

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ NƏZDİNDƏ**

**“Nəqliyyatda avtomatlaşdırmanın  
əsasları və telemexanika” fənnindən  
mühazirələr.**

## Giriş

Müasir dövrdə istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması texniki tərəqqinin əsas istiqamətlərindəndir. İndi avtomatlaşdırma bütün istehsalata – yeni məhsulun layihələndirilməsindən onun hazırlanmasına qədər olan bütün sahələrə tətbiq olunur. Digər tərəfdən müasir istehsalat maşın və aqreqların məhsuldarlığının artırılması və onun maya dəyərinin aşağı salınması ilə xarakterizə olunur. Elm və texnikanın qarşısında duran ən mühüm məsələlərdən biri istehsalatın avtomatlaşdırılmasını, texniki səviyyəsinin yüksəldilməsini, avtomatlaşdırma vasitələrinin sürətli inkişafını təmin etməkdən ibarətdir.

Avtomatlaşdırma istehsal proseslərinin nəzarət, tənzimləmə və idarəetmə funksiyalarını yerinə yetirən müxtəlif idarəetmə sistemlərinin yaradılması ilə bilavasitə əlaqədardır.

Müasir istehsalatı xarakterizə edən amillərdən biri də ayrı-ayrı proseslər arasında çoxsaylı müxtəlif əlaqələrin olması və onların dəqiq ardıcılığıdır. Fasiləsiz və axın istehsalatı, 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.

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.

Avtomatika yunanca «automatos» sözündən götürülmüşdür ki, «özü təsir edən» deməkdir. Avtomatik qurğular insan müdaxiləsi olmadan müxtəlif prosesləri idarə və nəzarət edən qurğulardır. İnsanın iştirakı olmadan müxtəlif prosesləri və 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. İlk əvvəllər əl əməyini mexanikləşdirən müxtəlif texniki qurğular: linglər, mancanaqlar, ağır yükləri daşımaq üçün nəqliyyat vasitələri və s. ixtira olunmuşdur. Mexanikləşdirmə zamanı insanın iştirakı tam aradan qaldırılmasa da o, kütləvi əmək proseslərini yüngülləşdirmək üçün ən əlverişli vasitələrdən biridir.

Avtomatlaşdırma müxtəlif əməliyyatları sürətlə və dəqiq icra etməklə əmək məhsuldarlığını və istehsalat mədəniyyətini yüksəldir, işçilərin sayını azaldır, istehsalatın əlverişli idarə olunmasını təmin edir. Texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılması yalnız iqtisadi cəhətdən deyil, eləcə də texniki və ictimai baxımdan da böyük əhəmiyyətə malikdir. Bütün bunlar əməyin xarakterinin kökündən dəyişməsinə kömək edir.

Hal-hazırda istehsalatın avtomatlaşdırılması üçün müxtəlif avadanlıqların istehsalı daim artır, elm və texnikanın son nailiyyətlərinə əsaslanan avtomatik qurğuların yeni növləri yaradılır və tətbiq edilir.

Ən mühüm istiqamətlərdən biri aparat-məntiq əlaqələrinin proqramlaşdırılan məntiqlə əvəz olunmasıdır. Bu işə kompüterlərin, mikroprosessorların və proqramlaşdırılan kontrollerlərin yaradılması və geniş tətbiqi ilə əlaqədardır.

Avtomatlaşdırma sistemlərinin istehsalat və təsərrüfat fəaliyyətinin müxtəlif sahələrinə - maşınqayırma, energetika, metallurgiya, neft, kimya və s. tətbiq edilməsi hesablama texnikası, çevik avtomatlaşdırma sistemləri və robototexniki komplekslər əsasında müasir sənaye istehsalatını yarada və ona xidmət edə bilən ixtisaslı mütəxəssislər hazırlanmasını tələb edir. Bunun üçün gələcək mühəndislər avtomatlaşdırmanın əsasları, texnoloji proseslərin və avadanlıqların riyazi modellərinin qurulması prinsipləri, informasiyanın yığılması və emalı nəzəriyyəsinin elementləri, icra orqanlarına ötürülməsi üçün idarəedici siqnalların formalaşdırılması, avtomatlaşdırmanın hesablama texnikası vasitələri, proqram təminatı və s. haqqındakı biliklərə malik olmalıdırlar ki, bunların da öyrənilməsi təqdim olunan dərsləyin əsas məzmununu təşkil edir.

## **Istehsalın avtomatlaşdırılmasının əsas istiqamətləri.**

Müasir dövrdə istehsal proseslərin avtomatlaşdırılması texniki tərəqqinin əsas istiqamətlərindəndir. İndi avtomatlaşdırılma bütün istehsalata –yeni məhsulun layihələndirilməsindən onun hazırlanmasına qədər olan bütün sahələrə tətbiq olunur. Digər tərəfdən müasir istehsalat maşın və aqreqların məsuldarlığının artırılması və onun maya dəyərinin aşağı salınması ilə xarakterizə olunur. Elm və texnikanın qarşısında duran ən mühüm məsələlərdən biri istehsalatın avtomatlaşdırılması, texniki səviyyənin yüksəldilməsi, avtomatlaşdırma vasitələrinin sürətli inkişafını təmin etməkdən ibarətdir.

Avtomatlaşdırma istehsal proseslərinin nəzarət tənzimləmə və idarəetmə funksiyalarını yerinə yetirən müxtəlif idarəetmə sisteminin yaradılması ilə bilavasitə əlaqədardır.

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

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

Avtomtika yunanca “automatos” sözündən götürülür ki “özü təsir edən “ deməkdir. Avtomatik qurğular insan müdaxiləsi olmadan müxtəlif prosesləri idarə və nəzarət edən qurğulardır. İnsanın iştirakı olmadan müxtəlif prosesləri və obyektləri verilmiş rejimdə saxlaya bilən və obyektləri verilmiş rejimdə saxlaya bilən və ya insanın əmək fəaliyyətini yüngülləşdirən qurğular çoxdan məlum idi. İnsan sivilizasiyası yarandığı andan bu günə qədər qədər öz əməyini və həyat şəraitini yüngülləşdirən qurğular və vasitələr haqqında fikirləşir.

## **Istehsalın məsuldarlığının və effektivliyinin yüksəldilməsinin yolları.**

Müasir istehsalat maşın və aqreqların məsuldarlığının fasiləsiz yüksəldilməsi istehsal olunan məhsulun keyfiyyətinin artırılması və onun maya dəyərinin aşağı salınması ilə xarakterizə olunur.

Müasir istehsalatı xarakterizə edən amillərdən biri də ayrı ayrı proseslər arasında çoxsaylı müxtəlif əlaələrin olması və onların dəqiq ardıcılığıdır. fasiləsiz və axın istehsalı cədləşməyə dəqiqliyə və obyektivliyə olan tələblərini daha da artırır.

Yüksək keyfiyyətli məhsulun istehsalı praktiki olaraq texnoloji prosesin bütün əməliyyatlarına nəzarət edilməsini, 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 elementlərinin təsir edilməsi, insanın köməyinə avtomatik qurğular gəlir.

Avtomatik qurğular insan müdaxiləsi olmadan müxtəlif prosesləri idarə və nəzarət edən qurğulardır. Bu halda əməliyyatın yerinə yetirilmə sürəti və dəqiqliyi artır ki, bu da son nəticədə əmək məsuldarlığını artırır.

Avtomatlaşdırma daha çox məhsulun keyfiyyətində və istehsalatın çevikliyində özünü biruzə verir. Çeviklik yalnız müasir avtomatlaşdırma texnikasının köməyi ilə əldə edilir. Ümumilikdə çeviklik üç növə ayrılır: sifarişin, məmulatın və sistemin çevikliyi.

**Sifarişin çevikliyi** dedikdə istehsalat sistemin məhsulun sayından aslı olmayaraq, sifariş olunmuş müəyyən məhsul çeşidini və ya detalları qənaətiliklə hazırlamaq qabiliyyəti başa düşülür. İcra müddətinin azaldılması və maşınlardan istifadənin yüksək dərəcəsinə nail olunması istehsal prosesində istifadə olunan maşınların yenidən qurulması aparılmadan mümkün olmalıdır.

**Məhsulun çevikliyi** o deməkdir ki, istehsalat sistemi yenidən yaradılmış və ya modifikasiya olunmuş məhsulları hazırlaya bilər. Bazardakı dəyişikliklərə və ya sifarişin istəklərinə qısa zamanda reaksiya verilməsinin mümkün olmasından ötrü məhsulun işlənilib hazırlanma müddəti və eləcə də istehsal proqramlarının tətbiqinə və istehsal qurğularının yenidən qurulmasına sərf edilən vaxt mümkün qədər qısa olmalıdır.

**Sistemin çevikliyi** dedikdə istehsalat sisteminin əlavə qurğularla (məs: əmək məsuldarlığını artırmaq üçün) genişləndirilməsi və ya istehsal prosesini saxlamadan ayrı-ayrı istehsal proseslərini yeni texnologiyalarla əvəzləmək imkanı başa düşülür.

Avtomatik sistemlərin bəzi əsas növləri var:

1) Avtomatik nəzarət sistemləri – nəzarət olunan kəmiyyəti özünün verilən qiyməti ilə müqaisə edir və müqaisənin nəticəsini təsbit edir.

2) açıq avtomatik idarəetmə sistemi – Əməliyyatın avtomatik yerinə yetirilməsini həyata keçirir. Mürəkkəb avtomatik qurğular içərisində 2 əsas sinif sistemləri mövcuddur: tənzimləmə və idarəetmə sistemləri

Avtomatik tənzipləmə sistemlərində tənzipləmə kəmiyyətin dəyişmə qanunları ,tənzipləmə obyektinin parametrləri kənardan verilir,avtomatik idarəetmə sistemlərində isə bunlar sistemin özünün daxilində formalaşır.

### **Avtomatlaşdırılmış istehsalın texniki hazırlığı.**

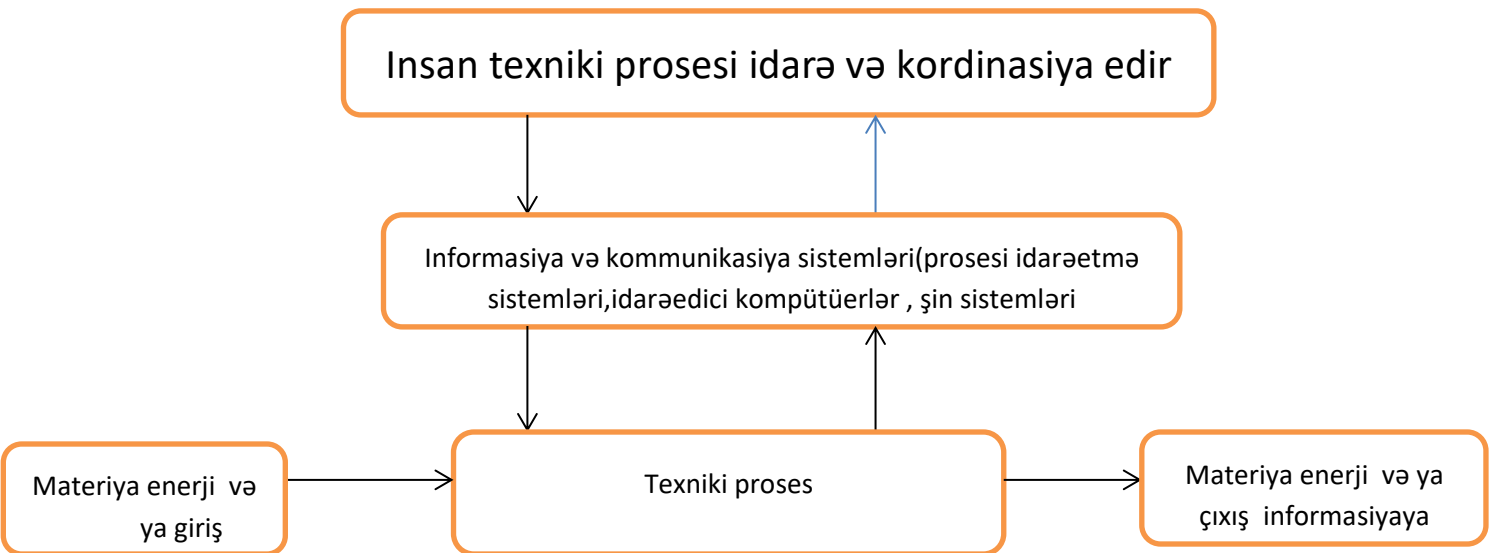
Avtomatlaşdırılma texnikası texniki qurğuların vəziyyətini qeydə alır və bunları müşahidə edilir , ya da istehsalatdakı texnoloji prosesləri idarə edir. Bunun üçün müxtəlif qurğu və sistemlərin qarşılıqlı fəaliyyətdə olması zəruridir:

- 1) istehsalatın idarə edilməsi üçün effektiv kompüterlər- müxtəlif tipli sənaye kompüterləri
- 2) Yaddaşda saxlanılan proramların köməyi ilə proqramlaşdırılan məntiqi kontrollerlərlə idarəetmə
- 3) Rəqəm proqramı ilə idarə olunan dəzgahlar
- 4) nəqliyyat sistemləri

Özünün rəhbər və nəzarətetmə funksiyalarının yerinə yetirilməsindən ötrü insana istehsalat prosesindən bəzi məlumatlar gərəkdir:

1. Müvafiq olaraq düzgün informasiya ( informaiyanın qeydiyyatı)
2. Lazimi keyfiyyət ( ilkin emal edilmiş informasiya )
3. Zəruri miqdarlı informasiya ( cəmlənmiş məlumatlar)
4. Vaxtında verilmiş informasiya ( toplanmış məlumatlar)
5. Öz yerində vermiş informasiya ( məlumatların köçürülməsi )

Şəkil 1. Avtomatlaşdırılma sisteminin əsas strukturu



İstehsalın texniki hazırlıq mərhələsində (İTH)- qərbdə bunu CAPP (Computer Automated Process Planing) adlandırırdılar.-texnoloji proseslərin işlənilib hazırlanması RPİ-li avadanlıqlar üçün idarəedici proqramların (İP) tərtib edilməsi kimi işlər görülür.Bundan başqa burada RPİ –li avadanlıqlar üçün konkret emal prosesinin idarəetmə proqramı istehsalat avadanlığının avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemində ( qərbdə onu CAM adlandırırdılar)daxil edilir.

CAE sistemləri . Bu sistemlərdən istifadə edərək idarəetmə sistemlərinin analiz və sintezini yrinə yetirmək mümkündür.Bunun üçün müxtəlif proqramlar mövcuddur. Onlardan Malta,TAU, VisSim vəs proqramları misal göstərmək olar.

PDM sistemləri .Layihələndirmənin bütün mərhələsində istifadə edilərək kollektiv layihələndirmə rejimlərini idarəetmə funksiyalarını , avtomatlaşdırma məsələlərini həll edir.

### **Avtomatlaşdırılmış istehsalın texnoloji prosesləri.**

Elmi - texniki prosesin müasir inkişaf yollarından biri insan inkişafı olmayan texnologiyaları reolizə edən istehsal sistemlərinin yaradılmasıdır. Bu sistemləri mürəkkəb texnoloji sistemlər sırasına aid etmək olar.

Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemində 3 mərhələdə qarşılıqlı əlaqə istiqamətlərinə baxılır.

- 1) Sistemli yanaşmanın inkişafı konkret metodoloji mərhələ olub, mürəkkəb texniki sistemlərlə əlaqəli, onların yaradılması proseslərinə və realizə edilməsinə əsaslanır.
- 2) Elmi – texniki fəaliyyətin kompleks layihələndirilməsi sistemli təhlilin bir hissəsi olub, bütün təsvir olunma prinsiplərinin birləşdirir.
- 3) Konkret mürəkkəb texniki sistemin inkişafı, istifadə edilməsi, yaradılması istiqamətlərinə əsaslanan sistem texniki fəaliyyət.

Avtomatik İdarəetmə Sisteminin (AİS) yaradılması prosesini təşkili. 1)

Mürəkkəb texniki sistemlərin layihələndirilməsi.

- 2) Altsistemlərinin layihələndirilməsi proseslərinin ümumi sistem mərhələsində onların koordinasiya hesabı və effektivliyinin təyini.

İstehsalat sisteminə layihələndirmə obyektini kimi baxdıqda yeni sistemli mövqedən xarakterizə edən bir sıra formal əlamətlərin ayrılması vacibdir. Bu cür əlamət və xüsusiyyətlərə aşağıdakıları aid etmək olar:

- 1) 9 geniş sayda qarşılıqlı əlaqədə və qarşılıqlı hərəkətdə olan elementlərin çoxluğu;
- 2) Qurmanın çox funksionallığı və iyerarxialılığı ;
- 3) Mürəkkəbliyin və təşkilin vahidliyini təyin edən ümumi məqsədin, sistemin funksionallaşdırılmasının ümumi təyinatının çoxluğu;
- 4) Funksiyalaşdırmanın çox rejimli xarakterinin təmin edən, müxtəlif istehsalat şərtlərinə, həm strukturlarının, həm də funksionallaşdırma rejimlərinin adaptasiyasına imkan verən strukturun dəyişkənliyi;
- 5) Struktur sisteminin və bütün sistemin alt sistemlərinin və elementlərinin xarici aləmlə qarşılıqlı əlaqəsinə stoxastik xarakter deyilir;
- 6) Erqonomiklik əlamətlərin çoxluğu, belə ki, sistemdə bir çox funksional avtomatlarla, digərləri isə insanların iştirakı ilə yerinə yetirilir.

Texnoloji robotları – birbaşa texnoloji əməliyyatda iştirak edirlər.

