

Ş. O. Məmmədova

İdarəetmə sistemlərinin element və qurğuları

(mühazirə konspekti)

BAKI – 2022

MÜNDƏRİCAT

Giriş.....	3
1. Avtomatik sistemlərin əsas məqsəd və anlayışları.....	5
2. Avtomatikanın element və qurğularının əsas xarakteristikaları.....	8
3. Avtomatlaşdırılmış ölçmə sistemləri. Ölçmələrin növləri və mahiyyəti.....	11
4 Vericilərin təsnifatı , İlkin çeviricilərin növləri.....	17
5 Rezistiv vericilər, İnduktiv vericilər, Tutum vericiləri.....	19
6 Fotoelektrik vericilər , Holl çeviriciləri, Pyezoelektrik vericilər.....	36
7 Termoelektrik vericilər, Xətti və bucaq sürət vericiləri.....	42
8 Avtomatik sistemlərin gücləndiricilərinin təsnifatı və xüsusiyyətləri.....	54
9 Rəqəm texnikasının element bazası. TTL və CMOS texnologiyası əsasında məntiq elementləri	66
10 Triggerlər və onlının növləri	69
11 Asinxron və sinxron sayğaclar.....	73
12 Kombinasional rəqəm qurğuları.....	77
13 Elektromaqnit relələr.....	81
14 Rəqəmsal kommutasiya elementləri.....	86
15 Mikroprosessorlar və onların arxitekturası.....	89
Ədəbiyyat.....	98

GİRİŞ

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

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

Texnikanın inkişafı ilə əlaqədar xalq təsərrüfatının bəzi sahələrində insana zərərli təsir göstərən bir sıra proseslər (elektromaqnit şüalanma, ultrasəs rəqsləri və s.) mövcuddur. Təbiidir ki, bu proseslərin nəzarət və idarə olunması xüsusi qurğular və sistemlərsiz mümkün deyildir. Bəzi texnologiyə proseslər yüksək və alçaq temperatur, yüksək səs təzyiqi ilə müşahidə olunur ki, bu da insanın proses gedən zondan uzaqlaşdırılmasını tələb edir.

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

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

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

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

Avtomatik qurğular biri – birilə əlaqədə olan və müəyyən funksiyaları yerinə yetirən konstruktiv elementlərdən təşkil olunur və avtomatikanın elementləri və yaxud avtomatikanın vasitələri adlanırlar. Bu halda avtomatikanın elementləri giriş signalının elementar çevrilmələrini yerinə yetirən ilkin informasiya mənbələrinin (müxtəlif növ vericilər), idarəedici qurğuların (soplo – qapaqlı, fotoelement, maqnitləndirilməli drossel, yarımkeçirici triod və s.), köməkçi enerji mənbələrinin (nasos, kompressor, gərginlik mənbəyi və s.) və yükün (sonrakı elementin giriş dövrəsi) məcmusundan ibarət olur.

Elm və texnikanın, eləcə də texnologiyaların inkişafı ilə əlaqədar olaraq avtomatikanın yeni elementləri meydana çıxır. Bunlara yaddaş qurğularını, hesablama – məntiq qurğularını, sayğacları, say – impuls zaman relələrinə və s. göstərmək olar. Ən mühüm istiqamətlərdən biri aparat- məntiq əlaqələrinin proqramlaşdırılan məntiqlə əvəz olunmasıdır. Bu isə mikroprosessorların və proqramlaşdırılan kontrollerlərin yaradılması ilə əlaqədardır. Avtomatikanın kontaktsiz və proqramlaşdırılan vasitələrinin inkişafı eyni zamanda ənənəvi elektrik aparat və qurğularının da təkmilləşdirilməsi baş verir.

Hal – hazırda istehsalat proseslərinin müxtəlif sahələrində çoxlu sayda avtomatik idarəetmə qurğuları və elementləri yaranıb tətbiq olunur. Belə element və qurğuların öyrənilməsi təqdim olunan dərsləyin əsas məzmununu təşkil edir.

Mühazirə 1. Avtomatik sistemlərin əsas məqsədi və anlayışları

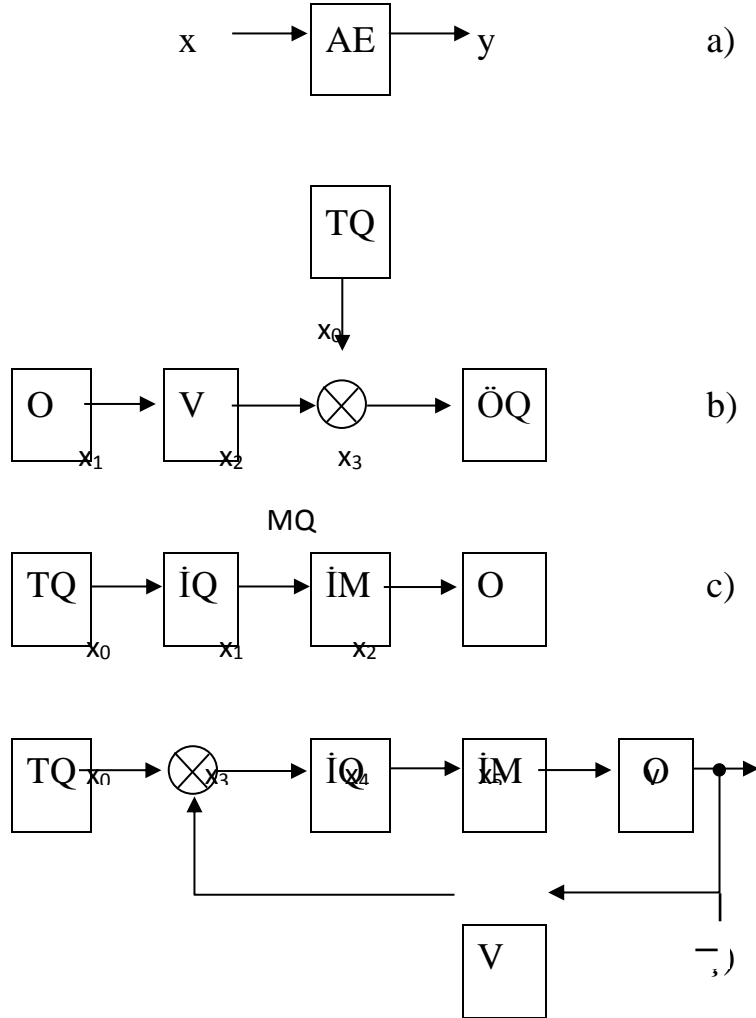
Avtomatik sistemlər bir – biri ilə əlaqədə olan, müəyyən funksiyaları yerinə yetirən və ümumiyyətlə, bütün idarəetmə prosesini, başqa sözlə, ilkin informasiyanın alınmasını, informasiya siqnalının gücləndirilməsini və onların idarəedici siqnallara çevrilməsini, icra mexanizmlərinə təsirini və s. təmin edən element və qurğulardan təşkil olunur.

Avtomatik sistemlərin element və qurğuları özlərinin konstruksiyalarına, iş prinsiplərinə, xarakteristikalarına, çevrilən siqnalların təbiətinə, idarəetmə sistemlərində yerinə yetirdikləri funksiyalarına görə çox müxtəlifdirlər.

Ümumi halda avtomatikanın elementi x girişinə və y çıxışına malik olan çeviricidir (şəkil 1.a). Girişə forması sonrakı hərəkəti və təsiri üçün lazım olan formaya çevrilən informasiya daxil olur. Giriş kəmiyyəti fiziki kəmiyyətlərin ani qiymətləri (sürət, təcil, təzyiq, temperatur, yerdəyişmə, cərəyan, gərginlik və s.), sinusoidal və impuls elektrik kəmiyyətlərinin amplitud qiymətləri (cərəyanın və yaxud gərginliyin), fiziki kəmiyyətlərin tezliyi və s., çıxış kəmiyyəti isə qiymətinə və xarakterinə görə müxtəlif olan elektrk siqnalı ola bilər.

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

Avtomatik nəzarət sistemi (şəkil 1.b) nəzarət olunan kəmiyyəti özünün verilən qiyməti ilə müqayisə edir və müqayisənin nəticəsini təsbit edir. Nəzarət olunan kəmiyyət x_1 obyektədən 0 verilir.



Şəkil 1.

ciyə V daxil olur və orada ölçmək üçün münasib olan x_2 kəmiyyətinə çevrilir. x_2 signalı x_0 etalon signalı ilə müqayisə qurğusunda MQ müqayisə olunur. x_0 etalon signalı tapşırıq qurğusundan TQ daxil olur. Müqayisə nəticəsində alınan signal x_3 ölçmə qurğusuna ÖQ verilir.

Avtomatik nəzarət istənilən prosesin avtomatlaşdırılmasının birinci pilləsidir.

Açıq avtomatik idarəetmə sistemi (şəkil 1.c) tapşırıq qurğusunun TQ daxil olan x_1 siqnalına görə əməliyyatın avtomatik yerinə yetirilməsini həyata keçirir. İdarə qurğusu İQ x_0 siqnalını ölçür və onu idarəetmə üçün münasib olan x_1 siqnalına çevirir. Daha sonra x_1 siqnalı icra İM mexanizmini idarə edir və o da öz növbəsində x_2 siqnalı ilə idarəetmə obyektinə O təsir göstərir.

Mürəkkəb avtomatik sistemlər içərisində iki əsas sinif sistemlər mövcuddur: tənzimləmə və idarəetmə sistemləri.

Avtomatik tənzimləmə sistemlərində tənzimləmə kəmiyyətinin dəyişmə qanunları, başqa sözlə, tənzimləmə obyektinin parametrləri kənardan verilir, avtomatik idarəetmə sistemlərində isə bunlar sistemin özünün daxilində formalaşır.

Avtomatik tənzimləmə sistemləri (şəkil 1.1ç) qapalı dinamik sistem olub, insan iştirakı olmadan tənzimləmə obyektinin tənzimlənən parametrlərini verilən səviyyədə saxlayır və yaxud müəyyən qanun üzrə dəyişir. Avtomatik tənzimləmə sistemlərində əks rəbitə mövcuddur, yəni sistemdə qapalı təsir dövrəsi vardır və burada x_3 və x_4 siqnalları obyektədən götürülən x_1 və vericinin çıxışında alınan x_2 siqnalı ilə x_0 tapşırıq siqnalının müqayisəsindən alınır. Əgər x_0 və x_2 siqnalları biri – birinə bərabər deyilsə, tənzimləyici təsir tələb olunur və müqayisə qurğusunun çıxışında x_3 siqnalı yaranır ki, o da öz növbəsində sistemə idarə qurğusu İQ və icra mexanizmi İM vasitəsilə elə təsir göstərir ki, x_0 ilə x_2 arasındakı fərq çox kiçik qiymətə qədər (nəzəri olaraq sıfıra bərabər) azalmış olsun.

Tapşırıq siqnalının növündən asılı olaraq avtomatik tənzimləmə sistemləri üç əsas qrupa ayrılır:

1. Tənzimləmə kəmiyyətinin avtomatik stabilləşdirmə sistemləri. Burada tapşırıq siqnalı sabit qiymətə malikdir və zamandan asılı deyildir, başqa sözlə, tənzimləmə kəmiyyətinin qiyməti müəyyən dəqiqliklə verilmiş səviyyədə sabit saxlanılır.

