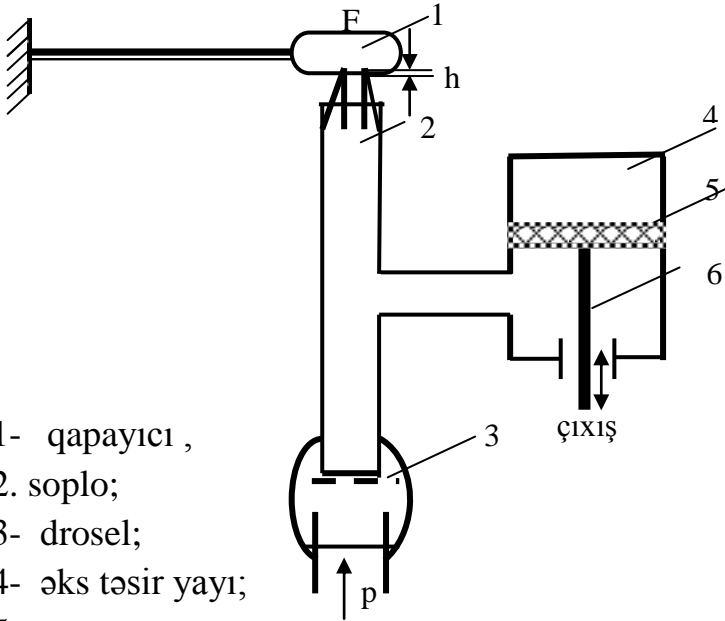
$$J_j = \frac{U}{L_m} = \frac{U}{\sqrt{(R+R_j)^2 + (\omega L)^2}}$$



§7.3 Pnevmatik gücləndirici

Yeyinti və yüngül sənaye sahələrinin avtomatlaşdırılmasında pnevmatik gücləndiricilərdən geniş

istifadə olunur. Pnevmatik gücləndiricilər sıxılmış hava hesabına işləyən gücləndiricilərdir. Belə gücləndiricilər ən çox partlayış və yanğın təhlükəsi olan yerlərdə qoyulur. Pnevmatik gücləndiricilərin gücləndirmə əmsalı $K=10^5$ -dir. Aşağıda sadə pnevmatik gücləndiricilərin sxemi verilmişdir.



- 1- qapayıcı ,
2. soplo;
- 3- drosel;
- 4- əks təsir yayı;
5. porşen;
6. -hərəkət edən ştok.

Giriş siqnalları dəyişdikdə, yəni qapayıcı şaquli istiqamətdə vəziyyətini dəyişdikdə soplo içərisində olan 10-15 atmosfer təzyiqdə olan havanın bir hissəsi atmosfərə çıxır. Qalan hissələri isə porşenin alt

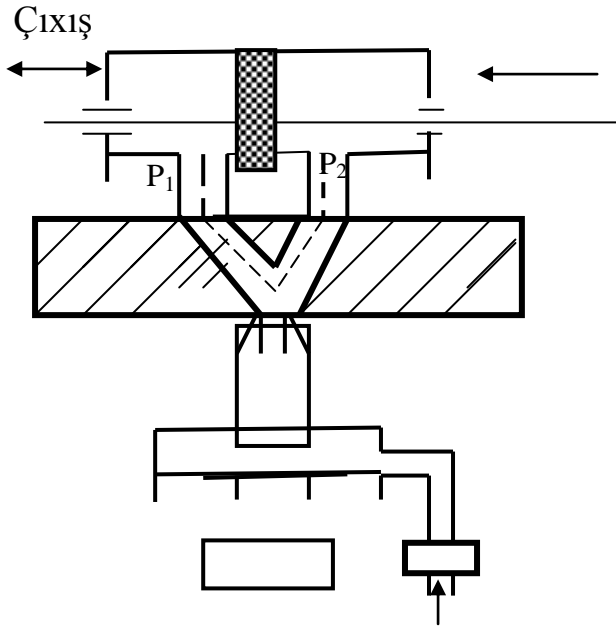
hissəsinə verilir. Porşen şaquli istiqamətdə hərəkət edir. Girişə verilən signal 10^5 gücləndirilərək çıxışa verilir.

§7.4 Hidravlik gücləndirici

Hidravlik gücləndiricilər sıxılan maye və yağların hesabına işləyən böyük qüvvələr tələb olunan yerlərdə belə gücləndiricilərdən istifadə olunur.

Sıxılmayan maye və yağların təzyiqi 10-15 atmosfer olan $K=10^4 \dots 10^5$

Aşağıda sadə hidravlik gücləndiricilərin sxemi verilmişdir



§7.5 Elektrik gücləndiricilərinin təsnifatı və əsas parametrləri

İş rejiminə görə gücləndiricilər iki sinifə: xətti və qeyri – xətti rejimli gücləndiricilərə bölünürlər.

Xətti rejimli gücləndiricilərdə çıxış siqnalı formaca giriş siqnalına yaxın, təhriflər isə minimal olmalıdır.

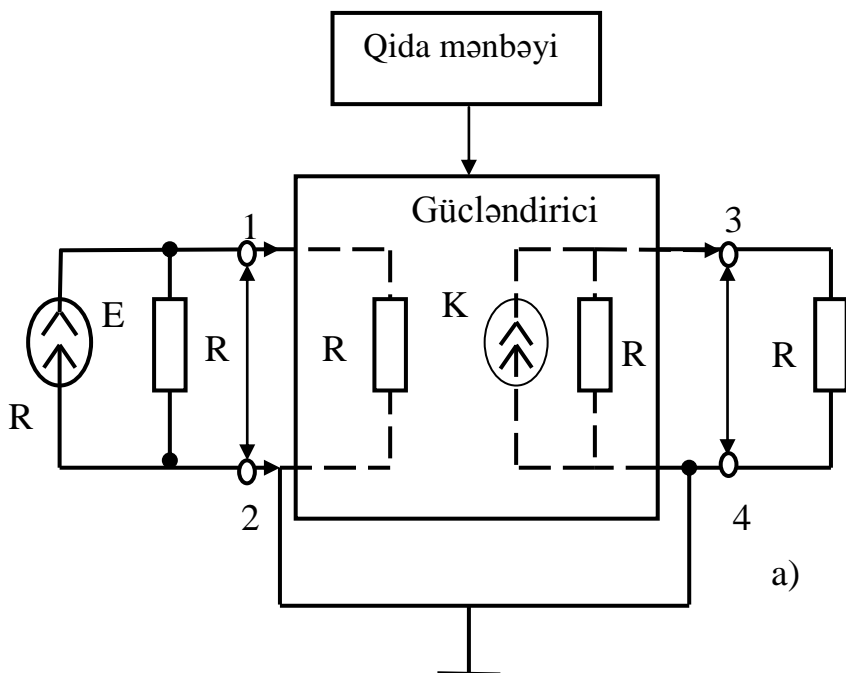
Qeyri–xətti rejimli gücləndiricilər giriş siqnalının ani qiymətlərini çıxışa nisbətən mütənasib ötürə bilmirlər. Belə gücləndiricilər girişə verilən sinusiodal siqnalı impuls siqnalına çevirmək və impuls siqnallarını gücləndirmək üçün istifadə olunur.

Bütün gücləndiriciləri aşağıdakı əlamətlərə görə fərqləndirmək olar:

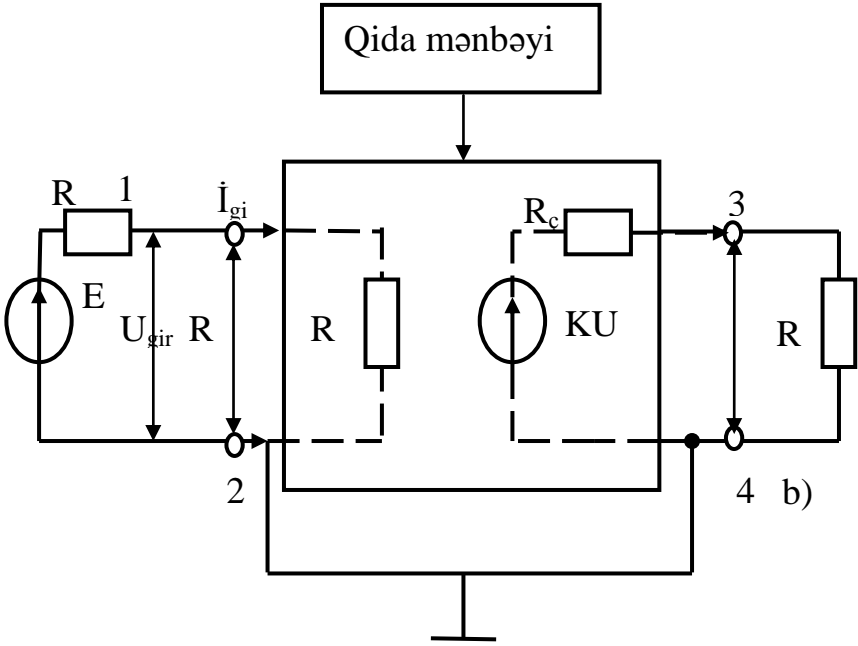
Gücləndirilən siqnalın tezliyinə görə:

1. aşağı tezlik gücləndiriciləri (ATG), 10 hs–dən 20 khs - ə qədər siqnalı gücləndirmək üçün,
2. yüksək tezlik gücləndiriciləri (YTG) – 100 khs və daha yüksək radio tezlikli siqnalların gücləndirilməsi;
3. İYT gücləndiricilər (optik diapazona qədər);
4. geniş zolaqlı gücləndiricilər–bir neçə hs–dən bir neçə Mhs - ə qədərki diopazonda elektrik siqnallarının gücləndirilməsi;
5. sabit cərəyan gücləndiriciləri (SCG)

Təyinatına görə cərəyan, gərginlik və güc gücləndiriciləri mövcuddurlar. Gücləndirici kaskadların ümumiləşdirilmiş sxemi şəkildə (şək.1) göstərilib. Gücləndiricinin girişinə (1 – 2 sıxacları) E_M e.h.q qiymətinə və R_M daxili müqavimətinə malik olan giriş sinəli mənbəyə birləşdirilib. Kiçik güclü giriş siqnalı xeyli böyük gücə malik qidalandırma mənbəyinin enerji



Şəkil.1 Gücləndirici kaskadların ümumiləşdirilmiş sxemləri: a) cərəyan gücləndiricisi; b) gərginlik gücləndiricisi



məsrəfini idarə edir. Beləliklə, idarəedici elementdən (məsələn tranzistordan) və güclü qidalandırma mənbəyindən istifadə etməklə giriş siqnalının gücünü artırmaq imkanı yaranır.

Gücləndiricinin çıxış dövrəsində gücləndirilmiş siqnal fəaliyyət göstərir və bu, $R_{çu}$ çıxış müqavimətli KU_{gir} gərginlik mənbəyinin (şək. 1.a) və ya KI_{gir} gərginlik mənbəyinin (şək.1.b) mövcudluğu ilə sxemdə əks etdirilib. Gərginlik gücləndiricisi üçün $R_{gir} \gg R_M$ və $R_y \gg R_{çu}$ olsun. Bu halda giriş və çıxış dövrlərində cərəyanların kiçik dəyişmələri yükdə gərginliyin böyük dəyişmələrinə səbəb olur.

Cərəyan gücləndiricisi giriş və çıxış dövrlərinin gərginliyinin və gücünün kiçik qiymətlərində çıxış dövrəsində cərəyanın tələb olunan qiymətini təmin etməlidir. Cərəyanı gücləndirmə rejimi o zaman əldə edilir ki, $R_{gir} \ll R_M$ və $R_y \ll R_{\zeta u}$ olsun. Güc gücləndiricilərində isə $R_{gir} \approx R_M$ və $R_{\zeta u} \approx R_y$ şərti təmin edilməlidir.

Əsas kəmiyyət parametrlərindən biri gücləndirmə əmsalı K_u , cərəyanaya görə K_I və gücə görə K_P əmsallar fərqləndirilir:

$$K_u = \frac{U_{\zeta u}}{U_{gir}},$$

$$K_I = \frac{I_{\zeta u}}{I_{gir}},$$

$$K_P = \frac{P_{\zeta u}}{P_{gir}},$$

Hardakı $U_{\zeta u}$, U_{gir} , $I_{\zeta u}$, I_{gir} çıxış və girişdə gərginlik və cərəyanın dəyişən təşkilədiciyənin amplitud qiymətidir; P_{gir} və $P_{\zeta u}$ girişdə və çıxışda siqnalın gücüdür. Əksər hallarda gücləndirmə əmsalını işin rahatlığı üçün böyük qiymətlərdə loqarifmik vahidlərlə, desibellərlə (dB) ifadə edirlər:

$$K_u (dB) = 20 \lg K_u ;$$

$$K_I(dB) = 20 \lg K_I ;$$

$$K_P(dB) = 10 \lg K_P$$

Gücləndiricilər bir və ya bir neçə kaskaddan ibarət olur. Çox kaskadlı gücləndiricilər üçün onun gücləndirmə əmsalı ayrı–ayrı kaskadların gücləndirmə əmsallarının hasilinə bərabərdir:

$$K_U = K_{U1} \cdot K_{U2} \cdot K_{U3} \cdot \dots \cdot K_{Un}$$

Çoxkaskadlı gücləndiricilərin desibellərlə ifadə edilmiş gücləndirmə əmsalı ayrı – ayrı kaskadların gücləndirmə əmsallarının cəmindən ibarətdir:

$$K(dB) = K_1(dB) + K_2(dB) + \dots + K_n(dB)$$

Digər vacib parametr gücləndiricinin f.i.ə - dır.

Elektriki
$$\eta_{el} = \frac{P_{\text{çıl}}}{P_o} ;$$

P_o –anod və kollektor qida mənbəyinə sərf olunan güc

P –bütün mənbələrdən sərf olunan gücdür

Sənaye f.i.ə.
$$P_{sen} = \frac{P_{\text{çıl}}}{P}$$

§7.6. Elektron və elektromexaniki tutum çeviriciləri.

Bu çeviricilər elektrik kondensatorların iş prin-

sipi əsasında qurulublar. Elektrik kondensatorları iki tipli olurlar:

1. Sabit və dəyişən elektrik kondensatorlar;
 2. Sabit və idərə olunan elektron kondensatorlar.
- Bu kondensatorlar varikaplar adlanırlar. Kondensator passiv elektrik elementidir. Elektrik kondensatorları aşağıdakılardan ibarətdir.

1. İki metalik elektrodan, hansılar ki, döşəmələr adlanır.

2. Dielektrik materialdan, hansı ki, iki metallik elektrodların arasında yerləşir.

Döşəmələrin formasından asılı olaraq kondensatorlar iki yerə bölünürlər:

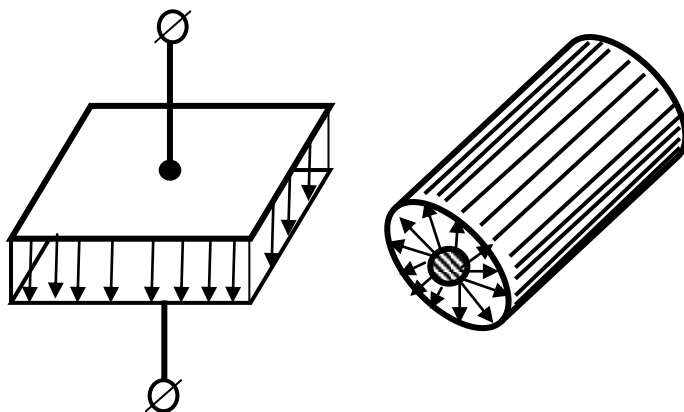
1. ***Yastı kondensatorlara. Bunların elektrodları plastin şəkilində olur.***

2. ***Silindrik kondensatorlara***

Kondensatorun tutumu aşağıda göstərilən parametrlərdən asılıdır:

1. Elektrodların formasından, onların ölçülərindən və onların qarşılıqlı yerləşməsindən.

2. Dielektrikin materialından və onun fiziki xüsusiyyətindən



Yastı kondensatorun tutumu C bu düstur ilə təyin

olunur:
$$C = \varepsilon_a \frac{S}{d}$$

ε_a - dielektrik keçiciliyi

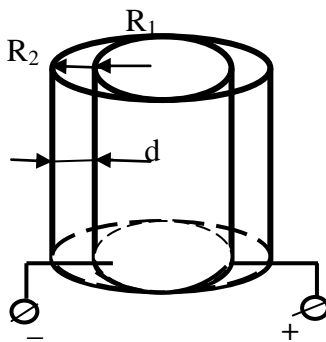
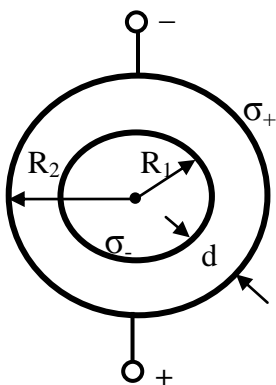
S - Lövhnin bir tərəfinin sahəsi

d - Lövhlərin arasında olan məsafə

Silindrik kondensatorun tutumu C bu düstur ilə tə-

yin olunur:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_a \frac{2\pi l}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$$



Bu çeviricilərin iş prinsipi giriş informativ parametrin təsiri altında kondensatorun tutumun dəyişilməsi əsasında qurulub. Giriş informativ parametri ola bilər:

3. Mexaniki informativ parametri

4. Elektrik informativ parametri

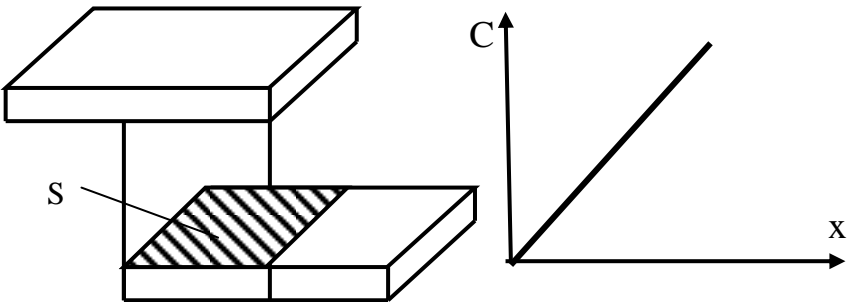
Bu halda kondensatorun tutumu bu ifadə ilə dəyişir

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_a \frac{S}{d}$$

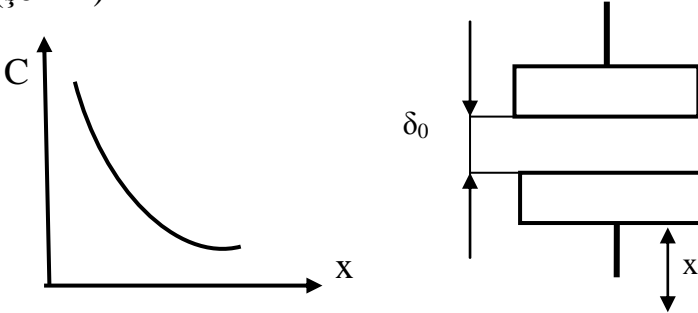
Burada ε_0 — dielektrikin vakuumda keçiciliyidir.

Tutum çeviriciləri bucaqlı və xətt yerdəyişmələrinin, rezervuarlarda mayelərin səviyyələrin, mayelərin konsentrasiyalann, müxtəlif materialların rütubətini elektrik ölçü sistemlərində istifadə olunur.

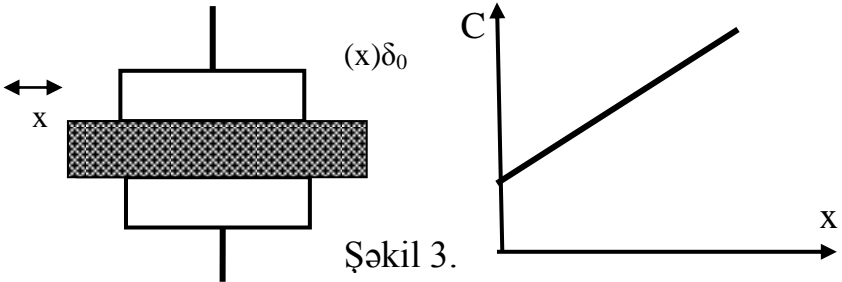
Tutumlu yastı-parallel çeviricilərində hansılarda ki bir lövhə o biri lövhəyə görə hərəkət edir, bunların çıxış xarakteristikaları düz xətlidir (şəkil 1).



Havalı tutum yastı-parallel çeviricilərində hansılarda ki, lövhələrin arasında olan məsafə dəyişir bunların çıxış xarakteristikaları düz xətlidir deyil (şəkil2)



Tutum yastı-parallel çeviricilərində hansılarda ki, dielektrik plastin hərəkət edir onların çıxış xarakteristikası düz xətlidir



Şəkil 3.

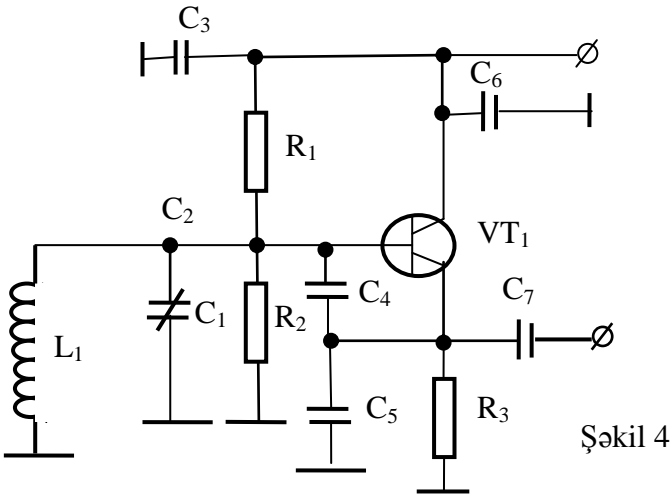
Konstruktiv xüsusiyyətlərindən asılı olaraq ölçü çeviricilərinin həcmi 0,1 bir neçə min pikofaradaya qədər dəyişir. Belə kiçik dəyişmələri hiss etmək yüksək tezlikli generatorlar istifadə olunurlar. Tutum çeviricisi generatorun tezlik tapşırın kon-

turuna qoşulur. Belə variantda generatorun tezliyi bu düstur ilə təyin olunur:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Burada L - generator konturunun induktivliyidir.