Buna misal olaraq robotların birbaşa qaynaq prosesində, rəngləmə, yağlama və s. istifadə edilən robotları göstərmək olar. Köməkçi robotlar isə adətən texnoloji prosesdə, yükləmə - boşaltma, əməliyyatları yerinə yetirmək üçündür.

Sənaye robotları xüsusişmə dərəcəsinə görə klassifikasiya edilir:

- Xüsusi;
- Xüsusişmiş məqsədli;
- Çox məqsədli sənaye robotları;

Bunlar istehsalatın növünə görə klassifikasiya edirlər. Tökmə, rəngləmə, dəmirçi – presləmə, qaynaq, avtomatik nəzarət, yığma, mexaniki emal, nəqliyyat anbar sistemləri və s. aiddir.

### **Avtomatlar və avtomatik xətlər.**

İstehsal proseslərinin insan iştirakı olmadan idarə etmək üçün üsullar və texniki vasitələri araşdıran elm **avtomatika** adlanır.

Avtomatikanın texniki vasitələri cihazlardan və qurğulardan ibarətdir. Bunlar vasitəsilə texnoloji prosesin gedişi və parametrləri haqqında məlumat alır, həmçinin məlumat texnoloji prosesə təsir etmək üçün lazımı istiqamətdə idarəedici siqnala çevrilir. Texnoloji proseslərdə avtomatlaşdırma texnikasından istifadə edildikdə insan fiziki zəhmətdən azad edilir, proses normal gedir, insanla əlaqədar olan səhvlər və q/normallıq hallar aradan qaldırılır və “>” iqtisadi səmərə əldə edilir. Texnologiyanın insan həyatı üçün təhlükəli olduğu yerlərdə avtomatlaşdırma texnikasından istifadə etmək xüsusi ilə vacibdir. Avtomatlaşdırmada məqsəd müxtəlif obyektin iş rejimlərinin insanın bilavasitə iştirakı olmadan lazımı vəziyyətdə saxlamaq və ya müəyyən qanun üzrə dəyişdirməkdən ibarətdir.

Avtomatlaşdırılmış obyektlərdə insan əsasən avtomatik qurğuların işinə nəzarət edir. Üç növ avtomatlaşdırmaya rast gəlmək olar:

- 1) Qismən avtomatlaşdırma – bu növ avtomatlaşdırmada ayrı – ayrı aqreqlər və sahələr arasında kifayət qədər qarşılıqlı əlaqə olmur. Qismən avtomatlaşdırma texniki, iqtisadi cəhətcə az əlverişlidir.
- 2) Kompleks avtomatlaşdırma - bu növ avtomatlaşdırmada bütün qurğular avtomatlaşdırılır və onların işinə bir mərkəzi məntəqədən nəzarət edilir. Obyektdəki qurğuların iş rejiminə də həmin məntəqədən nəzarət edilir. Kompleks avtomatlaşdırmaya misal olaraq elektrik stansiyalarında qurğuların avtomatlaşdırılmasını göstərmək olar.
- 3) Tam avtomatlaşdırma – bu növ avtomatlaşdırmada əsas və köməkçi proseslərlə yanaşı idarəetmə sisteminin özündə avtomatlaşdırılır. Burada idarəetmə sistemi başqa avtomatik qurğular və hesablayıcı maşınlar vasitəsi ilə idarə olunur. Avtomat müəssisə tam avtomatlaşdırmaya misal ola bilər.

İnsan iştirakı olmadan istehsal proseslərinin idarə edilməsi üçün müəyyən vasitə və üsulların birlikdə tətbiqinə **istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması deyilir.** Avtomatlaşdırma avtomatika elminin əldə etdiyi nailiyyətlərin istehsala tətbiqi deməkdir.

İstehsalat sahələrində nəzarət, mühafizə, tənzicləmədən başqa avadanlıqların işə salınması və dayandırılması əməliyyatları və qurğuların iş rejimlərinin dəyişdirilməsi işi xüsusi avtomatik qurğularla yerinə yetirilir.

### **Sənaye robotları və robotlaşdırılmış texnoloji komplekslər.**

Sənaye robotları təstiq sahələrinə görə klassifikasiya edilir və əsasən aşağıdakı texnoloji obyektlərdə tətbiq edilir.

- Maşınqayırma istehsalında sənaye robotları dəzgahlara xidmətdə müxtəlif növ ölçmə əməliyyatlarında, emal sahələrinin müxtəlif tullantılardan kənarlaşdırıqda, ayrı – ayrı dəzgahları və avadanlıqları alətlə, tərtibatla və ya yarım fabrikatlarla təchiz etmək üçün istifadə olunur.
- Mexaniki emal sahəsinin avtomatlaşdırılması zamanı sənaye robotları tətbiq edilərkən qrup texnologiyasından istifadə etməklə həyata keçirilir. Bu zaman müxtəlif qruplara və partiyalara daxil olan hissələrin qabarit ölçüləri, formaları fiziki xassələri nəzərə alınmalıdır. Sənaye robotları yük qaldırma qabiliyyəti, tutqacın sıxma qüvvəsi və tutqacda olan dodaqcıqların formaları müəyyənləşir.

Mexaniki emal sahəsində robotu tətbiq edərkən məhsuldarlığın yüksəlməsinə, keyfiyyətinə nail olur. Sənaye robotlarının növbəti tətbiq sahəsi ştamplama və döymə sahələridir. Sənaye robotlarının istehsalata tətbiq edərkən onların xarakteristikalarını müəyyənləşdirmək məqsədi ilə istehsalatın məhsuldarlığı, dəqiqliyi, iş şəraiti mütləq nəzərə alınmalıdır.

Robot və manipulyatorların dinamikasının tətbiqində əsas məqsəd onlara təsir edən qüvvə və momentlərlə oynaqlara aid olan ümumiləşmiş koordinatlar arasındakı asılılığın dinamik tənliklər şəklində riyazi yazılışdır. Bir bu tənliklər arasında manipulyatorun və ya robotun hərəkətinin EHM - də, modelləşdirilməsi, idarəetmə qanununun seçilməsi, kinematik sxemin və manipulyatorun konstruksiyasının müəyyənləşdirilməsi məsələlərini həll edirik. Manipulyatorun fəaliyyət xarakteri onun idarəetmə alqaritminin səmərəliliyindən və manipulyatorun layihələndirilməsində istifadə olunan dinamik modeldən asılı olur.

İdarəetmə məsələsi dedikdə, nəzərdə tutulmuş real robot və ya manipulyatorun dəqiq dinamik modelinin alınması və qoyulan məsələnin həlli üçün idarəetmə qanununu və strategiyalarını necə seçilməsi nəzərdə tutulur.

Manipulyatorun sərbəstlik dərəcəsinin sayı, onların texnoloji proseslərdə yerinə yetirəcəkləri əməliyyatların troyektoriyası müəyyənləşdirildikdən sonra təyin olunur.

Robototexniki qurğuların əsas qurğularından biri tutqac qurğularıdır.

Tutqac qurğuları: robot və manipulyatorlarda quraşdırılan tutqac qurğularının əsas vəzifəsi manipulyasiya ediləcək detalın və ya obyektlərin tutulması hesab edilir.

Tutqac qurğularına əsasən aşağıdakı tələbatlar qoyulur:

- Yerdəyişmə zonası obyektin mövqeyi tutulduqda sabit qalmalıdır.
- Tutma zamanı sıxma qüvvəsi elə olmalıdır ki, obyektin tutma səthində tutacaq iz buraxmasın.
- Detalların tutulması və azad olunmasına sərf olunan vaxt minimum olsun.
- Tutqac qurğularının çəkisi mümkün qədər az olmalıdır.

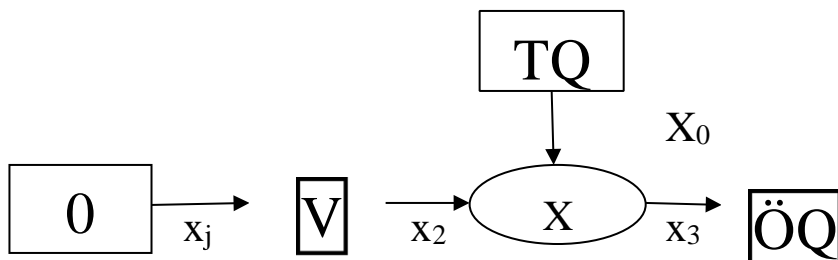
Tutqac qurğularının əsas funksional elementləri aşağıdakılardır:

- Dodaqcıqlar;
- Oxlar;
- Mühərrik;
- Ötürücülər;
- Gövdə hissəsi.

### **Nəzarətin avtomatlaşdırılması.**

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

Avtomatik nəzarət sistemi – nəzarət olunan kəmiyyətin özünün verilən qiyməti ilə müqaisə edir və müqaisənin nəticəsini təsbit edir. Nəzarət olunan kəmiyyət  $x_j$  obyektindən **0** vericiyə **V** daxil olur və orada ölçmək üçün münasib olan  $x_2$  kəmiyyətinə çevrilir.  $x_2$  signalı  $x_0$  etalon signalı ilə müqaisə qurğusunda **MQ** müqaisə olunur.  $x_0$  etalon signalı tapşırıq qurğusundan **TQ** daxil olur. Müqaisə nəticəsində alınan signal  $x_3$  ölçmə qurğusuna çevrilir.



Avtomatik nəzarət istənilən prosesin avtomatlaşdırmanın birinci pilləsidir.

Nəzarət edilən parametrlər müxtəlif olduqları kimi onları ölçmək üçün istifadə olunan həssas elementlərdə müxtəlifdir.

Nəzarət edilən mühüm həssas elementə göstərdiyi təsiri avtomatik sistemin sonrakı elementləri üçün əlverişli signala (çox vaxt elektrik signalına) çevirən qurğuya verici deyilir.

Çevirmə prinsipindən asılı olaraq, vericilər aşağıdakı kimi bölünür:

- 1) Parametrik və ya passiv vericilər – nəzarət olunan və ya tənzimlənən kəmiyyəti elektrik dövrəsi (R, L, C) çevirən vericilərə deyilir. Bu tip vericilər üçün əlavə **Z** enerji mənbəyinin olması vacib şərtidir.
- 2) Aktiv vericilər - nəzarət olunan və ya tənzimlənən kəmiyyəti **X** vericinin çıxışında **e.h.q** dəyişməsinə çevirən vericilərdir. Onlarda adətən, obyektin enerjisindən istifadə olunur. və **Z** köməkçi mənbəyin olması vacib deyildir. Bu tip vericilərdə

**e.h.q** müxtəlif hadisələr – elektromaqnit induksiya, termoelektrik, fotoelektrik və s. nəticəsin dəyərənə bilər.

### **Çevik istehsal sistemləri.**

Dəzqahlardan çevik istifadə edilməsi üçün zəmin yalnız qısa sazlaşma zamanı dəzqahların avtomatik yüklənməsi və boşlaşması, eləcə də alətin avtomatik dəyişdirilməsi və detalın emalı proqramının sürətlə dəyişdirilməsi hesabına meydana gəlir. Bunun nəticəsində hazırlanacaq məhsulun tam emalı üçün bir neçə dəzqahın və xidmətedici qurğuların çevik istehsal özləri şəklində birləşdirilməsi addımını atmaq daha məqsədəuyğundur.

Çevik istehsal özləri dəzqahda emalın yerinə yetrilməsini təmin edir. Nəzarət edicinin olmaması səbəbindən əlavə nəzarət qurğusunun olması zəruridir.

Çevik istehsalatda kiçik prosesləri kordinasiya ertmək üçün əlavə idarəetmə və matrisli prosesor vardır. Onlar tam avtanon şəkildə işləyə bilər. Çevik istehsal təlabat yönümlü məhsul istehsal edir., çünki məhsulun azsaylı partiyalarını da qənaətçiliklə hazırlamaq olar.

İstehsalatdakı avtomatlaşdırma prosesləri bu barədə yalnız səthi məlumatı olan insana xüsusilə xoş təsir bağışlayır, o ayrı – ayrı maşınların olduqca diəqiq qarşılıqlı fəaliyyətindən heyrətə gəlir. Bu proseslər avtomatlaşdırma texnikasında kommunikasiyanın nəticəsidir. Məsələn: robort torna dəzqahının xidmət edir. Robort hazırlanma üçün nəzərdə tutulmuş növbəti detalı götürür, RPI – li dəzqahın sıxma patronuna qayur və baraban bağlanır. Sonra robort **“təhlükəsiz zonaya”** doğru hərəkət edir.

Dəzqagah işə salınır məlumatı emal edir. Sonra yenidən robort işə qoşulur. O, emal olunmuş detalı dəzqahdan çıxarır kənara qoyur və növbəti məlumatı götürür. Bunun üçün robortun və RPI - li dəzqahın idarəedilməsi razılaşıdırılmalıdır və roborta, tutaq ki, məlumat və hazır detalla bağlı mövqeləşdirmə tapşırıq - əmrlər verilməlidir. Həmin işi proqramla yaddaşda bu istehsal vasitələrinin hazırlanma tsikli yerləşdirilmiş tapşırığa əsasən həyata matrisli prosesor təmin edir.

- Əgər öz imkanlarına görə istehsal özləyi başqa bir detal hazırlamalıdırsa, bu halda yalnız 3 idarəetmə proqramlarını dəyişdirmək və ya əvəz etmək lazımdır:

Matrisli prosesorun

RPI – li dəzqahın

Robortun idarəetmə proqramlarının

- Əgər avtomatik nəqliyyat ötürmə sistemlərinin köməyi ilə bir neçə çevik istehsal özəyi, xam hazırlanma materialları və alət anbarları öz aralarında birləşdirilmişdirsə bu halda “çevik istehsal sistemi” yaranır.

### **Nəqliyyat – anbar istehsalat sistemlərinin avtomatlaşdırılması.**

Nəqliyyat ötürmə vasitələri ayrı –ayrı stansiyaların tələbi ilə yarımfabrikatları, ya da yeni məlumatları verir və emaldan sonra bunları növbəti istehsal özəyinə, yaxud anbara ötürür. Alət anbarda emal etmə mərkəzinə və geriyyə ötrülür və müəyyən dərəcədə kütləşibsə, o, itilənmək üçün emalxanaya daxil olur. Materialların və detalların bu hərəkəti fasiləsiz proseslərdə materialların hərəkəti zamanı olduğu kimi malın anbara daxil olmasından başlayaraq onun keyfiyyətinə nəzarətə və göndərilməsində informasiya mübadiləsi ilə sıx bağlıdır. Informasiya axınının köməyi ilə avtomatlaşdırmanın paylanmış komponentləri uzlaşdırılır və onlar müstəqil olaraq məhdud həcmdə iş görmək üçün zəruri olan məlumatlarla təchiz edilir.

Bütün avtomatlaşdırma komponentlərinin çevik, daha iri istehsal sistemlərinə inteqrasiyası zamanı materiallar haqqında müşayət edici informasiyadan başqa sənaye kompüter şəbəkəsi vasitəsilə həmçinin robotlar, RPI – li dəzgahlar və nəqliyyat – ötürmə qurğularının idarəetmə sistemləri üçün proqramlar da ötrülməlidir.

Tək – tək proseslər məntiqi olaraq qismən baqacür fasiləsiz proseslərdən fərqli şəkildə realizə olunur. Mərkəzi planlaşdırmanın mövcudluğuna baxmayaraq, burada prosesə lokal daxilolma imkanı daha güclütəzahür etməlidir.

Digər tərəfdən detalların aralıq anbarlanması və nəqlənməsi ucbatından çoxlu sayda uzun müddətli boşdayanmalar baş verir. Ona görə də material axınının idarə edilməsindən ötrü dəzgah və rejimlər haqqında məlumatlar çox vaxt hətta əllə, terminal manitoru vasitəsi ilə daxil edilməlidir. Kommunikasiya strukturlarının layihələndirilməsi zamanı nəzərə alınmalı olan bu vəziyyət indiyədək diskret proseslərin tənzimlənməsini çətinləşdirir.

Fasiləsiz proseslərlə müqaisədə qiskret istehsalatın avtomatlaşdırma sistemində interfeys qurğularının müxtəlifliyi daha çox diqqət çəkəndir, eyni zamanda “<” və zamana görə böhranlı məlumat massivləri ilə yanaşı, çox “>” məlumat massivləri də mövcuddur.

Ümumi sistem istehsalatı idarə edən kompüter vasitəsi ilə nəzarət olunur. Kompüter ayrı – ayrı istehsalat maşınlarının optimal yüklənməsi işini təşkil edir, manelərin qısa müddətdə lokallaşdırılması və bunların doğru – düzgün vasitələrlə aradan qaldırılması üçün diaqnostik yardım göstərir. Bunun üçün 0; 1 tərəfdən planlaşdırma üzrə hansı

müddət ərzində hansı məhsulların əl altında olması ilə bağlı zəruri informasiyaya malik olmalı, digər tərəfdən də istehsalat xəttində istehsal rejimləri barədə məlumatlar olmalıdır. Materialın daxil olmasından tutmuş məhsulun keyfiyyətinin yoxlanılmasına kimi informasiya onu müşahidə edir. əslində məhsulun emal olunub – hazırlanması və planlaşdırılması kimi fəaliyyət növləri istehsalatdan əvvəl baş verir.

## **Nəqliyyatda avtomatlaşdırma və idarəetmə məsələlərinin həllinə sistemli yanaşma.**

Avtomatlaşdırmanın tətbiq olunduğu növbəti sahə avtomobil sənayesinin istehsal prosesləri idi. Tezliklə “konveyr” nəqliyyat xətti tətbiq edildi. Standart konstruksiyalı avtomobillər bazırın qəbul etdiyi kütləvi məhsula çevrildi.