2. Proqramla idarəetmə sistemləri. Belə sistemlərdə tapşırıq siqnalı zamana görə verilən proqram üzrə dəyişir. Proqramla idarə edilən sistem müxtəlif prinsiplər

əsasında qurula bilər. Məsələn, obyektin xüsusiyyəti ilə əlaqədar olaraq program hazırlayarkən sürət, tezlik, zaman və s. fiziki amillərdən istifadə etmək olar.

3. İzləyici sistemlər. Belə sistemlərdə tənzimləmə parametri sistemdə təsir edən və təsadüfi qanunla dəyişən tapşırıq təsirini izləyərək tənzimləmə parametrini geniş hədlər arasında dəyişir.

Mühazirə 2. Avtomatikanın element və qurğularının əsas xarakteristikaları

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

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

Qeyd olunan sistemlərin analizi göstərir ki, istənilən avtomatik sistemdə üç əsas bənd ayırmaq olar:

- *ölçmə bəndi*. Buraya nəzarət, tənzim və ya idarə olunan parametrin səviyyəsi haqqında informasiya verən müxtəlif növ vericilər aiddir;
- *aralıq bənd*. Buraya siqnalları idarəetmə məqsədləri üçün gücləndirən və münasib şəkllə salan çevirici qurğular aiddir;
- *idarəetmə siqnallarını qəbul edən və bilavasitə idarə obyektinə təsir edən icra bəndi* – kompleks mexanizmlər və yaxud elektriki güc qurğuları.

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

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

Vericilər idarə olunan kəmiyyət haqqında olan informasiyanı qəbul edir və onu idarəetmə məqsədləri üçün münasib olan formaya çevirir. Vericilərin böyük bir hissəsi giriş qeyri – elektrik signalını x elektrik y signalına çevirir.

Gücləndiricilər –avtomatika elementi olub, giriş signalını gücləndirmək üçün istifadə olunurlar. Köməkçi enerji mənbəyindən aldığı enerjinin növündən asılı olaraq gücləndiricilər elektrik, hidravlik, pnevmatik və kombinə olunmuş (elektrohidravlik, elektropnevmatik və digər) növlərinə ayrılırlar.

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

İcra qurğuları (mexanizmləri) idarə obyektinə idarəedici təsir yaradan avtomatika elementləridir. Onlar idarə obyektinin tənzimləyici orqanının vəziyyətini elə dəyişirlər ki, idarə olunan parametr özünün verilmiş qiymətinə uyğun olsun. Güc və yaxud burucu moment şəklində idarəedici təsir yaradan icra qurğularına güc elektromaqnitlərini, elektromaqnit və elektromexaniki muftaları, mühərrikləri misal göstərmək olar. İstifadə olunan enerjinin növündən asılı olaraq mühərriklər elektrik, hidravlik, pnevmatik ola bilərlər. Tənzimləyici orqanın vəziyyətini dəyişən icra qurğuları kimi gücləndiricilər və relelər də istifadə edilə bilərlər.

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

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

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

Mühazirə 3. Avtomatlaşdırılmış ölçmə sistemləri. Ölçmələrin növləri və mahiyyəti

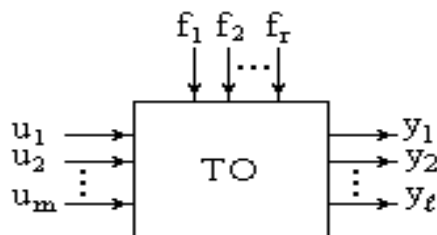
Müxtəlif maşın, aparat və aqreqlərin iş recimlərinin insanın iştirakı olmadan texniki qurğuların köməyi ilə sabit saxlanması və ya müəyyən qanun üzrə dəyişdirilməsi *avtomatik tənzimləmə* adlanır. Tənzim olunan maşınlar, aparatlar və aqreqlər *tənzimləmə obyektini* adlanır. Obyektlərdə baş verən proseslərin fiziki mahiyyətindən asılı olaraq onları *texniki, texnologi, energetik, biologi* 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 recimini bərpa etməkdən ibarətdir.

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

Yuxarıda verilən anlayışlara uyğun olaraq tənzimləmə obyektinin (TO) sxemi şəkil-1-də göstərilmişdir. Burada u_1, u_2, \dots, u_m – idarə; f_1, f_2, \dots, f_r – xarici həyəcanlandırıcı təsirlər;



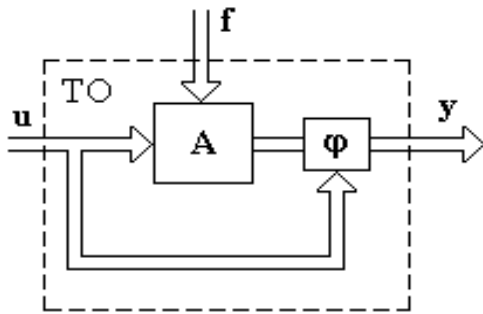
Şəkil 1

y_1, y_2, \dots, y_ℓ – isə obyektin çıxış koordinatlarıdır. Parametrik həyəcanlandırıcı təsirlər şəkildə göstərilməyib. Şəkil 2-də obyektin vəziyyət dəyişənlərini də nəzərə alan vektor sxemi göstərilmişdir.

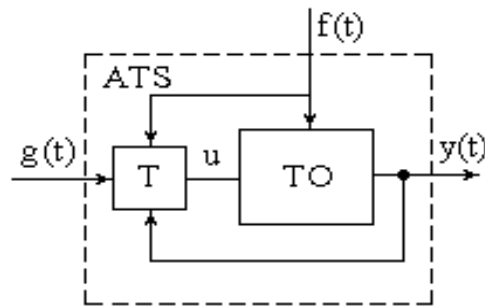
Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsində adətən dinamik obyektlər öyrənilir. Girişinə pilləvari siqnal verildikdə vəziyyəti zamana görə dəyişən *obyektlər dinamik* obyektlər adlanır. *Statik* və ya *ətalətsiz* obyektlərdə giriş pilləvari dəyişdikdə obyektin vəziyyəti ani dəyişərək yeni sabit qiymət alır.

Şəkil 3-də avtomatik tənzimləmə sisteminin (ATS) ümumiləşdirilmiş sxemi göstərilmişdir. Şəkildə $g(t)$ – tapşırıq təsiri olub sabit və ya zaman üzrə dəyişən funksiya; T – isə tənzimləyicidir.

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



Şəkil 2



Şəkil 3

ATS-ə konturları qırıq-qırıq xətlə çəkilmiş düzbucaqlının daxilində yerləşən

"obyekt" kimi baxsaq görürük ki, onun giriş və çıxış siqnalları tənzimləmə obyektində (bax şəkl. 1,2) 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 tənzimləyicinin birgə fəaliyyəti obyektin dinamikasını və statikasını süni surətdə dəyişdirib, lazımi nəticə almağa imkan verir. Əldə edilən göstəricilər daha tənzimləmə obyektinə aid edilməyib, ATS-in göstəriciləri kimi qələmə verilir.

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.

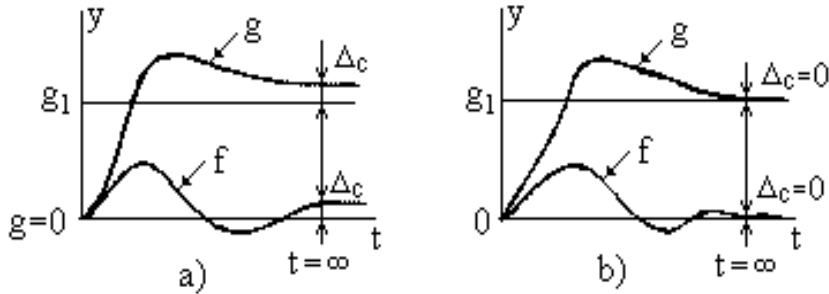
1. Stabilləşdirmə. Bu halda məqsəd tənzimlənən kəmiyyətin qiymətini sabit saxlamaqdan ibarətdir: $y = g \pm \Delta_c = \text{const}$. Stabilləşdirmə rejimində işləyən ATS-lər qərarlaşmış vəziyyətdə ($t = \infty$ nöqtəsində) Δ_c statik xətasının mövcud olub-olmamasından asılı olaraq iki yerə bölünürlər:

- a) *statik* tənzimləmə sistemləri, $\Delta_c \neq 0$;
- b) *asstatik* tənzimləmə sistemləri, $\Delta_c = 0$.

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

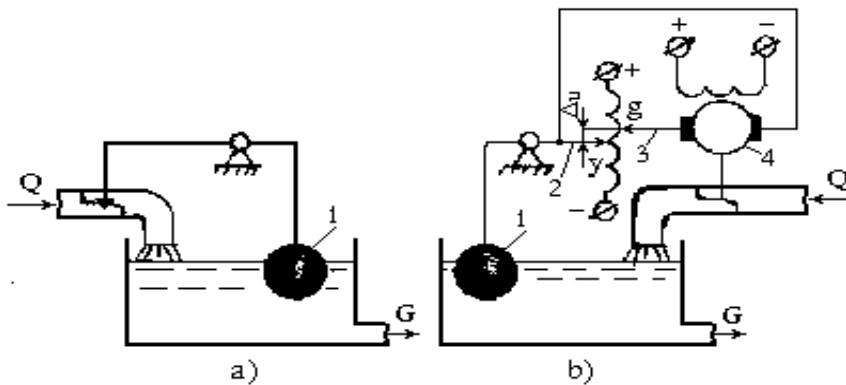
Şəkil 4-də statik a) və astatik b) sistemlərdə baş verən keçid prosesləri göstərilmişdir. Statik sistemlərdə tənzimlənən kəmiyyətin qiyməti müəyyən Δ_c xətası ilə saxlanılır. Bu xətanın özü də sabit olmayıb g və f -in qiymətindən (yəni

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



Şəkil 4

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 5-də səviyyənin geniş yayılmış statik a) və astatik b) tənzimləmə sistemləri göstərilmişdir. Şəkildə 1 - üzgəc, 2 - səviyyənin cari qiymətinə uyğun gələn sürüşən sürüngəc, 3 - tapşırıq sürüngəci, 4 - reversiv mühərrikdir (icra orqanı).



Şəkil 5

Hər iki şəkildə maye sərfi Q həyəcanlandırıcı təsir (yük) rolunu oynayır. Birinci halda sxemin mükəmməl olmaması səbəbindən səviyyənin tapşırıq qiyməti

ilə cari (faktiki) qiyməti arasında müəyyən Δ_c fərqi yaranır və bu fərq Q yükünün qiymətindən asılı olaraq dəyişir. İkinci halda isə səviyyənin cari qiyməti onun tapşırıq qiyməti ilə müqayisə olunur və fərq siqnalı reversiv mühərriki lazımi istiqamətdə hərəkətə gətirən $\pm \Delta_u$ gərginliyi şəklində meydana çıxır. Mühərrik klapanı o vaxta qədər hərəkət etdirir ki, səviyyənin dəyişməsi nəticəsində $\Delta_u=0$ olsun. Bu halda 2 sürüngəci 3 tapşırıq sürüngəcinin qarşısına gəlir və səviyyənin cari qiyməti onun tapşırıq qiymətinə xətasız bərabər olur.

2. Proqram üzrə tənzimləmə. Proqramlı tənzimləmə sistemlərində stabilləşdirmə sistemlərindən fərqli olaraq tapşırıq siqnalı 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 recimləri zaman üzrə qabaqcadan verilmiş trayektoriya üzrə dəyişdirilən prosesləri tənzimləmək üçün istifadə olunur. Misal üçün, detalların məlum temperatur diaqramı üzrə tavlınması; ağac lifindən və ya yonqardan hazırlanan plitələrin verilmiş təzyiq diaqramı üzrə preslənməsi və s.