Gərginlik şəklində verilən parametri tezlik siqnalına çevirmək üçün çox vaxt varikaplı idarə olunan generatorlar istifadə olunur. Varikap gərginliklə idarə olunan yarımkəçirici elementdir.



O yarımkəçirici diodun əsasında düzəlir və elektrik sxemlərində bu şəkildə ifadə olunur. Varikap

tutumun gərginlikdən asılılığı bu düstur ilə təyin olunur:

$$C = \frac{C_0}{\sqrt{1 + \frac{U_l}{U_k}}}$$

Çox vaxt tutum çeviriciləri temperatur çeviriciləri kimi istifadə olunur. Belə çeviricilərdə informativ parametr hansı ki, temperaturun təsiri altında dəyişir tutumun dielektrik keçiciliyidir.

Tutumun dielektrik keçiciliyi temperaturun təsiri altında bu düstur ilə təqdim olunur:

$$\varepsilon_T = \varepsilon_0(1 + \alpha\Delta T)$$

Burada ε_T - temperatur T - də tutumda istifadə olunan dielektrik materialın keçiciliyidir;

ε_0 - temperatur T_0 dielektrik materialın keçiciliyidir;

α - dielektrik materialın temperatur əmsalındır;

$$\Delta T = T - T_0$$

Tutum çeviriciləri qeyri-inersial çeviricilərdir.

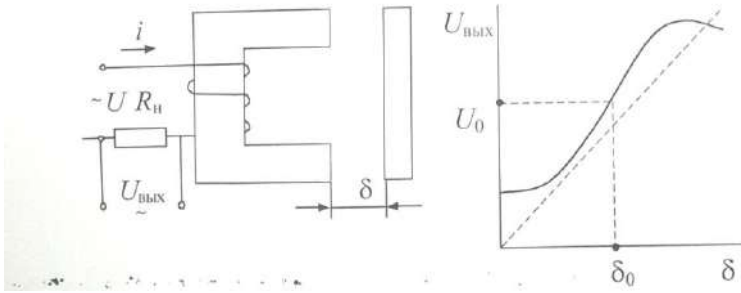
§7.7 İnduktiv ölçü çeviriciləri.

İnduktiv ölçü çeviriciləri əsas funksiyası hər hansı bir elementi vəziyyətini ya yerdəyişməsinə proporsional elektrik signalına çevirməkdir. Bunlar çox sıx, faydalı və etibarlı çeviricilərdir və əsasən maşın və cihaz istehsalında istifadə olunurlar. Bu

çeviricilər sarınlmaların yerləşməsindən və onların qoşulma sxemindən asılı olaraq bölünürlər

1. Differensial - transformatorlu çeviricilərə
2. Yarım körpü - çeviricilərə

Aşağıda ən çox istifadə olunan bir taktlı induktiv ölçü çeviricisinin sxemi və onun statik xarakteristikası göstərilib (şəkil5).



Şəkil 5 Birtaktlı induktiv çeviricinin sxemi və statik xarakteristikası

Şəkildə S sarınma; R-sarınma ilə ardıcıl qoşulan müqavimət; M-mil (təbəqə maqnit materialından düzəlidir); L-lövbər. İnduktiv çeviricinin çıxış siqnalı müqavimət R-dən götürülür. İnduktiv çevirici dəyişən gərginlik mənbəsindən qidalanır.

Gərginliyintezliyi 50-5000Hz. İnduktiv ölçü çeviricisində lövbər güc parametrinin təsiri altında öz vəziyyətini dəyişir. Dəyişmə prosesinin nəticəsində milin və lövbərin arasında olan məsafənin 5

qiyməti də dəyişir. Məsafənin δ qiyməti çoxalanda induktivlik L azalır və elektrik dövrədən axan cərəyanın qiyməti çoxalır. Bunun nəticəsində müqavimət R düşən gərginliyin qiyməti də artır. Məsafənin δ qiyməti azalanda induktivlik L coxalir və müqavimət R düşən gərginliyin qiyməti azalir. Təsvir olunmuş proses çevicinin statik xarakteristikasından da görünür. Düstur

$$U = f(\delta)$$

induktiv çeviricinin çıxış xarakteristikası adlanır. İnduktiv çeviricisində sarınmanın induktivliyi bu düstur ilə təyin olunur: $L_x = (4\pi \cdot 10^{-9} W^2 S) / \delta$

Burada W -sarınmalar sayı; S -hava arakəsiminin köndələn sahəsi; Çeviricinin çıxış signalı(gərginlik) aktiv müqavimətdə R_n formallaşır.

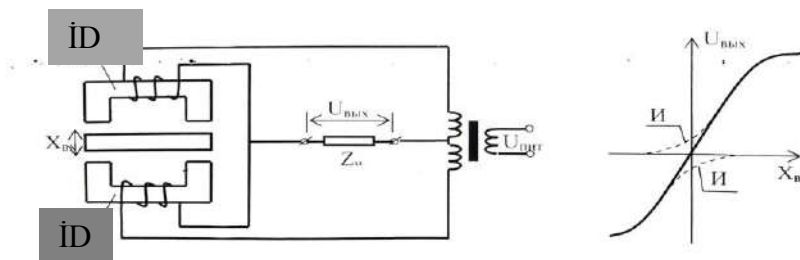
$$U_{cix} = \frac{U_q R_n \delta}{\omega \mu_0 S W^2}$$

Burada U_q - qida mənbəyin gərginliyi; μ_0 - maqnit keçiriciliyi, vakuum üçün induktiv çeviricinin çıxış signalın tezliyi dəyişən qida mənbəyin tezliyinə.

Bir taktlı induktiv çeviricinin nöqşanı onun hərəkət edən lövbəri elektromaqnit sahəsinin gücün təsiri altında olmasıdır. Buna görə bir taktlı induktiv çeviricinin incə giriş mexaniki siqnallarla (məsələn əqrəbli cihazlar-manometrlər, elektrik öl-

çü cihazları və s.) qeyri mümkündür. Bu hallarda iki taktlı induktiv çeviriciləri istifadə olunur. İki taktlı çeviricilər konstruktiv icra edilməsindən asılı olaraq bölünürlər:

1. Lövbəri düz xətnən hərəkət edən çeviricilərə
- 2 Lövbəri döndərlmə xətlə işləyən çeviricilərə



Şəkil 6. İki taktlı induktiv çeviricinin sxemi və statik xarakteristikası

VIII FƏSİL

OBJEKTŁƏRİN XARAKTERİSTİKALARI

§8.1 Obyektin dinamik xarakteristikası

Obyektdə tənzipləmə parametrinin keçid prosesində zaman etibarını ilə necə dəyişməsi həmin obyektlərin dinamik xarakteristikalarından asılıdır.

Obyektdə müvazinət qəflətən pozularkən tənzipləmə parametrinin zamana görə dəyişmə əyrisi prosesin zaman xarakteristikası və obyektin dinamik xarakteristikası adlanır.

Göstərilən xarakteristikalar həm hesablama, həm də təcrübə yolu ilə əldə edilə bilər. Müxtəlif obyektlərin dinamik xarakteristikalarını müqayisə edə bilmək üçün obyektdə müvazinət pozan həyacanlandırıcı qüvvənin sıçrayışla ani olaraq dəyişdiyi və sonra isə zaman etibarını ilə sabit qaldığı nəzərdə tutulur. Avtomatik tənzipləmə nəzəriyyəsinə tədqiqatlar bilavasitə obyektdə deyil, onların riyazi yazılışları, yəni riyazi modelləri əsasında aparılır. Burada obyekt dedikdə, tənzipləmə obyektini, bütövlükdə tənzipləmə sistemini, onun ayrı-ayrı mənzillərini və ya qovşaqlarını başa düşmək lazımdır.

Riyazi model obyektin giriş və çıxış dəyişənləri arasındakı asılılığı ifadə edir və analitik (tənliklər

vasitəsilə), qrafik (nomoqramlar, struktur sxemlər, qraflar), ədədi və ya linqvistik cədvəllər şəklində verilə bilər.

Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsində adətən dinamik obyektlər, yəni vəziyyəti zamana görə dəyişə bilən obyektlər öyrənilir. Belə obyektlərin tənliklərini almaq üçün əsasən üç üsuldən istifadə edirlər:

-analitik adlanan və fundamental fiziki münasibətlərə (analitik mexanika, termodinamika, elektrotexnika, madə və enerjinin saxlanması və s. qanunları) əsaslanan üsul;

-obyektə müəyyən test siqnalları verib, çıxış dəyişənin reaksiyasının təhlilinə əsaslanan aktiv üsul;

-statistik dinamika məsələsi olan və obyektin giriş və çıxış dəyişənlərinin passiv statistik verilənlərinin işlənilməsinə əsaslanan üsul.

Obyektlərin öz xarakteristikasına görə dayanıqlı, dayanıqsız, və neytral ola bilər.

§8.2. Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin dayanıqlığı

İstənilən tənzimləmə sistemini layihə edərkən ilk növbədə onun dayanıqlı olmasını təmin etmək

lazımdır. Lakin sistem eyni zamanda keyfiyyət göstəricilərini də ödəməli olduğundan dayanıqlıq zəruri xassəsi olsa, da kafi sayıla bilməz. Əgər sistem (obyekt) öz normal iş rejimində uzun müddət işləyə bilirsə, belə sistem praktiki cəhətdən dayanıqlı sayıla bilər. Dayanıqlı sistemdə və ya obyektə girişin kiçik dəyişməsinə tənzimlənən kəmiyyətin də kiçik dəyişməsi uyğun gəlir.

Dayanıqlı sistemin daxili və ya məxsusi xüsusiyyəti olduğundan onu xarici qüvvələrin (idarə və həyəcanlandırıcı təsirlər) tipi və dəyişmə xarakteri ilə əlaqələndirmək olmaz. Belə ki, idarə təsirini müəyyən qaydada dəyişməklə hətta dayanıqsız obyekt normal rejimə işlətmək olar. Buna misal olaraq vertolyotun, nüvə reaktorunun, startdan sonra raket daşıyıcısının və s. idarə olunmasını göstərmək olar. Bu səbəbdən dayanıqlı sistemi tarazlıq vəziyyətindən çıxaran xarici qüvvələrin təsiri kəsildikdən sonra onun sərbəst surətdə əvvəlki vəziyyətinə qayıtmaq qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur. Əlbəttə, bu xüsusiyyət xarici qüvvələrin təsiri kəsildiyi anda sistemin harada olmasından, yəni başlanğıc vəziyyətindən də asılıdır.

Başlanğıc vəziyyətlə əlaqədar olaraq aşağıdakı

halları fərqləndirirlər:

1. Xarici qüvvələrin təsiri kəsildikdən sonra sistem (obyekt) istənilən $x_0 \in \mathbb{R}^n$ başlanğıc vəziyyətindən əvvəlki tarazlıq vəziyyətinə müəyyən xəta daxilində qayıdırsa, belə sistemlər bütövlükdə və ya qlobal dayanıqlı sistemlər adlanırlar.

Əgər tarazlıq nöqtəsinə qatmaq sonsuz $t \rightarrow \infty$ vaxtda baş verirsə, onda deyirlər ki, sistem asimptotik dayanıqlıdır. Qlobal dayanıqlıq xətti sistemlər üçün xarakterikdir. Qeyri-xətti sistemlərdə müəyyən başlanğıc vəziyyətləri üçün sistem dayanıqlı, digərləri üçün isə dayanıqsız ola bilər.

Öz-özünə tənzimləmə xüsusiyyəti olan obyektlərdə müvazinət pozularsa, tənzimləmə parametri keçid prosesi qurtardıqdan sonra yeni qiymət alır. Belə obyektlərə dayanıqlı obyektlər deyilir.

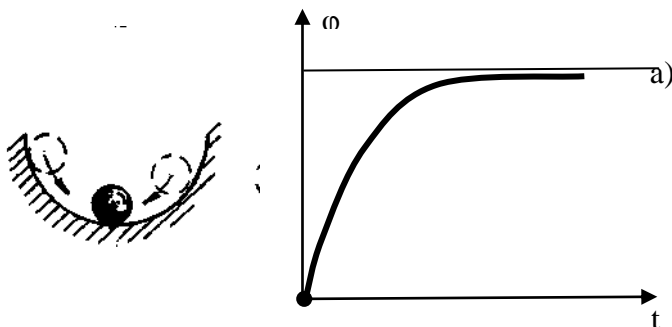
Yuxarıda göstəriləyi kimi, **öz-özünə tənzimləmə xüsusiyyəti olan obyektlərdə müvazinət pozularsa, tənzimləmə parametri keçid prosesi qurtardıqdan sonra yeni qiymət alır. Belə obyektlərə dayanıqlı obyektlər deyilir.**

Obyektin öz-özünə tənzimlənməsinə qədər çox olarsa, tənzimləmə parametrinin əvvəlki qiymətindən fərqlənməsi bir o qədər az olur.

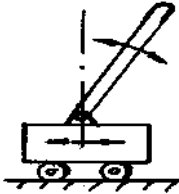
Yuxarıda qeyd edildiyi kimi elə obyektlər vardır ki, onların öz-özünə tənzimlənməsi o qədər böyükdür ki, obyektə tənzimləyici qoyulmasına ehtiyac olmur.

Dayanıqlı obyektlərdə hər zaman bərpa qüvvələri yaranır. Bu qüvvələr müvazinət pozulduqda tənzimləmə parametrlərinin əvvəlki müvazinət qiymətinə qaytarmağa çalışır.

Dayanıqlı obyektlərə misal olaraq yükü ventilyator xarakteristikalı maşınları–hidravlik trubinləri, pərli təyyarə mühərriklərini və s göstərmək olar. Bu maşınlarda müqavimət momenti sürətin ikinci və daha yüksək dərəcələrinə mütənasib olaraq dəyişdiyi üçün, sürət artıb və ya azalarkən əmələ gələn bərpa qüvvəsi yeni müvazinət vəziyyətinin yaranmasına səbəb olar. Şəkil.1 a və b-də uyğun olaraq bütövlükdə dayanıqlı (a) və sistemlərin mexanikadan götürülmüş modelləri göstərilmişdir.



Burada (a) ilə kürəciyin tarazlıq nöqtəsi qeyd edilmişdir. Şəkil.1 b çevrilmiş rəqqasa aiddir.



b)

Şəkil.1

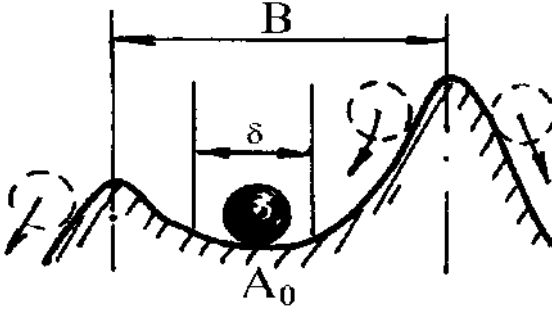
Müəyyən tip qeyri-xətti sistemlər üçün bütövlükdə dayanıqlıq anlayışı mütləq dayanıqlıq adlanır.

2.Əgər dayanıqlıq məsələsinin qoyuluşunda başlanğıc şərtlər oblastı $x_0 \in \delta$ -nın sər-



həddi qabaqcadan təyin olunmayıbsa və bu oblastın istənilən qədər kiçik ola bilməsi nəzərdə tutulubsa, bu tip dayanıqlıq kiçiklikdə və ya lokal dayanıqlıq adlanır. Bu halda real dayanıqlıq oblastı layihəçinin nəzərdə tutduğundan böyük də ola bilər (B oblastı) (şəkil.2). Lokal dayanıqlığı təyin etmək üçün A.M.Lyapunovun birinci üsulundan istifadə olunur.

3.Əgər dayanıqlıq məsələsinin qoyuluşunda sistemin tarazlıq halına qayıda biləcəyi başlanğıc



şərtlər oblastı $x_0 \in B$ qabaqcadan təyin olunmuşdursa, bu tip dayanıqlıq böyüklükdə dayanıqlıq adlanır. Bu tip dayanıqlıq mühəndis məsələləri üçün daha yönəmlidir və A.M.Lyapunovun ikinci (birbaşa) üsulu ilə tədqiq edilir (bax şəkil 2).

Kiçiklikdə və böyüklükdə dayanıqlıq sistemin (obyektin) öz xüsusiyyəti olmayıb, tədqiqat üsuluna aiddir. Aydındır ki, əgər bütövlükdə dayanıqlıq şərti ödənilirsə, eyni zamanda böyüklükdə və kiçiklikdə dayanıqlıq şərtləri də ödəniləcəkdir.

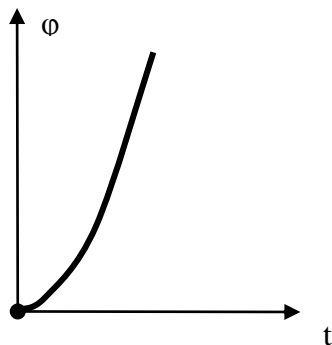
§8.3. Dayanıqsız obyektin zaman xarakteristikası.

Istənilən başlanğıc vəziyyətdə olan sistem zaman artdıqca tarazlıq nöqtəsindən sonsuz uzaqlaşarsa, belə sistemlər bütövlükdə dayanıqsız sistemlər adlanırlar. **Öz-özünə tənzimlənməsi mənfi olan obyektlərə dayanıqsız obyektlər deyilir.**

Belə obyektlərdə bərpa qüvvəsi nəinki, tənzimləmə parametrini əvvəlki müvazinət qiymətinə gətirmir, əksinə onu müvazinət vəziyyətindən dahada uzaqlaşdırır. Belə obyektlərin zaman xarakteritikası şəkil də göstərildiği kimidir.

Bu obyektlərə misal olaraq yüksüz iş rejimində işləyən və sürətinin tənzim edilməsi tələb edilən dizel mühərrikini göstərmək olar. Yüksüz iş rejimində dizel mühərrikinin valının dövrlər sayı ona verilən yanacağın miqdarından asılı olaraq dəyişir. Buna uyğun olaraq mühərrikin orta indikator təzyiqi P_i –nin dövrlər sayından asılılığını sxemdəri kimi göstərmək olar.

Həmin sxemdə müqavimət qüvvələrinə uyğun olan köçürülmüş təzyiqin qiyməti P_s ilə işarə edilmişdir. Sxemdən göründüyü kimi dövrlər sayı artdıqca həm daxili indikator təzyiqi həm də köçürülmüş

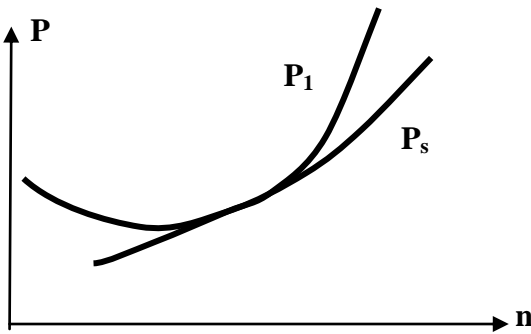
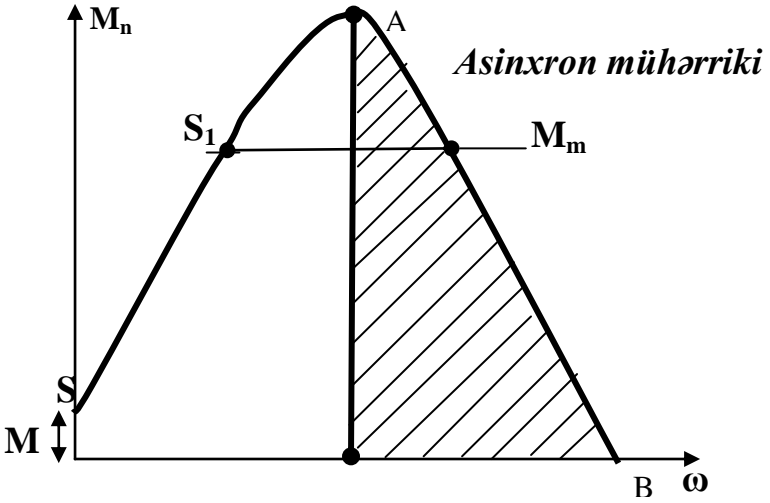


müqavimətlər təzyiqi artır, lakin daxili indikator təzyiqinin, artımı köçürülmüş müqavimətlər təzyiqinin artımından daha böyük olur. Bu əyrinin kəşismə nöqtəsi mühərrikin yüksüz işləmə iş rejimini təyin edir.

Hər hansı bir səbəbdən mühərrikin dövrlər sayı dəyişərsə məs. Azalarsa sxemdən görüldüyü kimi köçürülmüş P_i təzyiqi P_s dən az olacaqdır ki, bu da maşının dayanmasına səbəb olacaqdır. Əgər dövrlər sayı artarsa əksinə P_i təzyiqi P_s -dən böyük olacaqdır ki, buda maşının sürətinin kəskin artmasına səbəb olacaqdır. Beləliklə göstərilmiş yüksüz iş rejimində müvazinət pozulduqda mühərrikdə yaranan bərpaedici qüvvələr onun dövrlər sayına müvazinət vəziyyətinə qayıtmasına kömək etməyib, əksinə həmin vəziyyətdən uzaqlaşmasına səbəb olur.