Eyni zamanda məhsuldarlığın artmasına baxmayaraq, bu cür istehsalat konsepsiyası məhsulların və bazar şərtlərinin dəyişməsinə uyğunlaşa biləcək qədər çevik deyildir. Bu məhsullar və bazar şərtləri heç də indiki kimi sürətlə dəyişmirdi.

Avtomatlaşdırma texnikası texniki qurğuların vəziyyətini qeydə alır və bunları müşahidə edir, ya da istehsalatdakı texnoloji prosesləri idarə edir. Bunun üçün müxtəlif qurğu və sistemlərin qarşılıqlı fəaliyyətdə olması zəruridir:

- 1) Rəqəmli proqram ilə idarə olunan dəzgahlar;
- 2) Nəqliyyat sistemləri;

İnformasiya istehsalatın həlledici amilidir. Bu isə təbii ki, o hal üçün doğru olur ki, informasiya artıq emal edilmiş və beləliklə də insana əlverişli şəkildə yeni nəticələr əyani olaraq təqdim edilmiş olsun.

İnsana lazım olduğu kimi, xüsusi informasiya istehsalat prosesində iştirak edən hər bir avtomatlaşdırma qurğusunada lazımdır, belə ki, qurğular öz tərəfindən avtomatlaşdırmanın komponentlərindən ötrü sinxronlaşdırma və ya tapşırığın yazılışının ötrülməsi üçün məlumatlar verirlər.

- Tam inteqrallaşmış sistemlər dünya istehsalat və texnologiyası avtomatlaşdırma sisteminin keyfiyyətcə yeni unifikasiya növüdür. Bu sistemdə idarəetmənin aparat və proqram avadanlıqlar vahid sistemində öz əksini tapır. Bu cür sistemlər aşağıdakı kimidir:
- Verilənlərin emalı sahəsində - verilənlər bir dəfə daxil edilir və idarəetmə səviyyəsinin hamısından qəbul edilə bilər.

- Proqramlaşdırma sahəsində - bütün kompüterlər və sistemlər sadə standart bloklardan istifadə etməklə konfigurasiya edir, proqramlaşdırılır, testləşdirilir və xidmət edir.

Sənaye sahələrinin, nəqliyyat, rabitə sisteminin, ətraf mühitin mühafizə olunmasının və digər obyektlərin idarə olunmasının effektivliyi xeyli dərəcədə kompüterli idarəetmə sistemlərindən asılıdır. Dəmir yolunda tutmuş nüvə reaktoruna kimi heç bir texniki sahə bu və ya digər idarə etmə sistemi olmadan işləyə bilməz. Bir çox sahələrin idarə edilməsinə kompüterli idarəetmənin, demək olar ki, alternativini yoxdur.

İdarəetmə məsələsində isə məlumatın emal olunması ilk növbədə kompüterdən yox, idarəetmə obyektində parametrlərin qiymətinin dəyişmə sürətindən, ətraf mühitin təsirinə cəld sürətdə cavab verməli, məlumatı emal etməli və qərar qəbul etməlidir. İdarəetmə sistemi ilə operator arasında məlumat mübadiləsi aparılmalı və prosesin dəyişmə sürətinə uyğun olaraq obyektə təsir edilməlidir. Proqramlaşdırılan kontrollerlər (PK) ixtisaslaşdırılmış mikrokompüterlər olub, sxemin giriş və çıxış elementlərinin vəziyyətlərini təmin edirlər.

### **AİS – nin quruluşunun nəzəri əsasları.**

Avtomatik İdarəetmə Sistemi kompleks sistem olub, baxılan obyektin bütün idarəetmə həlqələrini əhatə edir. İdarəetmə obyektini kimi iş yeri: konveyr, sahə, sex, müəssisə, birlik və s. götrülə bilər. Müəssisə səviyyəsində idarəetmə obyektinə elementlərin bilavasitə maddi istehsal və ona xidmət edilməsi prosesində iştirak edən hissələri:

- 1) İstehsal vasitələri – qurğular, avadanlıqlar, alətlər;
- 2) Əmək əşyaları – xammal, materiallar, yarım – fabrikatlar ;
- 3) Əmək ehtiyatları – fəhlələr, mühəndis – texniki işçilər, qulluqçular;
- 4) Texniki – texnoloji sənədlər – çertiyojlar, təlimatlar, standartlar, idarəedici və hesabat sənədləri daxildir.

Sistemin idarəedici hissələrinə obyektin idarəedilməsi prosesini həyata keçirtmək üçün lazım olan elementlər çoxluğu aid edilir. Bunların idarə heyəti – direktiv və müəssisənin idarə edilməsi aparatı, müvafiq idarə aparatı ilə sex rəisləri, ustalar, briqadirlər, sazlayıcılar, idarəetmənin texniki vasitələri və metodları daxildir.

Avtomatik İdarəetmə Sistemində funksional və təminat alt sistemlərini bir – birindən fərqləndirmək lazımdır.

- İdarəetmə funksiyalarından birinə aid olan işlərin bütün kompleksini əhatə edən alt sistemlər funksional, funksional alt sistemlərin fəaliyyətini təmin edən alt sistemlərə isə təminat alt sistemləri deyilir.

- Müəssisə üzrə Avtomatik İdarəetmə Sisteminə texniki – iqtisadi planlaşdırma, mühasibat uçotu, maddi – texniki təchizat, istehsalın operativ idarə edilməsi və s. funksional alt sistemlərinə aid olduğu halda, sahə üzrə Avtomatik İdarəetmə Sisteminin funksional alt sistemlərinə proqnoz, perspektiv planlaşdırma və məqsədli idarəetmə, uçot və hesabat və s. alt sistemləri aiddir.

İstehsalın planlaşdırılması və idarəedilməsi prosesində zəruri olan: “satışın idarəedilməsi”, “elmi – texniki, təcrübi – konstruktör işlərinin idarəedilməsi”, “əmək və əmək haqqının uçotu və təhlinin planlaşdırılması”, “mühasibat uçotu və təsərrüfat fəaliyyətinin təhlili”, “rəhbər və işçi kadrların uçotu”, “maddi – texniki təchizatın idarəedilməsi”, “avadanlıq və enerji təminatının planlaşdırılması və idarə edilməsi” quruluş alt sistemləri iştirak edir. Bu alt sistemlər sahənin fəaliyyətini tam əks etdirir.

Nazirliklərin işindən və xüsusiyyətindən asılı olaraq həll edilən funksional məsələlər quruluşca müxtəlif alt sistemlərinə qruplaşdırıla bilər. Məsələn: Bir nazirlikdə maddi – texniki təchizat məsələsi iki idarədə maddi – texniki təchizat və komplektləşdirici məlumatlar üzrə maddi təchizat idarəsində birləşdirilə bilər. Göstərilən alt sistemlər sahə üzrə əsas istehsalın, material, əmək və maliyyə vasitələrinin planlaşdırılmasının, uçotunun, tənzimlənməsini, təmin etməyə imkan verir. Bu funksional alt sistemləri bir – biri ilə əlaqəli fəaliyyət göstərməlidir.

- Təlimat alt sistemləri idarəetmə məsələlərinin həllini təmin edən elementlər yığımından ibarət olub, işlərin vahid texnoloji quruluşu və təşkili baxımından funksional alt sistemləri birləşdirir. Avtomatik İdarəetmə Sisteminin təminat alt sistemləri funksional alt sistemlərin qarşılıqlı normal fəaliyyətinin təmin edir.

Avtomatik İdarəetmə Sisteminin təminat alt sistemində - metodiki təminat, informasiya təminatı, riyazi təminat, texniki təminat, hüquqi təminat, kadrlar təminatı alt sistemlərinə daxildir.

### **Avtonəqliyyat müəssisələrində AIS – nin alt sistemləri.**

Kompüterin köməyi ilə informasiya axınının keyfiyyətinə nəzarət işinin daxil edilməsi nəticəsində istehsalat ilə konstruktör bürosu arasında əks əlaqə yaranmış olur. Defektlərin ani olaraq tanınması zay, çıxdaş məhsulun səviyyəsini azaldır və istehsalın məhsuldarlığını yüksəldir.

Fərdi kompüter və interaktiv qarşılıqlı xidmət səviyyəsinə malik sistemlər texniki şöbədə fəaliyyətin avtomatlaşdırılması üçün əsas rol oynayır. Bunlar iş yerində yüksək məhsuldarlığa və kifayət qədər həcmli yaddaşa malik kompüterlərin olmasını tələb edir. Həmin kompüterlərin funksional imkanı texniki fəaliyyətin avtomatlaşdırılmasına yönəlir. Detalların konstruksiyasının işlənilib hazırlanması üçün CAD – kompüterlərinin

köməyilə texniki sistemlərinin işlənilib hazırlanması, sistemdəki fərdi kompüterlərin bütöv bir sırasından istifadə olunur.

CAD/CAE/CAM maşınqayırma məhsullarının layihələndirilməsi, konstruksiya edilməsi və hazırlanmasının kompleks avtomatlaşdırılması üçün nəzərdə tutulmuş sistemlərdir. Bu sistemlərdə 3üç müxtəlif təyinatla malik olan, lakin eyni bazada yaradılmış abbreviatura aşağıdakı kimi açıqlanır:

- 1) CAD – kompüterin köməyilə konstruksiya etmə
- 2) CAE - kompüterin köməyilə mühəndis analizi
- 3) CAM - kompüterin köməyilə istehsalı
- 4) PAM – layihə məlumatlarını idarəetmə sistemləri.

Konstruksiya etmə mərhələsində (CAD, CAE) – həcimli və müstəvi həndəsi modelləşdirmə, mühəndis analizi, layihə həllərinin qiymətləndirilməsi, rəsmlərin alınması, məsələləri yerinə yetirilir.

İstehsalın texnoloji hazırlanması mərhələsində - texnoloji proseslərin işlənilib hazırlanması, RPI – li avadanlıqlar üçün idarəedici proqramların tərtib edilməsi kimi işlər görülür. Burada RPI – li avadanlıqlar üçün konkret emal prosesinin idarəetmə proqramı istehsalat avadanlığının avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminə daxil edilir.

CAE sistemləri – bu sistemləri istifadə edərkən idarəetmə sisteminin analiz və sintezini yerinə yetirmək mümkündür. Bunun üçün müxtəlif proqramlar mövcuddur. Onlardan Vissim, TAV və s. proqramları misal göstərmək olar.

PDM sistemləri – layihələndirmənin bütün mərhələlərində istifadə edilərək, kollektiv layihələndirmə rejimlərini idarəetmə funksiyalarını, avtomatlaşdırma məsələlərini həll edir.

İdarəetmə sisteminin arxitekturasının əsas xüsusiyyəti quraşdırılmış proseslərin sayından asılıdır. Bu mərkəzi prosessorların sayından asılıdır. Bir mərkəzi prosessoru olan sistemlərdə mövcuddur. İstehsalatdan asılı olaraq idarəetmə səviyyəsinin sayı dəyişir.

Məlumatlar üzərində aparılan bir qədər tipik riyazi əməliyyat kimi süzgəcləmə, kəmiyyətin max, min, orta qiymətinin və ya digər statistik parametrlərinin hesablanması göstərmək olar. Yuxarı səviyyədə verilən məlumatın sayını ayaltmaq olar.

Alt sistemlər 2 yerə ayrılır.

- 1) Texniki nəzarət alt sistemləri – hazırlanan obyektlərin bütöv istehsal mərhələlərində onların parametrlərinə nəzarət etmə yolu ilə tələb olunan keyfiyyət səviyyəsinin, alətlərə və ləvazimatlara nəzarəti, həmçinin zay məhsulların yaranma səbəblərini vaxtında aradan qaldırılması məqsədilə texniki xidmətə və istehsalata aktiv təmiri təsir edir.
- 2) Əlavə köməkçi alt sistemlər – istehsalatdan tullantıların kənar edilməsi məsələlərinin
- 3) Çəvik istehsal sisteminin tələb olunan tərkib və miqdarının yuyucu və yağlayıcı – soyuducu mayelərlə mərkəzləşdirilmiş yüklənməsini
- 4) Dəzgahların, sənaye robotlarının, EHM – in və ÇİS – in digər avadanlıqlarına texniki xidmət və təmirini
- 5) Binaların köməkçi materiallarla təminatı, yığışdırılması və təmir məsələsini həll edir.

### **Avtonəqliyyat müəssisələrində AİS – nin funksional altsistemləri.**

İstehsalın idarəedilməsi prosesində müəssisənin bütün bölmələri (sexlər) arasında qarşılıqlı əlaqə informasiya axınları vasitəsilə saxlanılır. İnformasiya axınları dedikdə idarə olunan proseslər haqqında xəbərdarlıq informasiyanın yığılması, işlənməsi, çevrilməsi və icraedici orqanlara əmr – tapşırıq informasiyanın verilməsi nəzərdə tutulur.

I. MAİS – də informasiya təminatının alt sistemi informasiya axını quruluşunun dəyişdirilməsinin zəruri edir.

İnformasiya axınının təkmilləşdirilməsi aşağıdakı prinsiplərin yerinə yetrilməsinə əsaslanmalıdır:

- 1) İnformasiya axınları layihələndirilərkən, onların xüsusiyyətləri və çoxcəhətliliyi, nəzərə alınmalı, iqtisadi informasiyanın müxtəlif növləri arasında səmərəli vəhdətə əməl olunmalıdır.
- 2) Müəssisə və onun bölmələrinin planlaşdırılması və idarəedilməsi üçün lazım olan informasiyalarının həcmi, səmərəli tərkibi və məzmunu dəqiq müəyyənləşdirilməlidir.
- 3) Səmərəli informasiya axınları, informasiyanın toplanması, saxlanması, işlənməsi və verilməsi üçün mükəməl təşkilatı fondlar yaradılmalıdır.
- 4) Plan – uçot, statistika və idarəetmə informasiyanın toplanması, işlənməsi və saxlanması üsulları arasında metodiki vasitələr qarşılıqlı əlaqələndirilməlidir.

Bütün bu tələblər informasiya axınının istər kəmiyyətə, istərsə də keyfiyyətə xarakterizə edən informasiya modelləri vasitəsilə təmin oluna bilər.

Plan – uçot fəaliyyətinə daxildir:

- 1) Materiallara olan tələbatın illik və kvartalq planlarının və tələbatlarının tərtib edilməsi
- 2) Malgöndərmələrlə müqavilələrin yerinə yetrilməsi.
- 3) Materialların hərəkəti və istifadəsi üzrə hesablamaların tərtib edilməsi.
- 4) Sexlərin təchizatının limitləşdirilməsi.

II. MAİS aşağıdakı funksional alt sistemlərinə bölünür:

- 1) Texniki – iqtisadi planlaşdırma;
- 2) İstehsalın texniki hazırlığının idarəedilməsi;
- 3) Maddi – texniki təchizatın idarə edilməsi;
- 4) Mühasibat uçotu və statistik hesabat;
- 5) Hazır məhsulun satışının idarə edilməsi;
- 6) Məhsulun keyfiyyətinin idarə edilməsi;
- 7) Kadrların idarə edilməsi;
- 8) Maliyyənin idarə edilməsi;
- 9) Əsas istehsalın operativ idarə edilməsi;
- 10) Köməkçi istehsalın idarə edilməsi.

Funksional alt sistemlərinin quruluşu onlardakı məsələnin siyahısı müəssisənin və idarəetmə aparatının quruluşundan, istehsalın xarakterindən, idarəetmə prosesinin avtomatlaşdırılması dərəcəsindən asılıdır. Burada həll edilən məsələlərin və alt sistemlərinin əksəriyyəti bir- biri ilə qarşılıqlı əlaqədədir. Bütün məsələlər və alt sistemlər sistemin vahid informasiya bazası vasitəsilə əlaqələndirilir . Müəssisələrdən hər biri müəyyən çıxış sənədlərinin tərtib edilməsilə bağlıdır və müəyyən həll üsuluna malikdir. MAİS – in funksional quruluşunu təşkil edən alt sistemlərinin məqsədinə, tərkibinə və məsələlərinə baxılır.

### **İnformasiya sisteminin seçimi üzrə ümumi tövsiyə.**

Əksər avtomatlaşdırma elementləri üçün ümumi olan xarakteristikalara baxaq:

- 1) çevirmə əmsalı;
- 2) stabilləşdirmə əmsalı;
- 3) xətlər;
- 4) həssaslıq həddi;
- 5) əks əlaqə;

6) dinamiki iş rejimi.

1) **Çevirmə və ya ötürmə əmsalı** elementin  $y$  çıxış kəmiyyətinin giriş  $x$  kəmiyyətinə olan nisbətində, və ya çıxış kəmiyyətinin ( $\Delta y$ ,  $dy$ ) artımının giriş kəmiyyətinin ( $\Delta x$ ,  $dx$ ) artımına olan nisbətində deyilir:

$$k = y/x, \quad (4.2)$$

burada  $k$ - statik çevirmə əmsalı,

$$k' = \Delta y / \Delta x = dy/dx, \quad (4.3)$$

$k'$  – diferensial çevirmə əmsalıdır.

Əgər çıxış kəmiyyəti giriş kəmiyyətinə mütənasibdirsə, onda  $k = k' = \text{const}$  olar:

$$\begin{aligned} \Delta_0 &= (\Delta Y/Y)/(\Delta X/X) = (\Delta Y/\Delta X)/(Y/X) = (dy/Y)/(dx/X) = \\ &= (dy/dx)/(Y/X) = k' \Delta_0/k, \end{aligned} \quad (4.4)$$

burada,  $\Delta_0$ - çıxış kəmiyyətinin nisbi artımının ( $\Delta_0/\Delta_0$ ) giriş kəmiyyətinin nisbi artımına ( $\Delta X/X$ ) olan nisbətidir.

Nisbi çevirmə əmsalı diferensial əmsalın statik əmsala olan nisbətində deyilir (ölçü vahidi yoxdur). Mütənasib xarakteristikaya malik olan çeviricinin nisbi əmsalı  $\Delta_0 = 1$ .