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 qabaqcadan verilmiş alqoritm üzrə hasil olunurlar. Proqram tənzimləmə sistemləri də statik və astatik

Mühazirə 4. Vericilərin təsnifatı, ilkin çeviricilərin növləri.

Avtomatik sistemlərdə müxtəlif fiziki kəmiyyətləri əlverişli çıxış signalına çevirən qurğuya verici deyilir. Ümumiyyətlə, sadə halda verici yalnız bir çevirmə $y = f(x)$, məsələn qüvvənin yerdəyişməyə, yaxud temperaturun elektrik hərəkət qüvvəsinə (e.h.q.) çevrilməsini və s. yerinə yetirir. Bu növ vericilər bilavasitə çevirməli vericilər adlanır. Lakin bir çox hallarda giriş kəmiyyəti x ilə bilavasitə çıxış y kəmiyyətinə təsir etmək mümkün olmur. Onda bir neçə ardıcıl çevirmədən : x -in aralıq z kəmiyyətinə və z -in lazım olan y kəmiyyətinə çevrilməsindən istifadə olunur, yəni

$$z = f_1(x); \quad y = f_2(z),$$

nəticədə x -i y ilə əlaqələndirən

$$y = f_2[f_1(x)] = F(x) \quad \text{funksiyası alınır.}$$

Ardıcıl belə çevirmələrin sayı ikidən çox da ola bilər. Ümumi halda y ilə x arasında funksional əlaqə aşağıdakı kimi göstərilə bilər:

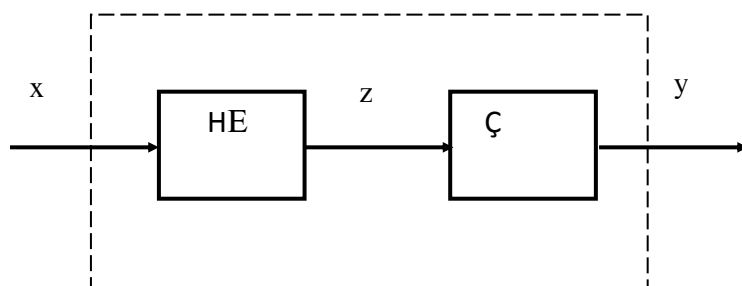
$$y = f_n\{ \dots [f_2(f_1(x))] \} = F(x)$$

Bu cür asılılığı yerinə yetirən vericilər ardıcıl çevirməli vericilər adlanır.

Qeyri-elektrik kəmiyyətini (məsələn, temperaturu, təzyiqi, yerdəyişməni və b.) ölçmək üçün istifadə olunan vericinin blok-sxemi (şəkil 1.) həssas elementdən HE və çeviricidən Ç ibarətdir.

Həssas element nəzarət olunan kəmiyyəti x ölçmək üçün münasib olan z kəmiyyətinə, çevirici isə z kəmiyyətini elektrik parametrinə y (məsələn, müqavimətə) çevirir. Ölçülən giriş kəmiyyətinin dəyişməsi nəticəsində verici

çıxışda y kəmiyyətinin mütənasib dəyişməsinə təmin edir. Çıxış kəmiyyəti elektrik cərəyanı, yaxud gərginlik ola bilər.



Şəkil 1

Müasir dövrdə vericilərin sayı və növləri həddindən çoxdur. Giriş kəmiyyətlərinə görə vericiləri aşağıdakı kimi təsnif etmək olar:

Vericinin adı	Giriş kəmiyyəti
Mexaniki	Bərk cismin hərəkəti
Elektriki	Elektrik kəmiyyəti
Hidravlik	Mayenin yerdəyişməsi
Pnevmatik	Qazın yerdəyişməsi

Çıxış kəmiyyətinin növündən asılı olaraq vericilər iki əsas qrupa ayrılırlar:

- 1) **Parametrik vericilər.** Belə vericilərdə çıxış kəmiyyəti kimi elektrik dövrəsinin parametrlərindən (müqavimət R , tutum C , induktivlik L , qarşılıqlı induktivlik və s.) istifadə olunur. Bu vericilərdə köməkçi qidalanma mənbəyinin enerjisindən istifadə edilir;
- 2) **Generator tipli vericilər.** Belə vericilərdə çıxış kəmiyyəti e.h.q. olur. Onlarda, adətən obyektin enerjisindən istifadə olunur və köməkçi mənbəyin olması vacib deyildir.

Bu tip vericilərdə e.h.q. müxtəlif hadisələr – elektromaqnit induksiya, termoelektrik, pyezoelektrik, fotoelektrik və s. – nəticəsində yarana bilər. Bu

hadisələrə müvafiq olaraq generator tipli vericilər induksion, termoelektrik, pyezoelektrik, fotoelektrik və s. növlərə ayrılırlar.

Mühazirə 5. Rezistiv vericilər, İnduktiv vericilər, Tutum vericiləri.

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 ρ xüsusi müqavimətli materiallı keçiricinin omik müqaviməti

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

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) vericilər xətti və bucaq yerdəyişmələrini elektrik signalına çevirmək üçün istifadə olunur. Belə vericilər dövrəyə reostat, yaxud gərginlik bölücüsü kimi qoşulan dəyişən müqavimətdən ibarətdir. Ümumi halda bu cür vericilərin çevirmə tənliyi aşağıdakı kimi ifadə olunur:

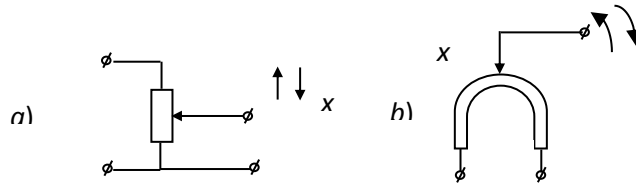
$$R = f(x); \quad U = f(x),$$

burada R və U - vericinin çıxış müqaviməti və gərginliyi, X isə sürüngəcin xətti və yaxud bucaq yerdəyişməsidir.

Reostat vericiləri xüsusi konstruksiyalı reostatdan ibarət olub, onun sürüngəci x giriş kəmiyyəti təsirindən yerini dəyişir. Vericilər izole olunmuş manqanın, konstantan və ya volfram məftildən dolaq halında hazırlanır. Bu çeviricilərin müqaviməti 10 Om-dan bir neçə min Om-a qədər olur. Sürüngəc platinin ya iridiumla, ya da birilliumla ərintisindən hazırlanır.

Şəkil 1-da sadə reostat (potensiometrik) vericilərin sxemləri göstərilmişdir.

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



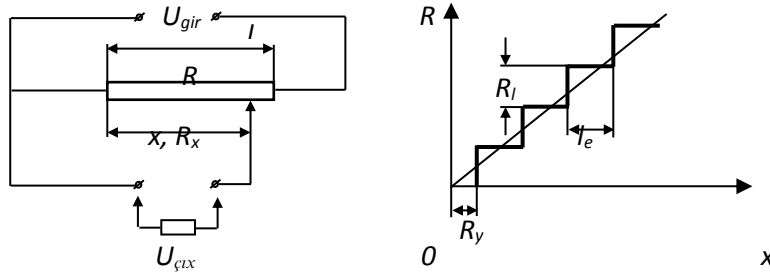
Şəkil 1

Xətti yerdəyişmələri ölçmək üçün istifadə olunan vericinin sxemi və onun xarakteristikası şəkil 2-də verilmişdir.

Vericinin çıxış gərginliyi

$$U_{\text{çix}} = \frac{U_{\text{gir}} \alpha}{[1 + (\alpha / \beta)(1 - \alpha)]}$$

burada $\alpha = x/l$ - vericinin sürüngəcinin yerdəyişməsinin bütün sarğının uzunluğuna olan nisbəti;



Şəkil 2

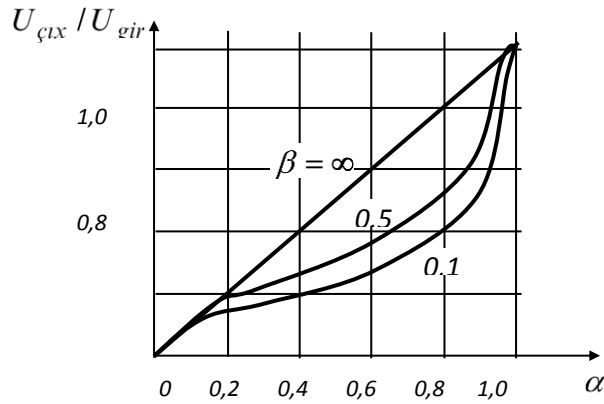
$\beta = R_y / R$ - yük müqavimətinin potensiometrin nominal müqavimətinə olan nisbətidir.

Əgər $R_y \gg R$ olarsa,

$$U_{cix} \approx U_{gir} \alpha = U_{gir} x / l$$

alınır.

Vericinin çıxış gərginliyinin yerdəyişmədən β -nın müxtəlif qiymətlərində asılılığı şəkil 3-də göstərilmişdir.



Şəkil 3

Kiçik yerdəyişmələrdə vericinin həssaslığı

$$\eta = \left[\frac{dU_{cix}}{dx} \right]_{x=0} = U_{gir} / l$$

Məftilli vericilər kifayət qədər yüksək dəqiqliyə malikdir. Onların ən mühüm nöqsan cəhəti sürüngəcin yerdəyişməsi zamanı vericinin müqavimətinin diskret dəyişməsi nəticəsində xarakteristikanın pilləvari olmasıdır (şəkil 2.7b). Xarakteristikanın eni l_e məftilin sarğısının addımına, hündürlüyü R_e isə bir sarğının müqavimətinə bərabərdir. İdeal xarakteristika pillələrin ortasından keçən düz xətdir. Bu halda mütləq xəta və yaxud qeyri-həssaslıq zonası

$$\Delta R_y = \pm \left[\frac{R}{(2W)} \right],$$

burada R -vericinin müqaviməti, w - vericinin dolağının sarğılar sayıdır.

Nisbi xəta

$$\delta = \pm \left(\frac{\Delta R_y}{R} \right) = \pm \left[\frac{1}{(2W)} \right]$$

Reostat vericilərində qeyri-xəttilikdən yaranan xəta (0,03-0,1)%-ə bərabər alın bilər. Onların temperatur xətası naqilin müqavimətinin temperatur əmsalından asılı olur və qiyməti hər 10°C üçün 0,1%-dən az olur.

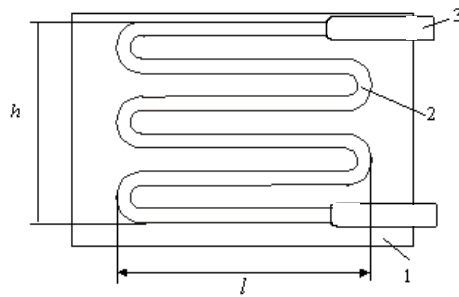
Tenzohəssas vericilər (tenzorezistorlar).

Tenzohəssas vericilər məftilin elektrik müqavimətinin onda yaranan mexaniki gərginlikdən asılılığına əsaslanmışdır. Keçiricinin dartılıb uzadılması və sıxılması zamanı onun uzunluğu l , en kəsiyi q və xüsusi müqaviməti ρ - nəticədə keçiricinin müqaviməti dəyişir. Məlumdur ki, məftilin müqaviməti

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

Tenzorezistorlar məftildən, dolaqdan və yarımkeçiricidən hazırlanır. Ən geniş yayılmış məftil tenzorezistorunun quruluşu sxematik olaraq şəkil 4-da göstəilmişdir.