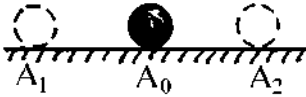
Elə obyektlərdə vardır ki, xarakteriskalarının bir hissəsində dayanıqlı, bir hissəsində dayanıqsız olur. Buna asinxron mühərriki misal göstərmək olar. Sxem 2 b asinxron mühərrikin hərəkətverici momenti ilə dövrlər sayı arasındakı iş xarakteriskası verilmişdir. Burada absis oxunda ω -nın, ordinat oxunda isə hərəkətverici momentin M_h qiymətləri verilmişdir. $\omega=0$ olduqda M_h hərəkət momenti M_b işə salma momentinə bərabər olacaqdır. Maşına göstərilən M_m müqavimət momentinin onun sürətindən asılı olmadığını qəbul edək. Şəkildən görüldüyü kimi AB intervalında sürətin artması ilə maşının hərəkətverici momenti azalır. AS intervalında isə sürətin artması ilə hərəkətverici moment

artır. Şübhəsiz ki, S_2 nöqtəsində maşının işləməsi dayanıqlı, S_1 dayanıqsız olacaqdır. Beləliklə S_1 nöqtəsində mühərrikin öz-özünə tənzimlənməsinin mənfi olduğunu, S_2 nöqtəsində isə müsbət olduğunu görürük.



§ 8.4 Neytral obyektələr.

Xarici qüvvələrin təsiri kəsildikdən sonra sistem yeni tarazlıq nöqtəsinə gələrsə və belə tarazlıq nöqtələrinin sayı sonsuz olarsa,



Şəkil 1

belə sistemlər neytral sistemlər adlanır. Şəkil 1-də neytral sistemin mexaniki modeli göstərilmişdir. Bu halda sistem aperiodik dayanıqlı sərhəddində olur. Belə ki, şəkildə göstərilən müstəvini sonsuz kiçik bucaq altında əysək kürəcik sürət alaraq tarazlıq vəziyyətindən sonsuz uzaqlaşacaqdır.

Rəqslərin amplitudu başlanğıc vəziyyətdən asılı olur. Sistem bu halda da neytral sistem adlanır.

Praktikada sürtünmə qüvvəsini tam aradan qaldırmaq mümkün olmadığından sistemin bu vəziyyətdəki sərbəst hərəkəti uzun müddət davam edə bilmir. Dəmpfirləmə əmsalının sıfırdan cüzi meylə nəticəsində sistem dayanıqlı rəqsi və ya dayanıqsız rəqsi hala keçir.

Öz-özünə tənzimlənməsi olmayan obyektlərə neytral obyektlər deyilir.

Neytral obyektlərdə bərpa qüvvəsi olmur. Şəkildə birinci tərtib neytral obyektlərin zaman xarak-

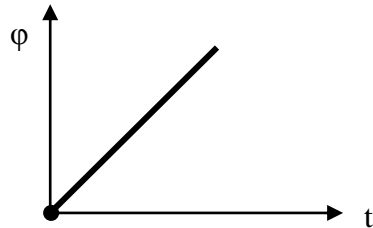
teriskası göstərilmişdir. Belə obyektlərdə müvazinət pozulduqda tənzimləmə parametrinin dəyişmə sürəti həyacanlandırıcı qüvvənin qiymətinə mütənəsib olaraq dəyişir.

Əgər həyacanlandırıcı qüvvənin qiyməti sabitdirsə, tənzimləmə parametrinin dəyişmə sürəti də sxemdə göstərilədiyi kimi sabit qalacaqdır.

Neytral obyekt müxtəlif yüklərdə tənzimləmə parametrinin yüklərdə tənzimləmə parametrinin istənilən qiymətində müvazinətdə ola bilər.

Məsələn rezervuara daxil olan maye miqdarı, ondan axan maye miqdarına bərabər olduqda, həmin rezervuardakı səviyyə istənilən qiymətdə ola bilər. Bu bərabərlik pozulduqda isə rezervuar ya dolub daşacaq ya da boşalacaqdır

*Neytral
obyektin zaman*



Öz-özünə tənzimləmə dərəcəsi, yaxud öz-özünə tənzimləmə parametri.

Yuxarıda qeyd etdiklərimizdən görünür ki, öz-özünə tənzimləmə, obyektlərdə olan keçid proseslərinin xarakterinə böyük təsir göstərir. Öz-

özünə tənzimləmə əmsalı (δ) ilə xarakterizə olunur. ***Buna öz-özünə tənzimləmə tənzimləmə dərəcəsi deyilir.***

Öz-özünə tənzimləmə dərəcəsi belə təyin edilə bilər.

$$\delta = \frac{d(Q_1 - Q_2)}{dy} = \frac{dQ}{dy}$$

Burada $-Q_1$ –baxılan anda obyektə daxil olan, Q_2 isə obyektədən xaric olan maye, qaz, istilik və s. nisbi miqdarı.

Q – baxılan anda obyektə daxil olan və ondan xaric olan maddələr miqdarının nisbi fərqi.

y - tənzimləmə parametrinin nisbi dəyişməsidir.

Öz-özünə tənzimləmə əmsalı obyektin yükündən asılıdır.

§8.5 Obyektin zaman sabiti və yürüş zamanı.

Obyektə gedən keçid prosesini xarakterizə edən ikinci əsas parametr obyektin zaman sabitidir. Yuxarıda göstərmişdik ki, öz-özünə tənzimləməsi olan bir tutumlu obyektə daxil olan və ya ondan xaric olan maddə və ya enerji miqdarı sıçrayışla dəyişdirilərsə tənzimləmə parametri şəkildə göstərildiyi kimi **eksponensial** əyri üzrə dəyişəcəkdir. Bu əyri belə bir xüsusiyyətə malikdir onun istənilən nöqtəsinə çəkilən toxunan düz xəttin həmin pa-

rametrin qərarlaşmış rejim qiymətini $[y(\infty)]$ üfiqi düz xətlə göründüyü nöqtə bütün vəziyyətdə toxunma nöqtəsindən eyni T məsafəsində durur. İstənilən nöqtədə bu əyriyə çəkilən toxunan düz xətt həmin nöqtədə tənzimlənən parametrin dəyişmə sürətini xarakterizə edir.

Parametr öz başlanğıc sürətini saxlamaqla yeni qərarlaşmış qiymətinə çatması üçün lazım olan vaxta obyektin zaman sabiti (həmin parametərə görə) deyilir.

Obyektin işəburaxma vaxtı ilə zaman sabiti arasındakı asılılığı ötürmə əmsalı ilə ifadə etmək olar.

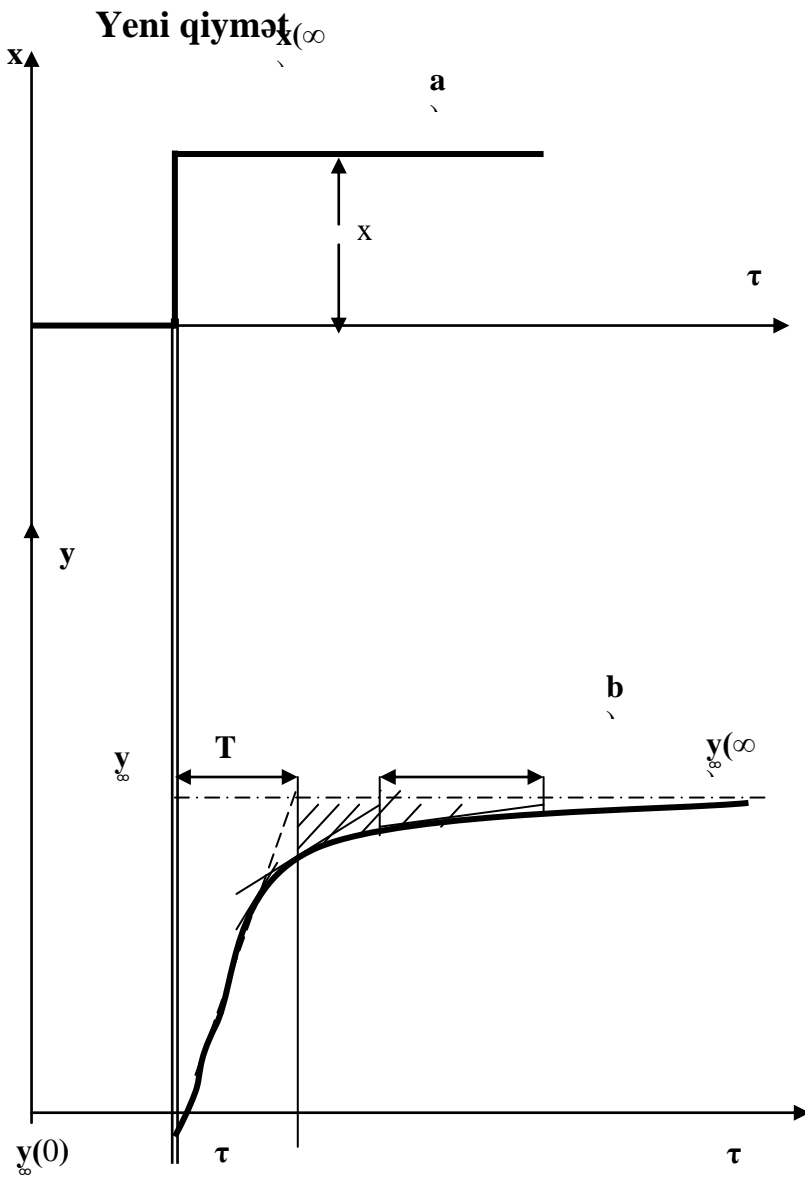
$$T_b = \rho T \frac{T}{K_{\dot{r}}} ; \quad \rho = \frac{F_x}{F_y}$$

$K_{\dot{r}}$ - ötürmə əmsalı; F_x - həyacanlandırıcı təsir;

F_y -impuls zaman əyrisinin absis oxu ilə əmələ gətirdiyi sahəsidir.(ştrixlənmiş sahə).

Öz-özünə tənzimləmə qabiliyyətinə malik olan obyektin zaman xarakteristikaları

Bu əyrinin istənilən nöqtəsindən çəkilmiş toxunan xəttin tənzimləmə parametrinin qərarlaşmış qiyməti xətti



ilə kəşidyi nöqtəyə qədər keçən zaman (T) həmişə sabitdir. İstənilən nöqtədə əyriyə çəkilmiş toxunan xətt həmin nöqtədə tənzimləmə parametrinin dəyişmə sürətini xarakterizə edir. Belə ki, toxunanın bucaq əmsalı (tangensi) parametrin dəyişmə sürətidir. Başlanğıc nöqtədə əyriyə çəkilmiş toxunanın bucaq əmsalı parametrin başlanğıcındakı dəyişmə sürətini verir.

Deməli parametr ilk başlanğıc sürəti ilə dəyişməsində davam etsəydi öz qərarlaşmış qiymətini T zamandan sonra alardı.

Eləcədə tənzimləmə parametri əyriyə istənilən nöqtədə çəkilmiş toxunan bucaq əmsalı ilə təyin olunan sürətlə (yəni parametrin həmin nöqtədəki dəyişmə sürəti ilə) dəyişməsində davam etmiş olsaydı yenə də qərarlaşmış qiymətini T zamandan sonra alardı. Bu zamana obyektin zaman sabiti deyilir.

Əgər obyektin yükü sıfır (ən kiçik) olsa idi obyektə verilən maddə miqdarı isə sıçrayışla öz sıfır qiymətindən maksimal yükə uyğun olan qiymətinə qədər dəyişsəydi parametr maksimal sürətlə dəyişərdi.

Parametrin bu maksimal sürətlə öz qiymətini sıfırdan maksimuma qədər dəyişməsi üçün lazım

olan zamana obyektin yürüş zamanı deyilir.

Yürüş zamanı T_a ilə işarə olunur. Obyektin yürüş zamanı (T_a) onun zaman sabiti ilə aşağıdakı kimi əlaqədardır.

$$T_a = z \cdot T$$

Burada z - obyektin yüklənmə əmsalı olub, baxılan rejimdəki yükün maksimal yükə olan nisbəti ilə təyin olunur.

Obyektin T_a –yürüş zamanı onun tutum əmsalından asılıdır. Beləki, tutum əmsalı böyük olduqca yürüş zamanı da o qədər böyük olur.

IX FƏSİL

Statik və astatik tənzimləmə sistemləri

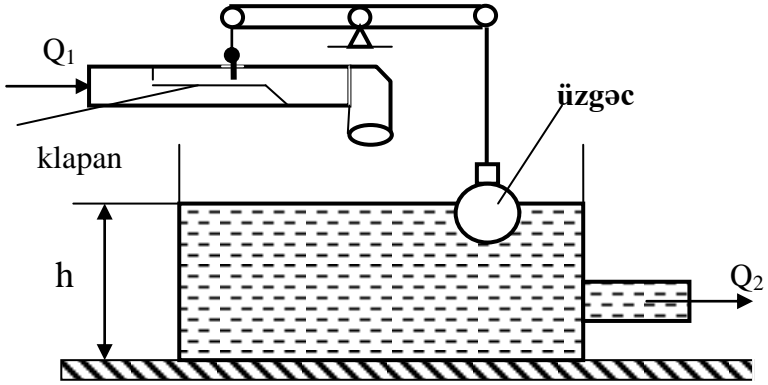
§9.1 Statik sistemin tərifı və izahı.

Qərarlaşmış rejimdə tənzimləmə paramet-rinin öz verilmiş qiymətinə tam dəqiqliklə qa-yıdib qayıtmamasından asılı olaraq tənzimləmə sistemləri—statik və astatik sistemlərə ayrılır.

1. Statik sistem elə sistemə deyilir ki, burada keçid prosesi qurtardıqda, yəni qərarlaşmış rejimdə ob-yektə təsir edən həyacanlandırıcı qüvvənin hər bir qiymətinə uyğun olaraq, tənzimləmə parametri hə-min qüvvədən asılı olan yeni qiyməti alır. Belə ki, statik sistemlərdə həyacanlandırıcı qüvvənin qiy-mətinin dəyişməsinə uyğun olaraq tənzimləmə parametri də müvafiq surətdə dəyişir,

Şəkil 1-də rezervuardakı su səviyyəsinin statik tənzimləməsi sxemi göstərilmişdir. Göründüyü ki-mi bu sxemdə həssas element olan üzgəc icra or-qanı olan klapan ilə sərt əlaqəlidir, yəni həssas ele-mentin hər bir vəziyyətinə uyğun olaraq icra ele-mentinin yalnız bir müvafiq vəziyyəti vardır. Sistemin müvazinət halında olması üçün rezervuara daxil olan və ondan xaric olan mayenin miqdarı bir-birinə bərabər olmalıdır, yəni

$$Q_1 = Q_2$$



Şəkil 1. Suyun səviyyəsinin statik tənzimlənməsi

Yalnız bu halda tənzimləmə parametri olan səviyyə dəyişməyib sabit qalmalıdır Fərz edək ki, hər hansı bir səbəbdən rezervuardan axan mayenin Q_2 miqdarı artmış $Q_2' = Q_2 + \Delta Q_2$ və $Q_2' > Q_2$ olmuşdur. Bu halda mayenin səviyyəsi aşağı olarsa bu da üzgəc aşağı düşməsinə səbəb olacaqdır. Üzgəc aşağı düşərkən özü ilə sərt əlaqədə olan giriş klapanını əvvəlkinə nisbətən daha çox açacaqdır. Rezervuara daxil olan, mayenin miqdarı artacaqdır. Səviyyənin aşağı düşməsi yə-nədə, rezervuara daxil olan mayenin miqdarı rezervuardan axan mayenin miqdarına bərabər da-yanacaqdır. Lakin bu yeni müvazinət səviyyənin əvvəlki qiymətində (yəni üzgəcin əvvəlki vəziy-yətində) əldə edilə bilməz, çünki, Q_2 əvvəl ki

sərfdən çoxdur, bu isə. Rezervuara daxil olan mayenin miqdarında çox olmasını tələb edir. Rezervuara daxil olan mayenin miqdarı girişdə qoyulmuş klapanın vəziyyətindən asılıdır. Qdur ki, daxil olan mayenin əvvəlindən çox olması üçün klapan daha çox açılmalıdır, lakin klapanın açılması üçün üzgəc (yəni səviyyə) mütləq aşağı enməlidir. Deməli müvazinət yalnız üzgəcin əvvəlkinə nisbətən aşağı vəziyyətində əldə edilə bilər. Bu o deməkdir ki, tənzimləmə parametri olan səviyyənin qiyməti əvvəlki verilmiş qiymətə qayıtmayıb ondan az olacaqdır. Rezervusrdan axan mayenin sərfi nə qədər çox dəyişirsə, tənzimləmə parametri də əvvəlki qiymətindən o qədər çox fərqlənər.

§9.2 Statik tənzimləmə sisteminin xüsusiyyətləri və elementləri.

Beləliklə statik tənzimləmə sistemləri üçün aşağıdakı xarakter xüsusiyyətləri qeyd etmək olar:

a) Statik sistemlərin müvazinət halı tənzimlənen kəmiyyətin müxtəlif qiymətlərində əldə edilə bilər;

b) tənzim olunan kəmiyyətin hər bir qiymətinə uyğun olaraq icra orqanının yalnız bir müəyyən vəziyyəti vardır.

Həssas elementlə icra orqanı arasında göstərilən əlaqəni əldə etmək üçün tənzimləmə konturu statik elementlərdən, yəni çıxış kəmiyyəti, giriş kəmiyyətiindən biradlı asılılıqda olan elementlərdən təşkil edilir:

$$X_{cu} = f(X_{gir})$$

Bir çox hallarda xətti statik elementlərdən istifadə edilir ki, bunlarda da çıxışla giriş arasındakı statik əlaqə belə yazıla bilər:

$$\mathbf{X}_{CIX} = \frac{1}{\alpha} (\mathbf{X}_{GIR}) \quad \alpha X_{cu} = X_{gir}$$

burada $\alpha = const$ olub elementin statizm adlanır.

Statik sistemlərdə tənzimləmə parametrlərinin qərarlaşmış qiymətləri ilə yük arasında asılılıq şəkil 1-də verilən qrafiklə təyin edilə bilər. Obyektin yükü öz qiymətini Q_{min} -dan Q_{max} -a qədər dəyişərkən tənzimləmə parametri X_{min} -dan X_{max} -a qədər dəyişir, yəni parametrin qiyməti sabit qalmayıb verilmiş qiymətdən fərqlənmir.

Göstərilən hədd daxilində x-in qiymətlərindən biri, məsələn x_0 qiyməti nominal qəbul edilir. Bəzən X_0 orta ədədi qiymətə bərabər götürülür:

$$X_0 = \frac{X_{max} + X_{min}}{2}$$

Tənzimləmə parametrlərinin (x-in) hər hansı bir qərarlaşmış qiyməti ilə onun nominal qiyməti ara-

sındakı fərq $\Delta X = X - X_0$

Mütləq statik xəta adlanır ki, bu da statik sistemlərə xas olan əsas xüsusiyyətdir.

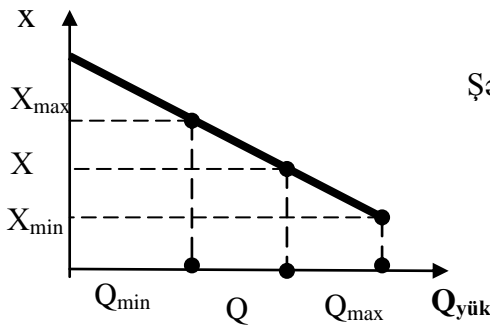
Mütləq xətanın parametrik nominal qiymətinə olan nisbətində nisbi xəta deyilir.

$$\frac{\Delta X}{X_0} = \frac{X - X_0}{X_0}$$

Parametrin nisbi dəyişmə həddinə tənzimləmə sisteminin qeyri müntəzəmliyi deyilir

və δ ilə işarə edilir $\delta = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{X_0}$

Yük artarkən tənzimləmə parametrinin qərarlaşmış qiyməti azalarsa sistemin qeyri müntəzəmliyi mənfi, əks halda müsbət hesab olunur. Statik sistemlərdə tənzimləmə parametrinin qərarlaşmış qiymətləri ilə yük arasındakı asılılıq şəkil 2-dəki qrafiklə təyin edilir



Şəkil 2

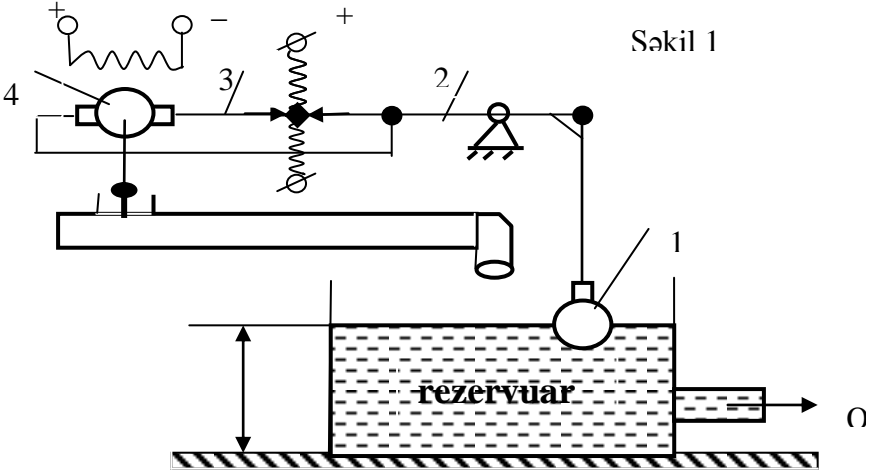
§9.3. Astatik sistemin tərifı və izahı.

Obyektə təsir edən həyacanlandırıcı qüvvənin müxtəlif qiymətlər almasına baxmayaraq, qərarlaşmış rejimdə tənzimləmə parametri yenə də öz verilmiş qiymətini alarsa, belə sistemlərə astatik sistemlər deyilir.