Çevirmə əmsalları:  $k$ ,  $k'$ ,  $\Delta_0$  - avtomatlaşdırmanın müxtəlif elementlərində:

*Vericilərdə  $k$ , və  $k'$ ,  $\Delta_0$ – uyğun olaraq statik, diferensial, nisbi həssaslıq əmsallarıdır (onun daha çox olması arzu olunandır).*

**Cücləndiricilərdə** çevirmə əmsalına gücləndirmə əmsalı deyilir. O, nə qədər çox olarsa, o qədər yaxşıdır; gücləndirmə əmsalının ölçü vahidi yoxdur.

**Stabilizatorlarda** o, stabilləşdirmə əmsalı ilə xarakterizə olunur.

2) **Stabilləşdirmə əmsalı** nisbi çevirmə əmsalının tərs qiymətinə deyilir.

Stabilləşdirmə əmsalı nə qədər böyük olarsa, onda stabilləşdirmə daha dəqiq olur:  $1/\Delta_0$ , (4.5)

$$S = \frac{\Delta X}{X}$$

3) **Xətalar.** Elementlər işləyərkən onun çıxışında alınan ölçmə nəticiləri ölçülən kəmiyyətin həqiqi qiymətindən fərqlənir. Bu fərqin yaranma səbəbləri daxili və xarici amillər (köhnəlmə, qida mənbəyinin tez-tez sıçrayışlarla dəyişməsi, temperatur və s.) ola bilərlər, nəticədə elementin xarakteristikasının ( $\Delta X$ ) dəyişməsi baş verir. Xarakteristikanın meylətməsinə xəta deyilir. Xətanın aşağıdakı növləri vardır: a) mütləq;

b) nisbi;

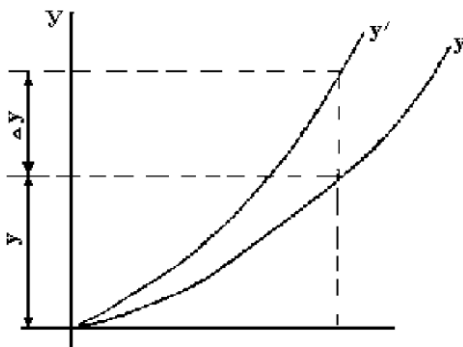
c) gətirilmiş.

a) **mütləq xəta** ölçmə nəticəsi ( $Y_{\text{ölç}}$ ) ilə ölçülən kəmiyyətin həqiqi qiyməti ( $Y$ ) arasındakı fərq deyilir:

$$\Delta Y = Y_{\text{ölç}} - Y, \quad (4.6)$$

b) nisbi xəta – mütləq xətanın ölçülən kəmiyyətin həqiqi qiymətinə olan nisbətində deyilir və faizlə göstərilir

$$\delta = \frac{\Delta Y}{Y} \cdot 100\%, \quad (4.7)$$



Şəkil. Nisbi xətanın xarakteristikası

c) **gətirilmiş xəta** mütləq xətanın çıxış kəmiyyətinin ən böyük qiymətinə olan nisbətində (faizlə- %) deyilir:

$$\delta_{\text{gət}} = \frac{\Delta Y}{Y_{\text{max}}} \cdot 100\%, \quad (4.8)$$

əgər,  $\delta = \text{const}$ , olarsa, onda  $\delta_{\text{gət}} = \text{const}$ .



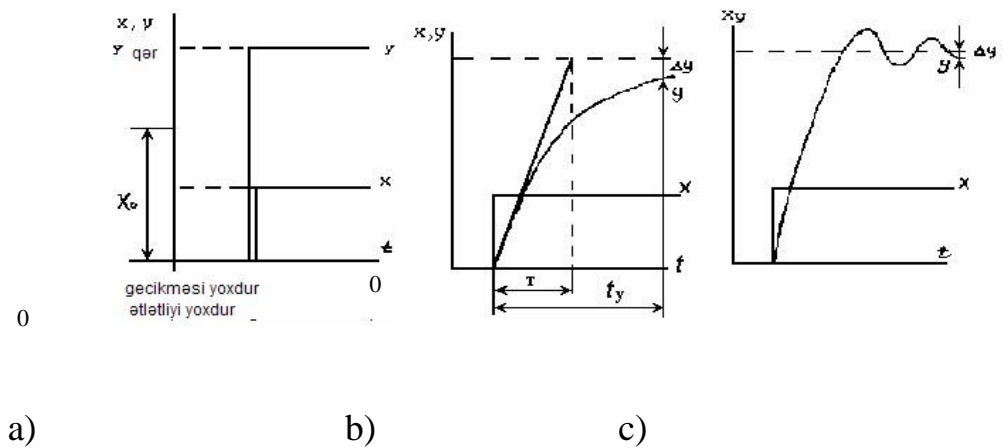
ə

Əks əlaqə o vaxt s r t adlanır ki, bu əlaqə ilə ötürülən təsir yalnız çıxış kəmiyyətindən asılı olur və zamandan asılı deyil.

Əks əlaqə o vaxt çevik adlanır ki, o, yalnız keçid prosesi zamanı mövcud olur. Bu əlaqənin əsas xarakteristikası zaman sabitidir.

**6) Elementin dinamik iş rejimi (keçid prosesi) – onun bir dayanıqlı vəziyyətdən başqa bir dayanıqlı vəziyyətə keçmə prosesidir. Burada giriş və çıxış dəyişənləri X və Y zamandan asılı olmalıdır.**

Əgər avtomatlaşdırmanın elementləri ətalətlidirsə, onda Y dəyişəninin X dəyişəninə nisbətən dəyişməsi gecikir.



Şəkil. Keçid prosesləri

a) ətalətsiz; b) aperiodik; c) rəqsi

Giriş kəmiyyətinin dəyişməsi zamanı çıxış kəmiyyəti öz qiymətini alarsa, belə rejim ətalətsiz rejim adlanır.

Əgər elementdə ətalətlilik varsa və giriş kəmiyyəti 0-dan  $X_0$ -a kimi sıçrayışla dəyişərsə, onda çıxış kəmiyyəti dərhal dəyişmir və bir müddət keçdikdən sonra keçid prosesi baş verir.

Keçid prosesi aperiodik (qeyri-rəqsi) (şəkil 3.11,b) və ya rəqsi (sönən) olur (şəkil 3.11,c).

Tq müddəti ərzində çıxış kəmiyyəti qərarlaşmış qiymətinə çatır ki, bu müddətə qərarlaşma müddəti deyilir. Qərarlaşma müddəti elementin T zaman sabiti ilə xarakterizə olunan ətalətlilikdən asılıdır. T zaman sabiti nə qədər böyükdürsə, Y kəmiyyəti daha

çox müddət  $t$  ərzində qərarlaşacaqdır. Adətən  $T_q = (3-5)T$  olur ki, bu da dinamik rejimdə  $(1-5)\%$  xəta verir.

### **Tələb olunan proqram təminatının seçilməsi**

Sənaye SİMATİC proqram təminatı dedikdə SİMATİC S7/M7/C7 məhsulları əsasında qurulmuş AIS – nin və diaqnostikası, işə salınması və layihələndirilməsini həyata keçirtməyə imkan verən xidməti proqramlar kompleksi başa düşülür. Sənaye proqram təminatı SİMATİC - in modul təşkili bir məsələnin hissələri üzrə və ya paralel olaraq bir neçə məsələ üzrə layihələrin aparmağa imkan verir.

Sənaye proqram təminatı SİMATİC aşağıdakı standartların istifadəsinə əsaslanır:

DIN EN6.1131-3 standartının tələblərinə SİMATİC kontrollerlərinin bütün proqramlaşdırma dilləri cavab verir.

Windows 95/NT/XP və onun qrafik və obyekt yönümlü layihələndirmə metodları.

Bu proqram təminatı aşağıdakı kimi xarakterizə olunur:

Ümumi verilənlər bazasına (VB) malikdir və layihənin bütün verilənləri orada yadda saxlanılır. Bu verilənlərdən bütün instrumental vasitələr istifadə edə bilər.

Daxili instruməntal vasitələr sistemi vardır. Layihənin hər mərhələsi üçün məxsusi istifadəçi funksiyaları mövcuddur.

Açıqlıq sənaye proqram təminatı SİMATİC yüksək məhsuldarlığa malikdir. Ofis şəbəkəsində tətbiq üçün açıqdır.

Problem yönümlü instruməntal vasitələr vardır. Bunlar asanlıqla istifadə olunur və xüsusi avtomatlaşdırma məsələlərini yerinə yetirməyə imkan verir.

Proqram bölmələrinin çox saylı şəkildə istifadə etmək imkanı, yazılmış proqram bölmələri kitabxanalarda yadda saxlanıla bilər. Yeni layihələrdə hazır bloklar şəklində istifadə oluna bilər.

Layihənin ayrı – ayrı hissələri üzərində işlərin paralel yerinə yetirilməsi imkanı.

İdarəetmə sisteminin boş dayanması və bununla bağlı itkilərin azalmasına imkan verən daxili diaqnostik funksiyaların varlığı.

Sənaye şəraitində praktik surətdə istifadə olunmaq üçün nəzərdə tutulan RUNTIME proqram təminatı.

Texnoloji prosesin vəziyyətinə nəzarət onun operativ idarə etmək üçün öz tərkibində proqram təminatı olan insan – maşın interfeysi.

Runtime program təminatı aparatdan asılı və aparatdan qeyri – asılı olaraq iki yerə bölünür:

- 1) Aparat asılı program təminatı konkret avadanlıqlar üçün işlənib – hazırlanır. Məsələn, program məntiqi kontrollerin funksional modullarının programlaşdırılması üçün istifadə oluna bilər.
- 2) Aparat qeyri – asılı program təminatı daha çox universaldır və aşağıdakı məsələlər kompleksini həll etməyə imkan verir
  - Standart idarəetmə, modul idarəetmə və qeyri – səliss məntiqi idarəetmənin yerinə yetirilməsi.
  - Standart Windows proqramları və idarəetmə sistemləri arasında verilənlər mübadiləsinin yerinə yetirilməsi.
  - İdarəetmə sistemlərində real vaxt rejimli çox məsələli əməliyyat sistemlərindən istifadə olunması.

### **Avtomobil nəqliyyatında AİS – nin inkişaf perspektivləri.**

Informasiya və informasiya prosesləri ilə tanış olarkən insanın istənilən fəaliyyət sahəsinin informasiya ilə əlaqəli olması qeyd olunmuşdur. İnformasiyanın xüsusi əhəmiyyəti var. İnsan cəmiyyəti inkişaf etdikcə, informasiyanı saxlamaq üçün müxtəlif vasitələr düşünülmüş və onlar zaman – zaman təkmilləşdirilmişdir.

Ancaq informasiyanın saxlanması yetərli deyildir. İnformasiya elə saxlanılmalıdır ki, lazım olduqca onu asanlıqla əldə etmək mümkün olsun. Məhz axtarışları axtarmaq məqsədi ilə əlifbalı qeyd kitabları düzəldilmiş, kitabxanalarda isə əlifba mövzular üzrə kataloqlar yaradılmışdır. Belə bir misal nəzərdən keçirdək: Məlumdur ki, avtomobil müfəttişliyində avtomobillərin qeydiyyatı aparılır. Xüsusi kartotekada hər bir avtomobil haqqında informasiya maşının nömrəsi (dövlət nişanı, markası) rəngi, sahibi haqqında məlumat saxlanılır. Kartotekada bütün məlumatlar maşınların nömrəsinə görə nizamlanır, ona görə də, maşının nömrəsi məlumdursa, istənilən maşın haqqında məlumatı asanlıqla tapmaq olar.

Bəzi hadisələr zamanı maşının nömrəsi həmişə məlum olmur. Məsələn, qəza törədən sürücü hadisə yerindən qaçdıqda, hadisənin şahidləri çox zaman maşının nömrəsini deyə bilmirlər, ən yaxşı halda onlar maşının markasını və rəngini xatırlaya bilirlər. Ağ rəngli mercedesi tapmaq üçün bütün kartotekanın ələk – vələk etmək lazım gəlir. Əlbəttə bir neçə ayrı – ayrı kartotekada düzəltmək olardı. Məsələn, avtomobillərin birində nömrələrinə görə, başqasında rənglərinə görə, üçüncüsündə isə başqa bir əlaqətinə görə.

ə

**Cədvəl rejimi** - verilənlər bazasının cədvəlləri yaradıldıqdan və onlar arasında əlaqələr qurulduqdan sonra, verilənləri idarəetmək üçün müxtəlif obyektlər işlənilib hazırlanır.

Cədvəl rejimində VB- da informasiya ekrana sətirlər və ya sütunlar şəklində çıxarılır. Bu halda bütün yazılar eyni anda gözünüzün qabağında olur ki, bu da onların redakdəsini asandlaşdırır:

Verilənlərə baxmaq, onları daxil etmək və dəyişdirmək üçün ekran formaları.  
Qoyulmuş məsələyə uyğun olaraq verilənləri çeşidləmək, axtarmaq və seçmək üçün sorğular.  
Verilənləri çapa vermək üçün hesabatlar.

**Forma rejimi** – Əgər yaratdığınız verilənlər bazasında yalnız özünüz istifadə edəcəksinizsə, bir başa cədvəllərlə işləmək sizin üçün daha rahatdır. VB – s1 ilə onun haqqında az biliyi olan başqa şəxslər işləyəcəklərsə, onlar üçün bir başa cədvəllər üzərində əməliyyat aparmaq çətin ola bilər. Bu problemi həll etmək üçün VB bazasının idarə olunması sistemlərində formalar nəzərdə tutulmuşdur.

Baza cədvəllərinə yazını daxil etmək, redaktə etmək və baxmaq üçün formalardan istifadə olunur. verilənlərin daxil edilməsi ilə xüsusi ayrılmış işçilər məşğul olduqda formalar tətbiq edilir. Forma – elektron blankdır.

## **2. Avtomatlaşdırma sistemlərinin elementləri**

### **Avtomatika və avtomatlaşdırma**

Gündəlik həyatda avtomatika və avtomatlaşdırma anlayışlarına tez - tez rast gəlirik.

Bu anlayışları bir-birindən fərqləndirmək lazımdır. İstehsal proseslərini insanın iştirakı olmadan idarə etmək üçün üsullar və texniki vasitələr araşdıran elm avtomatika adlanır. Avtomatlaşdırmanın texniki vasitələri cihazlardan və qurğulardan ibarətdir.

Bunlar vasitəsilə texnoloji prosesin gedişi və parametrləri haqqında məlumat alınır, həmin məlumat texnoloji prosesə təsir etmək üçün lazımi istiqamətdə idarəedici signala çevrilir. Texnoloji proseslərdə avtomatlaşdırma texnikasından istifadə edildikdə insan fiziki zəhmətdən azad edilir, proses normal gedir, insanla əlaqədar olan səhvlər və qeyri-normal hallar aradan qaldırılır və böyük iqtisadi səmərə əldə edilir.

Texnologiyanın insan həyatı üçün təhlükəli olduğu yerlərdə avtomatlaşdırma texnikasından istifadə etmək xüsusilə vacibdir. Avtomatlaşdırmada məqsəd müxtəlif obyektlərin iş rejimlərini insanın bilavasitə iştirakı olmadan lazımi vəziyyətdə saxlamaq və ya müəyyən qanun üzrə dəyişdirməkdən ibarətdir.

İnsanın iştirakı olmadan istehsal proseslərinin idarə edilməsi üçün müəyyən vasitə və üsulların birlikdə tətbiqinə istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması deyilir. Başqa sözlə desək, avtomatlaşdırma avtomatika elminin əldə etdiyi nailiyyətlərin istehsalata tətbiqi deməkdir.

Avtomatlaşdırılmış obyektlərdə insan əsasən avtomatik qurğuların işinə nəzarət edir. Üç növ avtomatlaşdırmaya rast gəlmək olar:

**1. Qismən avtomatlaşdırma.** Bu növ avtomatlaşdırmada ayrı-ayrı aqreqlər və sahələr arasında kifayət qədər qarşılıqlı əlaqə olmur. Qismən avtomatlaşdırma texniki, iqtisadi cəhətcə az əlverişlidir.

**2. Kompleks avtomatlaşdırma.** Bu növ avtomatlaşdırmada bütün qurğular avtomatlaşdırılır və onların işinə bir mərkəzi məntəqədən nəzarət edilir. Obyektdəki qurğuların iş rejiminə də həmin məntəqədən nəzarət edilir. Kompleks avtomatlaşdırmaya misal olaraq elektrik stansiyalarında qurğuların avtomatlaşdırılmasını göstərmək olar.

**3. Tam avtomatlaşdırma.** Bu növ avtomatlaşdırmada bütün əsas və köməkçi proseslərlə yanaşı idarəetmə sisteminin özü də avtomatlaşdırılır. Burada idarəetmə sistemi başqa avtomatik qurğular və hesablayıcı maşınlar vasitəsilə idarə olunur. Avtomat müəssisə tam avtomatlaşdırmaya misal ola bilər.

Belə istehsalat sahələrində nəzarət, mühafizə və tənzimləmədən başqa avadanlıqların işə salınması və dayandırılması əməliyyatları və qurğuların iş rejimlərinin dəyişdirilməsi işi xüsusi avtomatik qurğularla yerinə yetirilir.

### **Kontaktlı vericiləri.**

Bu vericilərə ölçülən mexaniki yerdəyişmənin elektrik dövrəsini idarə edən kontaktların açıq və ya qapalı vəziyyətinə çevirən ölçmə vericiləridir. Kontaktlı vericilər avtomatik nəzarət, ölçülərin çeşidlənmə, müxtəlif fiziki kəmiyyətlərin qiymətlərinin avtomatik xəbərdarlıq sistemindən istifadə olunurlar:

Bir cüt kontaktlı vericilər – bir mövqeli vericilər: Kontakt arası qığılcımın gücünün azaldılması üçün paralel kontaktlara ardıcıl olaraq kondensator və aktiv müqavimətdən ibarət olan dövrə birləşdirilmişdir.