Əsas adlanan kağız parçası, yaxud yapışqan təbəqəsi (1) üzərində ziqzaq şəkilli $0,02 \div 0,03$ mm-lik məftil (2) yerləşdirilir. Məftilin uclarında metal folqadan olan kontaktlar (3) lehimlənilir və ya əridilib yapışdırılır.



Şəkil 4

Bu üsulla alınmış çevirici tədqiq olunan hissəyə yapışdırılır və onun deformasiyasını qəbul edir. Hissə deformasiyaya uğradıqda, məftil də deformasiyaya uğrayır və nəticədə onun müqaviməti dəyişir. Çeviricinin giriş parametri deformasiya, çıxış parametri isə müqavimətin dəyişməsidir.

Məftili hazırlamaq üçün konstantan, nixrom, platin-iridium ərintisindən istifadə olunur. Çeviricinin uzunluğu l onun bazası adlanır. Adətən $l = 8 \div 15$ mm olur. Lakin xüsusi hallarda kiçik bazalı (2,5 mm-ə qədər) tenzorezistorlardan istifadə olunur. Çeviricilərin eni $h = 3 \div 10$ mm, müqaviməti isə $50 \div 150$ Om-a qədər olur.

Təcrübədə xüsusi fotoqrafiya üsulu ilə hazırlanan folqalı tenzorezistorlardan da geniş istifadə olunur. Folqanın əks tərəfi lak və ya yapışqanla örtülür. Aşkar olunduqdan sonra folqanın qorunmayan hissəsi emulsiya ilə kimyəvi üsulla

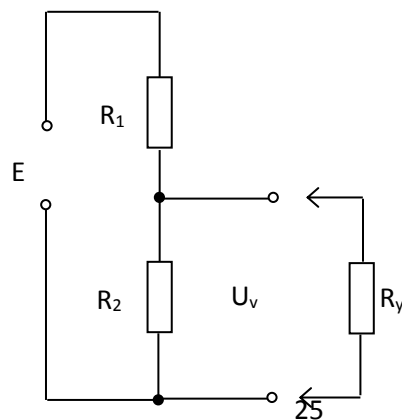
təmizlənilir və lak təbəqəsində yalnız tenzorezistorun konturu qalır. Folqa çeviricilər istənilən formalı və ölçülü hazırlana bilər. Onlar böyük səpələnmə gücünə malikdirlər, çünki çeviricinin metalı obyektə yaxşı istilik kontaktlı, həmçinin, obyektin səthi ilə yaxşı mexaniki kontaktlı olur.

Qeyd olunan çeviricilərlə yanaşı sənayedə yarımkeçiricilərdən - silisium, germanium, qallium-arsenid və s. çeviricilər hazırlanır. Bunlarda yükün təsirindən həndəsi ölçülərlə yanaşı daha böyük qiymətlərdə xüsusi müqavimət dəyişir və tenzohəssaslıq $k = 180$ və daha böyük olur. Bu tenzorezistorların nöqsanı mexaniki möhkəmliyin az olmasıdır.

Tenzorezistorların temperatur xətası çevirici materialının və ölçmə obyektinin temperaturdan xətti genişlənmə əmsallarının fərqindən, həmçinin çevirici materialının müqavimətin temperatur əmsalından asılıdır. Bu xətanı azaltmaq üçün çeviriciləri körpü sxemi üzrə diferensial birləşdirirlər.

Tenzorezistorların çıxış parametrlərini ölçmək üçün körpü sxemlərindən və bir müqaviməti çevirici olan gərginlik bölücülü potensiometr sxemdən istifadə olunur (şəkil 5)

R_1 , R_2 bölücüsünün dövrəsi E gərginlik mənbəyindən qidalanır. Çıxış gərginliyi U_v yük müqavimətinə R_y verilir. Tenzorezistor dövrəyə R_1 və yaxud R_2 müqaviməti

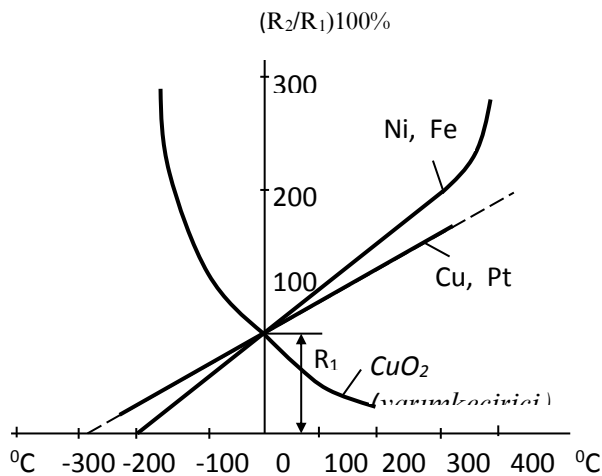


kimi qoşula bilər.

Şəkil 5

Tenzorezistorlardan qüvvə, təzyiq, burucu moment, təcil və elastik deformasiyaya çevirilə bilən digər kəmiyyətləri ölçmək üçün istifadə olunur. Konstruksiyalarının sadəliyi və ölçülərinin kiçik olması tenzorezistorların müxtəlif maşın və mexanizmlərin çətin əlçatan yerlərində deformasiyanın ölçülməsi üçün işlədilməsinə imkan verir.

Termohəssas vericilər (termorezistorlar). Termohəssas vericilər keçiricinin (və ya yarımkeçiricinin) elektrik müqavimətinin temperaturdan asılı olmasına əsaslanır. Şəkil 6-də əsas keçirici və yarımkeçiricilərdən bəzilərinin müqavimətlərinin temperatur asılılıqları göstərilmişdir. Termorezistorlardan yalnız temperaturu ölçmək üçün deyil, həmçinin yerdəyişmə və ölçüləri, maye və qaz maddələrin sür'ət və sərfini, qazların kiçik sıxlığını, nəmliyi ölçmək üçün, hətta qaz qarışıqlarının kimyəvi təhlili üçün istifadə olunur.



Şəkil 6

Termorezistor elektrik dövrəsinə qoşulur və ətraf mühitlə istilik mübadiləsində olur. Əksər hallarda keçirici termorezistorların materialı kimi təmiz

metallardan istifadə olunur. Bundan başqa, təmiz metalların müqavimətinin temperaturdan asılılığı məlum olur və bu da onların istifadə olunduqları cihazların standart dərəcələnməsinə imkan yaradır.

Əksər aşkarlanmış möhkəm materialların müqavimətinin temperatur əmsalı $\alpha \approx 0,004 \text{ } ^\circ\text{S}^{-1}$.

Əgər t_1 temperaturuna müvafiq müqaviməti R_1 ilə, t_2 -yə müvafiq temperaturu R_2 ilə göstərsək, 100°C -yə qədər diapazonda kifayət qədər dəqiqliklə aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha(t_2 - t_1)] .$$

Beləliklə, müqavimətin ΔR dəyişməsi temperaturlar Δt fərfinə mütənəsibdir.

Müqavimət termometrləri üçün ən yaxşı material platin hesab olunur $\alpha = 3,85 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{S}^{-1}$. Belə vericilər $(-30) \div (+850)^\circ\text{C}$ temperatur diapazonunu əhatə edir.

Nikel termorezistorlar nisbətən ucuz olduğuna görə $\alpha = 6,17 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{S}^{-1}$ 150°C -dən yüksək olmayan temperaturları ölçmək üçün istifadə olunur.

Çeviricilərin əsas istismar göstəriciləri onların ətalətliliyidir. İstilik ətalətliliyi səbəbindən belə vericilərin zaman sabiti 1-2 dəqiqə təşkil edir və ona görə də bu vericilər əsasən statik ölçmələr üçün tətbiq edilir.

Yarımkəçirici termorezistorların (termistorların) xarakterik xüsusiyyəti onların müqavimətin böyük mənfi temperatur əmsalına malik olmalarıdır. Termorezistorun müqaviməti temperatur artdıqca azalır.

Termorezistor qızdırılarkən onun müqaviməti aşağıdakı qanun üzrə dəyişir.

$$R = a \cdot e^{b/T},$$

burada a - yarımkeçirici materialın yükdaşıyıcılarının qiymətindən və konsentrasiyasından asılı olaraq müqavimətin qiyməti; b - energetik əmsal; T - mütləq temperaturdur.

Yarımkeçirici termorezistorların temperatur əmsalı böyük (metallara nisbətən 8-10 dəfə böyük), xüsusi elektrik müqaviməti yüksəkdir; ölçüləri kiçik olduğundan kiçik ətalətə malikdir. Bu da onlar vasitəsilə temperaturun dinamik ölçmələrinə imkan verir.

Yarımkeçirici termorezistorların nöqsanı eyni tipli termorezistorlar üçün $R_T = f(T)$ asılılığının pis təkrar olunmasıdır və bu da onların standart dərəcələnməsini çətinləşdirir.

İnduktiv vericilə

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. $R_m = 1 / \mu \cdot s$ olduqda

$$L = W^2 \mu \cdot s / \delta,$$

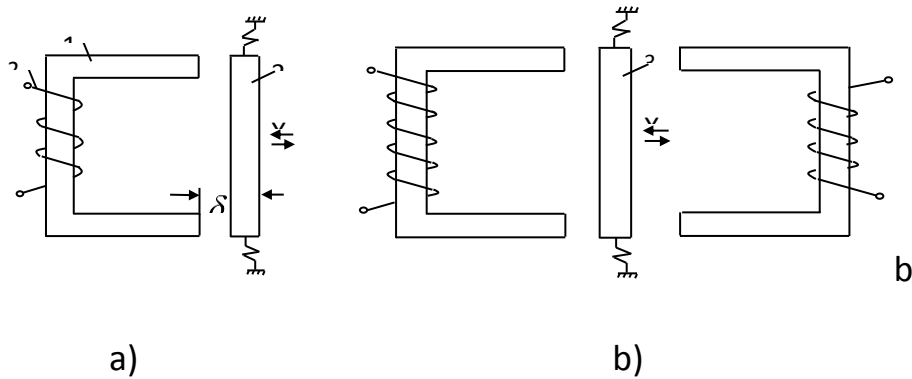
burada s - maqnit dövrəsinin eninə kəsik sahəsi; δ - onun uzunluğu; μ - maqnit nüfuzluluğudur.

Bu tənlikdən görünür ki, L induktivliyin dəyişməsinə maqnit dövrəsinin δ uzunluğunu (hava aralığını), en kəsik sahəsini s və yaxud maqnit μ nüfuzluluğunu

dəyişməklə nail olmaq olar. Maqnit keçiricisinin uzunluğu və en kəsiyi həndəsi ölçüləridir; maqnit nüfuzluluğu, məsələn mexaniki qüvvələr tətbiq etməklə dəyişdirilə bilər (maqnit-elastik həssas elementlər).