Şəkil 1-in ikinci hissəsində rezervuarda səviyyəni tənzimləyən astatik tənzimləmə sisteminin prinsipial sxemi göstərilmişdir. Burada səviyyə dəyişərkən üzgəc (1) hərəkətə gələrək sürüşkən kontaktın (2) səviyyəsini dəyişəcəkdir ki, bu da mühərrikə gərginlik verməsinə səbəb olacaqdır. Mühərrik hərəkətə gələrək klapan (5)-i hərəkətə gətirəcəkdir.

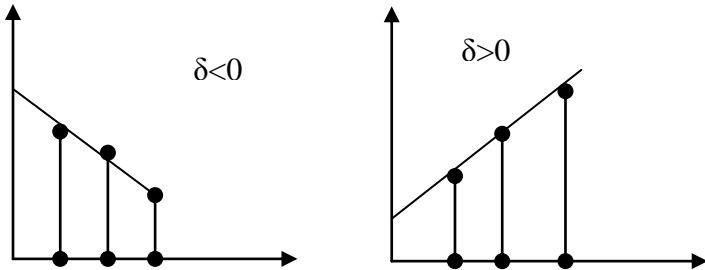
Mühərrik və klapanın hərəkəti o vaxta qədər davam edəcəkdir ki, üzgəc və eləcə də sürüşkən kontakt(2) öz əvvəlki vəziyyətlərinə, yəni 3 kontaktı ilə eyni vəziyyətə qayıtsın. Yalnız bu vəziyyətdə sistemdə müvazinət ola bilər, klapanın və mühərrikin hərəkəti dayandırılı bilər.

Burada sürüşkən kontakt (3) tapşırıq vəzifəsini görür. Şəkil 2 -də çəndə səviyyəni tənzimləyən astatik tənzimləmə sistemi qrafiklə təyin edilir.



Sistemin iş prinsipindən göründüyü kimi, yükün müxtəlif qiymətlərində tənzimləmə parametrinin eyni qiymətdə qalması üçün icra orqanı (tənzimləyici klapən) müxtəlif vəziyyətlər ala bilmək qabiliyyətinə malik olmalıdır.

Yəni verilmiş səviyyəni sabit saxlamaq üçün üzgəc tənzimləyici klapənla əlaqələndirilir ki, üzgəcin bu vəziyyətində klapən müxtəlif səviyyələr ala bilsin.



§9.4. Astatik tənziqləmə sistemlərinin xüsusiyyətləri və elementləri.

Beləliklə astatik tənziqləmə sistemləri üçün aşağıdakı xarakter xüsusiyyətləri göstərmək olar.

a) astatik sistemlər tənziqləmə parametrinin yalnız verilmiş bir qiymətində müvazinət olur .

b) astatik sistemlər tənziqləmə parametrinin eyni bir qiymətində icra orqanı müxtəlif vəziyyətlər almaq imkanına malik olmalıdır.

Astatik tənziqləmə sisteminin qrafiki 2-ci şəkildə göstərilmişdir. Qrafikdən görüldüyü kimi, yükün qiymətinin Q_{\min} – dan $Q - a$ qədər dəyişməsinə baxmayaraq tənziqləmə parametrinin qiyməti sabit saxlanır.

Bu da tənziqləmə sisteminin müvafiq elementlərdən təşkil etməklə əldə edilir. Bütün yuxarıda deyilənlər ideal statik tənziqləmə sistemləri üçündür.

Real astatik sistemlərdə birinci şərt müəyyən xəta ilə yerinə yetirilir, çünki həqiqətdə tənziqləmə sistemini təşkil edən elementlərin müxtəlif xətalrı və qeyri həssaslıqla zonaları olduğu üçün astatik sistemlərdə də, elementlərdə olan qeyri həssaslıqlar hesabına müəyyən qədər xəta olur. Odur ki, tənziqləmə parametrinin verilmiş göstərilən qiyməti

də müəyyən xəta ilə sabit saxlanılır.

Həssas elementlə icra orqanı arasında yuxarıda əlaqəni yaratmaq üçün tənzimləmə konturuna astatik element daxil edilməlidir. Göstərilən halda astatik element vəzifəsini elektrik mühərriki görür.

Belə ki, mühərrikin kəmərlərinin onu yerindən tərpədə biləcək qədər gərginlik verilərsə, onun çıxış valı həmin gərginlik verildiyi müddətdə daim fırlanacaq, gərginlik götürüldükdə isə dayanacaqdır.

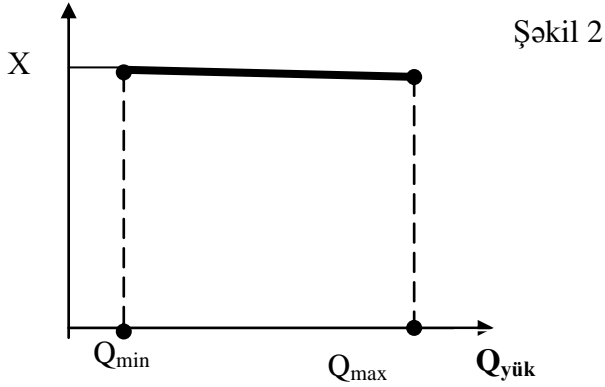
Qeyd etmək lazımdır ki, hər hansı bir sistem bir həyacanlandırıcı qüvvəyə nəzərən statik, digərinə nəzərən astatik ola bilər.

Məsələn, eyni bir sistem yükə nəzərən astatik, tapşırığa nəzərən statik və əksinə ola bilər.

Əlbəttə sabitləşdirici sistemlərdə tapşırıq sabit kəmiyyət olduğundan, sistemin yükə nəzərən astatik tapşırığa nəzərən statik olması, izləyici sistemlərdə isə sistemin tapşırığa nəzərən astatik, yükə nəzərən statik olması daha vacibdir.

Göründüyü kimi astatik sisteminin tənzimləmə parametrinin qiymətini daha dəqiq saxlayır, lakin bu sistemlər statik sistemlərə nəzərən daha mürəkkəb və baha olur. Statik və astatik xarakteristikaların alınması seçilən elementlərdən asılıdır. İzodrom tənzimləyicilər də astatik xarakteristikalı

tənzimləyicilərə daxildir.



Tənzimləmənin astatik xarakteristikası

§9.5 Fasiləsiz, fasiləli və rele təsirli avtomatik tənzimləmə sistemləri

İcra orqanına edilən təsirlərə görə avtomatik tənzimləmə sistemlərinin növləri və elementləri

İcra orqanına edilən təsirin xassəsindən asılı olaraq avtomatik tənzimləmə sistemləri Fasiləsiz, fasiləli və rele təsirli sistemlərə ayrılır.

Adətən avtomatik tənzimləmə sistemlərini təşkil edən elementlər elə qurulur ki, elementin çıxış parametri onun giriş parametrinin fasiləsiz funksiyası olur. Belə elementin xarakter xüsusiyyəti həmişə onun çıxış parametrinin fasiləsiz dəyişməsi ilə giriş parametrinin fasiləsiz dəyişməsinin uyğun

olmasından ibarətdir.

1. Fasiləsiz xarakteristikalı elementə I – şəkildə verilən diferensial transformator vericisini misal göstərmək olar. Həmin şəkildə vericinin xarakteristikası da göstərilmişdir. Xarakteriskadan görüldüyü kimi, elementin çıxış parametri X_2 giriş parametri X_1 -in fasiləsiz funksiyasıdır.

Sistem belə elementdən təşkil edilərsə, fasiləsiz təsirli avtomatik tənzimləmə sistemi almış oluruq.

Beləliklə fasiləsiz təsirli avtomatik tənzimləmə sistemi elə sistemlərə deyilir ki, burada sistemin bütün elementlərinin giriş və çıxış parametrləri arasında fasiləsiz funksional əlaqə mövcud olsun.

Fasiləsiz sistemlərdə bütün tənzimləmə prosesi eyni diferensial tənliklə ifadə oluna bildiyindən, sistemlərin riyazi tənliyi çox sadə alınır.

2 Fasiləli və impuls təsirli avtomatik tənzimləmə sistemləri.

Fasiləli və impuls təsirli avtomatik tənzimləmə sistemləri elə sistemlərə deyilir ki, burada sistemin elementlərindən hər hansı birinin çıxış parametri ardıcıl impulslardan ibarət olub, ampilitudu davam etmə müddəti və ya təkrar olunma tezliyi həmin elementin girişinə zamanın ayrı-ayrı diskret anla-

rında verilən parametrdən asılıdır.

Fasiləli tənzimləmə sistemləri onunla fərqlənir ki, adətən tənzimləmə dövrəsinin diskret anlarda, açılıb-bağlanması nəticəsində bu sistemlərin strukturunda sıçrayışla dəyişiklik baş verir.

Tənzimləmə sisteminin idarəetmə dövrəsinin diskret anlarda açılıb-bağlanması xüsusi quruluş vasitəsi ilə məcburi və dövri olaraq həyata keçirilir.

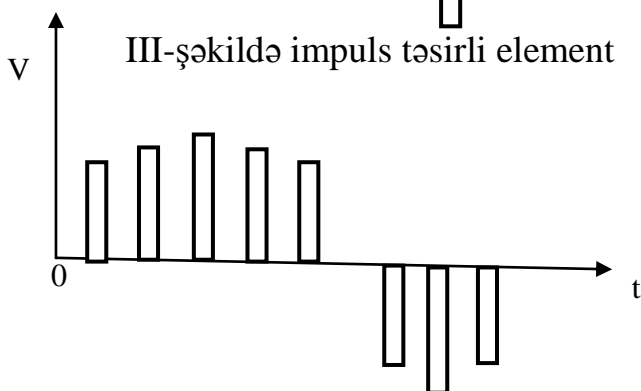
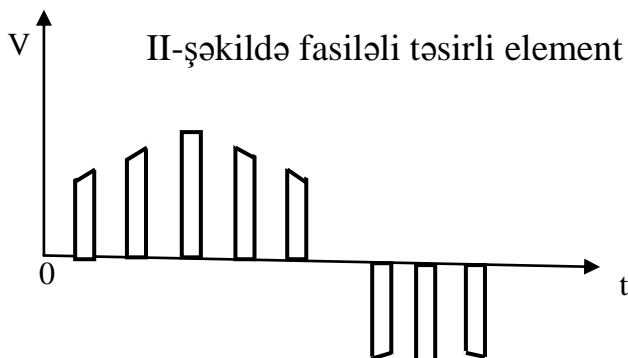
Dövrənin açılıb-bağlanma tezliyi, iş rejimindən asılı olmayaraq sabit qalır.

Fasiləli sistemlərdə tənzimləmə müddəti diskret aralıklara impulsalara və fasilələrə ayrılır. İmpuls zamanı proses eyni ilə fasiləsiz tənzimləmə sistemlərində olduğu kimi gedir

Fasilə zamanı isə tənzimləyicinin təsiri məcburi olaraq kəsilir.

Fasiləli tənzimləmə prinsipi adətən yavaş gedən proseslərin (sobalarda temperaturun tənzimlənməsi, qazalarda temperaturun və təzyiğin tənzimlənməsi və s) tənzimlənməsində tətbiq edilir.

II-ci şəkildə fasiləsiz, fasiləli və impuls tənzimləmə sistemlərində idarəedici siqnalların formaları göstərilmişdir.



§9.6 *Rele təsirli elementlər*

Bəzən avtomatik tənzimləmə sistemlərində rele xarakteristikalı elementlərdən istifadə etmək

lazım gəlir.

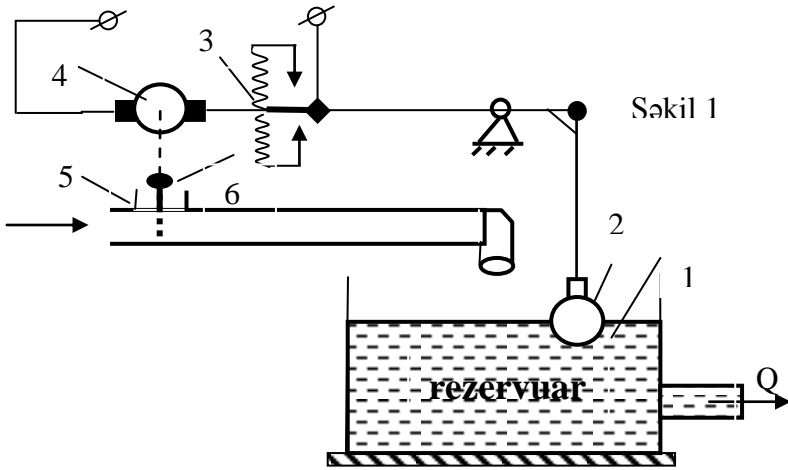
Bu elementlərdə giriş parametrinin kiçik hədlərdə dəyişməsi, çıxış parametrinin müəyyən bir qiymətə qədər sıçrayışla dəyişməsinə səbəb olur. Belə sıçrayışla dəyişən xarakteristikalı elementlərə məlum olduğu kimi rele təsirli elementlər deyilir.

Sistemə belə bir element daxil edilərsə, rele təsirli avtomatik tənzimləmə sistemi almış olaraq.

Rele təsirli avtomatik tənzimləmə sistemləri elə sistemlərə deyilir ki, burada sistemin elementlərindən hər hansı birinin parametri həmin elementin giriş parametrinin qiymətindən asılı olmayaraq sabit qalır, onun işarəsi ilə giriş parametrinin işarəsindən asılı olur.1-ci şəkildə rele təsirli avtomatik tənzimləmə sistemi göstərilmişdir.

Rele təsirli sistemlərdə tənzimləmə sisteminin dövrəli (bu və ya digər parametrdən asılı olaraq) sistemin elementlərindən biri vasitəsi ilə açılıb-bağlanılır. Adətən bu açılıb-bağlanma təsir signalının müəyyən qiymətlərində dövrəni açan və ya bağlayan hər hansı bir rele vasitəsi ilə yerinə yetirilir. Rele təsirli tənzimləməni digər elementlərlə də (halqaları, elektromaqnit muftaları və s. ilə) əldə etmək olar. Tənzimləmə sistemlərində istifadə olunan rele orqanları, adətən iki və ya üç

dayanıqlı vəziyyətə malik olur



Üç vəziyyətli rele orqanı onun həssas elementinə təsir edən həyacanlandırıcı qüvvənin qiymət və işarəsindən asılı olaraq, icra mühərriki müsbət və mənfi istiqamətlərdə qoşar və onu tamamilə açar bilər

Üçvəziyyətli rele orqanı olan sistemlərdə uzun müddətli skunət halı olmaq mümkündür, belə ki, rele orqanının açıq vəziyyətində icra mühərriki də hərəkətsiz dayanır. Üçvəziyyətli rele orqanı olan tənzimləyicilər, əsas etibarlı ilə proseslərin kobud tənzimlənməsi (su səviyyəsinin böyük dəqiqlik tələb etməyən sobalarda temperaturun tənzimlənməsi və s) üçün geniş miqyasda tətbiq edilir.

İkisəviyyəli rele orqanı dayanıqlı açıq vəziyyətə

malik deyildir. Bu “ancaq müsbət istiqamətdə bağlı” və ya” mənfi istiqamətdə “bağlı vəziyyətinə malik ola bilər” Aydınır ki, belə bir orqanı olan sistem mütləq sönməyən rəqsi hərəkət rejimində olacaqdır.

Ücsəviyyəli rele orqanı olan tənzimləyicilərə rəqsli tənzimləyicilər deyilir.

Rəqsli tənzimləyicilərin rəqslərin tezliyi adətən, obyektin buraxa bildiyi tezliyə nəzərən çox böyük oduğundan tənzimləmə parametrlərinin rəqsləri əməli olaraq çox kiçik alınır. Rəqsli tənzimləyiciləri olan sistemlər öz dinamik xassələrinə görə fasiləsiz təsirli sistemlərə çox yaxındır. Bu bir çox hallarda sistemləri təhlil edərkən parametrlərin dövrü toplananlarını ataraq, onların orta qiymətini götürməyə və belə sistemlərə xətti nəzəriyyə metodlarını tətbiq etməyə imkan verir.

X FƏSİL

Bir konturlu və çox konturlu avtomatik tənzimləmə sistemləri

§10.1 Bir konturlu avtomatik tənzimləmə sistemləri

Avtomatik tənzimləmə sistemləri, onlarda olan dövrələrin (konturun) sayından asılı olaraq bir konturlu və çox konturlu sistemlərə ayrılır.

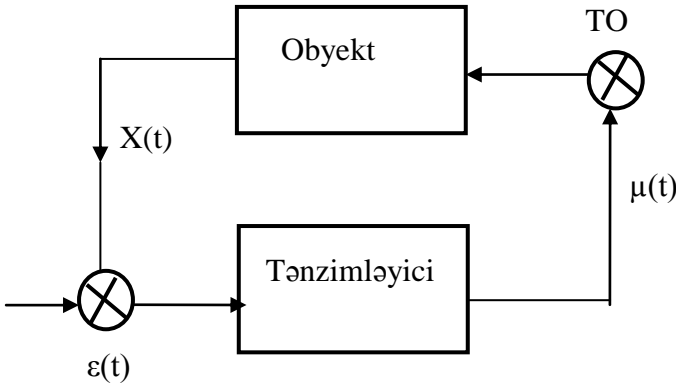
Ən sadə sistemin yalnız bir dairəsi olur. Belə sistemlərə birkonturlu sistem deyilir.

Sadə bir konturlu sistemdə ancaq bir tənzimləmə parametri olur və signal yalnız bir yolla sistemin bütün elementlərindən keçir.

1-ci şəkildə sadə birkonturlu sistemin struktur sxemi göstərilmişdir. Burada $X(t)$ tənzimləmə parametri tənzimləyicilərin girişinə verilir. Bundan başqa tənzimləyicinin girişinə göstərilən sistem üçün tapşırıq olan $g(t)$ də təsir edir. Tənzimləyici daim $X(t) = g(t)$ bərabərliyini təmin etməyə çalışır. Xəta signalı adlanan

$$g(t) - X(t) = \varepsilon(t)$$

tənzimləyicinin girişinə veriləcək onun təsirlənməsinə səbəb olur. İzləyici sistemlərdə və proqram tənzimləmə sistemlərində $g(t)$ tapşırıq elementindən fasiləsiz olaraq verilir.



Birkonturlu sistemin struktur sxemi

Bir çox tənzimləmə sistemlərində, məsələn stabilləşdirmə sistemlərində $g(t)$ tənzimləyicinin içərisində olan etalon element məsələn yay vasitəsi ilə yaradılan sabit kəmiyyətdir. Bəzən belə hallarda $g(t)$ müəyyən hədlərdə dəyişdirilə bilər. Bu tənzimləyici işə salınarkən və ya uzunmüddətli fasilədən sonra edilir. Obyekt icra orqanına edilən təsir vasitəsi ilə idarə edilir. Bu təsir $u(t)$ ilə işarə edilmişdir.

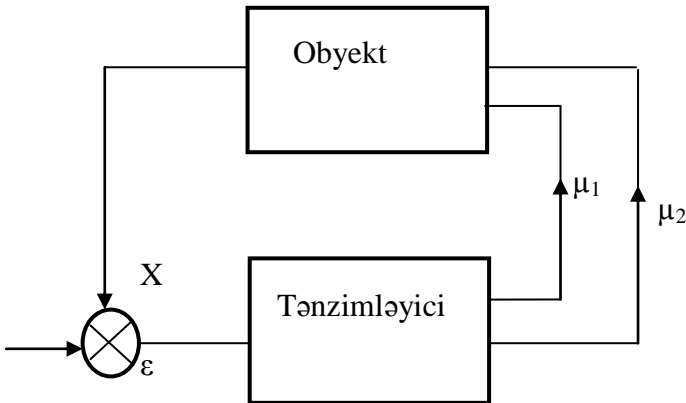
Təcrübədə daha mürəkkəb konturlara rast gəlmək olur. Belə ki, tənzim olunan parametr dəyişərkən tənzimləyici bir neçə idarə orqanına təsir edir. Məsələn, buxar qazqınında tənzimləyici eyni zamanda həm yanacağın və həm də qazana suyun verilməsinə təsir edir. Belə sistem ən azı iki kontura malik olur.

§10.2 Çox konturlu avtomatik tənzimləmə sistemləri

Əgər sistemlərdə tənzimləyici bir neçə həssas elementdən alınan siqnalardan təsirlənsə və ya o, bir çox tənzimləmə orqanına təsir edirsə, yaxud alınan siqnal bir yolla deyil, bir neçə yolla bir elementdən başqasına keçirsə, belə sistemə çox konturlu avtomatik tənzimləmə sistemi deyilir.

Çoxkonturlu sistemlərdə əsas əks əlaqədən başqa əlavə-yerli əks əlaqələrdə olur. Əlavə əks əlaqələr sisteminin dinamik xüsusiyyətlərini yaxşılaşdırmaq üçün istifadə olunur.

Çoxkonturlu sistemin struktur sxemi



Təcrübədə sistemin dayanıqlılığını yüksəltmək və keçid prosesinin keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün bəzən tənzimləyiciyə nəinki, yalnız $\varepsilon(t)$

xətasından asılı olaraq, həmçinin onun törəmələri ε' və ε'' -dən və ya inteqrallarından asılı olan təsirlər də tətbiq edilir. Belə sistemlərə törəməyə və ya inteqrala görə təsirli sistemlər deyilir.

§10.3 Çox konturlu avtomatik tənzimləmə sistemlərinin növləri.

Çox konturlu avtomatik tənzimləmə sistemləri əlaqəli və əlaqəsiz sistemlərə ayrılır. Eyni tənzimləmə obyektində ayrı-ayrı parametrləri tənzim edən tənzimləyicilər bir-biri ilə əlaqələndirilməyibsə, belə sistemlərə əlaqəsiz sistem deyilir. Əlaqəsiz sistemlər özləri də müstəqil və asılı sistem olmaqla iki yerə ayrılır.