İki mövqeli kontaktlı vericilər – Bu vericilərdən detalların həndəsi ölçülərinə nəzarət etmək üçün istifadə edilir.

Çoxmövqeli kontaktlı vericilər – Bu cür vericilərdə bir neçə kontakt vardır.

Kontaktları detalların ölçülərindən asılı olaraq aparılır. I. **Kontaktların dağılması və onun aradan qaldırılması.**

Kontaktlar adi közərmə lampaları olan dövrələrə birləşdirilmişdirsə, onda onun etibarlılığı aşağı düşür. Bu onunla bağlıdır ki, elektrik közərmə lampaları çox cərəyan sərf edir. Kontaktlar apararkən anlar arasında qığılcım əmələ gəlir, bu isə öz növbəsində kontaktların vaxtından əvvəl dağılmasına gətirib çıxarır.

- 1) Qığılıcımın gücünü azaltmaq üçün qığılıcım söndürücü dövrədən istifadə edilir. Bunun üçün kontaktlara paralel olaraq birləşdirilmiş kondensator və aktiv müqavimətdən ibarət olan dövrə qoşulur.
- 2) Siqnalizasiya üçün adi közərmə lampalarının əvəzinə neon lampalarından istifadə edilir. Bu lampalar qat – qat az güc sərf etdiyindən kontaktların açılması üçün az güc tələb olunur, kontaktların yanması azalır və məhsula nəzarət daha dəqiqi olur.

II. **Kontaktların materialları** – Kontakt təzyiqdən asılı olaraq seçilir. Yüksək həssaslıq az güclü kontaktlı vericilərdə təzyiq 0,001 – də 0,002 N - ə kimi dəyişir. Kontakt təzyiqinin dahaböyük qiymətlərində (1 – dən 3,5 N - ə kimi) kontaktlar volframdan, molibden və yüksək sərtliyə malik olan dağdııcı xassəyə malik olmayan qarışıqlardan hazırlanır. Kontakt təzyiqlərin kiçik qiymətlərində (0,01 – dən 0,002 N- ə kimi) kontaktlar platin və qızıldan hazırlanır. Bu materiallar normal atmosfer şəraitində oksidləşmir. Kontakt təzyiqini 0,05 – dən 1 N - ə kimi qiymətlərində gümüş kontaktlardan istifadə edilir. Korroziyaya qarşı daha davamlı və sərt rodium kontaktlardan istifadə edilir.

### III. **Kontaktlı vericilərin üstün cəhətləri**

- 1) Sadəliyi və ucuzluğu;
- 2) Sabit və dəyişən cərəyanda işləmə qabiliyyəti;
- 3) Detaların ölçülərinə daha yüksək dəqiqliklə (1 mkm – dən aşağı) nəzarət etmə imkanı;

### IV. **Kontaktlı vericilərin nöqsan cəhətləri**

- 1) Kontaktlarda elektrik qövlərinin və qığılıcımalarının mövcudluğu<sup>4</sup>
- 2) Avadanlıqda yüksək vibrasiya və ya əsmələr zamanı siqnal dövrəsində səhv nəticələrin alınması;

### V. **Kontaktlı vericilərin tətbiq sahəsi.**

- 1) Avtomatik nəzarət sistemlərində və detalların həndəsi ölçülərinə görə çeşidlənməsidir;
- 2) Müxtəlif fiziki kəmiyyətlərin avtomatik xəbərdarlıq sistemi; Bu vericilər içərisində ən çox istifadə olunan iki mövqeli kontaktlı vericilərdir.

Onlardan əsasən çeşidləmə avtomatları kimi istifadə olunur.

Avtomatlaşdırılmış sistemlərdə müxtəlif fiziki kəmiyyətləri əlverişli çıxış siqnalına çevirən qurğuya verici deyilir.

## **Rezistiv vericilər**

Rezistiv vericilər parametrik vericilərə aiddir. Burada praktiki olaraq ən geniş tətbiq olunan reostat, tenzohəssas və termohəssas ölçmə çeviriciləri baxılır.

**Reostat vericiləri.** Məlumdur ki,  $l$  uzunluqlu,  $q$  en kəsik sahəli və  $\rho$  xüsusi müqavimətli materiallı keçiricinin omik müqaviməti

$$R = \frac{\rho l}{q}$$

kimi təyin olunur.

Göründüyü kimi müqavimətin dəyişməsi xüsusi müqavimətin, keçiricinin uzunluğu və yaxud en kəsik sahəsinin dəyişməsindən baş verə bilər. Hər üç imkan həssas elementlərin konstruksiyalarında istifadə edilir.

Reostat (potensiometrik) verijilər xətti və bujaq yerdəyişmələrini elektrik siqnalına çevirmək üçün istifadə olunur. Belə verijilər dövrəyə reostat, yaxud gərginlik bölünüsü kimi qoşulan dəyişən müqavimətdən ibarətdir. **Ümumi halda bu cür vericilərin çevirmə tənliyi aşağıdakı kimi ifadə olunur:**

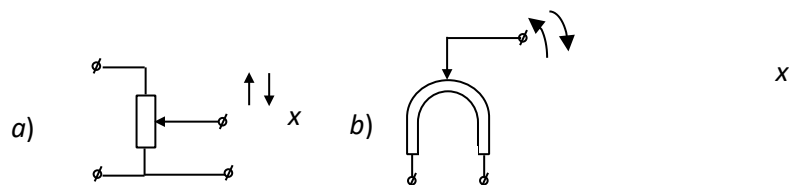
$$R = f(x); \quad U = f(x),$$

burada  $R$  və  $U$  - verijinin çıxış müqaviməti və gərginliyi,  $x$  isə sürüngəjin xətti və yaxud bujaq yerdəyişməsidir.

Reostat verijiləri xüsusi konstruksiyalı reostatdan ibarət olub, onun sürüngəji  $x$  giriş kəmiyyəti təsirindən yerini dəyişir. Verijilər izole olunmuş manqanın, konstantan və ya volfram məftildən dolaq halında hazırlanır. Bu çevirijilərin müqaviməti 10 Omdan bir neçə min Om-a qədər olur. Sürüngəj platinin ya iridiumla, ya da birilliumla ərintisindən hazırlanır.

Aşağıdakı şəkildə sadə reostat (potensiometrik) vericilərin sxemləri göstərilmişdir.

a) xətti yerdəyişmələr üçün; b) bujaq yerdəyişmələri üçün.



Reostat verijilərinin əsas xarakteristikaları:

Giriş kəmiyyəti: xətti və bujaq yerdəyişməsi;

Çıxış kəmiyyəti: müqavimətin dəyişməsi;

Ölçmə diapazonu: xətti -60mm-ə; bucaq-355<sup>0</sup> -yə qədər;

Xarakteristikanın qeyri-xəttiliyindən xəta: 0,1-0,3%;

Üstün jəhətləri: kiçik qeyri-xəttilik xətası; konstuksiyalarının sadəliyi;

Çatışmayan cəhətləri hərəkət edən kontaktın olması, dolağın və sürüngəjin yeyilməsi, kontaktın korlanması.

## Elektromaqnit vericilər.

### İnduktiv vericilər

İnduktiv vericilər parametrik vericilər qrupuna aiddir. Dolağın induktivliyini təyin edən tənlik aşağıdakı kimidir:

$$L = W^2 / R_m,$$

burada  $W$  - sarğılar sayı;  $R_m$  - maqnit müqavimətidir.  $R_m = 1 / \mu_0 \mu_s$  olduqda

$$L = \frac{W^2 \mu_0 \mu_s}{l},$$

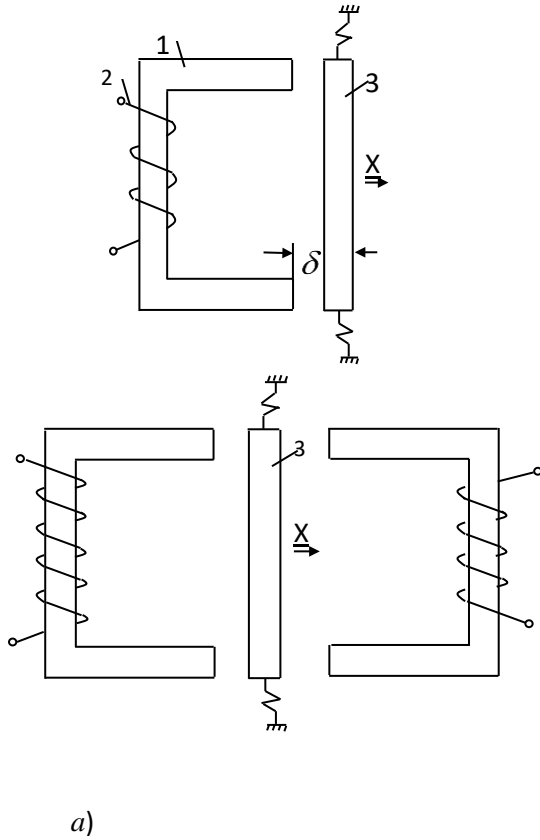
burada  $s$  - maqnit dövrəsinin eninə kəsik sahəsi;  $l$  - onun uzunluğu;  $\mu$  - maqnit nüfuzluluğudur.

Bu tənlikdən görünür ki,  $L$  induktivliyin dəyişməsinə maqnit dövrəsinin  $l$  uzunluğunu (hava aralığını), en kəsik sahəsini  $s$  və yaxud maqnit  $\mu$  nüfuzluluğunu dəyişməklə nail olmaq olar. Maqnit keçirijisinin uzunluğu və en kəsiyi həndəsi

ölçülərdir; maqnit nüfuzluluğu, məsələn mexaniki qüvvələr tətbiq etməklə dəyişdirilə bilər (maqnit-elastik həssas elementlər).

**Hərəkət edən lövbərli (içlikli) induktiv vericilər.** Geniş yayılmış ən sadə induktiv veriji hava aralığı dəyişən vericidir.

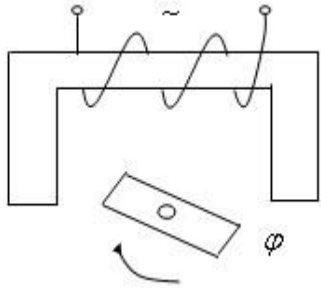
Üzərində 2 dolağı yerləşən ferromaqnit içlik (1) hərəkət edən lövbər (3) və hava aralığı ilə birlikdə vericinin maqnit dövrəsini yaradır.



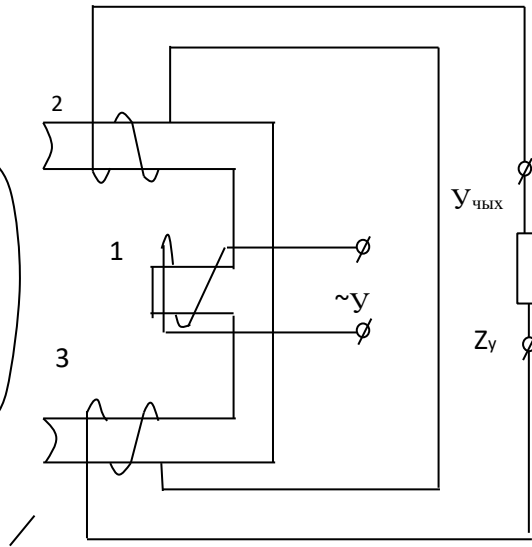
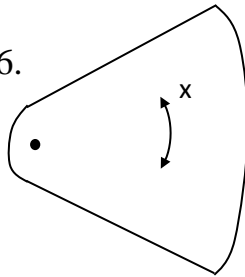
Ölçülən giriş kəmiyyəti  $x$  -in təsirindən  $\square$  dəyişir. Nəticədə maqnit dövrəsinin maqnit müqaviməti, verijinin induktivliyi və tam elektrik müqaviməti dəyişir. İnduktiv veriji həm birqat, həm də diferensial, yəni öz parametrlərini müxtəlif istiqamətlərdə dəyişən iki maqnit sistemi şəklində hazırlana bilər .

Sarğajın induktivliyini hava aralığının sahəsini dəyişməklə də tənzim etmək olar (şəkil4.6.)

Bucaq yerdəyişmələrini ölçmək üçün dönmə hərəkəti edən lövbərli diferensial induktiv transformator verijilərindən istifadə edilir(şəkil 4.7.)



Şəkil 4.6.



Şəkil 4.7.

Orta qolda yerləşən dolaq 1 qıda mənbəyinə birləşdirilir. İkinci dolaqlar isə kənar qollarda (2,3) yerləşdirilir ki, onlarda yaranan e.h.q. fazaja bir-birinə nəzərən  $180^0$  sürüşmüş olsun.  $x = 0$  olduqda ikinci dolaqlardakı e.h.q.-lər bir-birinə bərabərdir və ona görə də çıxış gərginliyi sıfırdır. Lövbər sıfır vəziyyətindən meyl etdikdə çıxışda gərginlik yaranır və onun fazası  $x$  bucaq yerdəyişməsinin istiqamətindən asılı olur.

#### Vericilərin xarakteristikaları:

Giriş kəmiyyəti: xətti yerdəyişmə, bujaq yerdəyişməsi; Çıxış

kəmiyyəti: induktivliyin dəyişməsi, dəyişən gərginlik;

Ölçmə diapazonu: sarğajın uzunluğunun 80%-i.

Qeyri-xəttilikdən xəta: 1-3%,

Tezlik diapazonu: 0-10<sup>4</sup> Hz;

Üstün jəhətləri: yüksək həssaslıq, konstruksiyanın sadəliyi, lövbərin böyük yerdəyişmələrində istifadə olunması.

Nöqsan jəhətləri: xarakteristikanın qeyri-xəttiliyi; xarici maqnit sahələrinə həssaslıq.

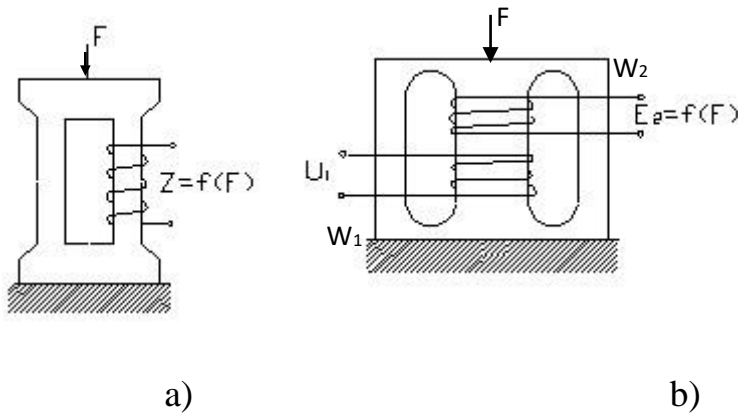
**Maqnit-elastik vericilər.** Parametrik verijilərə aid olan maqnit-elastik veriji induktiv verijinin bir növüdür. Vericinin elektrik müqaviməti mexaniki qüvvə təsirindən içlikdə yaranan mexaniki gərginliklə müəyyən olunan maqnit nüfuzluluğunun dəyişməsinə görə dəyişir. Verici maqnit nüvə və dolaqdan ibarətdir. Nüvəyə  $F$  qüvvəsi təsir etdikdə onda  $\Delta$  mexaniki gərginlik yaranır, nəticədə nüvənin maqnit nüfuzluluğu  $\Delta_r$ , maqnit müqaviməti  $R_m$  və dolağın induktivliyi  $L$  dəyişir.

Çevirmə ardıcılığı belədir:

$$F \rightarrow \Delta \rightarrow \Delta_r \rightarrow R_m \rightarrow L \rightarrow z$$

Maqnit-elastik verijisinin iki dolağı ola bilər (şəkil 4.8.b).

Belə verijilərə maqnit-elastik transformator verijisi deyilir. Qüvvənin təsiri nəticəsində maqnit nüfuzluluğunun dəyişməsindən dolaqlar arasında qarşılıqlı induktivlik  $M$  və ikinci dolağın e.h.q.-si  $E$  dəyişir. Çevirmə ardıcılığı belədir:



Şəkil 4.8.

$$F \rightarrow \Delta \rightarrow \Delta_r \rightarrow R_m \rightarrow M \rightarrow E$$

Verijilərin xarakteristikası:

Giriş kəmiyyəti: qüvvə;

Ölçmə diapazonu: 100N-dan daha böyük qüvvələr;

Qeyri-xəttilikdən xəta: bir neçə faiz;

Tezlik diapazonu:  $0 \div 10^3 \text{ Hz}$  ;

Üstün cəhətləri: konstruksiyanın sadəliyi; çıxış signalının böyük gücü.

Nöqsan cəhətləri: xarakteristikanın qeyri-xəttiliyi.

### Tutum vericilər.

Tutum vericisi ölçülən giriş kəmiyyətinin təsirindən elektrik parametrlərini dəyişən kondensatora deyilir. Müstəvi kondensatorun tutumu aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$C = \epsilon_0 \epsilon \frac{S}{s},$$

burada  $\epsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12} \text{ A} \cdot \text{C} / (\text{V} \cdot \text{m})$  -dielektrik sabiti;  $\epsilon$  - kondensatorun lövhələri arasındakı mühitin nisbi dielektrik nüfuzluluğu;  $s$  - lövhələrin sahəsi;  $d$  - lövhələr arasındakı məsafədir. Kondensatorun tutumu bu parametrlərin hər hansı biri dəyişsə, dəyişəkdir.