Hərəkət edən lövbərli (içlikli) induktiv vericilər. Geniş yayılmış ən sadə induktiv verici hava aralığı dəyişən vericidir (şəkil 7)

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

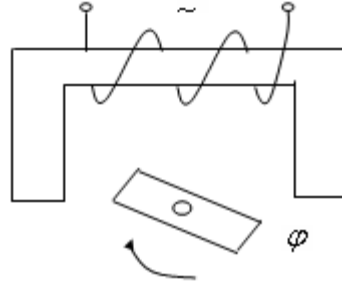


Şəkil 7

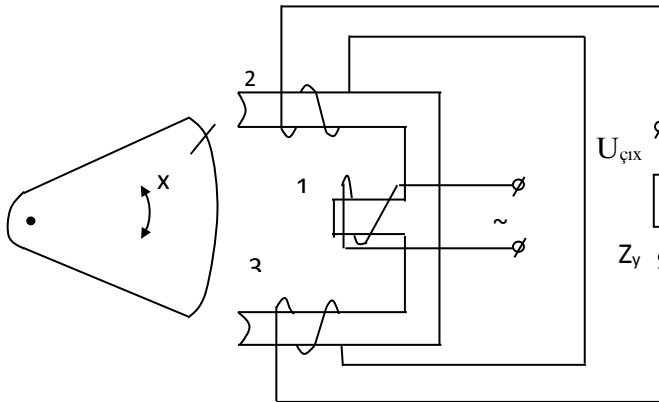
Ölçülən giriş kəmiyyəti x -in təsirindən δ dəyişir. Nəticədə maqnit dövrəsinin maqnit müqaviməti, vericinin induktivliyi və tam elektrik müqaviməti dəyişir. İnduktiv verici həm birqat (şəkil 7 a), həm də diferensial, yəni öz parametrlərini müxtəlif istiqamətlərdə dəyişən iki maqnit sistemi şəklində hazırlana bilər (şəkil 7b).

Sarğacın induktivliyini hava aralığının sahəsini dəyişməklə də tənzim etmək olar (şəkil 8)

Bucaq yerdəyişmələrini ölçmək üçün dönmə hərəkəti edən lövbərli diferensial induktiv transformator vericilərindən istifadə edilir(şəkil 9)

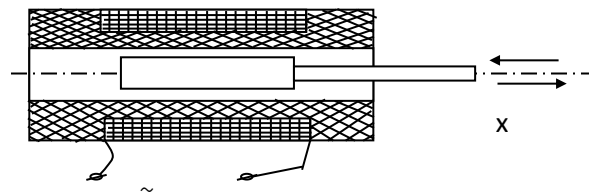


Şəkil 8



Şəkil 9

Orta qolda yerləşən dolaq 1 qıda mənbəyinə birləşdirilir. İkinci dolaqlar isə kənar qollarda (2,3) yerləşdirilir ki, onlarda yaranan e.h.q. fazaca bir-birinə



nəzərə

Şəkil 10

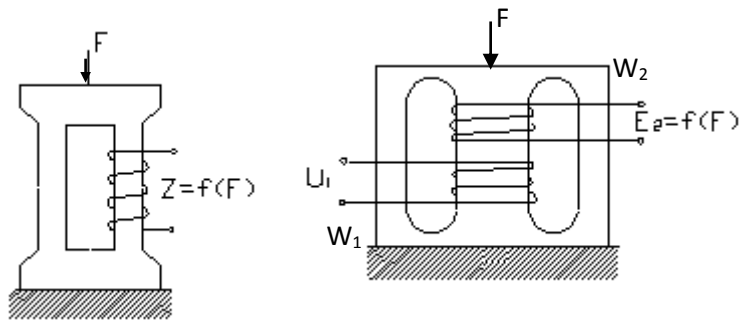
180° sü rüşmüş olsun. $x=0$ olduqda ikinci dolaqlardakı e.h.q.-lər bir-birinə bərabərdir və ona görə də çıxış gərginliyi sıfırdır. Lövbər sıfır vəziyyətindən meyl etdikdə çıxışda gərginlik yaranır və onun fazası x bucaq yerdəyişməsinin

istiqlamətindən asılı olur. Böyük yerdəyişmələri (1mm-dən artıq) ölçmək üçün hərəkət edən ferromaqnit içlikli vericilərdən istifadə olunur. (şəkil 10).

Maqnit-elastik vericilər. Parametrik vericilərə aid olan maqnit-elastik verici induktiv vericinin bir növüdür. Vericinin elektrik müqaviməti mexaniki qüvvə təsirindən içlikdə yaranan mexaniki gərginliklə müəyyən olunan maqnit nüfuzluluğunun dəyişməsinə görə dəyişir. Maqnit-elastik vericilərin sxemi 11 şəklində verilmişdir.

Maqnit-elastik vericisinin iki dolağı ola bilər (şəkil.11b).

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



a)

b)

Şəkil 11

$$F \rightarrow \sigma \rightarrow \mu_r \rightarrow R_m \rightarrow M \rightarrow E$$

Ferromaqnit materiallarda $\mu_r(\sigma)$ asılılığı, ümumiyyətlə, qeyri-xəttidir. Ancaq kiçik mexaniki gərginliklərdə qəbul etmək olar ki, maqnit nüfuzluluğunun nisbi dəyişməsi σ mexaniki gərginliyə mütənəsbdir:

$$\frac{\Delta\mu}{\mu_m} = S_\mu \sigma,$$

burada $\Delta\mu = \mu_r - \mu_{rn}$ -mexaniki gərginlik şəraitindəki maqnit nüfuzluluğu; $\mu_{rn} - \sigma = 0$ şəraitində nominal maqnit nüfuzluluğudur; μ_{rn} -maqnit sahə intensivliyindən asılıdır. S_μ -maqnit materialının həssaslığıdır. Dəmir-nikel xəlitəli materialların həssaslığı ən çox, dəmir-kobalt materialların həssaslığı isə ən azdır.

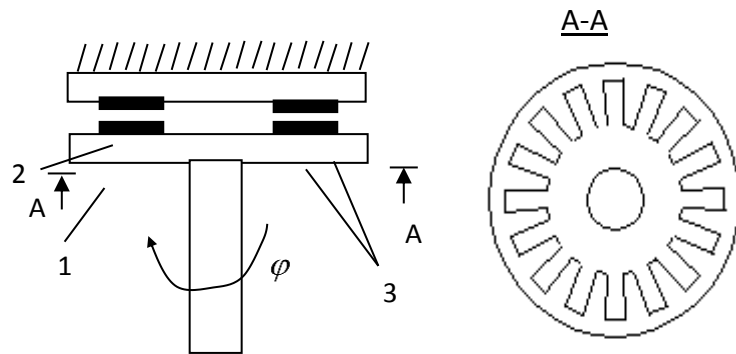
Vericinin induktivliyi L və qarşılıqlı induktivliyi M aşağıdakı kimi hesablanır:

$$L = W^2 / R_m ; \quad M = W_1 W_2 / R_m .$$

Bütöv içlikli maqnit-elastik vericilərin həssaslığı içliyi lövhə şəkilli materialdan olan vericilərin həssaslığından təxminən iki dəfə azdır. Lakin lövhə şəkilli poladdan olan vericilərin stabilliyi az olduğu üçün maqnit-elastik vericilər çox vaxt bütöv poladdan hazırlanır.

Maqnit-elastik vericilər çətin istismar şəraitində böyük qüvvə ($10^5 \div 10^6 N$) və təzyiqləri ölçmək üçün tətbiq olunur.

İnduktosinlər. İnduktosinlər elektrik reduksiya induksiya çeviriciləri sinfinə daxildir. İnduktosinlər izolyasiya materiallarından hazırlanmış və dairənin mərkəzi oxunda bir-birinə paralel yerləşdirilmiş iki dairəvi diskdən ibarətdir. (şəkil 12).



Şəkil 12

Dolaqlar disklərin üzərində çap üsulu ilə həkk olunaraq diskin radial istiqamətində yerləşdirilir.

İnduktosinin rotorunda (1) bir fazlı çoxqütblü , statorun (2) üzərində isə iki fazlı çoxqütblü seksiyalar (dolaqlar) (3) həkk olunmuşdur.

Stator dolaqları bir birinə nisbətən 1/4 və ya 3/4 addım sürüşdürülmüşdür.

Tutum vericiləri

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

$$C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot \frac{s}{\delta},$$

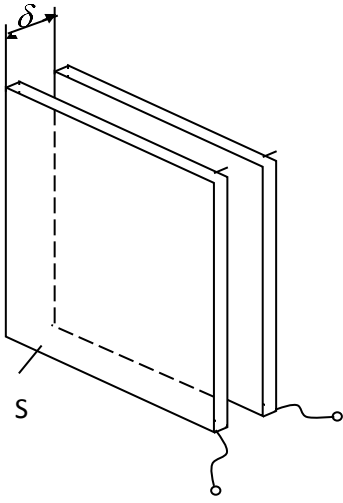
burada $\varepsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12} \text{ A} \cdot \text{c} / (\text{V} \cdot \text{m})$ -dielektrik sabiti; ε - kondensatorun lövhələri arasındakı mühitin nisbi dielektrik nüfuzluluğu; s - lövhələrin sahəsi; δ - lövhələr arasındakı məsafədir. Kondensatorun tutumu bu parametrlərin hər hansı biri dəyişsə, dəyişəcəkdir.

Hava aralığı dəyişməli tutum vericiləri. Kondensatorun lövhələri arasındakı δ aralığı (şəkil 13) $\Delta\delta$ qədər dəyişdikdə kondensatorun tutumu aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

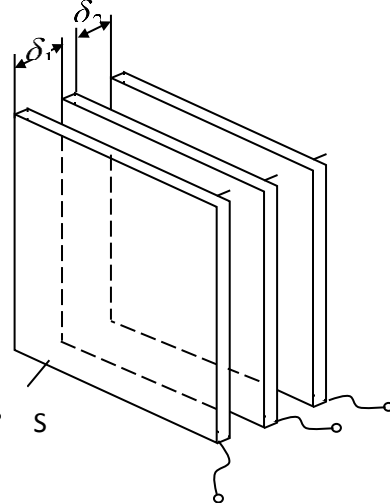
$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{\delta + \Delta\delta} \approx \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{\delta} \left[1 - \frac{\Delta\delta}{\delta} + \left(\frac{\Delta\delta}{\delta} \right)^2 \right].$$

Geniş diapazonda xəttilyi təmin etmək üçün diferensial kondensatordan istifadə olunur. (şəkil 14). Orta lövhə $\Delta\delta$ qədər yerini dəyişərsə, müvafiq qoşulma sxemində (körpü sxemi) tutumun dəyişməsi

$$C = C_1 - C_2 = -\frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{\delta} \left[2 \frac{\Delta \delta}{\delta} + 2 \left(\frac{\Delta \delta}{\delta} \right)^2 \right] \text{ kimi təyin olunur.}$$



Şəkil 13



Şəkil 14

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

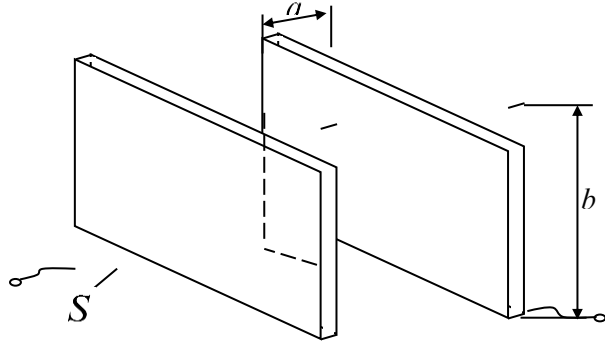
Tezlik diapazonu: $0 \div 10^5 \text{ Hz}$; Üstün cəhətləri: nisbətən kiçik qüvvələrin ölçülə bilməsi; Yüksək temperaturlarda kifayət qədər həssaslıq.