Müstəqil əlaqəsiz sistemlər onunla xarakterizə olunur ki, bunlarda bir tənzimləmə parametrinin dəyişməsi başqa parametrlərin dəyişməsinə səbəb olmur. Odur ki, hər bir tənzimləmə parametri sərbəst olaraq müayinə edilə bilər. Buna turba-generatorlarda turbinin sürətinin tənzimlənməsi ilə generatorun gərginliyinin tənzimlənməsini misal göstərmək olar.

Adətən gərginliyin tənzimlənməsi prosesi dövrlər sayının tənzimlənməsi prosesinə nisbətən çox sürətlə axır. Odur ki, bu proseslərin hər iki-

sinə bir-birindən asılı olmayan müstəqil proseslər kimi baxmaq olar.

Asılı əlaqəsiz sistemlər onunla xarakterizə edilir ki, bunlarda bir tənzimləmə parametrinin dəyişməsi başqa parametrinin də dəyişməsinə səbəb olur. Belə sistemlərdə müxtəlif parametrlərin tənzimlənməsinə müstəqil olaraq bir birindən ayrılıqda baxıla bilməz.

Asılı əlaqəsiz tənzimləmə sistemlərinə sükanın idarəsi üçün sərbəst idarə kanalları olan avtopilotlu təyyarəni misal göstərmək olar.

Əlaqəli sistem elə sistemlərə deyilir ki, burada ayrı-ayrı parametrləri tənzim edən təmizləyicilər bir-biri ilə obyektədən kənarında əlaqələndirilmişlər olur

Bəzən əlaqəli sistemlərdə tənzimləyicilər arasında əlaqə elə yaradılır ki, tənzimləmə prosesində parametrlərdən hər hansı birinin dəyişməsi digər parametrlərin dəyişməsinə səbəb olmur. Belə sistemlərə muxtar sistemlər deyilir.

XI FƏSİL

Tənzimlənmə obyektləri tənliklərinin tərtib olunma ardıcılığı.

§11.1 Obyektdə gedən prosesin tabe olduğu fiziki qanunlara əsas parametrləri.

Tənzimləmə sisteminin hər hansı bir elementinin və o cümlədən tənzimləmə obyektinin diferensial tənliyini tərtib etmək üçün hər şeydən obyektdə gedən prosesin hansı fiziki qanunlara tabe olduğunu bilmək lazımdır. Şübhəsiz ki, hər hansı bir obyektin tənliyini tərtib edərkən, həmin obyektdə təsir edən bütün amilləri nəzərə almaq çox çətindir. Odur ki, hər bir obyektin tənliyini tərtib edərkən əsas amillərə fikir vermək və onları nəzərə almaq lazımdır. Fırlanma hərəkətində olan bir maşının iş rejimini xarakterizə edən əsas parametr kimi onun valın bucaq sürətini, içərisində istilik prosesi gedən bir obyektin iş rejimini xarakterizə edən əsas parametr kimi isə onun temperaturunu və S qəbul etmək olar. Obyektləri xarakterizə edən bu ümumiləşmiş əsas parametrlərini asılı olduqları kəmiyyətlərdən bəziləri əsas digərləri isə ikinci dərəcəli olub, nəzərdən atıla bilər. Məs: içərisində istilik prosesi gedən bir qurğuda temperatur tənzim edilərkən mühitin qurğuya etdiyi istilik təsirini

nəzərə almamaq olar. Fırlanma hərəkətində olan maşının rotoru ilə əlaqələndirilmiş hissələr varsa, rotorun valına köçürülmüş ətalət momenti rotorun vəziyyətindən asılı olaraq dəyişən olacaqdır, lakin əksər halda ətalət momentinin rotorun vəziyyətindən asılı olduğu nəzərə alınmır və bir dövr ərzində sabit qəbul edilərək, orta bir qiymət götürülür. Maşının bir dövr etməsi üçün lazımi zaman tənzimləmə zamanında çox-çox kiçik olduqda belə ideallaşdırma tamamilə mümkündür və məsələnin həllini xeyli sadələşdirmiş olur. Daha sonra fırlanma hərəkətində olan maşının iş rejimini xarakterizə edən əsasparametr kimi bucaq sürətini qəbul etdikdə, məsələni bir qədər ideallaşdırmış oluruq, çünki biz bu halda maşın hissələrinin mütləq bərk olduğunu qəbul edirik, onun hərəkətə gətirən qaz və ya buxar kütləsini nəzərə almırıq.

Obyektlərin dinamik xarakteristikalarının riyazi ifadələrini, yəni onların diferensial tənliklərini tərtib etmək üçün, fiziki və kimyəvi qanunlardan enerjinin itməməsi və çevrilməsi qanunundan, mexanikanın və elektrotexnikanın əsas qanunlarından və. s istifadə olunur.

Bəzi proseslərin əsas parametrlərinin dəyişmə qanunları.

Bəzi proseslər üçün əsas parametrlərin dəyişmə qanunlarını nəzərdən keçirək. Fırlanma hərəkəti üçün bucaq sürətinin dəyişmə qanunu aşağıdakı kimi yazıla bilər.

$$J \frac{d\omega}{dt} = M \quad (1)$$

burada J – ətalət momenti,

ω – bucaq sürəti,

M –maşının valına təsir edən ümumi momenti.

Şübhəsizki bu moment hərəkət verici momentlə müqavimət momentinin fərfinə bərabərdir.

İrəliləmə hərəkəti üçün hərəkət sürətinin dəyişmə qanunu belə yazıla bilər.

$$m \frac{d\nu}{dt} = P \quad (2)$$

burada m – kütlə; ν – hərəkət sürəti;

P – ümumi təsiredici qüvvələr

İçərisində səviyyə tənzim edilən rezervuar üçün səviyyənin dəyişmə qanunu aşağıdakı kimi yazıla

bilər

$$F \frac{dh}{dt} = Q \quad (3)$$

burada F – rezervuarın en kəsiyi;

h – mayenin səviyyəsi;

Q – rezervuara daxil olan və ondan xarkeizə olan mayelərin fərqi, yəni ümumi həcmi sərfidir.

Təzyiqi tənzim olunan qabda təzyiqin dəyişmə qanunu belə yazıla bilər

$$\frac{dV}{RT} \cdot \frac{dp}{dt} = G \quad (4)$$

Burada V – qabın həcmi; P – qazın təzyiqi;

R – qaz sabiti; T – mütləq temperatur; G – qaba daxil olan və ondan xaric olan qaz miqdarinin fərqi (kq - larla)

Qızdırıcı qurğularda temperaturun dəyişmə qanunu belə ifadə edilə bilər

$$G_c \frac{d\theta}{dt} = Q \quad (5)$$

Burada G_c – qızdırılan maddənin çəkisi;

c – qızdırılan maddənin xüsusi istilik tutumu;

θ – tənzim olunan temperatur;

Q – obyektə verilən və ondan xaric olan istiliklərin fərqi.

§11.2 Proseslərin gedişinin ümumiləşmiş tənliklərlə ifadəsi idarəedici təsir və yaxud obyektin tənliyinin çıxarılması.

Göründüyü kimi yuxarıda göstərilən obyektlərdəki proseslərin gedişi aşağıdakı ümumiləşmiş bir tənliklə qeyd edilə bilər.

$$L \frac{dH}{dt} = B \quad (6)$$

Göstərilmiş tənliyə daxil olan ümumiləşmiş koordinatların fiziki mənalərini nəzərdən keçirsək, ümumiləşmiş koordinat olan H –in ayrı-ayrı hallarda prosesin gedişini xarakterizə edən parametrlər olduğunu görürük. Belə ki, hərəkət üçün bu parametrlər, sürət istilik prosesi üçün temperatur, hər hansı bir qabın qazla dolub-boşalması halı üçün təzyiq və s olur. Deməli bu parametrlər həmin texnoloji proseslərin aparılması keyfiyyətini xarakterizə edən ümumiləşmiş bir kəmiyyət olub, yuxarıda adlandırdığımız kimi tənzimləmə parametrlərindən ibarətdir. Tənlikdə göstərilmiş B kəmiyyəti obyektə daxil olan və ondan xaric olan enerjiyə və ya maddə miqdarları fərqi olub, keçid prosesində obyektin energetik və ya maddələr balansını xarakterizə edir. Hərəkətdə olan obyekt üçün bu həmin obyektə təsir edən qüvvələr və ya momentlər fərqi, hər hansı hidravlik və ya pnevmatik tutumlar üçün onlara daxil olan və ondan xaric olan qaz və ya maddələr fərqi, istilik prosesləri üçün həmin obyektə verilən və ondan xaric edilən istilik miqdarı fərqi ibarətdir. Beləliklə B kəmiyyəti prosesi miqdar etibarlı ilə xarakterizə edən bir amildir. (6)

tənliyindən görüldüyü kimi, L kəmiyyəti B -nin verilmiş qiymətində tənzimləmə parametrinin dəyişmə intensivliyini xarakterizə edən amil olub, obyektin tutum əmsalından ibarətdir.

§11.3 Tənzimləmə parametirlərinin sabit qalması üçün obyektə olan tələbat.

Şübhəsiz ki, tənzimləmə parametrinin qiymətinin sabit qalması üçün obyektə daxil olan və ondan xaric olan enerjini və ya maddə miqdarı birbirinə bərabər olmalıdır. $H = const$ olması üçün.

$$B = Q_d - Q_x = 0 \quad (8)$$

olmalıdır;

Burada Q_d – obyektə daxil olan enerji və ya maddə miqdarı;

Q_x – obyektədən xaric olan enerji və maddə miqdarıdır, ümumi halda (6) tənliyini belə yazı bilərik

$$L \frac{dH}{dt} = Q_d - Q_x \quad (9)$$

Qərarlaşmış rejimdə:

$$H = H_0 = const ,$$

$$B_0 = Q_{d_0} - Q_{x_0} = 0 \text{ və ya}$$

$$Q_{d_0} = Q_{x_0} \text{ olur.}$$

§11.4 Həyəcanlandırıcı qüvvə anlayışlarının elmi izahları.

Obyektə müqavimət pozularkən parametri verilmiş qiymətinə qaytarmaq üçün, obyektin ya girişinə və ya mıxışına təsir etmək olar. Parametri öz verilmiş qiymətinə qaytarmaq üçün obyektə olunan təsirə **idarəedici təsir deyilir**.

Obyektdə müvazinət vəziyyətini pozan səbəbə isə yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi həyəcanlandırıcı qüvvə deyilir. Deməli, həyəcanlandırıcı qüvvə prosesin müvazinət vəziyyətini pozaraq, tənzimləmə parametrini verilmiş qiymətindən uzaqlaşdırır, idarəedici təsir isə onu öz verilmiş qiymətinə qaytarmağa çalışır. Həyəcanlandırıcı qüvvə bizdən asılı olmayaraq dəyişən olduqları üçün qiyməti və xarakteri əvvəldən məlum ola bilməz.

Fərz edək ki, hər hansı bir səbəbdən obyektə müvazinət pozulmuş və

$$Q_d = Q_{d_0} + \Delta Q_d ;$$

$$Q_x = Q_{x_0} + \Delta Q_x$$

olmuşdur. Məs: tutaq ki, içərisində səviyyə tənzim olunan rezervuarın girişində qoyulmuş klapanın açılması nəticəsində rezervuara daxil olan maye miqdarı artmışdır. Bunun nəticəsində rezervuarda

səviyyə artmağa başlayacaqdır ($h = h_0 + \Delta h$). Şübhəsiz ki, səviyyənin dəyişməsi də qaba daxil və xaric olan maye miqdarının dəyişməsinə səbəb olacaqdır (əgər obyekt astatik deyilsə) yəni, müvazinət pozulduqdan sonra yeni müvazinət forması alınana qədər (əgər obyekt statikdirsə) obyektə daxil və xaric olan enerji və ya maddə miqdarı zaman etibarı ilə sabit qalmayıb, tənzimləmə parametrinin dəyişməsindən asılı olaraq dəyişəcəkdir.

Fərz edək ki, rezervuarda səviyyəni tənzim etmək üçün giriş klapanına təsir edərək onun açıqlıq dərəcəsi olan x -si dəyişirik: $x = x_0 + \Delta x$ onda obyektə daxil olan maye miqdarı həm klapanın vəziyyətindən və həm də rezervuardakı maye səviyyəsindən asılı olacaqdır. Rezervuardan xaric olan maye miqdarının isə yalnız səviyyədən asılı olduğunu qəbul edək, onda Q_d və Q_x üçün aşağıdakıları yaza bilərik.

$$Q_d = f_1(h, x) \tag{10}$$

$$Q_x = f_2(h)$$

§11.5 Obyektin alınmış qeyri-xətti tənliyinin xətləşdirilməsi.

Bu funksiyalar əksər hallarda qeyri xətti funksiyalar olur. Şübhəsiz ki, bu funksiyaları (9) tənliyində yerinə qoysaq qeyri-xətti tənliklər alacağıq ki, bunların da həlli və təhlili olduqca böyük çətinliklə əlaqədardır. Ona görə də tən-zimləmə prosesini təhlil etmək üçün əksər hallar da alınmış tənlikləri mümkün olduqda mütləq xətti tənliklər çəkinə salırlar. Deməli obyektin tənliyinin çıxarılmasında atılan ikinci addım alınmış qeyri xətti tənliyin xətləşdirməkdən ibarətdir. Əgər funksiyalar bir adlıdırsa, kəsilən deyillərsə və ya kəskin ayrılıqları yoxdursa onda müəyyən inter-valda göstərilən funksiyaları xətləşdirmək müm-kündür. Tənlikləri xətləşdirmək üçün Feylar sırasında istifadə olunur. Bunun üçün qeyri-xətti funksiyanı nəzərdən keçirilən qərarlaşmış rejimdə müvafiq nöqtə ətrafında kiçik artırmalara nəzərən sıraya düzülər, yüksək dərəcədə olan artımları kiçik olduqları üçün nəzərdən atılır.

Məlum olduğu kimi hər hansı $F(x)$ funksiyasını

Teylor düsturu üzrə aşağıdakı kimi sıraya düzmək olar

$$F_0 + \left(\frac{dF}{dx} \right)_{x=x_0} \cdot \Delta x + \left(\frac{d^2F}{dx^2} \right)_{x=x_0} \cdot \frac{\Delta x^2}{2!} + \dots \quad (11)$$

Mötərizələrin indeksi, xəttilləşdirmənin nəzəridən keçirilən qərarlaşmış $x = x_0$ rejimi ətrafında aparıldığını göstərir. İkinci dərəcədən yuxarı artırımların kiçik olduğunu nəzərə alaraq (10) ifadələrin sıraya düzməklə Q_d və Q_x üçün aşağıdakıları alırıq.

$$Q_d = Q_{d_0} + \left(\frac{dQ_d}{dh} \right)_{h=h_0} \cdot \Delta h + \left(\frac{dQ_d}{dx} \right)_{x=x_0} \cdot \Delta x + \left(\frac{dQ_d}{dx} \right)$$

$$Q_x = Q_{d_0} + \left(\frac{dQ_x}{dh} \right)_{h=h_0} \cdot \Delta h$$

§11.6 Tənliklərin tərtib edilməsində ölçüsü olmayan koordinatlara keçid.

Yuxarıda çıxardığımız tənlik artırımların mütləq qiymətinə görə qurulmuşdur yəni tənliyi təşkil edən hər bir toplananın ölçü vahidi müəyyəndir. Lakin tənzimləmə sistemlərinin və həmçinin ayrı – ayrı elementlərin öyrənilməsində və müqayisə edilmə-

sində ölçüsü olmayan koordinatlardan istifadə etmək çox əlverişlidir.

Beləliklə obyektin və eləcədə tənzimləmə sisteminin təşkil edən hər bir elementin tənliyinin tərtib edilməsində atılan üçüncü addım, ölçüsü olmayan koordinatlara keçməkdir. Bunun üçün artımların mütləq qiymətlərini hər hansı bazis kəmiyyətlərə bölmək lazımdır, bununlada nisbi artımlara keçmiş olur. Adətən bazis kəmiyyətlər alaraq parametrlərin ya nominal qiymətləri və yada nəzərdən keçirilən rejimdəki qiymətləri qəbul edilir. Tənzimləmə parametrləri hərəkəti üçün bazis kəmiyyəti olaraq onun nəzərdən keçirilən qərarlaşmış rejimdəki h_0 qiymətini qəbul edək; x üçün müvafiq olaraq, x_0 qiymətini qəbul edərək ;

$$\varphi = \frac{dh}{h} ; \quad \mu = \frac{\Delta x}{x} \quad (14)$$

İşarə etsək və həmçinin $dh = d(h + \Delta h) = d\Delta h$ olduğunu nəzərə alsaq (13) tənliyi aşağıdakı şəkildə yazarıq.

$$L \cdot h_0 \frac{d\varphi}{dt} + h_0 \left[\left(\frac{dQ}{dh} \right)_{h=h_0} - \left(\frac{dQ}{dh} \right)_{x=x_0}^{h=h_0} \right]$$

$$\varphi = \left[\left(\frac{dQ}{dx} \right)_{x=x_0}^{h=h_0} \cdot x_0 \right] \quad (15)$$

və ya

$$T_c \frac{d\varphi}{dt} + \delta\varphi = \mu; \quad (16)$$

yaxud operator formasında

$$(T_c P + \delta)\varphi = \mu; \quad (16^1)$$

olar.burada $T_c = \frac{Lh}{x_0 \left(\frac{dQ_d}{dx} \right)_{x=x_0}^{h=h_0}};$ (17)

$$\delta = \frac{h_0 \left[\left(\frac{dQ_x}{dh} \right)_{h=h_0} - \left(\frac{dQ_x}{dh} \right)_{x=x_0}^{h=h_0} \right]}{x_0 \left(\frac{dQ_d}{dx} \right)_{x=x_0}^{h=h_0}};$$

$$P = \frac{d}{dt}; \text{ diferensiallama simvolu};$$

T_s – obyektin zaman sabiti, san ilə

δ - obyektin öz-özünə tənzimləmə əmsalı olub, ölçüsüz kəmiyyətdir.

Çox vaxt (15) tənliyini aşağıdakı şəkildədə

yazırlar.

$$T = \frac{df}{dt} + \varphi = k\mu; \quad (18)$$

və ya operator formasında

$$(T_p + 1)\varphi = k\mu; \quad (18^1)$$

Burada

$$T = \frac{T_c}{\delta}; \quad k = \frac{1}{\delta};$$

k -ya obyektlərin gücləndirmə əmsalı deyilir. T yenədə yuxarıda olduğu kimi zaman zaman sabiti adlanır. Beləliklə, obyektlərin tənliyinin tərtibi qurtarmış olur.

§11.7 Xətti diferensial tənliyin ümumi həlli.

(16) xətti diferensial tənliyinin ümumi həlli bircinsli tənliyinin inteqralı φ_1 və xüsusi həlli φ_2 ilə təyin olunur yəni, $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$ olur.

$$T_c = \frac{d\varphi}{dt} + \delta\varphi = 0 \quad (19)$$

Bircinsli tənliyin inteqralını $\varphi_1 = ce^{\lambda t}$ şəklində axtaracağıq. Məlum olduğu kimi (19) diferensial tənliyinin xarakterik tənliyi belədir

$$T_c\lambda + \delta = 0$$

Buradan da, $\lambda = -\frac{\delta}{T_c}$; və $\varphi_1 = ce$

Olduğunu tapırıq (16) tənliyinin xüsusi həllini tapmaq üçün μ -nün birdən-birə sıçrayışla dəyişib, sonra isə sabit qaldığını nəzərdə tutcağıq, yəni $\mu = \mu_t = const$ olduğunu qəbul edəcəyik. Onda (16) tənliyinin xüsusi həlli belə olacaqdır.

$$\varphi_2 = \frac{\mu_q}{\delta}; \frac{d\varphi_2}{dt} = 0;$$

$$T_s \frac{d\varphi_2}{dt} + \delta\varphi_2 = \mu_q$$

Beləliklə (16) tənliyinin ümumi həlli

$$\varphi = \varphi_0 + \varphi_1 + \varphi_2 = \frac{\mu_q}{\delta} + \left(Ce^{-\frac{\delta}{T_c}t} \right)$$

$t = 0$ olduqda obyekt müvazinətdə idi və ona görə də tənzimləmə parametrinin artımı $\Delta h = 0$ eləcədə $\varphi = 0$ idi ($h = h_0$)

Deməli $t = 0$ olduqda

$$C = \frac{\mu_q}{\delta} \quad \text{və ya}$$

$$\varphi = \frac{\mu_q}{\delta} \left(1 - e^{-\frac{\delta}{T_c} t} \right) \quad (20)$$

§11.8 Tənzimləmə parametrinin öz-özünə tənzimləmə əmsalından asılı olaraq dəyişməsi.

$$\varphi = \frac{\mu_q}{\delta} \left(1 - e^{-\frac{\delta}{T_c} t} \right)$$

ifadəsindən göründüyü kimi, tənzimləmə parametrinin dəyişməsi öz-özünə tənzimləmə əmsalı δ -nin işarəsindən asılı olaraq müxtəlif olacaqdır. Beləki əgər $\delta > 0$, yəni obyektin öz-özünə tənzimlənməsi varsa μ sıçrayışla dəyişib sonra sabit qalarsa $\mu = \mu_q = const$, onda φ tənzimləmə parametri zaman keçdikcə yəni qərarlaşmış bir qiymət-

cə, yəni $\varphi_2 = \frac{\mu_q}{\delta}$ qiymətinə yaxınlaşır.

Yuxarıda dediyimiz kimi, belə obyektlərə sabit obyektlər deyilir.