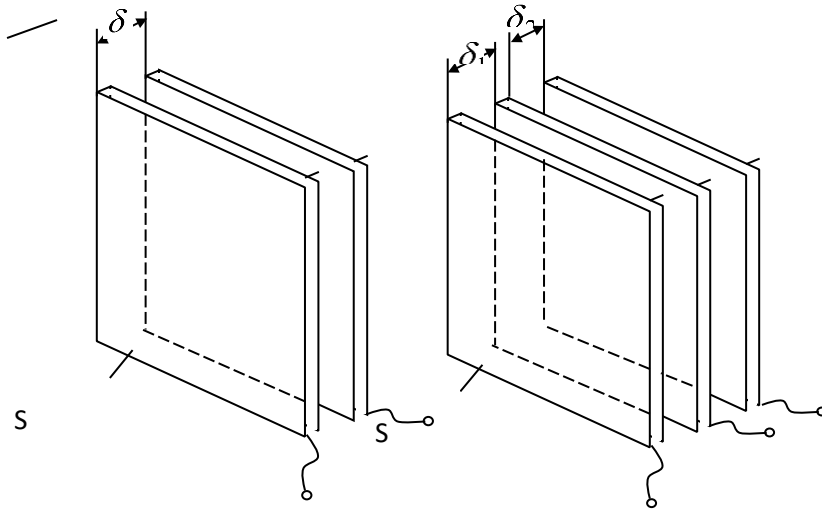
**Hava aralığı dəyişməli tutum vericiləri.** Kondensatorun lövhələri arasındakı  $d$  aralığı (şəkil 5.18)  $d$  qədər dəyişdikdə kondensatorun tutumu aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$C = \epsilon_0 \epsilon \frac{S}{d} \left( 1 + \frac{d}{d_0} \right)^2.$$

Yalnız hava aralığının kiçik nisbi dəyişmələrində  $\Delta C / C$  ilə  $\frac{\Delta d}{d}$  arasındakı əlaqə  $\frac{\Delta C}{C} = 2 \frac{\Delta d}{d}$  olduqda qeyri-xəttilik 10%,  $\frac{\Delta d}{d} = 0,01$  olduqda asılılıq praktiki olaraq xəttidir.  $\frac{\Delta C}{C} = 0,1$  isə ~1% təşkil edir.

Geniş diapazonda xəttliliyi təmin etmək üçün diferensial kondensatordan istifadə olunur. (Orta lövhə  $\delta$  qədər yerini dəyişərsə, müvafiq qoşulma sxemində (körpü sxemi) tutumun dəyişməsi

$$C = C_1 - C_2 = -\frac{\epsilon_0 \epsilon_s \epsilon_r S}{2\delta} + 2\frac{\epsilon_0 \epsilon_s \epsilon_r S}{2\delta} \quad \text{kimi təyin olunur.}$$



Bu halda həssaslığın iki dəfə artması ilə yanaşı xətti diapazonun genişlənməsi təmin olunur.  $\frac{\delta_1}{\delta} = 0,1$  olduqda belə kondensatorun xarakteristikasının qeyri-xəttliliyi  $\frac{\delta_1}{\delta}$  1% təşkil edir.

**Vericinin xarakteristikası:**

Giriş kəmiyyəti: yerdəyişmə; Çıxış

kəmiyyəti: tutumun dəyişməsi;

Ölçmə diapazonu: 1mm-ə qədər;

Qeyri-xəttlikdən xəta:  $1 \pm 3\%$ ;

Tezlik diapazonu:  $0 \pm 10^5 Hz$  ;

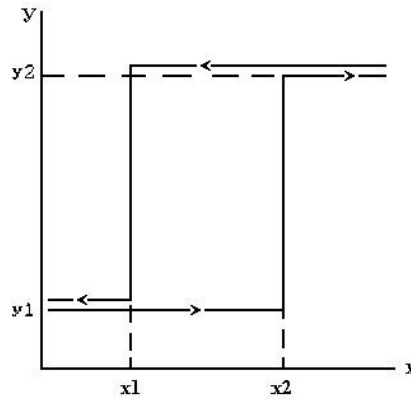
Üstün cəhətləri: nisbətən kiçik qüvvələrin ölçülə bilməsi; yüksək temperaturlarda kifayət qədər həssaslıq.

Nöqsan cəhətləri: həssaslıq qeyri-xəttidir; çox böyük daxili müqavimət; elektriki əngəllərə həssasdırlar.

### Relelər.

Relelər - avtomatikanın elə bir elementidir ki, onun X giriş kəmiyyəti müəyyən qiymətə çatandan sonra çıxış kəmiyyəti sıçrayışla dəyişir. Relenin

$y = f(x)$  asılılığı şəkil 4.2.-də göstərilmişdir.  $y$  kəmiyyətinin  $x = x_2$  anında sıçrayışla dəyişmə qiymətinə işədüşmə kəmiyyəti,  $x = x_1$  anındakı qiymətinə isə



Şəkil 4.2. Relenin xarakteristikası

işəburaxma kəmiyyəti deyilir.  $x_1$  buraxma kəmiyyətinin  $x_2$  işədüşmə kəmiyyətinə olan nisbətinə geri qayıtma əmsalı deyilir. Adətən,  $x_1 < x_2$  olur, ona görə də  $K_g < 1$ :

$$K_g = x_1/x_2, \quad (4.1)$$

burada,  $K_g$ - geri qayıtma əmsalı;  $x_2$ - işədüşmə kəmiyyəti;  $x_1$ - buraxma kəmiyyəti.

### Relelərin əsas tipləri:

- 1) elektromexniki (kontaklı): a)  
elektromaqnit;  
b) maqnit-elektrik;  
c) elektrodinamiki və s.
- 2) kontaktsiz maqnit rele .
- 3) elektron tipli kontaktsiz rele.

### **Siqnalların çevrilməsinin rəqəmli qurğuları, rəqəmanaloqlu və analoqrəqəmli çeviricilər.**

İnformasiya və idarəetmə sistemlərində vericilərdən alınan informasiyaların müəyyən hissəsi və yaxud hansı analoq formasında təqdim olunur. Ona rəqəm hesablama maşınlarında və rəqəm idarəedicisi qurğulara daxil etmək üçün analoq – rəqəm çeviriciləri (ARÇ) çox geniş tətbiq edilirlər.

- Hal – hazırda ARÇ – nin çox sayda müxtəlif metodları var:
  - 1) Ardıcıl sayma;
  - 2) Mərtəbəli müvazilətləndirmə;
  - 3) İki qat inteqrallama; 4) Gərginliyi tezliyə çevirmə;
  - 5) Paralel çevirmə.
- ARÇ və RAÇ – i bir sıra xüsusiyyətlərlə xarakterizə olunurlar:
  - 1) Faza sürüşməsi;
  - 2) Tezlik, bucaq , xətti yerdəyişmə; 3) Gərginlik və ya cərəyan.

ARÇ – lərinin əsas parametrlərinə aşağıdakılar aiddir:

- 1) Giriş və çıxış kəmiyyətlərinin dəyişmə diapazonu
- 2) Müddət parametrləri
- 3) Kvantlama periodu
- 4) Çevirmə - gecikmə tsiklinin müddəti

- 5) Çevirmə müddəti
- 6) Kvantlama xətası
- 7) Çevirmə dəqiqliyi
- 8) Alət xətası
- 9) Dinamik xəta
- 10) Etibarlılıq

Giriş və çıxış kəmiyyətlərinin dəyişmə diafazona – çevricinin tipini seçərkən analog kəmiyyətlərinin dəyişmə hüdudunu nəzərə almaq lazımdır. Bu halda analog kəmiyyətinin həm maksimal  $X_{max}$  və minimal  $X_{min}$  qiymətləri, həm də onun dinamik dəyişmə diapazonu mühüm rol oynayır:  $X_{max}$

$$D = \frac{X_{max}}{X_{min}}, \quad X_{min}=0 \text{ olduqda,}$$

Dinamik diapazon

$$D = \frac{X_{max}}{\delta}$$

$\delta$  – çevirmənin analog formasında ifadə olunan buraxıla bilən mütləq xətasıdır.

Müddət parametrləri – PRC – si yerinə yetirilərkən giriş siqnalı zamana görə kvantlanır, bu halda müəyyən zamana aralıqlarında ayırmalar götürülür, giriş siqnalının cari qiymətləri müəyyənləşdirilir. ARÇ – nin hər bir ayırmada alınan çıxış kodu çevirmə anı adlanan müəyyən zaman anında giriş siqnalının qiymətlərinin uyğun gəlir.

ARÇ – nin müddət parametrini göstərmək olar:

- 1) Kvantlama periodu  $T_k$
- 2) İki ardıcıl çevirmə arasındakı interval;

Kvantlama periodunun tərs qiymətinə uyğun kəmiyyət kvantlama tezliyi adlanır:

$$f_k = \frac{1}{T_k}$$

Çevirmə tsiklinin müddəti – giriş kəmiyyətinin ARÇ –yə verildiyi andan kodun aşkar edilməsi anına qədər olan gecikmə  $T_{\zeta}$  çevirmə müddəti – giriş siqnalının bilavasitə ARÇ ilə qarşılıqlı əlaqədə zaman intervalı  $T_{\zeta}$  daha dəqiq qiymətləndirmədə ARÇ –nin strukturunun və giriş siqnalının xarakterini nəzərə almaq lazımdır.

RAÇ – si iki müddət parametrini qeyd etmək olar:

- 1) Çevirmə nəticələrinin verilməsinin iki qonşu anları arasındakı interval –  $T_k$  (bu parametr ARÇ-də kvantlama peroduna uyğun gəlir)

### **Gücləndiricilər.**

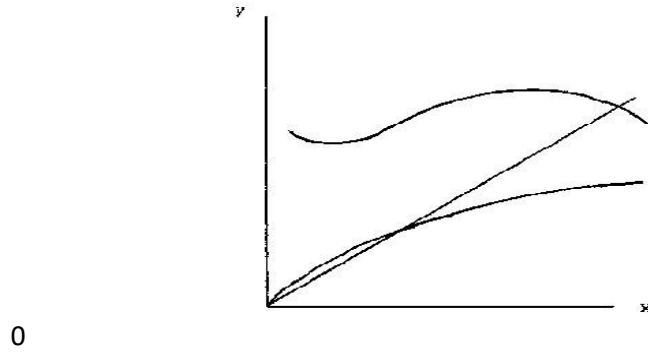
Məlumdur ki, vericinin çıxışında alınan siqnalın gücü çox vaxt kiçik olur. Belə siqnallar icra orqanını hərəkətə gətirmək üçün kifayət etmir. Ona görə vericinin çıxışında alınan siqnalı  $Z$  xarici enerji hesabına gücləndirmək lazım gəlir. Bu məqsədlə müxtəlif növ gücləndiricilərdən istifadə edilir. Gücləndirici avtomatikanın elə bir elementidir ki, o, girişə daxil olan fiziki kəmiyyəti kəmiyyətcə çevirir.

Bəzi gücləndiricilərdə giriş siqnalını gücləndirməklə onun formasını da dəyişmək lazım gəlir, belə gücləndiricilərə çevirici gücləndirici elementlər deyilir. Gücləndiricinin  $y = f(x)$  xarakteristikasının işçi hissəsi xətti olmalıdır (şəkil 4.2.).

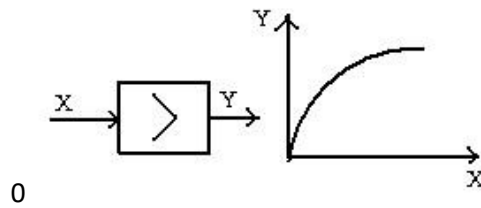
Gücləndiricinin giriş və çıxışında olan fiziki kəmiyyətlər eyni fiziki təbiətə malik olmalıdır. Gücləndiricilərin giriş kəmiyyətini  $x$ , çıxış kəmiyyətini  $y$  ilə işarə etsək, bunların arasındakı asılılıq  $y=F(x)$  gücləndiricinin xarakteristikası olur (şəkil 4.3.)

Giriş kəmiyyəti səlis dəyişdikdə çıxış kəmiyyəti səlis dəyişən gücləndiricilərə səlis təsirli gücləndiricilər, çıxış kəmiyyəti sıçrayışla dəyişən gücləndiricilərə isə rele təsirli gücləndiricilər deyilir.

Gücləndiricilər gücləndirmə əmsalı ilə xarakterizə olunurlar. Gücləndiricinin çıxış kəmiyyətinin giriş kəmiyyətinə nisbətinə gücləndirmə əmsalı deyilir:



Şəkil 4.2. Gücləndiricinin  $y = f(x)$  xarakteristikası



Şəkil 4.3. Gücləndiricinin xarakteristikası

$$K = y/x$$

Gücləndiricilər işləmə prinsipinə görə aşağıdakılara bölünür:

- 1) elektron;
- 2) maqnit;
- 3) elektromaşin;
- 4) dielektrik;
- 5) tiratron;
- 6) pnevmatik; 7) hidravlik.

Həssas elementlərdən və yaxud verijilərdən alınan siqnalların gücü icra elementini hərəkətə gətirmək üçün əksər hallarda kifayət qədər olmur. Bu isə öz növbəsində gücləndiricilərin tətbiq olunmasını tələb edir. Verijilərin çıxış gücü əsasən çox kiçik –  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  Vt hədlərində olduğu halda icra mexanizmini hərəkətə gətirmək üçün daha böyük güjlər tələb olunur. Bir sıra hallarda isə gücləndiricilər gücləndirmə funksiyası ilə yanaşı həssas elementin çıxış siqnalını avtomatik idarəetmə sisteminin rahat işləməsi üçün daha münasib formaya çevirmə funksiyasını da yerinə yetirirlər.

**İstifadə olunan enerjinin növünə görə gücləndiriji elementlər bir neçə sinfə ayrılırlar:** elektrik, hidravlik, pnevmatik və kombinə edilmiş.

Elektrik gücləndirijiləri adətən müstəqil elementlər şəklində yerinə yetirilirlər.

Hidravlik və pnevmatik gücləndirijilər ya müstəqil elementlər kimi hazırlanır, yaxud da icra mexanizmlərinin (servomotorların) tərkibinə daxil edirlər və bu halda onların ayrılmaz hissəsi olurlar. Bəzi icra mexanizmləri köməkçi mühərriklər olmaqla idarəediji elementlərə (zəlzələ, şırnaq borusu, idarəediji təsirlənmə dolağı və s.) malikdirlər.

Avtomatik sistemlərin əsas gücləndiriji elementi elektrik gücləndirijiləridir. Gücləndirmə prosesinin əsasını təşkil edən fiziki prinsipdən asılı olaraq belə gücləndirijilər elektron, maqnit, elektromexaniki və digər növlərə ayrılırlar. Elektron gücləndirijilərində gücləndiriji cihazlar kimi tranzistorlar, tiristorlar, inteqral mikrosxemlər istifadə olunur.

### **İcra elementi və qurğuları. İcra elementi və qurğularının təsnifatı və təsnifatı və ümumi xarakteristikaları.**

Avtomatik sistemlərin icra elementləri idarə obyektinin tənzimləyici orqanına idarəedici təsir yaratmaq üçündür. Bu halda tənzimləyici orqanın və müvafiq olaraq idarə obyektinin vəziyyəti və halı dəyişir.

**İdarəedici təsirdən asılı olaraq icra elementləri iki növ qurğulara ayrılırlar:** güc və parametrik. Tənzimləyici orqanın fəza vəziyyəti o zaman dəyişir ki, icra elementi idarəedici təsiri güc və ya moment şəklində yaradır. Belə icra elementləri güc qurğuları adlanır. Güc qurğularına elektromaqnitlər, elektromexaniki muftalar, müxtəlif növ mühərriklər aiddir.

Tənzimləyici orqanın vəziyyətinin dəyişməsi onun parametrlərinin (müqavimət, maqnit seli, temperatur, sürət və s.) və yaxud tənzimləyiji orqana tətbiq olunan enerjinin parametrlərinin (gərginlik, cərəyan, tezlik, faza-elektrik qurğularında; işçi mühitin təzyiqi – pnevmatik və hidravlik qurğularda) dəyişməsi ilə əlaqədardır.

Tənzimləyici orqanın vəziyyətini dəyişən icra qurğuları parametrik icra elementləri adlanırlar. Parametrik icra elementləri kimi əsasən elektromaqnit relələri,

kontaktorlar, tiristor və tranzistor relələri istifadə olunurlar. Bəzi icra elementlərində gücləndirijilər onların ayrılmaz hissəsi kimi təsir göstərilər; bu halda onlara vahid dinamik element kimi baxmaq lazımdır.

İcra elementləri üç əsas qurğudan təşkil olunur: servomühərrik, qida mənbəyi və yükdən. Servomühərrikin növündən asılı olaraq icra elementləri elektrik, hidravlik və pnevmatik növlərinə ayrılırlar. Elektrik servomühərrikləri iki növdə olurlar: sabit və dəyişən jərəyan servomühərrikləri.

### **“Şərt” məntiqi idarəetmə qurğuları.**

İdarəetmə məsələsində isə məlumatın emal olunması ilk növbədə kompüterdən yox, idarəetmə obyektində parametrlərin qiymətlərinin dəyişmə sürətindən ətraf mühitin təsiretmə dərəcəsiindən asılı olur. Kompüter sistemi ətraf mühitin təsirinə cəld surətdə cavab verməli, məlumatı emal etməli qərar qəbul etməlidir. Bununla yanaşı, idarəetmə sistemi ilə operator arasında məlumat mübadiləsi aparılmalı və prosesin dəyişmə sürətinə uyğun olaraq obyektə təsir etməlidir.