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

Lövhələrin sahəsi dəyişməli tutum vericiləri. Kondensatorun tutumunun tənliyində S kəmiyyəti lövhələrin qarşılıqlı örtülən sahəsini (aktiv sahəni) ifadə edir. Belə ki, lövhələri bir-birinə nəzərən S qədər sürüşdürsək, onların qarşılıqlı örtülən sahəsini dəyişmiş olarıq. Düzbucaqlı formalı lövhə üçün

$$S = a \cdot b$$

asılılığı xəttidir. Bu səbəbdən də kondensatorun tutumu ilə a arasındakı asılılıq xəttidir (çünki C -nin tənliyində S surətdə yerləşir). Belə tutum vericisinin sxemi şəkil 15-də göstərilmişdir.

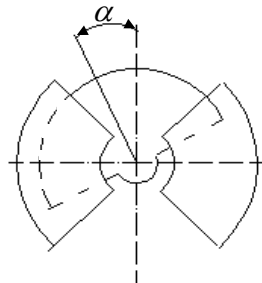


Şəkil 15

Müxtəlif formalı lövhələr istifadə etməklə kvadratik, loqarifmik və s. asılılıqları təmin etmək olar.

Dairəvi dönmən lövhəli dəyişən tutumlu kondensatordan istifadə etməklə dönmə bucağını ölçməyə imkan verən tutum vericiləri qurmaq olar. Dönmə bucağını ölçmək üçün istifadə olunan dəyişən sahəli tutum vericisinin sxemi 16 şəklində verilmişdir.

Dəyişən sahəli tutum çeviricisinin müsbət cəhəti ondan ibarətdir ki, lövhələrin formalarının seçilməsinə görə tutumla bucaq və ya xətti yerdəyişmələri arasında funksional asılılıq almaq olar. Dəyişən sahəli tutum vericisi diferensial sxem üzrə də tərtib edilə bilər. Belə vericilərdə orta tərpanən lövhə ekranlaşdırılır.



Şəkil 16

Dəyişən dielektrik nüfuzluluqlu tutum vericiləri. Belə çeviricilər $C = f(\varepsilon)$ asılılığından istifadə olunmuşla yaradılır və onlar əsasən maddələrin tərkibinin təyin olunması (nəzarət olunan mühitlə hava aralığı tam dolduqda) və səviyyənin ölçülməsində istifadə olunur. Nəzarət olunan qaba salınmış lövhələr arasındakı tutum mayenin səviyyəsindən asılıdır; çünki səviyyənin dəyişməsi mayeyə salınmış elektrodlar arasındakı mühitin dielektrik nüfuzluluğunun dəyişməsinə səbəb olur.

Bərk maddələrin (məsələn, qum, toz və s.), eləcə də mayələrin (buxar, qaz və ya nəm materiallar) tərkibinə nəzarət etmək üçün onları müstəvi və yaxud silindrik kondensatorların içərisində yerləşdirmək olar.

Elektrik izolyasiyalı materialların təbəqəsinin qalınlığını ölçmək üçün (məsələn, plyonka, parça, lak təbəqəsinin qalınlığı və s.) tədqiq olunan material kondensatorun lövhələri arasındakı aralıqda yerləşdirilir. Bu metodun üstünlüyü onun kontaktsiz olmasıdır. Bu metod nümunələrin məlum ölçülərində və materialın dielektrik nüfuzluluğunun məlum qiymətlərində penoplast və buna bənzər materiallarda havanın olmasını təyin etməyə imkan verir.

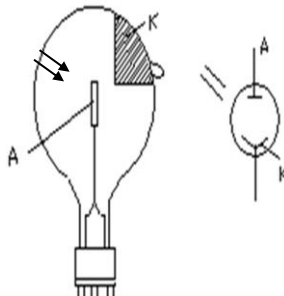
Mühazirə 6. Fotoelektrik vericilər , Pyezoelektrik vericilər.

İşıq selinin dəyişməsinə hiss edən elementlərə fotoelektrik verici və ya fotoelement deyilir. Bir sıra metal və yarımkəçiricilərin səthi işıqlandırıldıqda şüalanma enerjisi cismin üst layına nüfuz edərək, elektronlara əlavə enerji ötürülür və bunun nəticəsində elektronlar öz orbitlərindən kənara çıxır. Bununla əlaqədar aşağıdakı hadisələr müşahidə olunur:

- 1) Azad olunmuş elektronlar işıqlanmış sahəni tərk edir. Bu hadisə xarici fotoeffekt adlanır. Bu prinsipdə işləyən fotoelementlərə xarici effektli fotoelementlər deyilir.
- 2) Azad olunmuş elektronlar cismin daxilində qalır və onun elektrik keçiriciliyini artırır. Bu prinsipə əsasən işləyən fotoelementlərə daxili effektli fotoelementlər deyilir.
- 3) Azad olunmuş elektronlar cismin işıqlandırılmış təbəqəsindən nazik izolyasiya qatı ilə ayrılmış digər işıqlandırılmış cismə keçir. Belə xassəyə malik fotoelementlərə bağlı təbəqəli fotoelement və ya fotoventil deyilir.

Xarici effektli fotoelementlərə vakuum və qazla doldurulmuş fotoelementlər və fotoelektron vurucular daxildir.

Vakuum fotoelementlər vakuumlaşdırılmış şüşə və yaxud kvarts kolbada yerləşdirilmiş fotokatod və anoddan ibarətdir (şəkil 1).



Şəkil 1

Fotoelementin katodu K müəyyən daxili quruluşu olan yarımkeçirici təbəqə (oksigen-seziyum, stibium-seziyum və s.) şəklində hazırlanıb, şüşə kolbanın daxili səthinə çəkilir, anod A müxtəlif formada nikeldən hazırlanır. Fotokatodu işıqlandırdıqda işıq fotonunun təsirindən fotoelektron emissiyası baş verir. Katodla anod sabit gərginlik mənbəyinə qoşulduqda kənara çıxan elektronlar axını elektrik cərəyanı yaradır. Bu cərəyan işıq fotonunun təsiri ilə yarandığından fotocərəyan adlanır.

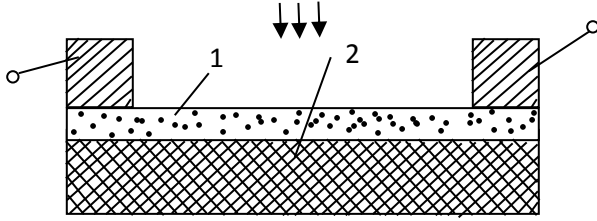
Qazla doldurulmuş fotoelementlər (ion fotoelementləri) vakuum fotoelementlərindən onunla fərqlənir ki, kolbadan hava və digər qazlar çıxarıldıqdan sonra onlar müəyyən miqdarda təsirsiz qazla (Ne, Ar, Xe və b.) doldurulur. Onların həssaslığı vakuum fotoelementinə nisbətən bir neçə dəfə çox olur.

Fotoelektron vurucuları elektrovakuum fotoelementlərinin bir variantıdır. Onlar birinci fotoelektron emissiyasından və birinci elektronlar selinin daha yüksək potensial altında olan ikinci katodları bombardman etməsi nəticəsində yaranan ikinci elektron emissiyasından istifadə edən kombinasiya olunmuş fotoelementlərdir. Ümumi güclənmə əmsalı yüz minlərlə və hətta bir neçə milyona bərabər ola bilər.

Bu elementlər çox zəif işıq sellərini qeyd etmək üçün, həmçinin spektroskopiyada, qalınlıqölçənlərdə, səviyyəölçənlərdə və s. istifadə olunur.

Fotorezistorlar. Fotorezistorlar daxili effektiv yarımkeçirici çeviricidən ibarətdir. Burada optik şüalanma təsiri ilə yarımkeçiricinin keçiriciliyi dəyişir.

Fotorezistorun quruluşu 2 şəklində göstərilmişdir.



Şəkil 2.

1 yarımkeçirici materialdan hazırlanmış lövhə və ya nazik təbəqə 2 dielektrik (misal üçün şüşə keramika və ya kvars) üzərində bərkidilir. Işıq seli plastmas gövhədə yerləşdirilmiş müxtəlif formalı xüsusi deşiklərdən fotoelement üzərinə düşür. Işıqlanma prosesində daxili fotoeffekt təsiri ilə fotoelementin müqaviməti azalır. Beləliklə, fotorezistorlarda yarımkeçirici konstruktiv elementlərin keçiriciliyi işıqlanmanın dəyişməsindən asılı olaraq dəyişir.

Fotoelementlərin əsas xarakteristikalarından biri müqavimətin tam bölünmə ilə dəyişməsidir:

$$n = \frac{R_{qar}}{R_{i\dot{s}}}$$

burada, R_{qar} - fotorezistorun qaranlıqda olan müqaviməti; $R_{i\dot{s}}$ - işıqlanan fotorezistorun müqavimətidir.

Müxtəlif tip fotorezistorlar üçün n -in qiyməti vahidlərdən on minlərə qədər hədlərdə dəyişir. Bu çeviricilərin volt-amper xarakteristikaları buraxıla bilən səpələnmə gücləri hədlərində (0,1 Vt-a qədər) xəttidir.

Qeyd etmək lazımdır ki, yüksək omlu fotoelementlərin qaranlıq müqaviməti $\sim 10^8$ Om hədlərində olur və 100 lk işıqlanmada 10^5 Om-a qədər azalır. Alçaq omlu fotorezistorların müqaviməti 10^4 - 10^1 Om diapazonunda dəyişir.

Işığa həssas təbəqə kimi selen, sink sulfidi, kadmium, germanium, silisium və s. materiallar tətbiq olunur.

Ventil fotoelementi yarımkeçirici diod olub, onun həssas elementi p – tip yarımkeçiricidir. Bu yarımkeçiricinin üzərində xüsusi emal ilə n – tip yarımkeçirici və onları ayıran p–n keçidi adlanan çox nazik qapayıcı qat yaranır; n – yarımkeçiricinin nazik təbəqəsindən keçən işıq selinin təsiri altında yaranan fotoeffekt nəticəsində p – yarımkeçiricidə elektron-deşik cütlərinin yüksək sıxlığı yaranır. Elektronlar p – n keçidi sərhədindəki potensial arakəsmə tərəfindən cəzb olunur və maneəyə rast gəlmədən n – yarımkeçiricisi qatına keçərək onu mənfi yükləndirir; p – yarımkeçiricidə qalan deşiklər onu müsbət yükləndirir. Bunun nəticəsində elektrodlar arasında potenciallar fərqi yaranır. Onun qiyməti işıq selinin intensivliyindən və fotoelementin inteqral həssaslığından asılı olur.

Fotodiodlar – optik şüalanmanın təsiri nəticəsində birtərəfli fotokeçiricilik xassəsinə malik olan daxili effektli fotoelektrik çeviricisindən ibarətdir. Fotodiod elektron – deşik (p – n) keçidinə malik yarımkeçirici kristaldan (Ge, Si, Ga, As və s.) hazırlanır və hər iki oblastdan ayrıca metal çıxışları olur.

Fotodiodun iki recimi vardır: fotogenerator və fotodiod recimləri. Fotodiod recimində onun xarici dövrəsində sabit cərəyan mənbəyi qoşulur və p – n keçidinə əks sürüşmə gərginliyi yaradılır.

Fotodiodun cərəyanının işıqlanmadan asılılığı praktiki olaraq xəttidir. Onun daxili müqaviməti MOM – larla ölçülür.

Fotodiodun generator recimində həmcins olmayan yarımkeçiricinin işıqlandırılması potenciallar fərqi və ya foto e. h. q. – si yaradır. Başqa sözlə, fotoelementin üzərinə işıq düşdükdə onun özü cərəyan mənbəyinə çevrilir, yəni çıxışda gərginlik alınır.