Eger $\delta > 0$ olarsa, (20) tənliyindən göründüyü kimi, e -ni üstü müsbət ədəd olur və buna görə də φ -nin dəyişmə sürəti getdikcə artır və öz əvvəlki

qərarlaşmış qiymətdən getdikcə uzaqlaşır.

Egər $\delta=0$ olarsa onda obyektin tənliyi $T_s = \frac{d\varphi}{dt} = \mu$; şəklini alır ki bu da astatik neytral obyektin tənliyi olub, μ -nün kiçik bir dəyişməsində tənzimləmə parametri sabit sürətlə müvazinət qiymətindən uzaqlaşması ilə xarakterizə edilir. Bu uzaqlaşma $\mu = 0$ olana qədər davam edəcəkdir.

$$\varphi = \frac{1}{T_c} \int \mu dt = \frac{\mu_q}{T_c} t \quad (21)$$

(20) tənliyindən görüldüyü kimi $\delta \rightarrow \infty$ yaxınlaşdıqda $\varphi \rightarrow 0$ olur. Bu o deməkdir ki, μ -nün dəyişməsinə baxmayaraq, tənzimləmə parametri dəyişəcəkdir. Belə doldurulub daşdırılan rezervuardan istifadə etməklə hidrostatik təzyiqin sabit saxlanmasını misal göstərmək olar. Beləki, burada rezervuara axıb gələn mayenin miqdarından asılı olmayaraq tez həmişə sabit qalacaqdır. Çünki rezervuar həmişə ağzına qədər dolu olur.

§11.9 Sabit cərəyan generatoru

Generator tənzimlənən kəmiyyət onun lövbərinin sıxaclarındakı gərginlikdir. Sabit cərəyan generatorun sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir.

Generatorun iş rejimindən asılı olaraq tənzimləyici orqanın koordinatı olaraq ya təsirlənmə dolağına verilən gərginlik U_t ya da ki, i_t təsirlənmə dolağının müqaviməti r_t qəbul edilir.

Yük kimi isə lövbərin cərəyanı (I), yaxud da yük müqaviməti qəbul edilir.

Məsələni sadələşdirmək üçün aşağıdakı şərtləri qəbul edək: lövbərin fırlanma sürəti sabitdir

($\omega = const$), histerizis yoxdur, dolaqların temperaturu dəyişmir, lövbərin reaksiyası kompensasiya olunmuşdur və o, nəzərə alınmır. Lövbərin induktivliyi və yükü nəzərə alınmır, selin yayılması (rasseivaniya) $\sigma = 1.20 \div 1.25$ sabit vuruqlu sayılır.

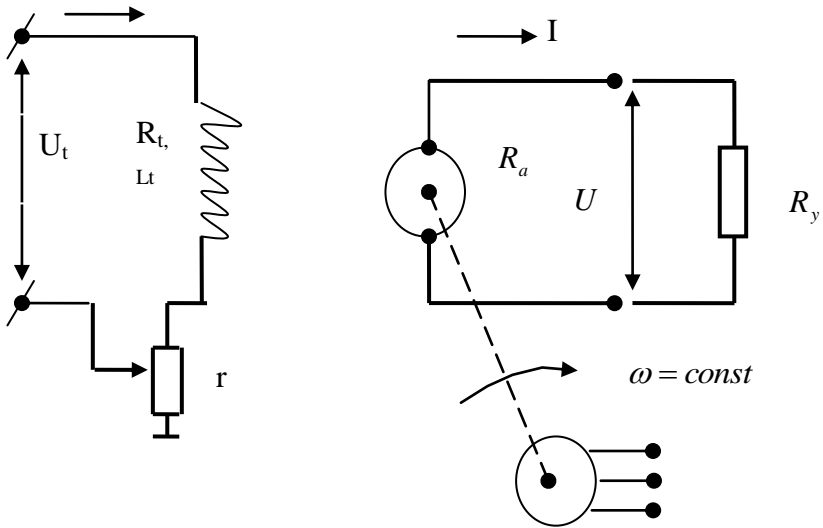
Lövbər dolağının tənliyi aşağıdakı kimi ifadə edilir.

$$E(t) = U(t) + R_a \cdot I(t) \quad (1)$$

Burada $E(t)$ -generatorun e.h.q.-sidir;

$U(t)$ - generatorun gərginliyidir;

R_a -generatorun lövbər dolağının müqavimətidir;



Şəkil 1. Sabit cərəyan generatorunun sxemi

$I(t)$ - lövbərdəki cərəyan şiddətidir

Lövbərdə cərəyan olmadıqda $I(t) = 0$ generatorun gərginliyi onun e.h.q.-sinə bərabər olur. Yəni

$$I(t) = 0,$$

olduqda

$$E(t) = U(t)$$

Bu zaman generatorun e.h.q.-si yüksüz rejimin (xolostoqo xoda) xarakteristikası ilə təyin edilir.

$$E = f(\dot{I}_t) \quad (2)$$

burada \dot{I}_t -təsirlənmə cərəyanıdır.

Təsirlənmə dövrəsinin tənliyi aşağıdakı kimidir.

$$\sigma W \frac{dF(t)}{dt} + r_t \cdot i_t(t) = U_t(t) \quad (3)$$

burada r_t -təsirlənmə dolağının müqavimətidir. e.h.q-sinin yaranmasında edən təsirlənmə dolağının selidir.

Seli e.h.q. ilə aşağıdakı kimi ifadə etmək olar.

$$\Phi(t) = c \cdot E(t) = c \cdot f(i_t(t)) \quad (4)$$

$$C = \frac{60 \cdot a}{P_1 \cdot n \cdot N} = const \quad (5)$$

Burada:a-lövbər dolağındakı paralel budaqlardakı sarğıların sayıdır;

P_1 -cüt qütüblərin sayıdır;

N -lövbərin aktiv məfillərinin sayıdır;

n -lövbərin dəqiqədəki dövrlər (dövr/dəq) sayıdır

Sabit cərəyan mühərrikinin tənliyinin tərtibi

Keçid prosesində müqavimət momentinin və ətalət momentinin hərəkət momenti ilə müvazinətləşdiril məsi: Əksər hallarda sabit cərəyan mühərrikinin sürətini onun rotoruna verilən gərginliyi dəyişməklə tənzim edirlər. Bu halda təsirlənmə dolağına toxunmayıb, onu qidalandıran gərginlik saxlanılır.

Mühərrikin yaratdığı M_h hərəkət momenti keçid

prosesində M_m müqvimət momenti və

$\dot{I} \frac{d\omega}{dt}$; ətalət momentini müvazinətləşdirməyə sərf edilir.

$$\dot{I} \frac{d\omega}{dt} + M_m = M_h; \quad (1)$$

Yaxud
$$\dot{I} \frac{d\omega}{dt} = M_h - M; \quad (2)$$

Olur burada I-ətalət momenti, ω -rotorun bucaq sürətidir.

Maşının hərəkət momentinin rotordan keçən cərəyanla mütənasibliyi: Maşının hərəkət momenti rotordan keçən cərəyanına mütənasibdir:

$$M_h = C_m \cdot \dot{I}_r \quad (2)$$

Burada C_m -moment əmsalı, kq/amper - rotordan keçən cərəyandır

C_m -moment əmsalı belə təyin olunur

$$C_m = \frac{N}{2\pi \cdot 9,81a} F_t \cdot 10^{-8} \quad (3)$$

Burada P - mühərrikin cüt qablar sayı
 N -rotorun aktiv mühərriklərinin sayı

a -rotorun dövrəsinin cüt paralel dövrlər sayı.

Φ_t -təsirlənmə maqnit selidir.

Rotorun sürətinin cərəyan və gərginlikdən asılılığı: Məlum olduğu kimi, rotorun sürətinin cərəyan və gərginlikdən asılılığı aşağıdakı ifadə ilə

$$\text{təyin olunur. } \omega = \frac{U - i_r R_r}{C_r} \quad (4)$$

Burada U - rotoru bəsləyən gərginlik, volt

R_r -rotorun dövrəsinin müqaviməti, om

C_c - əks təsir elektron hərəkət qüvvəsinin əmsalıdır.

$$C_e = \frac{PN}{2\pi a} F_t \cdot 10^8 \quad (5)$$

(3) və (5) ifadələrindən göründüyü kimi

$$C_m = \frac{C}{9,81} \quad (6)$$

C_e və C_m kəmiyyətləri maşının pasportunda verilmiş nominal kəmiyyətlərə görə (2),(3),(5)-ci düstura əsasən təyin edilə bilər. Belə ki

$$C_e = \frac{d_{nom} i_{rnom} R_r}{\omega_{nom}} = \frac{d_{nom} i_{rnom} R_r}{h_{nom} \frac{\pi}{30}} \quad (7)$$

§11.10 Sabit cərəyan maşınının xarakteristikası:

Sabit cərəyan mühərriki. Sabit cərəyan mühərriki – sabit cərəyanın elektrik enerjisini fırlanma hərəkətinin mexaniki enerjisinə çevirir. Bu qurğudan avtomatik tənzimləmə sistemlərində icra orqanı kimi geniş istifadə olunur. Rotorun (lövbər) yaratdığı momentin əsas hissəsi xarici yükün idarə olunmasına sərf olunur. Yüksək fırlanma momenti, fırlanma sürətinin geniş diapazonda tənzim oluna bilməsi, yığcamlıq, yaxşı yük xarakteristikası (statik xarakteristika), yüksək cəldişləmə, qoşulmasının rahatlığı, gücünün geniş diapazonda olması və s. kimi keyfiyyət göstəricilərinə malik olduğuna görə sabit cərəyan mühərrikləri robot–manipulyatorlarda, lentdartıcı mexanizmlərdə, polad -yayma stanlarında, maşınqayırmada, raketdən müdafiə qurğularının izləyici sistemlərində və başqa sahələrdə müvəffəqiyyətlə tətbiq olunur. İdarəetmə obyekti kimi, bu mühərrikin idarə olunmasında əsasən iki üsuldən istifadə olunur: oyatma dövrəsində f_i cərəyanını dəyişməklə; lövbər (rotor) dövrəsində p_i cərəyanını dəyişməklə. Bu zaman giriş (idarəetmə) gərginliyi oyatma dövrəsinə U_f və ya lövbər dövrəsinə U_p verilir. Digər dövrədəki gərginlik isə

sabit saxlanılır.

Maşının ω fırlanma sürətinin rotora verilən gərginlikdən asılı olaraq dəyişməsi (4) tənliyinə görə (şəkil 1) göstərildiyi kimi bu asılılıq düz xətt qanunu ilə olub, onun bucaq əmsalı

$$tg = \frac{1}{C} \quad (8)$$

bərabərdir. Əgər $i_r = 0$ olarsa (ideal yüksüz iş rejimi) xarakteristika başlanğıcından keçər lakin maşının valında müəyyən qədər yük olarsa mühərrikin, ona müəyyən $U_{t\text{ər}}$ – tərپənmə gərginliyi verildikdən sonra hərəkət etməyə başlayacaqdır. Şübhəsiz ki, qərarlaşmış rejimdə

$$M_{h_0} = M_{m_0} = C_m i_{r0} \quad (9)$$

$$i_r = \frac{M_{m_0}}{C_m} \quad (10)$$

Bunları nəzərə alaraq (4) tənliyinə əsasən $\omega = 0$ qəbul edib, tərپənmə gərginləyəne taparıq.

$$U_{t\text{ər}} = \frac{M_m}{C_m} R_r \quad (11)$$

$U = 0$ olan $U = \pm U_{t\text{ər}}$ intervalında mühərrik hərəkət etməyəcəkdir ki, bu da mühərrikin qeyri-həssaslıq zonasıdır.

§11.11 Maşının hərəkət momentinin rotorun sürətindən və gərginliyindən asılılığı.

Rotor dövrəsində keçid prosesinin nisbətən tez qurtardığını, yəni həmin dövrənin zaman sabitinin

kiçik olduğunu nəzərə alaraq (4) tənliyindən \dot{i}_r -in

tapıb, (8) tənliyində yerinə yazarıq; $i_r = \frac{U - C_r \omega}{R}$

$$M_h = C_m i_r = C_m \frac{U - C_r \omega}{R} \quad (12)$$

(12) tənliyindən və həmçinin 1-ci şəkildən göründüyü kimi M_h -in ω və U - dan asılılığı xətti qanunla dəyişir.

Rotorun sürətindən və gərginliyindən asılı olan hərəkət momentinin müqavimət və ətalət momentlərini müvazinətləşdirilməsi (mühərrikin artımlara görə alınmış tənliyidir).

Odur ki, həmin funksiyanı nəzərdən keçirdiyimiz rejim ətrafında ($\omega_0; U_0$) sıraya düzüb artımlara keçdikdə (12) tənliyini uyğun olaraq

$$\Delta M_h = \frac{C_m}{R} \Delta U - \frac{C_m C_r}{R_r} \Delta U - \Delta M_m \quad (14)$$

alırıq. Bu mühərrikin artımlara görə alınmış tənliyidir.

ω_0 və U_0 –i bazis kəmiyyətləri kimi qəbul edərək

$$\varphi = \frac{\Delta\omega}{\omega_0}; \quad \mu = \frac{\Delta U}{U_0}$$

nisbi koordinatlara keçsək

$$T\varphi \frac{d\varphi}{dt} + \delta\varphi = \mu - f_m \quad (15)$$

və ya operator formasında

$$(T\varphi P + \delta)\varphi = \mu - f_m \quad (16)$$

alarıq. Burada $T\varphi = \frac{1\omega_0 RP}{U_0 C_m}$;

$$\delta = \frac{C_e \omega_0}{U_0}; \quad f_m = \frac{R_2}{C_m \mu_0} \Delta M_m$$

§11.12 Avtomatik tənzimləmə sistemləri tənzimləmə tərtilinin tərtib edilməsi.

1. Avtomatik tənzimləmə sistemlərinin tənzimləmə tərtilinin tərtib edilməsinin əsas səbəbləri: Avtomatik tənzimləmə sistemində gedən proseslərin nəzəri təhlili üçün həmin sistemin tənzimləmə tərtilini tərtib etmək lazımdır. Bu tənzimləmə prosesinin xüsusiyyətlərini əks etdirməlidir. Həmin tənzimləmə tərtili

tədqiq etməklə, biz tənzimləmə prosesinin xarakterini onun sönmə müddətini tənzim olunan kəmiyyətin öz nominal qiymətindən nə qədər fərqləndiyini müəyyən edə bilərik.

Hər bir avtomatik tənzimləmə sistemi ayrı-ayrı elementlərdən təşkil olunduğundan, tənzimləmə prosesində baş vərən keçid prosesləri haqqında müəyyən mühakimə yürütmək üçün birinci növbədə bu elementlərin xüsusiyyətlərini öyrənmək lazımdır. Tənzimləmə sistemini təşkil edən hər bir element və eləcə də bütün sistem öz statik və dinamik xüsusiyyətləri ilə xarakterizə olunur.

2. Tənzimləmə prosesinin tənlikləri anlayışı:

Avtotənzimləmə sistemlərindəki proseslərin nəzəri tədqiqi üçün giriş kəmiyyətinin dəyişmə xarakterindən asılı olaraq tənzim olunan kəmiyyətin həm qərarlaşmış rejimdə və həmdə zaman etibarilə necə dəyişəcəyini müəyyən etmək lazımdır. Bu asılılıq həm sistemin tənliyinə daxil olan ayrı-ayrı elementlərin tənlikləri ilə və həmdə bütün sistemin tənliyi ilə təyin edilə bilər. Prosesin xarakterini təsvir edən bütün tənliklər toplusuna tənzimləmə prosesi tənlikləri deyilir.

Tənzimləmə sisteminin statik tənliklərini bilməklə, biz qərarlaşmış rejimdə yükün dəyişməsin-

dən asılı olaraq, tənzimləmə parametrinin verilmiş qiymətindən nə qədər fərqlənəcəyini və ümumuy-yütlə tənzim parametrinin qərərlaşmış rejimdə sistemin elementlərində olan quru sürtünmə və ya histerezis xarakteristikalardan asılı olaraq hansı hü-dud da dəyişəcəyini təyin edə bilərik. Sistemin dinamik tənliklərini bilməklə onun keçid prosesində özünü necə aparacağını təyin etmək olar.

Sistemin tənzimləməni almaq üçün əvvəlcə ayrı-ayrı elementlərin tənliklərini tərtib etmək lazımdır.

3. Tənliklərin tərtib edilmə üsulları:Yuxarıda qeyd edildiyi kimi,hər bir tənzimləmə sistemi elementlərdən təşkil olunur.Buna görə də sistemin tənliyini qurmaq üçün ilk əvvəl həmin sistemi ayrı-ayrı elementlərə bölmək və onların tənliklərini tərtib etmək lazımdır.Tənzimləmə sisteminin hər bir elementinə ümumiləşmiş bir element kimi baxacağıq. Beləki elementin girişə (Şəkil1) səbəb çıxışına isə nəticə kimi baxacağıq. Qəbul edəcəyik ki, çıxış parametri, giriş parametrini dəyişə bilməz, yəni hərəkət çıxışdan girişə doğru verilə bilməz. Məsələn: mərkəzdənqaçma rəqqaslı sürət maşının çıxış valının fırlanma sürətinin dəyişməsi rəqqasın muftasını dəyişir; lakin muftanın hər hansı bir sə-

bəbdən yerini dəyişməsi, heçdə valın sürətini dəyişə bilməz. Belə bir ümumiləşmiş element özünün statik və dinamik xarakteristikaları ilə səciyyələndirilə bilər.

Yuxarıda deyildiyi kimi, statik xarakteristika qərarlaşmış rejimdə çıxış parametri ilə giriş parametri arasındakı əlaqəni verir.

$$X_{\text{çı}} = f(X_{\text{gir}})$$

Dinamik xarakteristika isə giriş parametrinin dəyişməsi nəticəsində çıxış parametrinin keçid prosesində zamandan asılı olaraq necə dəyişməsinə verir.

$$X_{\text{çı}} = f(X_{\text{gir}}; t)$$

Bu xarakteristikaları almaq üçün həmin elementlərdə gedən fiziki prosesləri dərinləndirilməklə və həmin elementi xarakterizə edən ümumi- ləşmiş koordinatları düzgün seçmək lazımdır. Ümumi- ləşmiş koordinatlar dedikdə biz sistemin və ya ayrı - ayrı elementlərin hərəkətini təyin edən kəmiy- yətləri nəzərdə tutacağıq.

4. Avtomatik tənzipləmə sisteminin qeyri-xətti tənliklərin xəttiləşdirilməsi: Şübhəsiz ki, hər hansı bir avtomatik tənzipləmə sisteminin tənliyini tərtib edərkən, sistəmə təsir edən bütün amillərin təsirini nəzərə almaq çətindir. Bu halda tənzipləmə prosesinə cüzi təsir edən amillər nəzərə alınmır. Bun-

dan əlavə sistemdəki proseslər qeyri-xətti tənliklərlə xarakterizə edildikdə, tənzim olunan kəmiyyətin zamandan asılı olaraq ümumi halda necə dəyişiləcəyini analitik olaraq tədqiq etmək üçün qeyri-xətti tənliyi, təqribi-xətti tənliklə əvəz etmək lazım gəlir. Qeyri-xətti tənliklərin xətti tənliklərlə əvəz edilməsinə sistemin bir neçə ikinci dərəcəli parametrlərinin nəzərə alınması müəyyən xətlər doğursada mürəkkəb məsələləri müvafiq-fəqiyyətlə həll etməyə və təcrübədə lazım olan dəqiqliklə tənzimləmə sistemini yaratmağa və tədqiq etməyə imkan verir.

Tənliklərin xəttiləşdirilməsinin əsasını T.A. Vişneqradski tərəfindən irəli sürülən mülahizə təşkil edir. Bu mülahizənin əsası ondan ibarətdir ki, tənzimləmə zamanı bütün dəyişən kəmiyyətlər öz qərarlaşmış qiymətindən çox az fərqlənir. Doğurdan da tənzimləmə sisteminin əsas vəzifəsi də məhz tənzimləmə parametrlərinin verilmiş tapşırıqdan az fərqlənməsini təmin etməkdir.

5.Sistemin diferensial tənliyinin tərtib edilməsi:

Tənzimləmə sisteminin tənliklərini tərtib edərkən tənliyə kəmiyyətin mütləq qiymətini deyil, onların qərarlaşmış qiymətində olan fərqi yəni artımlar daxil etmək daha əlverişlidir. Belə əmsalı adi xətti

diferensial tənliklərə keçmək olur.

Sistemin diferensial tənliyi artımlara görə tərtib edildikdə aydındır ki, hesablama başlanğıcı olaraq sistemin müvazinət halı seçilməlidir. Artımı köhnə və ya yeni müvazinət halına nəzərən hesablamaq olar. Artımı köhnə müvazinət halına nəzərən hesabladıqda, riyazi çevirmələrdən sonra sağ tərəfi sıfır olmayan diferensial tənlik alınır ki, bunun həlli də yeni müvazinət halında tənzim olunan kəmiyyətin, daha doğrusu artım qiymətini verir. Bu statik sistemlər üçün daha əlverişlidir. Artım yeni müvazinət vəziyyətinə nəzərən hesablandıqda bircinsli diferensial tənlik alınır. (sağ tərəf sıfıra bərabər olur)

Diferensial tənliyi artımlarla yazmaq üçün hər şeydən əvvəl qərarlaşmış rejimdə yəni sistemin müvazinət halında ümumiləşmiş koordinatlar arasındakı asılılıqları, yəni statik tənlikləri bilmək lazımdır. Bundan sonra sistemi müvazinətdən çıxmış hesab edərək, keçid rejiminin tənliyini yazmaq olar.