Proqramlaşdırılan kontrollerlər (PK) ixtisaslaşdırılmış mikrokompyuterlər olub, sxemin giriş (idarə düymələri, yol açarları) və çıxış elementlərinin (güc kontaktorları, elektromaqnit və elektromexaniki muftalar, elektromaqnitlər və i a) vəziyyətləri arasındakı məntiqi əlaqəni təmin edirlər. Başqa sözlə, PK bütün sənaye sahələrinin avtomatlaşdırma sistemlərinin ayrılmaz hissəsi olan icra mexanizmlərinin idarə olunması üçün «qoşmaq - açmaq» çıxış siqnallarını hasil edir. Bundan başqa, PK digər əməliyyatları da, məsələn, sayğacın və interval taymerinin funksiyalarını da yerinə yetirə bilər. PK-nin, əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, bir kompakt sxem bir neçə yüz releni əvəz edə bilər. PK-nin digər üstünlüyü də odur ki, PK-nin funksiyaları aparatla yox, proqramla yerinə yetirilir. Aparat sxemi hər bir konkret dəzgah və yaxud maşın üçün ayrıca hazırlandığı halda, PK - universal qurğudur.

Müasir dəzgah və maşınlarda məntiqi idarəetmə sxemləri kifayət *qədər* mürəkkəbdir, onlarda rele elementlərinin sayı isə onlarla - yüzlərlədir. PK - da isə sxemin montaj olunmasına ehtiyac yoxdur.

## Nəzarətin idarəetmənin və tənzimləmənin avtomatik sistemləri.

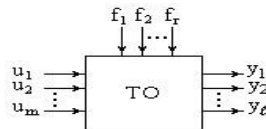
Müxtəlif maşın, aparat və aqreqların iş rejimlərinin insanın iştirakı olmadan texniki qurğuların köməyi ilə sabit saxlanması və ya müəyyən qanun üzrə dəyişdirilməsi *avtomatik tənzimləmə* adlanır. Tənzim olunan maşınlar, aparatlar və aqreqlar *tənzimləmə obyektini* adlanır. Obyektlərdə baş verən proseslərin 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 *həyəcanlandırıcı 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*, tənzimləmə kəmiyyətlər isə *çıxış koordinatlarıdır*. Uyğun olaraq, birinci növ girişlər *idarə girişləri*, ikincilər isə *həyəcanlandırıcı təsir girişləri* adlanır. İnformativlik baxımından həyəcanlandırıcı təsirlər *nəzarət olunan (ölçülən)* və *nəzarət olunmayan* təsirlərə ayrılırlar.

Yuxarıda verilən anlayışlara uyğun olaraq tənzimləmə obyektinin (TO) sxemi şəkil 7.1-də göstərilmişdir. Burada  $u_1, u_2, \dots, u_m$  – idarə;  $f_1, f_2, \dots, f_r$  – xarici həyəcanlandırıcı təsirlər;



Şəkil 7.1.  $y_1, y_2, \dots, y_l$  – isə obyektin çıxış koordinatlarıdır. Parametrik

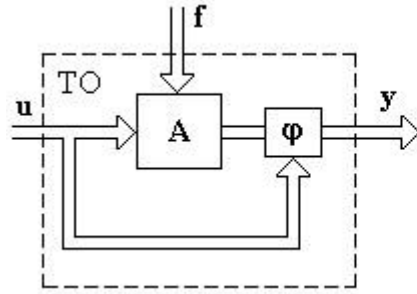
həyəcanlandırıcı təsir-

lər şəkildə göstərilməyib. Şəkil 7.2-də obyektin vəziyyət dəyişənlərini də nəzərə alan vektor sxemi göstərilmişdir.

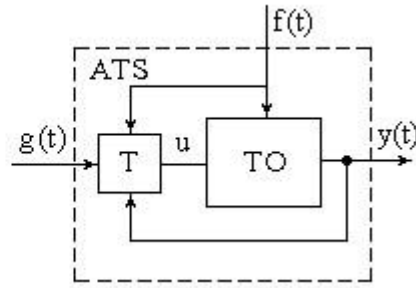
Avtomatik tənziylmə nəzəriyyəsində adətən dinamik obyektlər öyrənilir. Girişinə pilləvari siqnal verildikdə vəziyyəti zamana görə dəyişən *obyektlər dinamik* obyektlər adlanır. *Statik* və ya *ətalətsiz* obyektlərdə giriş pilləvari dəyişdikdə obyektin vəziyyəti ani dəyişərək yeni sabit qiymət alır.

Şəkil 7.3-də avtomatik tənziylmə sisteminin (ATS) ümumiləşdirilmiş sxemi göstərilmişdir. Şəkildə  $g(t)$  – tapşırıq təsiri olub sabit və ya zaman üzrə dəyişən funksiya;  $T$  – isə tənziyləyicidir.

Tənziyləyicinin məqsədi həyəcanlandırıcı qüvvələrin mövcud olduğu şəraitdə çıxış kəmiyyətinin tapşırıq siqnalına mümkün qədər yaxın olmasını təmin etməkdən ibarətdir, yəni  $y \approx g(t)$ .



Şəkil 7.2



Şəkil 7.3

ATS-ə konturları qırıq-qırıq xətlə çəkilmiş düzbucaqlının daxilində yerləşən "obyekt" kimi baxsaq görürük ki, onun giriş və çıxış siqnalları tənziylmə obyektində olduğu kimidir. Fərq yalnız formal olub ondan ibarətdir ki, burada idarə siqnalı  $g(t)$  ilə işarə edilərək tapşırıq (bəzi hallarda etalon siqnal) adlanır. ATS-in daxili quruluşuna gəldikdə isə burada prinsipial fərq mövcuddur. Obyektlə onun özü kimi dinamik qurğu olub, layihəçi tərəfindən seçilən tənziyləyicinin birgə fəaliyyəti obyektin dinamikasını və statikasını süni surətdə dəyişdirib, lazımi nəticə almağa imkan verir. Əldə edilən göstəricilər daha tənziylmə obyektinə aid edilməyib, ATS-in göstəriciləri kimi qələmə verilir.

## 7.2. Tənziylmənin fundamental prinsipləri

Hal-hazırda avtomatik tənzipləmə sistemlərinin qurulmasının əsası kimi üç prinsipdən istifadə olunur :

- a) birbaşa və ya açıq idarəetmə prinsipi;
- b) əks əlaqə prinsipi;
- v) həyəcanlandırıcı təsirin kompensasiyası prinsipi.

Bu prinsiplər məlumat təminatlarına görə fərqlənirlər.

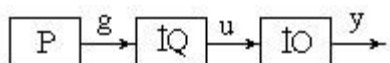
**1. Birbaşa və ya açıq idarəetmə prinsipi.** Bu prinsipə əsasən qurulmuş sistemin məqsədi tənziplənən  $y$  - kəmiyyətini ölçmədən  $y = g(t)$  bərabərliyini təmin etməkdən ibarətdir. Tənziplənən  $y$  kəmiyyətinə nəzarət olunmadığından idarə prosesi zamanı onun hər hansı bir səbəbdən  $g(t)$  proqramından meyl etməsi idarə qurğusunun

□diqqətindən kənarda□ qalacaqdır. Bu səbəbdən açıq idarəetmə prinsipi gələcək fəaliyyəti tam proqnozlaşdırıla bilən obyektlərin idarəsi üçün tətbiq edilə bilər. Sistemin ümumiləşdirilmiş sxemi şəkil 7.4-də göstərilmişdir. İdarə proqramı  $g(t)$ ,  $P$  proqram vericisi olan xüsusi texniki qurğu vasitəsi ilə hasil oluna bilər və ya sistemi layihə edərkən İQ - idarə qurğusunun tərkibində nəzərdə tutula bilər. Hər iki halda sistem açıq dövrədən ibarətdir və məlumat sistemin əvvəlindən axırına İO - idarə obyektinə doğru birtərəfli qaydada ötürülür.

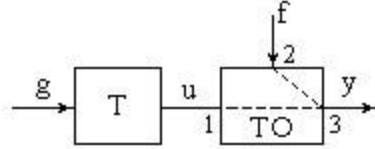
Məhz bu xüsusiyyət prinsipin buradakı adının meydana gəlməsinə səbəb olmuşdur. Açıq idarəetmə prinsipindən, adətən, avtomatik tənzipləmə sistemlərinin qurulmasında istifadə etmirlər.

#### Şəkil 7.4.

**2. Əks əlaqə prinsipi. Meylətməyə görə tənzipləmə** (Polzunov (1765) – Uatt (1784) prinsipi). Əvvəldə deyildiyi kimi, tənzipləmənin əsas məsələsi  $y$  çıxış kəmiyyətinin  $g(t)$  tapşırıq signalını mümkün qədər dəqiq izləməsini təmin etməkdən ibarətdir. Əgər obyektin modeli dəqiq məlumdursa, həyəcanlandırıcı təsir olmadığı halda bu məsələni açıq idarəetmə prinsipindən istifadə etməklə, şəkil 7.5-də göstəriləndiyi kimi, birbaşa dövrəyə tənzipləyici qoşmaqla həll etməyə cəhd etmək olar. Şəkildən görüldüyü kimi, bu halda  $T$  - tənzipləyicisinin köməyi ilə yalnız (1-3) idarə kanalının dinamikasına təsir göstərərək çıxışı arzu olunan qanun üzrə dəyişdirmək olar.



Şəkil 7.5.



Tənzimləyici (2-3) həyəcanlandırıcı təsir kanalına təsir göstərə bildiyindən  $f$ -in tənzimlənən kəmiyyət olan  $y$  çıxışına ziyanlı təsirinin qarşısını ala bilmir.

Bu çatışmamazlığı aradan qaldırmaq üçün *əks əlaqə prinsipindən* istifadə edirlər. Bu prinsipin məlumat əsasını  $y$  kəmiyyətinin ölçülüb tapşırıq  $g$  ilə müqayisə edilərək nəticənin tənzimləyicidə istifadə olunması təşkil edir (şəkil 7.6).

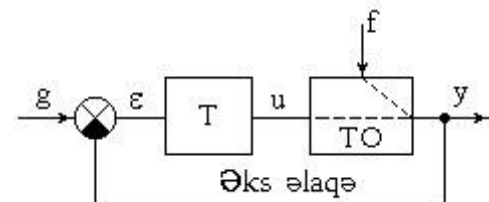
Xəta və ya meyl adlanan yeni  $\square = g - y$  göstəricisi  $f$ -in dəyişməsi haqqında dolaylı məlumata malik olub, gec də olsa onun təsirini aradan qaldırmağa imkan verir. Xəta  $\square$  ümumiləşdirilmiş göstərici olub sistemdə baş verən istənilən dəyişikliyi özündə əks etdirir. Bu halda (1.1) idarə operatoru  $u = \Phi(\square)$  şəklində

Şəkil 7.6.

yazılır. Bu səbəbdən əks əlaqə prinsipi *meyletməyə görə tənzimləmə prinsipi* də adlanır. Adətən idarə qanununda təkcə  $\square$  -nin özündən deyil, onun törəmə və inteqralından da istifadə edirlər:

$$u = \Phi(\square, \square', \int \square dt)$$

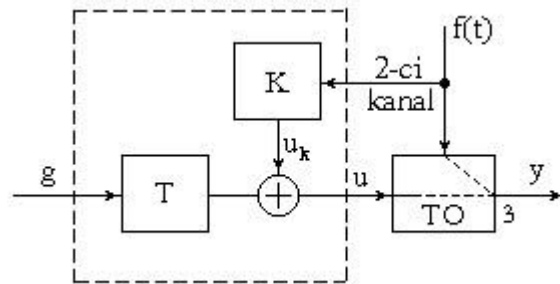
Əks əlaqə prinsipi bütün üstünlüklərinə baxmayaraq çox ziddiyətlidir. Belə ki, bu prinsip əsasında fəaliyyət göstərdikdə  $f$ -in ziyanlı təsirini ləğv etməzdən əvvəl, onun meydana çıxmasına yol verilir.



**3. Kompensasiya prinsipi.** Bu prinsip fransız mühəndisi və mexaniki Jan Ponselenin (1788-1867) adı ilə bağlıdır. Əgər həyəcanlandırıcı təsir  $f(t)$  ölçülə bilərsə və ya dolaylı yolla qiymətləndirilərsə, onda bu məlumatdan istifadə edərək  $f(t)$ -ni obyektə tarazlıq vəziyyətindən çıxarmağa macal tapmamış kompensasiya etmək olar. Bu halda tənzimləmə qanunu (1.2)  $u = \Phi(g, f)$  şəklində olur.

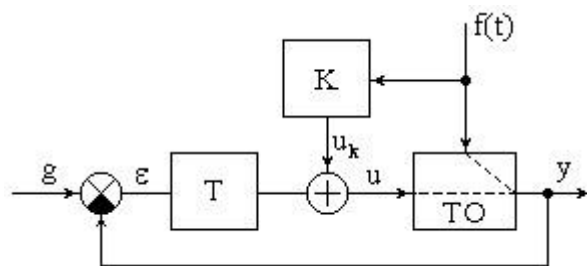
Kompensasiya signalı  $u_k$  kompensator adlanan  $K$  texniki qurğusunda hasil edilərək ikinci kanal vasitəsi ilə əsas idarə kanalına ötürülür və 3 nöqtəsində  $f(t)$ -nin çıxış  $y$ -ə təsirini kompensasiya edir.

Şəkil 7.7-da kompensasiya prinsipi üzrə işləyən ATS-in sxemi göstərilmişdir.  $u_k$  signalının tətbiq nöqtəsi  $T$  tənzimləyicisindən əvvəl də yerləşə bilər. Bu prinsipin üstün cəhətlərindən biri kompensatorun tənliyinin  $f(t)$ -nin tipindən asılı olmaması, çatışmayan cəhəti isə həyəcanlandırıcı təsirin ölçülməsinin zəruri olmasıdır.



Şəkil 7.7

**Kombinə olunmuş sistemlər.** Mütləq kompensasiya sistemlərinə xas olan çatışmazlıqları nəzərə alaraq Norbert Viner özünün «Kibernetika» kitabında kompensasiya ilə əks əlaqə prinsiplərini birləşdirmək fikrini irəli sürmüşdür. Hər iki prinsipdən istifadə olunan ATS *kombinə olunmuş* ATS adlanır. Şəkil 7.8-da kombinə olunmuş ATS-in sxemi göstərilmişdir.



## Şəkil 7.8.

Belə sistemdə bütün mümkün  $g$ ,  $y$  və  $f$  məlumatlarından istifadə olunur. Burada həm əks əlaqə, həm də kompensasiya prinsiplərindən eyni zamanda istifadə olunduğundan tənzimləmə operatoru aşağıdakı şəkildə yazılır:

$$u = \Phi(\square, f) .$$

Kombinə olunmuş ATS-də daha güclü həyəcanlandırıcı təsirlər ölçülüb  $K$  kompensatorunun köməyi ilə cəld kompensasiya olunur, zəif həyəcanlandırıcı təsirləri isə ölçməyib onların tədricən kompensasiya olunmasını əks əlaqə prinsipi üzrə işləyən  $T$  tənzimləyicisinin öhdəsinə buraxırlar.

### Avtomatik tənzimləmənin əsas növləri və qanunları

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 sistemlər vasitəsilə aparıldığını nəzərdə tutmaq lazımdır.

**1. Stabilləşdirmə.** Bu halda məqsəd tənzimlənən kəmiyyətin qiymətini sabit saxlamaqdan ibarətdir:  $y = g \square \square_c = \text{const}$ . Stabilləşdirmə rejimində işləyən ATS-lər qərarlaşmış vəziyyətdə ( $t = \square$  nöqtəsində)  $\square_c$  statik xətasının mövcud olubolmamasından asılı olaraq iki yerə bölünürlər:

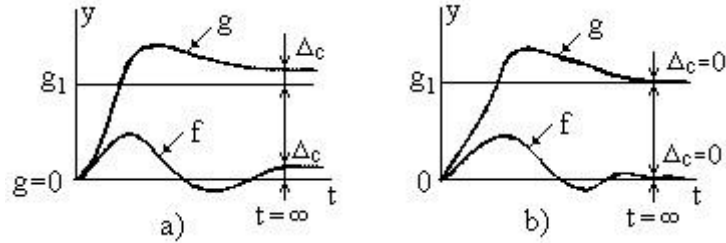
a) *statik* tənzimləmə sistemləri,  $\square_c \neq 0$ ;

b) *asstatik* tənzimləmə sistemləri,  $\square_c = 0$ .

Uyğun olaraq tənzimləmənin növü də *statik* və ya *asstatik* tənzimləmə adlanır. Bu anlayışlar tapşırıq zamana görə dəyişən funksiya  $g = g(t)$  olduğu halda da öz qüvvəsini saxlayır.

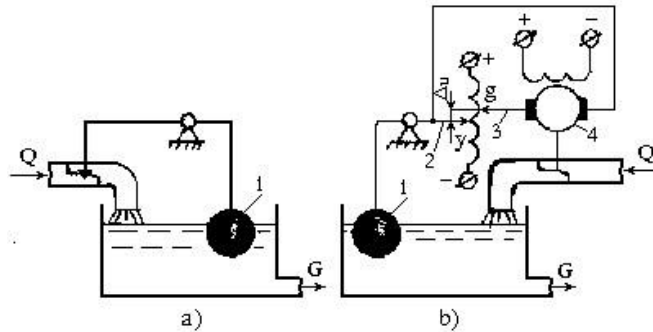
Şəkil 7.9-da statik a) və asstatik b) sistemlərdə baş verən keçid prosesləri göstərilmişdir. Statik sistemlərdə tənzimlənən kəmiyyətin qiyməti müəyyən  $\square_c$  xətası ilə saxlanılır. Bu xətanın özü də sabit olmayıb  $g$  və  $f$ -in qiymətindən (yəni yükdən) asılı

olur. Statik sistemlər sadə olduqlarına görə onlar çox böyük dəqiqlik tələb olunmayan obyektlərin tənzimlənməsində geniş istifadə olunurlar.