Fototranzistorlar. İki yarımkeçirici p – n keçidinə malik olan fotoelektrik cihaz fototranzistor adlanır. Fototranzistorlarda fotodiodun fotoelektrik effekti tranzistorun gücləndirmə effekti ilə əlaqələnir ki, bu da həssaslığın 30 dəfədən də çox artmasını təmin edir. Lakin buraxıla bilən 10 – 20 khs tezlik fotodiodlara nisbətən fototranzistorlarda azdır.

Fotodiodun və fototranzistorun dövrəyə qoşulma sxemləri 3 şəkildə göstərilmişdir.

Fotodiodun və fototranzistorların xarakteristikaları:

Giriş kəmiyyəti : işıqlanma; Çıxış kəmiyyəti : müqavimət;

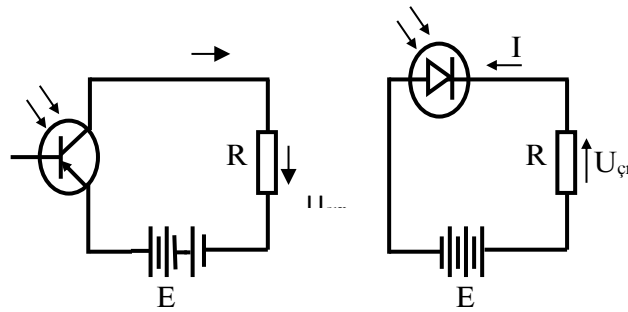
Həssaslıq: 30 mA/lm (fotodiod) və 130 mA/lm (fototranzistor),

Tezlik diapazonu: $(0 \div 50) \cdot 10^3$ Hs (fotodiod),

$(0 \div 3) \cdot 10^4$ Hs (fototranzistor);

Üstün cəhətləri : kiçik ətalətlilik;

Nöqsan cəhətləri: qaranlıq cərəyanın temperaturdan çox asılılığı; arzu olunmayan spektral xarakteristika.



Şəkil 3

Pyzelektrik vericilər. Əgər müəyyən kristallardan müəyyən şəkildə kəsilmiş lövhələrə mexaniki qüvvə təsir edərsə, o halda onun tərəflərində elektrik yükləri

yanacaqdır. Deməli, bu tip çeviriciyə generator ölçmə çeviricisi kimi baxıla bilər. Əksinə, elektrik sahəsi lövhənin həmin tərəflərinə təsir edərək kristal deformasiya etdirir. Birinci hadisə pyezoelektrik effekti, ikinci isə əks – pyezoelektrik effekti adlanır.

Bu xassələrə malik olan cisimlər pyezoelektriklər adlanır. Pyezoelektrik effekti kvars, turmalin, titanat – barium və s. kristallarda alınır. Pyezoelektrik həssas elementlər tez dəyişən proseslərə nəzarət etməyə imkan verirlər, belə ki, elektrik yükləri praktiki olaraq ətalətsiz yaranır. Ölçmə məqsədləri üçün əsasən kvardan istifadə edilir, çünki onlar alçaq temperatur həssaslığına və böyük elastiklik moduluna ($8 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$) malikdirlər.

Kvarsın kristalları altıbucaqlı prizmadan ibarət olub, aşağıdakı əsas kristallik oxlara malikdirlər: uzununa və ya optik ox $z - z$, kristalın tillərindən optik oxa perpendikulyar keçən elektrik oxları $x - x$ və kristalın tərəflərinə perpendikulyar olan mexaniki, yaxud neytral oxlar $y - y$ (şəkil 4).

Əgər kvars kristalından düzbucaqlı paralelopiped (lövhə) kəsilib çıxarılsa, o halda $x - x$ oxu istiqamətində təsir edən F_x qüvvəsindən mexaniki oxa paralel tərəflərdə elektrik yükü yaranacaqdır:

$$Q_x = d \cdot F_x ,$$

burada Q_x – elektrik yükü; d – materialın xassələrindən asılı olan pyezoelektrik sabitidir (pyezoelektrik modulu).

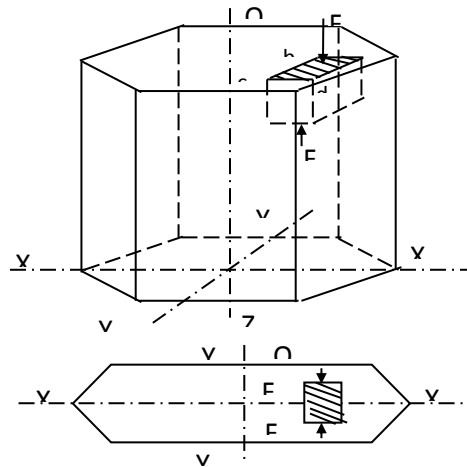
F_x qüvvəsi təsirindən yaranan pyezoeffekt uzununa pyezoeffekt adlanır. Bu halda yükün qiyməti pyezoelementin həndəsi ölçülərindən asılı olmayıb, yalnız

qüvvənin qiyməti ilə müəyyən olunur. Yükün işarəsi isə F_x qüvvəsinin işarəsindən asılı olaraq dəyişir.

Əgər F_y qüvvəsi $y - y$ oxu istiqamətində təsir edirsə, o halda eninə pyzeoeffekt yaranır. Elektrik yükləri isə uzununa effekt halında yarandıqları eyni tərəflərdə yaranır;

$$Q_y = d \cdot F_y \cdot \frac{l_y}{l_x}$$

burada l_x və l_y kristalın x və y oxları istiqamətlərində ölçüləridir. Eninə effektdə



Q_y kristalın ölçülərindən asılıdır.

Şəkil 4

Optik $z - z$ oxu istiqamətində qüvvə təsir etdikdə pyzeoelektrik effekti yaranmır. Möhkəmlik şərti l_y -in artırılması və l_x -in azaldılması hesabına daha böyük yüklər almağa imkan vermir. Buna görə də əsasən uzununa pyzeoeffektdən istifadə olunur. 500°C - dən yüksək temperaturlarda pyzeoeffekt yox olur. 537°C temperaturda kvarsın strukturu pyzeoelektrik effektinə malik olmayan struktura keçir. Bu temperatur (537°C) Kuri nöqtəsi adlanır. Kvars lövhəsinin kənarlarında yaranan elektrik yüklərini ölçmək üçün lövhənin kənarları metal təbəqə ilə örtülərək, kondensator yaranır.

$Q = CU$ olduğundan, kristaldakı gərginlik

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{dF}{C_0 + C_n}$$

burada C_0 – kvarsın tutumu; C_n – naqillərin və qoşulan qurğuların tutumlarıdır. Adətən C_n tutumu C_0 – dan böyük olur ki, bu da faydalı effekti aşağı salır. Bu məqsədlə bir yox, bir neçə lövhə götürülür və onlar paralel birləşdirilir.

Gərginlik ölçən qurğular müəyyən bir giriş müqavimətinə R_i malik olduğundan kristalın kənarlarında yaranan yük və müvafiq olaraq gərginlik eksponensial qanun üzrə azalacaqdır:

$$U_0 = Ue^{-\frac{t}{R_i(C_0+C_n)}}$$

burada $R_i(C_0+C_n)$ - zaman sabitidir. T müddətinin sonunda U gərginliyi $1/e$ dəfə azalır, başqa sözlə U – nun ilkin qiymətinin 37%-nə qədər azalır. Buna görə də pyezokristalların tətbiq sahələri qısa müddətli və tez dəyişən proseslərə nəzarətlə məhdudlaşır.

Pyezoçeviricilərin xarakteristikaları: Giriş kəmiyyəti : qüvvə, təzyiq; Çıxış kəmiyyəti : yük (elektrik);

Ölçmə diapazonu: çox böyük təzyiq və qüvvələrə qədər; Xəta: ölçmə diapazonunun yuxarı qiymətinin- $\pm(1-3)\% - i$;

Dinamik xarakteristika: tezliyin yuxarı sərhədi müəyyən edilməyib;

Üstün cəhətləri: işçi temperaturun geniş diapazonu; minimal elastik deformasiyalar; çox geniş ölçmə diapazonu; yüksək həssaslıq.

Nöqsan cəhətləri: izolyasiyanın çox yüksək müqavimətinin təmin olunmasının vacibliyi, statik kəmiyyətlərin ölçülə bilməməsi, çətin dərəcələnmələri;

Mühazirə 7. Termoelektrik vericilər , Xətti və bucaq sürət vericiləri

Termoelektrik effektini 1823 – cü ildə alman alimi Zeebek kəşf etmişdir. Bu kəşfin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, əgər iki müxtəlif A və B keçirici və ya yarımkeçirici naqillərin 1 a şəklinə göstəriləyi kimi uclarını lehimləyib, birini temperaturu t , digərini isə t_0 olan mühitdə yerləşdirsək, onda naqillər və onları birləşdirən kontakt uclardan temperatur və materialın cinsindən asılı olaraq, termoelektrik hərəkət qüvvəsi (t.e.h.q.) əmələ gəlməsi nəticəsində cərəyan axacaqdır:

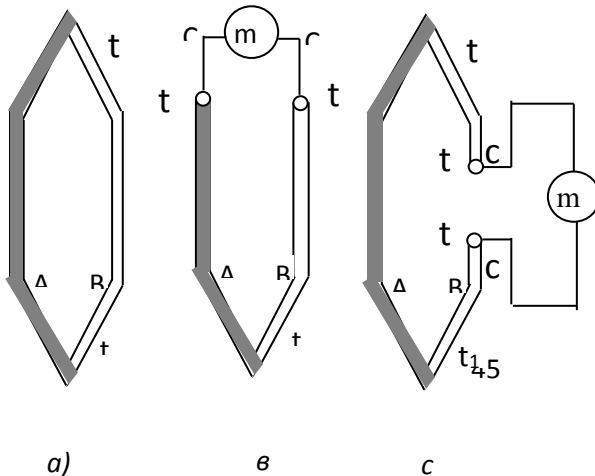
$$E_{AB}(t,t_0)=f(t)-f(t_0).$$

Belə dövrə termoelektrik çevirici və ya termocüt adlanır.

Termocütü təşkil edən naqillərə termoelektrod, kontakt uclarına lehimlənmiş uclar deyilir.

Əgər A və B elektrodlarının lehimlənmiş ucunu bir nöqtədə qırısaq və qırılmış uclara əlavə üçüncü c naqili birləşdirsək (şəkil 1.b), onda üçüncü naqilin qoşulması t. e. h. q – ni dəyişməyəcəkdir:

$$E = E_{AB}(t) + E_{BC}(t_0) + E_{CA}(t_0) = E_{AB}(t) + E_{BA}(t_0) = E_{AB}(t) - E_{AB}(t_0).$$



Şəkil 1

Termoelektrodların birini qırıb, qırıq uclara keçirici naqıl (termocütü ölçü cihazına birləşdirən rabitə xətti) və ölçü cihazı birləşdirə bilərik (şəkil 1.c). Bu hal üçün də t.e.h.q dəyişməyəcəkdir:

$$\begin{aligned} E &= E_{AB}(t) + E_{BC}(t_0) + E_{CB}(t_0) + E_{BA}(t) = \\ &= E_{AB}(t) - E_{AB}(t_0). \end{aligned}$$

Beləliklə, t. e. h. q – ni ölçmək üçün ölçmə cihazı sərbəst uclara və yaxud termoelektrodların birinin qırılmış uclarına qoşula bilər. Termocütün lehirlənmiş işçi ucunu ölçülən t temperatur şəraitində yerləşdirib, sərbəst uclarının temperaturu sabit saxlanılsa, onda $f(t_0) = const$ və

$$E_{AB}(t, t_0) = f(t) + C \quad \text{olacaqdır.}$$

Axırncı ifadə termocütün çevirmə funksiyasıdır. Sərbəst ucların temperaturu sıfır, yəni $t_0 = 0$ olduqda

$$E_{AB}(t, t_0) = E_{AB}(t, 0) = f(t)$$

olacaqdır. Bu ifadə termocütün dərəcələnmə çevirmə funksiyası adlanır. Başqa sözlə, termocütlər $t_0 = 0$ şəraitində dərəcələnilir.