6. Sistemin diferensial tənliyi tərtib edilərkən qeyri-xətti tənliklərin xəttiləşdirilməsi: Dinamika tənliyindən statik tənliyi çıxaraq artımlara görə keçid rejiminin ifadəsini alırıq. Sistemin diferensial

tənliyini çıxarakən qeyri-xətti tənliyə malik olan elementlərdəki prosesi yuxarıda deyildiy kimi təqribi xətti tənliklə ifadə etmək, başqa sözlə xəttiləşdirmək lazımdır. Bunun üçün qeyri-xətti tənliyi artımlara görə siraya düzməli və sirada birdən yuxarı dərəcəli artımları olan hedləri atmalıdır.

Artımlar qarşısında dayanan xüsusi törəmələri koordinatların kiçik mütləq artımlarında sabit qəbul edərək, artımların mütləq qiymətlərinə nəzərən elementin təqribi xətti tənliyi alırıq.

Artımlar qarşısında dayanan bu xüsusi törəmələr keçirilən müvazinət halında statik xarakteristikaya çəkilməmiş toxunun bucaq əmsalı olub, kiçik artımlar üçün sabit qəbul edilə bilər.

Qeyri-xətti xarakteristikaya malik olan hər hansı bir elementi və ya sistemi bütün iş diapozonunda tədqiq etmək üçün iş diapozonunu bir sıra kiçik intervallara bölərək hər bir interval üçün sabit qəbul etmək və həmin intervallar üçün elementin tənliyini almaq lazımdır. Bu halda şübhəsiz ancaq xüsusi törəmələrin qiymətləri dəyişəcək ki, bu da tənlikdəki əmsalların dəyişməsinə səbəb olacaqdır

7. Alınmış tənliklərin koordinatlarının nisbi artımlarla ifadəsi:

Artımların mütləq qiymətlərinə görə aldığımız tənliklər ayrı-ayrı elementlərin öyrənilməsində və müqayisə edilməsində əlverişli olmadığından koordinatların nisbi artımlarından istifadə edirlər. Bunu üçün artımların mütləq qiymətini hər hansı bazik kəmiyyətlərə bölürlər. Bazik kəmiyyətlər kimi adətən koordinatların, nominal, maksimal və ya nəzərdən keçirilən rejimdəki qiymətlər qəbul edilir. Beləliklə elementin və ya sistemin nisbi artımlara görə tənliklərini almış oluruq ki, bu halda koordinatlar ölçüsüz olduğundan müqayisə üçün əlverişli olur.

§11.13 Xalis və keçid gecikmələri.

Obyektin giriş ilə çıxışı arasındakı müvazinəti pozan səbəbə həyacanlandırıcı qüvvə deyilir.

Obyektdə müvazinət pozulduqda, tənzimləmə parametrinin dəyişməsi həyacanlandırıcı qüvvənin dəyişməsi ilə eyni zamanda deyil, müvazinət pozulduqdan bir qədər sonra başlanır. Bu onunla əlaqədardır ki, obyektdə gedən prosesdə gecikmə olur. Obyektdə iki qrup gecikmə olur:

- a)ötürmə (buna xalis gecikmə də deyilir)
- b) kecid gecikmələri

Şəkildə ötürmə və keçid gecikməsi olan ikitumlu obyektə parametrin dəyişmə əyrisi göstərilmişdir. a şəkilində obyektə verilən maddə və ya enerji dəyişməsi qrafiki, b şəkilində isə tənzimləyicinin ötürücü orqanı ilə yazılmış tənzimləmə parametrinin dəyişmə əyrisinin qrafiki verilmişdir. **Həyacanlandırıcı qüvvənin təsiri altında obyektə müvazinət pozulduğu andan tənzimləmə parametrinin dəyişməyə başlaması anınadək keçən zaman fasiləsinə ötürmə və ya xalis gecikmə müddəti deyilir.**

Bu müddət τ_0 ilə işarə edilmişdir xalis gecikmə (τ_0) elə bir zaman fasiləsidir ki, həmin müddət ərzində müvazinətin pozulmasından əmələ gələn maddə və ya enerji seli dəyişiklik olan nöqtədən məsələn tənzimləyici orqanın qoyulduğu yerdən, tənzimləyicinin həssas elementinin qoyulduğu nöqtəyə qədər məsafəni keçir.

Hər hansı boru kəmərinə temperaturu tənzimləyərkən, işlək agentin tənzimləyici orqanından termometr qoyulduğu yerdən getməsi üçün lazım olan zaman fasiləsi xalis gecikmə müddəti olacaqdır.

Xalis gecikmə tənzimləyici orqandan həssas elementə qədər olan məsafə və həmin məsafədəki

axının sürəti ilə təyin olunur. Xalis gecikmə, şübhəsiz obyektin yükündən asılıdır, çünki yük dəyişdikdə axının sürəti də dəyişir. Yük acılır və əksinə, sürət azaldıqca gecikmə artır. Keçid gecikməsi çoxtutumlu obyektlərə xas olan xüsusiyyətdir. Bu tutumlar arasında istilik, hidravlik və başqa müqavimətlərin olması ilə əlaqədardır. Şəkildə ikitutumlu obyektə olan keçid gecikməsi (τ_n) ilə işarə edilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, keçid gecikməsi parametrin dəyişməyə başladığı andan aşırım nöqtəsindən əyriyə çəkilmiş toxunanın zaman oxu ilə kəsişmə nöqtəsinə uyğun ana qədər zaman fasiləsi ilə təyin edilir. İkitutumlu obyektə keçid gecikməsinin olması tənzimləmə parametrinin şəkildə göstərildiyi kimi aşırımı olan əyri üzrə dəyişməsinə səbəb olur. Çoxtutumlu obyektlərdə keçid gecikməsinin yaranması onunla əlaqədardır ki, maye, qaz və s. maddə və ya enerji seli bir tutumdan digərinə keçərkən tutumlararası müqavimətlərdə müəyyən qədər ləngidilir. Keçid gecikməsi obyektin yükündən və müvazinəti pozan qüvvənin qiymətindən asılı olmayıb, obyektin konstruksiyasından və istismar şəraitindən asılıdır. Məsələn istilik qurğularında keçid gecikməsi qurğunun hazırlandığı materialın növündən, hündəsi ölçülə-

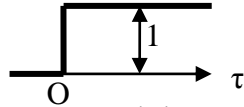
rindən, həmçinin qızdırılan səthin tənzimliyindən asılıdır. Ən böyük gecikmələr temperaturu tənzim olunan obyektlərdə olur. Obyektləri və tənzimləmə sistemlərini layihə və istismar edərkən gecikmələri mümkün qədər azaltmağa çalışmaq lazımdır.

§11.14 Tipik həyacanlandırıcı təsirlər. Onların riyazi ifadələri.

Həyacanlandırıcı təsirin aşağıdakı növləri var

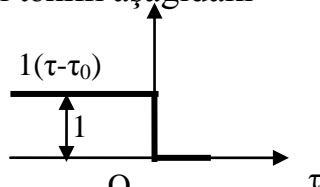
1.a) Təkan şəkilli həyacanlandırıcı təsirin riyazi ifadəsi və qrafiki aşağıdakı kimidir.

$$\tau = \begin{cases} \tau < 0 \text{ olduqda } 0 \\ \tau \geq 0 \text{ olduqda } 1 \end{cases}$$



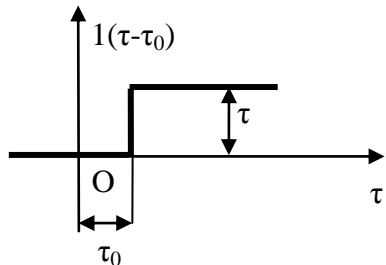
b) Verilmiş qrafikə uyğun tənlik aşağıdakı kimidir.

$$\tau = \begin{cases} \tau < 0 \text{ olduqda } 1 \\ \tau \geq 0 \text{ olduqda } 0 \end{cases}$$

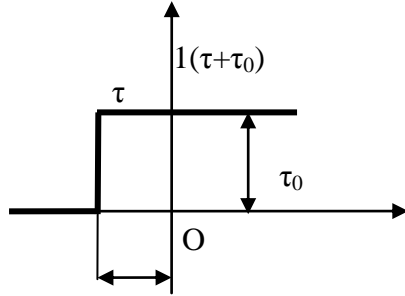


c). Verilmiş qrafikə uyğun tənlik aşağıdakı kimidir.

$$(\tau - \tau_0) = \begin{cases} \tau < \tau_0 \text{ olduqda } 0 \\ \tau \geq \tau_0 \text{ olduqda } 1 \end{cases}$$

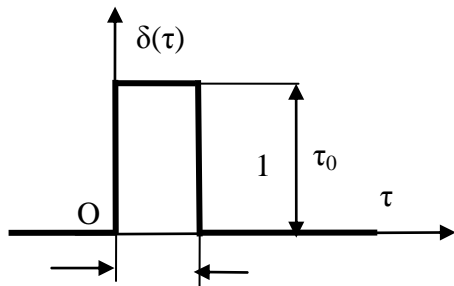


$$l(\tau + \tau_0) = \begin{cases} \tau < -\tau_0 \text{ olduqda } 0 \\ \tau \geq -\tau_0 \text{ olduqda } 1 \end{cases}$$

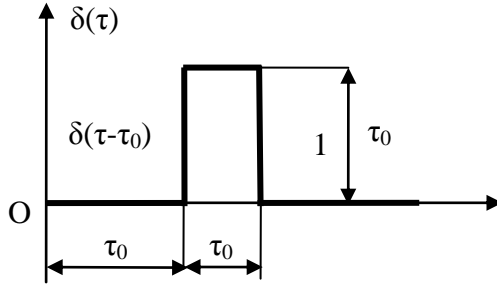


5. Birinci dərəcəli impuls funksiyasının qrafiki və riyazi ifadəsi

$$a) \delta(\tau) = l'(\tau) = \begin{cases} 0 < \tau < \tau_u \text{ olduqda } \frac{1}{\tau_u} \\ \tau > \tau_u; \tau < \tau_0 \text{ olduqda } 0 \end{cases}$$

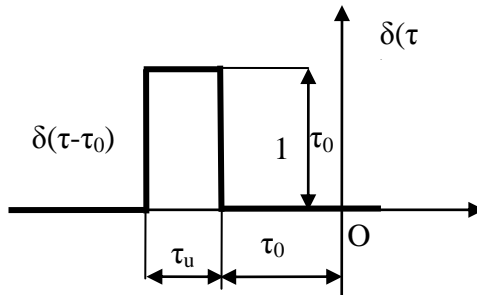


b) Birinci dərəcəli impuls funksiyasının qrafiki və riyazi ifadəsi



$$\delta(\tau - \tau_0) = I'(\tau - \tau_0) = \begin{cases} \tau_0 < \tau < \tau_u + \tau_0 \text{ olduqda } \frac{1}{\tau_u} \\ \tau > \tau_0 + \tau_u; \tau < \tau_0 \text{ olduqda } 0 \end{cases}$$

c). Birinci dərəcəli impuls funksiyasının qrafiki və riyazi ifadəsi



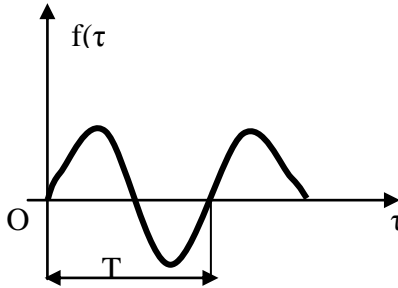
$$\delta(\tau + \tau_0) = I'(\tau + \tau_0) = \begin{cases} -\tau_0 > \tau > -(\tau_u + \tau_0) \text{ olduqda } \frac{1}{\tau_u} \\ \tau > -\tau_0; \tau < -(\tau_0 - \tau_u) \text{ olduqda } 0 \end{cases}$$

6. Dövri həyəcanlandırıcı təsir onun qrafiki və

riyazi ifadəsi a) $f(\tau) = \begin{cases} \tau < 0 \text{ olduqda } 0 \\ \tau \geq 0 \text{ olduqda } f(\tau + T) \end{cases}$

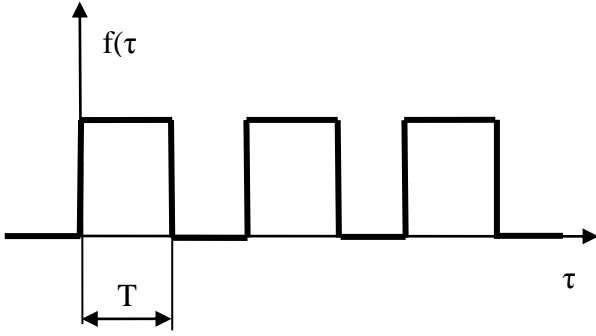
b). Dövri həyəcanlandırıcı təsir onun qrafiki və riyazi ifadəsi

$$f(\tau) = \begin{cases} \tau < 0 \text{ olduqda } 0 \\ \tau \geq 0 \text{ olduqda } f(\tau + T) \end{cases}$$

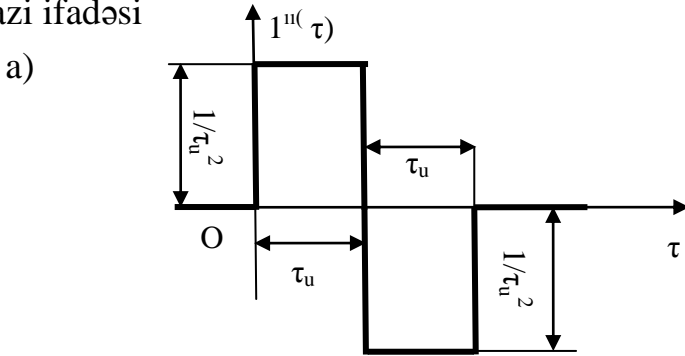


c). Dövri həyəcanlandırıcı təsir onun qrafiki və

riyazi ifadəsi $f(\tau) = \begin{cases} \tau < 0 \text{ olduqda } 0 \\ \tau \geq 0 \text{ olduqda } f(\tau + T) \end{cases}$

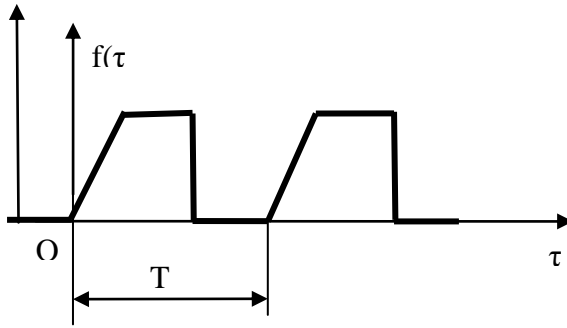


7 .İkinci dərəcəli impuls funksiyasının qrafiki və riyazi ifadəsi

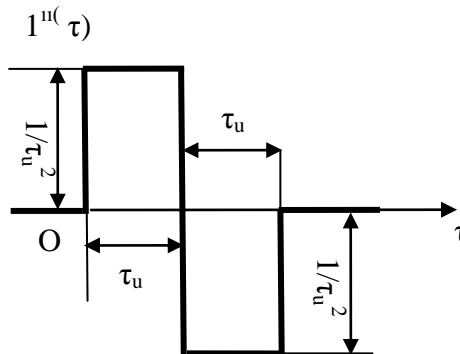


$$1''(\tau) = \begin{cases} 0 < \tau < \tau_u \text{ olduqda } + \frac{1}{\tau_u^2} \\ \tau_u < \tau < 2\tau_u \text{ olduqda } - \frac{1}{\tau_u^2} \\ \tau < 0 ; \tau > 2\tau_u \text{ olduqda } 0 \end{cases}$$

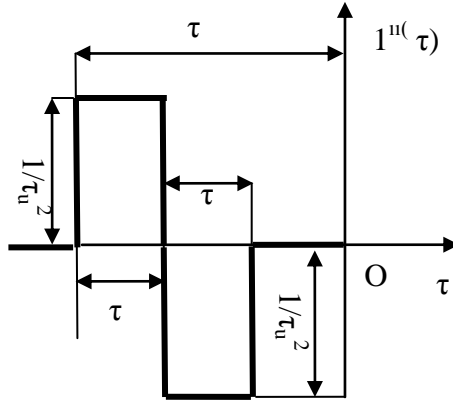
b).İkinci dərəcəli impuls funksiyasının qrafiki və riyazi ifadəsi



$$I''(\tau - \tau_0) = \begin{cases} \tau_0 < \tau < \tau_0 + \tau_u \text{ olduqda } + \frac{1}{\tau_u^2} \\ \tau_0 + \tau_u < \tau < \tau_0 + 2\tau_u \text{ olduqda } - \frac{1}{\tau_u^2} \\ \tau < \tau_0 ; \tau > \tau_0 + 2\tau_u \text{ olduqda } 0 \end{cases}$$



c). İkinci dərəcəli impuls funksiyasının qrafiki və riyazi ifadəsi



$$1''(\tau + \tau_0) = \begin{cases} -\tau_0 \triangleright \tau \triangleleft -(\tau_0 - \tau_u) \text{ olduqda } + \frac{1}{\tau_u^2} \\ -(\tau_0 - \tau_u) \triangleright \tau \triangleleft -(\tau_0 - 2\tau_u) \text{ olduqda } - \frac{1}{\tau_u^2} \\ \tau \triangleright \tau_0 ; \tau \triangleleft -(\tau_0 - 2\tau_u) \text{ olduqda } 0 \end{cases}$$

§11.15 İKT-nin təhsildə tətbiqi.

XX əsrdə elmin və texniknanın sürətli inkişafı ilə əlaqədar olaraq informasiya axınının hər an hədsiz artması və yeniləşməsi bu informasiya selinin işləməsi, emal edilməsi və onun tələb olunması istiqamətlərə yönəldilməsi insanların imkan

dairələrindən kənara cixmişdir. Bu missiya keçən əsrin 40 ci illərində yaradılmış və insan dunyasının ən mukəmməl məhsulu olan komputer texnikasi vasitəsilə həyata keçirilir. Hal-hazırda elm və texnikanın ele bil sahəsi yoxdur ki informatika elmi kimi inkişaf etsin. İnformatika elminin inkişafı nəticəsində elm və texnikanın bütün sahələrində yazı mədəniyyətindən sonra bəşəriyyətin ən böyük nailiyyəti hesab olunan internet yarandı. İnsanlar daima yeniləşən informasiya mənbəyi coğrafi uzaqlıqdan asılı olmayaraq operativ informasiya mübadiləsi və rahat ünsiyyət vasitəsi əldə etmişdir. İnformatika elminin inkişafı nəticəsində bu gün informasiya və kommunikasiya texnologiyaları cəmiyyətin inkişafına təsir göstərən əsas amillərdən birinə çevrilmişdir. Son zamanlarda İKT-nin sürətlə inkişafı proqram təminatı bazarında hər cür proqram məhsullarının meydana gəlməsinə səbəb olmuşdur. 90-ci illərdən başlayaraq Windows sisteminin meydana gəlməsilə əlagədar alqoritmik dillər sahəsində böyük bir sicrayış baş verdi. Microsoft firmasının 3 möcüzəsini qeyd edək:

1. windows sisteminin özudur
2. microsoft ofis paneli
3. 1993 cu ildə yaradılmış Visual Basic dilidir

Hetda proqrama yeni başlayanlar bele Visual Basic-dən istifadə etmişlər. Tez bir zamanda Windows sistemi üçün effektiv proqram əlagələri yarada bilər. Bu dilin kodu mürəkkəb olsada olduqca şəffafdır. Obyekt yönümlü proqram əhəmiyyətinin lazımi səviyyədə dərk olunması onu tədrisi zamanı tələblərin uyğun qurulması və geniş tətbiq olunması üçün bir çox işlər görülməlidir. Bundan başqa biliyin seçilməsi prosesi Expert oyunlarından metod kimi istifadə edilir. Expert oyunları 3 metodun müəyyən elementlərini özündə birləşdirir.

1.Mütəxəssis hazırlığında və modelləşməsində geniş istifadə edilən işguzar oyunlar.

2.Diaqnostik oyunlar

3.Təlimdə istifadə edilən komputer oyunları.

İşguzar oyunların məqsədi müəyyən qrup iştirakçılarının hər hansı fəaliyyətini real mənzərəsini nümayiş etdirməkdir. Təlim, istehsalat və elmi texniki tədqiqat xarakterli oyunlar fərqləndirilir. Onlar təlim prosesində (məs; təyyarələrin atom stansiya operatorlarının, kosmonavtların, hərbi qulluqçuların təlimi) daha geniş tətbiq olur. Kompüterlərdə yuzlərlə proqram işguzar oyunlarda istifadə olunur.

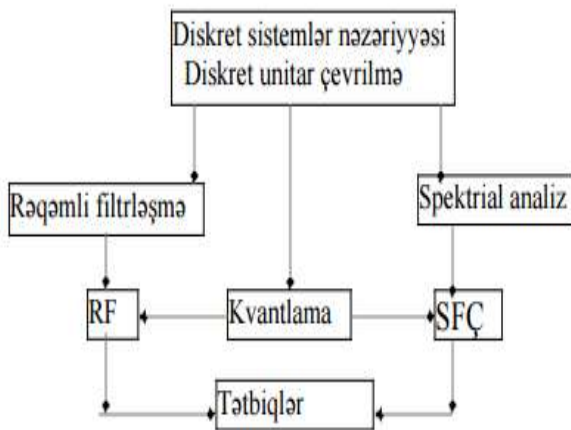
1. Mövge oyunları
2. dinamik oyunlar
3. İsfadəcinin süjetə müdaxiləsinin imkan verən dialoq oyunları.
4. Təlim xarakterli oyunlar və s.

İKT-nin tətbiqi bir çox sahələrdə gərəklərin qəbul edilməsinə imkan yaradır. Azərbaycanın inkişafı bütün sahələrdə İKT-nin tətbiqi ilə bağlıdır. Müasir mütəxəssis informasiyanın işləməsinin komputer üsullarını bilməklə bərabər onları öz peşəkar fəaliyyətində tətbiq etməyi bacarmalıdır.