Şəkil 7.9.

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 7.10-da 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).



Şəkil 7.10

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  $\Delta_c$  fərqi yaranır və bu fərq  $Q$  yükünün qiymətindən asılı olaraq dəyişir. İkinci halda isə səviyyənin cari qiyməti onun tapşırıq qiyməti ilə müqayisə olunur və fərq siqnalı reversiv mühərriki lazımi istiqamətdə hərəkətə gətirən  $\Delta u$  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

sürüncəcinin qarşısına gəlir və səviyyənin cari qiyməti onun tapşırıq qiymətinə xətasız bərabər olur.

**2. Proqram üzrə tənzimləmə.** Proqramlı tənzimləmə sistemlərində stabilləşdirmə sistemlərindən fərqli olaraq tapşırıq signalı sabit olmayıb, qabaqcadan verilmiş proqram üzrə dəyişir. Praktikada əsas etibarlı 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.

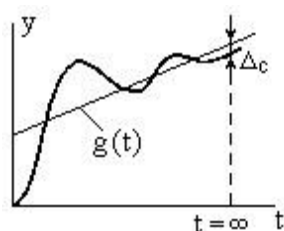
Eyni zamanda kombinə olunmuş qarışıq proqram üzrə işləyən sistemlər də mövcuddur.

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

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. İzleyici sistemlər.** İzleyici 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.



İzleyici sistemlər tənzimləmənin əvvəldə şərh olunmuş istənilən fundamental prinsipi əsasında qurula bilər. Şəkil 7.11-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).

**Adaptiv sistemlər.** Real tənzimləmə sistemlərində, adətən, obyektin xassələri dəyişdiyindən birdəfəlik sxem üzrə hesablanmış və qurulmuş ATS-də keyfiyyətin pisləşməsi müşahidə olunur.

Mühitin (burada obyektin) xassələri dəyişdikdə əvvəlki iş rejimini bərpa etmək məqsədi ilə öz parametrlərini və strukturunu dəyişən sistemlər *adaptiv sistemlər* adlanır. Adaptasiya anlayışı biologiyadan götürülərək, canlı orqanizmlərin mühidə baş verən dəyişikliklərə uyğunlaşması deməkdir.

Tənzimləmə obyektinin xassələrinin dəyişməsi əsas etibarilə □ parametrik həyəcanlandırıcı təsirlər ilə əlaqədardır.

Adaptiv tənzimləmə sistemlərini mühitin dəyişməsinə olan münasibətinə görə dörd böyük sinfə ayırmaq olar:

- a) aktiv strategiyalı adaptiv sistemlər;
- b) passiv strategiyalı adaptiv sistemlər;
- c) xüsusi rejimdə işləyən adaptiv sistemlər;
- ç) faza fəzasında adaptasiya olunan sistemlər.

Birinci halda, dəyişmənin səbəbi tam aradan qaldırılır (tənzimləyicinin köməyi ilə kompensasiya olunur) və sistemin tələb olunan keyfiyyət göstəriciləri tam bərpa olunur.

İkinci sinif sistemlər passiv qalaraq, obyektin xassələrinin dəyişməsini kompensasiya etməyib, dəyişilmiş şəraitdə mümkün olan maksimal effektivliyi təmin edən idarə təsiri hasil edir.

Üçüncü növ sistemlərdə dəyişilmiş parametrlərin qiyməti haqqında əlavə məlumatdan istifadə edən xüsusi identifikasiya və adaptasiya alqoritmlərindən istifadə etmədən obyektin parametrlərinin dəyişməsinə invariant olan xüsusi hərəkət trayektoriyaları yaradılır (süni faza trayektoriyaları). Belə trayektoriyalar *sürüşən və yüksək tezlikli avtorəqs rejimində* alınır. Bu tip adaptiv sistemlərin sadə olmalarına baxmayaraq, icra orqanlarının və obyektin yüksək tezliklərə məruz qaldığından, tətbiq sahəsi məhduddur.

Dördüncü sinfə daxil olan sistemlərdə adaptasiyanın vacibliyi obyektə baş verən dəyişikliklərlə əlaqədar olmayıb, sistemin keyfiyyətinə qoyulan tələblərin fəza (vəziyyətlər) fəzasının müxtəlif oblastlarında müxtəlif olması ilə əlaqədardır. Məsələn, tarazlıq nöqtəsindən uzaqda cəldişləmə, yaxında isə yumşaq stabilləşdirmə. Birinci tələbat rele tipli idarə qanunu ilə, ikincisi isə əks əlaqəni qapamaq yolu ilə yerinə yetirilir. Göründüyü kimi, idarə qanunu dəyişdiyindən burada adaptasiyanın əsas əlaməti mövcuddur.

Birinci və ikinci növ adaptiv sistemlər iki qrupa ayrılırlar: a)

identifikatorlu adaptiv sistemlər;

b) identifikatorsuz adaptiv sistemlər.

Identifikator sistemin giriş və çıxış dəyişənlərindən istifadə edərək, onun dəyişilmiş parametrlərini hesablayan (qiymətləndirən) qurğudur.

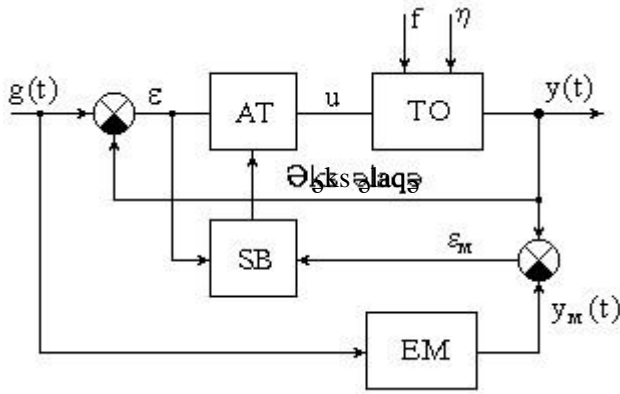
Aktiv strategiyalı adaptiv sistemlərin ən geniş yayılmış növlərindən biri *etalon modeli adaptiv sistemlərdir*. Bu halda adaptiv tənzimləyicinin parametrləri elə sazlanır ki, obyektin parametrlərinin dəyişməsinə baxmayaraq sistemin faktiki  $y(t)$  çıxışı etalon modelin arzu olunan  $y_M(t)$  çıxışına bərabər olsun.  $\Delta_M = y - y_M$  xəta signalı sazlama blokunun girişinə verilir. Sazlama bloku qabaqcadan verilmiş alqoritm üzrə adaptiv tənzimləyicinin parametrlərini fasiləsiz korreksiya edir.

Şəkil 7.12-də etalon modeli adaptiv tənzimləmə sisteminin blok-sxemi göstərilmişdir.

Şəkildə AT - adaptiv tənzimləyici; EM - çıxışında arzu olunan keçid prosesi alınan etalon model bloku; SB - sazlama blokudur.

Aktiv strategiyalı adaptasiyaya aid bir misalə baxaq. Hava şarının içərisindəki hava soyuduqca qaldırıcı qüvvə azaldığından şarın aşağı düşməsinin qarşısını almaq üçün onun içərisinə forsunkanın köməyi ilə isti hava əlavə edirlər.

Passiv strategiyalı adaptasiyaya aid isə əvvəldə baxılan sobada yanacağın istilik törətmə qabiliyyətini dəyişmək mümkün olmadığından, mümkün maksimal temperatur almaq üçün

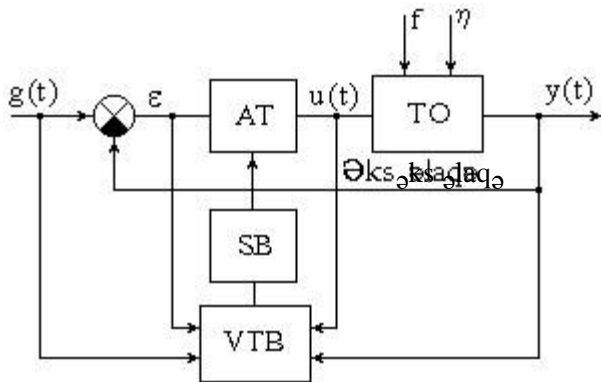


Şəkil 7.12. Etalon modelli adaptiv tənzimləmə sistemi

havanın sərfinin dəyişdirilməsini göstərmək olar.

Adətən, adaptiv sistemin əsasını tənzimləmənin fundamental prinsiplərindən birini realizə edən sxem təşkil edir. Adaptasiya və ya sazlama konturu isə vəziyyəti təhlil edərək tənzimləyicinin parametrlərini və (və ya) strukturunu lazımı qaydada dəyişdirir.

Şəkil 7.13-də adaptiv tənzimləmə sisteminin ümumiləşdirilmiş blok-sxemi göstərilmişdir. Şəkildə VTB - vəziyyəti təhlil edən blokdir.



Şəkil 7.13. Adaptiv tənzimləmə sisteminin ümumiləşdirilmiş

sxemi

**Optimal tənzimləmə sistemləri.** Texniki sistemlər və sənaye texnologiyaları mürəkkəbləşməyə doğru inkişaf etdikcə daha effektivli idarə qanunlarının tapılması metodik və hesablama nöqtəyi-nəzərindən daha aktualıq kəsb edir.

Mövcud şərtlər daxilində ən effektiv idarə *optimal idarə* adlanır. Optimal idarə qanunu da proqram idarəsi (zaman funksiyası şəklində) və ya əks əlaqəli tənziqləmə qanunu şəklində ola bilər. Avtomatik tənziqləmə sistemlərində əks əlaqəli  $u = \Phi(\square)$  optimal idarə qanunundan istifadə edirlər. Əvvəldə qeyd edildiyi kimi, sistem bir vəziyyətdən başqa vəziyyətə keçdikdə keçid prosesi baş verir. Keçid prosesini ləğv etmək mümkün olmadığından yeganə çıxış yolu onu optimal idarə qanunu tətbiq etməklə yaxşılaşdırmaqdan ibarətdir.

Bu məsələ *optimal idarəetmə məsələsi* adlanır və hal-hazırda ciddi riyazi həll aparatına malikdir. Əsas həll üsulları optimal idarəetmənin variasiya üsullarıdır. Bunlardan klassik variasiya hesabını (Eyler-Laqranj), maksimum prinsipini (L.S.Pontryagin) və dinamik proqramlaşdırmanı (R.Bellman) göstərmək olar. Son vaxtlar riyazi proqramlaşdırmadan geniş istifadə olunur.

Burada əsas məsələ keçid prosesinin effektivliyini xarakterizə edən optimallıq kriterisinin (meyarının) seçilməsidir. Bu meyar sistemin dinamikasını keçid prosesi müddətində idarə etməkdən başqa, sağ sərhəd şərti formasında statik xətanı da əks etdirməlidir.

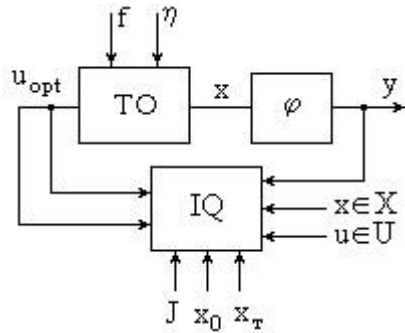
Ekstremal idarəetmədən fərqli olaraq optimal idarəetmə məsələlərinin spesifik xüsusiyyəti hər an meyarın ekstremal qiymətini təmin edən idarənin tapılmasının yol verilməz olmasıdır. Lokal rejimlər əlaqəli olduğundan ani maksimallaşdırma (minimallaşdırma) keçid prosesinin davam etmə müddətində qlobal optimal həlli təmin etmir. Bu səbəbdən, statik optimallaşdırma üsullarının tətbiqi mümkün olmadığından, optimal idarəetmə məsələlərinin həlli üçün xüsusi üsullar işlənilməlidir.

Texnikaya aid olmasa da, problemin mahiyyətini açıqlayan bir misal göstərək. İdmançının orta məsafələrə (400 –2000 m) qaçış prosesini nəzərdən keçirək. İdmançının enerji ehtiyatı fizioloji amillərlə məhdud olduğundan və bu ehtiyatın sərf olunma qanunauyğunluğu qaçışın xarakterindən asılı olduğundan idmançı enerji ehtiyatını vaxtından əvvəl sərf etmək və məsafədə tənqinəfəs olmamaq üçün hər anda maksimum mümkün gücündən istifadə etməyib, elə optimal qaçış rejimi axtarmalıdır ki, finişə tez çatsın. Bu halda optimallıq meyarı qaçış vaxtıdır.

Dinamik sistemlərdə əks əlaqəli optimal idarə qanununun tapılması optimal proqram idarəsinin tapılmasından daha mürəkkəb məsələdir. Optimal idarəetmə məsələsi adaptiv sistemlərdə real zaman miqyasında, adi sistemlərdə isə idarə konturundan kənarında həll olunur. Optimal idarəetmə sistemlərində idarə qurğusu (IQ) kimi kompüterdən istifadə olunur.

Əks əlaqəli optimal idarə qanununu ilk dəfə 1960-cı ildə rus alimi A.M.Letov R.Bellmanın funksional tənliyini tətbiq etmək yolu ilə almışdır.

Şəkil 7.14-də əks əlaqəli optimal tənzimləmə sisteminin ümumiləşdirilmiş sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 7.14. Əks əlaqəli optimal tənzimləmə sistemi

## Əsas tənzimləmə qanunları

Yuxarıda qeyd edilən  $u = \Phi(\square)$  tənzimləmə operatorunun şəklindən asılı olaraq sənayedə və texnikada müxtəlif tənzimləmə qanunlarından istifadə edirlər. Hər bir konkret obyekt üçün sintez olunmuş optimal tənzimləmə qanununu realizə edən tənzimləyicilər konstruktiv cəhətdən çox müxtəlif olduğundan onların fərdi qaydada seriyalı buraxılışı səmərəli deyil. Burada praktikada ən çox yayılmış əks əlaqəli tənzimləmə qanunları ilə tanış olacağıq.

**1. Proporsional tənzimləmə qanunu** (P ilə işarə edilir):

$$u = k_T \square.$$

Burada  $k_T$  - tənzimləyicinin sazlama parametri olub, gücləndirmə əmsalı adlanır.

Bu qanunu realizə edən tənzimləyici proporsional və ya statik tənzimləyiçi adlanır və qərarlaşmış rejimdə  $\square_c$  statik xəyata malik olur.

**2. İnteqral (İ) tənzimləmə qanunu:**

$$u = T_i \int_0^t \square dt$$

Burada  $T_i$  - sazlama parametri inteqrallama sabiti adlanır. Bu qanundan  $g=const$ ,  $f=const$  olduğu halda statik xətanı aradan qaldırmaq üçün istifadə olunur. İ-tənzimləyiçi ləng işlədiyindən (inteqralın təsirli qiymət alması üçün müəyyən vaxt keçməlidir) adətən bu tənzimləmə qanunundan tək istifadə olunmur.

### 3. Proporsional-inteqral (PI) tənzimləmə qanunu:

$$u = k_r \square + T_i \int_0^t \square dt$$

və ya

tənzimləyicinin konstruksiyasından asılı olaraq

$$u = k_r \left( \square + T_i \int_0^t \square dt \right)$$

PI-tənzimləyiçi də  $g=const$ ,  $f=const$  halında  $\square_c=0$  şərtini təmin etdiyindən İ-tənzimləyici kimi astatik tənzimləyiçidir.

Birinçi ifadənin hər tərəfindən zamana görə törəmə alaq:

$$\frac{du}{dt} = k_r \frac{d\square}{dt} + \frac{1}{T_i} \square$$

$$\frac{du}{dt} = 0 \quad \frac{d\square}{dt} = 0$$

Qərarlaşmış rejimdə, yəni  $t = \infty$  nöqtəsində  $\frac{du}{dt} = 0$ ,  $\frac{d\square}{dt} = 0$  olduğundan tarazlıq yalnız  $\square(\infty) = 0$ , deməli,  $\square_c=0$  qiymətində baş verə bilər.

### 4. Porsional-inteqral-diferensial (PID) tənzimləmə qanunu:

$$u = k_r \square + T_i \int_0^t \square dt + T_d \frac{d\square}{dt}$$

Burada  $T_d$ -üçüncü sazlama parametri olub, differensiallama sabiti adlanır. İdarə  $d\square$

—  
qanununa  $\Delta t$  həddinin daxil edilməsi bəzi hallarda tənzimləmə keyfiyyətini yaxşılaşdırsa da sistemin yüksək tezlikli küylərə qarşı dayanıqlığını azaldır. Bunun səbəbi  $\square(t)$  siqnalının tərkibində olan küylərin diferensiallanma nəticəsində  $\square$ gücləndirilərək $\square$  obyektin girişinə verilməsidir.

Hazırda yuxarıda baxılan tənzimləyicilərin elektron və pnevmatik variantlarının seriyalı buraxılışı mövcuddur.

## **İstifadə olunan ədəbiyyat**

1. "Автоматизированные Системы управления на

Автомобильном Транспорте" Учебник для студ. учреждений  
сред. проф. образований сред проф. образования под ред. Б.А.  
Николаева. 2-е изд. 2012г. 288 стр.

2. Коноплянко В.И. Богачев В.М. «Информационные  
Технологии на Автомобильном Транспорте» 2014 23 стр.

3. Кочерга В.Г. Зырянов В.В. Конополянко В.И.  
«Интеллектуальные Транспортные Системы в Дорожном  
Движении». 2013 г. 108 стр.

4. "Avtomatlaşdırmanın əsasları" Məmmədov H.Ə., Namazov M.B.,  
Əhmədov R.M. Bakı Elm 2009

**Tərtib etdi: Qasımova Elmira**