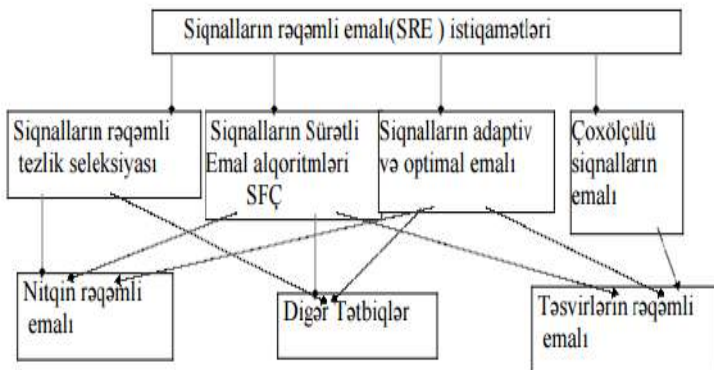
§11.16 Siqnalların rəqəmli emalı sistemləri

Analoq siqnalların real zaman miqyasında qəbulu, emalı və ötürülməsi sistemlərinin yaradılması müasir MP texnikasının aktual məsələlərindən biridir. Bu məsələ Siqnalların Rəqəmli Emalı (SRE) alanan klassik nəzəriyyənin metodlarına əsaslanaraq həll edilir. SRE texnologiyası əsasında yaradılmış qurğuların müasir dövrdə əsas tətbiq sahələrinə aşağıdakılardır: rabitə və idarə sistemləri, radiotexnika və elektronika, akustika və seysmologiya, audio və video cihazları ölçmə texnikası. Məlumdur ki, SRE-nin əsas funksiyası müəyyən zaman intervallarından bir siqnalların amplitud

qiymətlərinin real zaman miqyasında emalından ibarətdir. Analoq məlumatın effektiv kodlaşdırılmasının, çevrilməsinin, ötürülməsinin və arxivləşdirilməsinin əsasını kəsilməz məlumatın yüksək dəqiqliklə zamana görə diskretləşdirilməsi və səviyyəyə görə kvantlanması təşkil edir. Müasir MP texnologiyası əsasında SRE qurğularının yaradılması prosesində SRE nəzəriyyəsinin məsələləri bir neçə mərhələdə öz həllini tapmışdır(şək.1.). 1-ci mərhələdə təməlində diskret sistemlər nəzəriyyəsi olmaqla Sürətli Furiye Çevrilmələri (SFÇ) alqoritmləri əsasında ixtisaslaşmış qurğular yaradılır. 2-ci mərhələdə rəqəmli filtrləşmə və spektrial analiz məsələləri tezliklər baxımından nəzərdən keçirilir. Çoxmərhələli filtrləşmə və siqnalların adaptiv emalı sonrakı mərhələdə yerinə yetirilmiş və nəticədə SRE nəzəriyyəsinin bir-biri ilə əlaqədar aşağıdakı istiqamətləri formalaşmışdır (Şək.1)



Səkil.1.1 . SRE metodlarının əsas məsələləri



Səkil 1.2 .SRE nəzəriyyəsində əsas tədqiqat istiqamətləri

§11.17 Rəqəm elektronikasının əsasları.

Məntiq cəbrinin əsasları.

Analoq siqnallarından fərqli olaraq, diskret siqnallar əsasında daha sadəcə elektron qurğuları yaradılır. Bu elektron qurğuların ikili xarakterindən irəli gəlir. Yəni istənilən diskret elektron qurğusundan çıxışı 2 dayanıqlı vəziyyətə malik olur. Bu həm qurğuların etibarlılığını artırır, həm də qurğuları standartlaşmağa imkan verir. Ona görə də informasiya proseslərinin intensivləşdiyi bir dövrə insan əməyini yüngülləşdirmək və texnoloji proseslər daha effektiv idarə etmək məmərəsələsi ortaya çıxdıqda, bəzi mənfiliklərinə görə analoq elektronikasından imtina edilir. Analoq elektron qurğularının və analoq hesablama məşinlərinin əsas mənfiliyi ondan ibarətdir ki, onların həm dəqiqiliyi kiçik olur, həm də universal olmur. Daha effektiv vasitələr axtarışında məntiq cəbri deyilən yeni bir elm ortaya çıxdı. Məntiq cəbrinin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, təbiətdə baş verən hadisələrə 2 qiymət verilir: “doğru” (1) və “yalan” (0). Ona görə də diskret elektron qurğularının çıxışı girişdəki gərginliyin qiymətindən diskret sürətdə asılı olaraq 1 və 0 qiymətlər alır.

Məntiq cəbrinin əsas elementar əməliyyatları

“məntiqi vurma”, “məntiqi toplama” və “məntiqi inkaretmə” dir.

1. “Məntiqi vurma” (konyuksiya) 2 və daha çox hadisənin eyni zamanda baş verməsi ehtimalının əks olunmasını xarakterizə edir (“İ”, “AND”, “VƏ”). Bu əməliyyatın yerinə yetirilməsi cədvəli belədir:

$$1 \cap 1 = 1; 1 \cap 0 = 0; 0 \cap 1 = 0; 0 \cap 0 = 0$$

2. Məntiqi toplama 2 və ya daha çox hadisələrdən heç olmasa birinin baş vermə ehtimalını göstərir (“VƏ”, “YA”, “İLİ”, “OR”):

$$1 \cup 1 = 1; 1 \cup 0 = 1; 0 \cup 1 = 1; 0 \cup 0 = 0$$

3. Məntiqi inkar hər hansı bir məntiqi hadisənin əksini xarakterizə edir (“DEYİL”, “YOX”, “NET”, “NO”);

$$\bar{1} = 0; 0 = 1$$

Məntiqi tolamaya bəzən dizyunksiya məntiqi vurmaya konyuksiya məntiqi, inkara isə inversiya deyilir: Məntiqi vurma: $S = A \cap V$; məntiqi toplama: $S = A \cup V$; məntiqi inkar: $S = A$; $A \cup V = A$, V ; $C = A$, $B = A + B$.

Bütün girişlərdə vahid siqnal olarsa, çıxışda “0” alınır. Qalan hallarda isə fərqli nəticə olur. Girişlərin hər hansı birində vahid siqnal olarsa, çı-

xışda vahid olmalıdır. Girişlərdən birindən istifadə edilməzsə, o biri girişə verilən çıxışında onun inkarı alınmalıdır. Bu zaman istifadə olunmayan giriş birinci halda o biri girişə birləşdirilir, ikinci halda həmin giriş havada saxlanılır, üçüncü halda isə müqavimət vasitəsilə gərginlik mənbəyinin müsbət qütübünə birləşdirilir.

§11.18 Məntiq cəbrinin əsas qanunları.

Məntiq cəbrinin əsas qanunları məntiq dəyişənləri arasında funksional asılılıqların bərabərliyini təyin edir. Yerdəyişmə (kommutativ) qanunu:

$$a+b=b+a \text{ və ya } a \cap b=b \cap a$$

1. Assosiativ qanun:

$$(a+b)+s=a+(b+s); (a \cap b) \cap s=a \cap (b \cap s)$$

2. Paylanma (distributiv) qanunu:

$$a \cap b + b \cap c = (a+b) \cap c;$$

$$(a \cap b) \cap (a \cap c) = a \cap b \cap c$$

3. De Morqanın inversiya qanunu:

$$a+b=b \cap a; a \cap b=b+a$$

4. Əkslik qanunu: $a \cap a=0$

5. Üçüncünün ləğv olunması qanunu: $a+a=1$

Verilmiş qanunlar əsasında eyni güclü çevrilmələr sistemi xidmət edir:

$a=a,$	$a \cap a \cap \dots \cap a = a$
$a+1=1$	$a+a \cap b = a$
$a \cap 1 = a$	$a \cap (a+b) = a$
$a+0=a$	$a+a \cap b = a+b$
$a \cap 0 = 0$	$a \cap b + a \cap c + b \cap c = a \cap b + a \cap c$
$a+a+\dots+a=a$	$a \cap b + a \cap c + b \cap c = a \cap b + b \cap c$

Məntiqi funksiyaların yoxlanılması üçün dəyişənlərə 0 və 1 qiymətlər verməklə düzgünlük cədvəli tərtib etmək olar.

§11.19 Məntiq sxemlərinin bəzi tipləri.

Tranzistor məntiqi, məntiq əməllərinin və diskret informasiyanın digər çevrilmələrini elektron qurğuları vasitəsilə reallaşdırma üsulları toplusudur. Bu zaman elektron qurğuları bipolyar və sahə tranzistorları əsasında qurulurlar. Bu sxemlər rəqəm inteqral sxemləri şəklində yerinə yetirilir.

Rəqəm inteqral sxemləri 3 tiplə bölünürlər: birinci tip sxemlər ümumi emitterli bipolyar tranzistor əsasında qurulmuş invertorlar əsasında reallaşdırılır; ikinci tip sxemlər çevirici tranzistorları ümumi bazalı sxem üzrə qoşulmuş cərəyan çeviriciləri əsasında qurulur; üçüncü tip sxemlər ümumi kollektorlu sxem üzrə qoşulmuş bipolyar tranzistorlu emitter təkrarlayıcıları əsasında qurulur.

Birinci tip rəqəm inteqral sxemlərinə rezis-

tor-tranzistor məntiqi (RTM); diod–tranzistor məntiqi(DTL), tranzistor-tranzistor məntiqi (TTM), Şottki diodları və tranzistorları olan tranzistor – tranzistor məntiqi (TTMŞ) və inteqral injeksiyalı məntiq (İİM və ya İ²M).

Bu sxemlərin bəzilərini nəzərdən keçirək.

1. Rezistor – tranzistor məntiqi “VƏ YA-YOX” əməliyyatını yerinə yetirir. Girişlərdən hər hansında “1” potensialı olduqda həmin girişə qoşulmuş tranzistor açılır və çıxış potensialı “0” qiyməti alır. RTM kiçik budaqlanma əmsalına, maneəyə davamlı olmadığına və yüksək olmayan sürətinə görə elektronikada geniş istifadə edilmir.
2. Diod-tranzistor məntiqi “VƏ-YOX” əməliyyatını yerinə yetirir. Girişlərdən hər hansında “1” potensialı olduqda həmin girişə qoşulmuş tranzistor açılır və çıxış potensialı “)” qiyməti alır. VD₁₋₃ diodları “VƏ” əməliyyatını, VT tranzistoru isə “YOX” əməliyyatını yerinə yetirirlər. VD₂ və VD₄ diodları tranzistorun normal açılıb bağlanmasını təmin edir. DTM-in maneəyə davamlılığı yüksəkdir. Lakin işləmə sürəti kiçik olduğu üçün sürəti az olan sistemlərdə, məsələn, avtomatika sistemlərində və rəqəm proqram idarəetməli texnologiyada istifadə edilir.

Rəqəm elektroikasında ən çox TTM və TTMŞ tipləri yayılmışdır.

3. Tranzistor-tranzistor məntiqi adi çoxemiterli tranzistorlar əsasında yığılır “VƏ-YOX” əməliyyatını yerinə yetirir. TTM elementi “VƏ” əməliyyatını yerinə yetirən çoxemitterli tranzistordan (VT_1) ibarət giriş kaskadından, adi tranzistorlu (VT_2) fazaayrıcı kaskadından (“VƏ-YA” əməliyyatını yerinə yetirir), VT_3 və VT_4 tranzistorlarında yığılmış ikitaklı (parafaz) çıxış gücləndirindən ibarətdir. 1 və 2 nöqtələrinə genişləndirici məntiq elementi VƏ-VƏ YA-YOX” məntiq əməliyyatı yetirir.

Girişlərdən hamısında “1” potensialı olduqda həmingirişə qoşulmuş çoxemiterli tranzistor VT_1 açılır və çıxış potensialı “)” qiyməti alır. Əks halda çoxemitterli tranzistor VT_1 bağlı olduğu üçün onun kollektorundan VT_2 tranzistorun bazasına cərəyan verilmir və sonuncu da bağlı olur. Bu zaman bazasına cərəyan verilən VT_3 tranzistoru açılır, bazasına cərəyan verilməyən VT_4 isə bağlıdır. Bununla da çıxışda vahid potensiala uyğun gərginlik yaranır.

TTM sxemlərin fərqli cəhətləri, sürəti praktiki cəhətdən azaltmadan böyük tutuma işləmək

qabiliyyəti, maneəyə davamlı olması və az güc sərf etməsidir.

4. TTMSŞ tipli sxemlər adi tranzistorlarda qurulmuş TTM tipli sxemlərdən yüksək işləmə sürəti və gücü az sərf etməsi ilə fərqlənirlər. İşləmə sürətini artırmaq üçün doyma rejimində işləyən tranzistorun doyma dərəcəsini azaltmaq üçün (doyma rejimindən bağlı rejimə daha tez keçmək üçün) onun kollektor-baza keçidi Şottki diodu vasitəsilə şuntlanır. Doyma olmayan rejimdə Şottki tranzistorların işləməsi onun “baza-emitter” keçidlərində gərginlik düşgülərini artırır və bununla da, statik rejimdə sərf olunan cərəyanı (bununla da məntiq elementinin sərf etdiyi gücü) azaldır.

5. İnteqral injeksiyalı məntiq funksional inteqrallaşmış invertorlar əsasında qurulur. O, p-n-p tipli tranzistordan (VT_1 –cərəyan generatoru) və n-p-n tipli tranzistordan (VT_2 -invertor) ibarətdir. Onlar bir kristalda elə yığırlar ki, VT_1 –in baza sahəsi VT_2 –nin emitter sahəsi ilə, həmçinin VT_1 -in kollektor sahəsi VT_2 -nin baza sahəsi ilə üst-üstə düşür. VT_1 -in injektr adlanan emitter sahəsi yük müqaviməti vasitəsilə qıdagərginliyinə birləşir. VT_1 çoxemitterli tranzistor ola bilər, VT_2 -nin isə adətən

elementin məntiq çıxışları adlanan bir neçə kollektoru olur.

Bu tipli məntiq elementlərinin yüksək işləmə sürətinin səbəbi parazit tutumların kiçik olması, baza sahəsində yüklərin toplanmasının olmaması və siqnalın səviyyələri arasında fərqin kiçik olmasıdır.

Yığılma sıxlığına görə (1mm^2 sahədə 1000 element) məntiq elementləri MDY strukturlu elementlərdən, sərf olunan gücə görə isə KMDY elementlərindən üstüdürlər. Bu xassələrinə görə inteqral injeksiyalı məntiq elementləri yüksək inteqrasiyalı sxemlərin hazırlanmasında, o cümlədən, mikroprosessor komplektlərinin və yarım-keçirici yaddaş qurğularının reallaşdırılmasında istifadə olunurlar.

Rəqəm inteqral sxemlərinin ikinci sinfi emitter əlaqəli tranzistor məntiqi (EƏTM) elementləridir. Onlar yüksək işləmə sürətinə və böyük yükləyi qabiliyyətinə görə çox geniş istifadə olunurlar. “VƏ YA-YOX/VƏ YA” funksiyasını yerinə yetirən elementə $VT_1...VT_4$ – birinci cərəyan çevricisinin tranzistorları VT_5 - ikinci cərəyan çevricisinin tranzistoru, VT_6 və VT_7 -çıxış emitter təkrarlayıcılarının tranzistorları, U_q -qida gərginliyi,

$U_{\text{sür}}$ –sürüşmə gərginliyi, U_{day} –dayaq gərginliyi, R_y –yük müqaviməti daxildirlər.

Emitter əlaqəli tranzistor məntiqi elementinin işləmə sürətinin artması onun tranzistorlarının doymayan rejimdə işləməsi ilə əlaqədardır. Çıxışdakı emitter təkrarlayıcıları yükün tutumunun gecikmə vaxtının azalması çıxış siqnalının səviyyələri arasındakı fərqi azalması hesabına əmələ gəlir. Lakin sonuncu, elementin maneəyə davamlılığını azaldır.

Üçüncü sinfə daxil olan rəqəm inteqral sxemləri emitter təkrarlayıcılarında qurulur və müstəqil olaraq istifadə olunmur. Onları emitter əlaqəli tranzistor məntiqi sxemlərində çıxış kaskadı kimi istifadə olunur.

Bipolyar tranzistorlu rəqəm inteqral sxemləri sahə tranzistorlu rəqəm inteqral sxemlərinə nisbətən daha yüksək işləmə sürətinə malikdirlər. Lakin onların inteqrasiya dərəcəsi az və sərf etdiyi güc daha çoxdur. Unipolyar tranzistorlarda qurulmuş inteqral injeksiya məntiqi sxemləri istisna təşkil edir. Onlar böyük inteqrasiya dərəcəsinə, az güc sərfinə və yüksək işləmə sürətinə malikdirlər.

Tranzistor məntiqi rəqəm inteqral sxemlərinin əsas texniki parametrləri aşağıdakılardır:

Məntiqin tipi Sıqnalın 1 məntiq elementinə 1 məntiq elementinin düşən gecikmə vaxtı, ns statik səpələnmə

gücü, mVt

RTM	10-50	1-30
DTM	10-50	1-30
TTM	6-30	2-20
TTMŞ	3-10	2-20
EƏTM	0,5-2	2-25
İ ² M		<5<0,2

§11.20 Məntiq elementlərinin əsas parametrləri.

Məntiq elementləri aşağıdakı əsas parametrləri ilə xarakterizə olunurlar:

1. Sərfətmə gücü- məntiq sxeminin 2 vəziyyətində (“0” və “1”) qıda mənbəyindən istifadə etdiyi gücün orta qiymətinə bərabərdir;

$$P_{serf} = 0,5(P_{serf}^0) + P_{serf}^1$$

Burada P_{serf}^0 və P_{serf}^1 – uyğun olaraq, çıxışda 0 və 1 olduqda məntiq elementinin mənbədən götürdüyü gücdər.

Müasir məntiq sxemlərinin orta sərfətmə gücü 300 mVt-dan nanovatlara qədər olur.

2. Sıqnalın yayılması zamanı ləngimənin orta qiyməti və ya sxemin cəldləşməsi – onun dinamik parametrləri ilə təyin olunur: $t^{1,0}$ – məntiq elementinin “1” –dən (yüksək potensialdan) “0” –a (aşağı səviyyədə) keçid müddəti: Adətən, məntiq elementidə sıqnalın ləngiməsi

$$t_{leng} = 0,5(t_{celd} + t_{kes})$$

İfrat yüksək cəldlikli sxemlərin ləngimə vaxtı 5 ns-dən kiçik olur. Yüksək cəldlikli sxemlərin ləngimə vaxtı 5-10 ns, orta cəldlikli sxemlərin ləngimə vaxtı 10-100ns, aşağı cəldlikli sxemlərin ləngimə vaxtı 100ns –dən böyük olur.

Ədəbiyyat

1. H.Ə.Məmmədov, O.Z.Əfəndiyev. Avtomatika və istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması. Bakı 1992
2. R.Ə.Əliyev, R.R.Əliyev. Avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsi. Bakı 2007
3. Ə.Abdullayev. Avtomatik tənzimləmə. Bakı 1972
4. A.G.Əfəndizadə. Avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsi. Bakı 1984
5. Ç.Ə.İbrahimov, F.İ.Xasməmmədov, C. Kərimov, X.Abbasov. Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsinin əsasları və istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması. Bakı 1983
6. H.Ə. Məmmədov, T. Lazımov. Dəmir yolu avtomatikası, telemexanikası və rabitəsinin xətti elektrik dövrələri nəzəriyyəsi. Bakı 2000
7. A.Ö.İsmayılov, Ə. F. Quliyev. Avtomatikanın əsasları. Bakı. 2011
8. S.P.İsgəndərova, İ.İ.Qasımov, N.İ.Quliyev Avtomatikanın əsasları. (Laboratoriya praktikumu) Gəncə. 2016 170 səh.
9. İ.M.Əliyev, Q.İ.Abbasov. Avtomatikanın əsasları. Gəncə 2008.

10. А.Ә.Әфәндизадә Avtomatik idarәetmә nәzәriy-uәsi. Вақі 1981
11. Юревич Е.П. Теория автоматического управления. Москва. 1975
12. Л.Н.Воронцов, С.Ф.Коридорф. Приборы автоматического контроля, размеров в машиностроении. Москва. 1988
13. Г.В.Королев. Электронные устройства автоматики. 1983
14. Е.С.Левешина, М.В.Новицкий. Электрические измерения физических величин. Ленинград. 1983
15. А.Н.Чехваски, В.Н.Семин, К.Я.Стародуб. Основы автоматики. Москва 1977
16. А.Ә.Әфәндизадә Avtomatik idarәetmә nәzәriy-uәsi. Вақі 1981.
17. .И.Ф.Бородин, Н.И.Кирилин. Автоматизация технологических процессов М. Агропромиздат, 1986.
18. В.И.Загинайлов, Л.Н.Шеповалова. Основы автоматики. М. Колос 2001
19. В.И.Загинайлов, Л.Н.Шеповалова. Основы автоматики. М. 2001
20. Г.И.Головинский. Основы автоматики М. 2001

*Çap evinin direktoru: Toğrul Abasov
Üz qabığının tərtibatı: Elnarə Məmmədova*

**Səyyarə Paşa qızı İsgəndərova, Niyazi İslam
oğlu Quliyev, Elçin Məhəmməd oğlu Cavadov
Avtomatikanın əsasları**

Kitab "STAR" çap evində səhifələnmiş və çap edilmişdir.

Çapa imzalanıb: 20.04.2022
Format: 60x90 1/16.
Həcmi: 16.18 ç.v., Tiraj: 200 əd.
Sifariş № 496



Gəncə, Cavadxan küç., 77a
+994 55 624 34 44,
+994 22 266 06 63
+994 55 930 06 63
e-mail:6243444@mail.ru