Sərbəst ucların temperaturunu sabit saxlamaqdan ötrü ya termoelektrodu uzadılmış termocütlərdən, ya da son vaxtlarda geniş yayılmaqda olan buzun ərimə nöqtəsi kompensatorundan istifadə olunur.

Termoelektrik çeviricilərin xarakteristikaları: Giriş kəmiyyəti: temperatur; Çıxış kəmiyyəti: gərginlik; Ölçmə diapazonu: qeyri – nəcib metallardan təşkil olunmuş termocütlər üçün $(200 \div 700)^{\circ}\text{C}$; nəcib metallardan olan termocütlər üçün $(0 \div 1500)^{\circ}\text{C}$. Ölçmə xətalrı: şkalanın son qiymətinin $\pm(2 \div 0,5)\%$ – i .

Üstün cəhətləri: az ətalətlilik; geniş ölçmə dianazonu və kiçik xətalər. Nöqsan cəhətləri: çıxış gərginliyinin qiyməti kiçik olduğundan gücləndiricilər və yüksək həssaslığa malik cihazlar tələb olunur; soyuq ucların temperaturunun sabit saxlanması.

Aşağıdakı cədvəldə. geniş istifadə olunan bəzi termocütlər və onların əsas xarakteristikaları verilmişdir.

Termocütün növü	Termoelektrodların materialı	Uzun müddətli ölçmə diapazonu, °C
TXK	Xromel – kopel	-200... + 600
TXA	Xromel - alümel	-200... + 1000
TPP	Platinoradium - platin	0... + 1300

Xətti və bucaq sürət vericiləri

Fırlanma sürəti dedikdə (V dövr/dəq) bərk cismin vahid zamandakı ($t=1$ dəq.) dövrlər sayı (n) nəzərdə tutulur:

$$V = n \cdot t$$

Beynəlxalq vahidlər sisteminə fırlanma sürəti termini yoxdur, əsasən bu sürəti $\omega_{rad/san}$ (bərk cismin dönmə bucağının φ (radianla) dönmə müddətinə t , san. nisbəti):

$$\omega = \frac{\varphi}{t}$$

və fırlanma tezliyi $f(hs)$ (vahid zamandakı $t= 1san.$ tam dövrlər sayı) terminlərindən istifadə edilir:

$$f = \frac{n}{t} .$$

Maşınqayırmada və texnikanın bir çox sahələrində fırlanan maşın və mexanizmlərin vollarının bucaq sürətini ölçmək üçün taxometr adlanan cihazlardan istifadə edilir. Taxometrlər iki böyük qrupa – mexaniki və elektriki taxometrlərə ayrılırlar.

Mexaniki taxometrlər özlərinin sadə konstruksiyaları ilə fərqlənirlər. Onlar çoxlu sayda buraxılırlar və sürətin orta ani qiymətini fasiləsiz indikasiya etmək üçün işdə edilən cihazların aqreqlərində yerləşdirilirlər. Onlardan istifadə etdikdə ölçmə nəticəsi bilavasitə ölçmə aparılan yerdə və yaxud ondan çox da aralı olmayan məsafədə alınır.

Mexaniki taxometrlər stasionar və portativ cihazlar kimi 2 qrupa ayrılırlar.

Stasionar mexaniki taxometrlər ölçmə aparıcı cihazla bilavasitə birləşdirilir, və yaxud qayıq, zəncir ötürməsi və val vasitəsilə birləşdirilir. Buna görə də ölçmə nəticəsi ancaq kiçik məsafəyə ötürülə bilər.

Mexaniki taxometrlər fiziki prinsipinə görə burulğan cərəyanlı və mərkəzdənqaçma taxometrlərinə ayrılırlar.

Burulğan cərəyanlı taxometrlərdə fırlanan sabit maqnit olur, onun maqnit sahəsi göstərici ilə birləşdirilmiş alüminium diskdə burulğan cərəyanlar yaradır. Bu zaman əmələ gələn burucu moment maqnitin fırlanma tezliyinə mütənəsbdir və o, göstəricinin o vaxta qədər yerini dəyişir ki, burulğan cərəyanların yaratdığı moment geri qaytaran yayın yaratdığı momentlə tarazlaşmış olsun.

Belə taxometrlərin xətası $\pm 1\%$,sadə cihazlarda isə $\pm 3\%$ təşkil edir.

Mərkəzdənqaçma taxometrlərində fırlanan kəfki (rəqqas) mərkəzdənqaçma qüvvəsinin təsiri altında meyl edir və rıçaq ötürməsi vasitəsilə əqrəb mexanizmini hərəkətə gətirir. Meyletməsinə görə fırlanma tezliyi təyin olunur. Mərkəzdənqaçma taxometrləri fırlanma tezliyini sıfırdan yox, müəyyən minimal qiymətdən maksimal qiymətə qədər olan dəyişməni göstərir. Bunların nisbəti 1:3–dən 1:10 hədlərində olur. Göstəriş fırlanmanın istiqamətindən asılı deyildir.

Ölçmə xətası $\angle 1\%$, xüsusi icralarda isə 0,3 % təşkil edir.

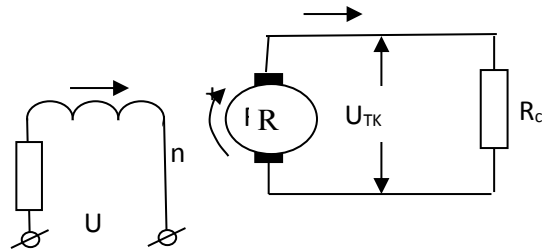
Mərkəzdənqaçma taxometrlərin maksimal fırlanma tezliyi 10000 dövr/dəq -yə qədərdir. Portativ mexaniki taxometrlər dəqiq ölçmə cihazı olub, stasionar taxometrlərə bənzəyir. Onlar həm burulğan cərəyanlar, həm də mərkəzdənqaçma qüvvə əsasında işləyirlər. Belə taxometrləri əl ilə fırlanan vala birləşdirməklə onların fırlanma tezliklərini ölçmək olar. Ölçmə diapazonu 30÷50000 dövr/dəq hədlərindədir, xəta 0,5%-dən azdır.

Elektrik taxometrləri. Belə taxometrlərə çıxışında elektrik signalı olan bütün taxometrlər aiddir. Buraya ilk növbədə müxtəlif tip taxogeneratorları aid etmək lazımdır.

Taxogeneratorlar fırlanan maşın və mexanizmlərin vallarının bucaq sürətini ölçmək üçün istifadə edilən kiçik ölçülü elektrik maşınlarıdır. Taxogeneratorlar, eləcə də elektrik intiqallarının avtomatik idarəetmə sxemlərində, sinxron izləyici sistemlərdə, ümumiyyətlə,avtomatik idarəetmə və tənzimləmə sistemlərində geniş yayılmışdır. Taxogeneratorlar həm sabit, həm də dəyişən cərəyan generatoru kimi hazırlanır.

Sabit cərəyan taxogeneratorları. Prinsip etibarilə və konstruksiya baxımından taxogeneratorlar generator recimində işləyən adi sabit cərəyan maşınıdır. Burada taxogeneratorun maqnit sistemi çox zaman sabit maqnitdən ibarətdir və həmişə sabit qiymətli maqnit selinin mövcud olduğunu təmin edir. Bəzən isə sabit cərəyan taxogeneratoru adi müstəqil təsirlənən sabit cərəyan generatoru kimi hazırlanır. Maqnit seli sabit saxlandığı üçün taxogeneratorun sxaclarında alınan gərginliyin qiyməti fırlanma sürəti ilə mütənasibdir. Odur ki, bəzən generatorun e.h.q. – ni ölçən voltmetrin şkalası sürət vahidi ilə (dövr/dəq) dərəcələnilir; belə ki, maşın və mexanizmin sürətini bir başa şkaladan oxumaq olur. Taxogeneratorun lövbərində induksiyaalanan e.h.q. $E=C_e * F * n = a * n$

olur, burada E – induksiyaalanan e.h.q., F - təsirləndirici maqnit seli, n - lövbərin sürəti, dövr/dəq ilə; C_e , a – sabit kəmiyyətlərdir.



Şəkil 2.

Sabit cərəyan taxogeneratorunun quruluşu şəkil 2. – də göstərilmişdir. Taxogeneratorun sxaclarındakı gərginlik induksiyaalanan e.h.q. – dən fərqlənir, yəni

$$U_{tg} = E - I_l R_l,$$

burada I_l - lövbər dövrəsindəki cərəyan, R_l – lövbər dövrəsinin müqavimətidir.

İfadədən görünür ki, $I_1 R_1$ nə qədər böyük olsa, sürət ölçməsində xəta bir o qədər böyük olar. Sürətin dəqiq ölçülməsini təmin etmək üçün çalışmaq lazımdır ki, lövbər

dövrəsində gərginlik düşgüsü az olsun.

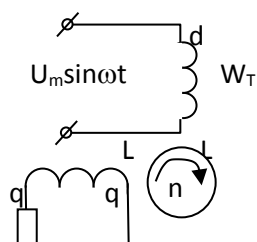
Real şəraitdə işləyən taxogeneratorlar adətən müəyyən yük daşıyır. Yük nə qədər böyük olsa, xəta da bir o qədər böyük olar. Odur ki, taxogeneratorun yükünü mümkün qədər azaltmaq lazımdır.

Sabit cərəyan taxogeneratorunun quruluşu sadədir, lakin onun çatışmayan bir cəhəti vardır ki, bu da taxogeneratorun kollektor və fıçılara malik olmasıdır. Bunlar maşının etibarlı işləməsinə xeyli əngəl törədir. Odur ki, bəzi hallarda sabit cərəyan taxogeneratorunu dəyişən cərəyan taxogeneratoru ilə əvəz edirlər.

Dəyişən cərəyan taxogeneratorları. Belə taxogeneratorlar həm sinxron taxogenerator, həm də asinxron tipli xüsusi maşın kimi hazırlanır.

Sinxron taxogenerator bir fazlı maşındır və rotoru sabit maqnitdir. Asinxron taxogenerator isə boru şəkilli qeyri – maqnit rotorlu elektrik maşınıdır. Onun rotoru boş stəkan şəklində hazırlanır. Azinxron taxogenerator xüsusi tipli qısaqapanmış induksion maşındır. Bu maşının statorunda bir – biri ilə 90° bucaq təşkil edən iki dolaq yerləşdirilir. Stator dolaqlarından biri təsirləndirici dolaqdır və dəyişən şəbəkə gərginliyinə qoşulur; ikincisi isə taxogeneratorun çıxış gərginliyi dolağıdır. Çıxış gərginliyi bu dolaqda induksiyanır və qiymətə bucaq sürəti ilə mütənasib olur.

Şəkil 3. – da asinxron taxogeneratorun sxemi verilmişdir.



Şəkil 3

$U_T = U_m \sin \omega t$ gərginliyi W_T giriş dolağında uzununa döyünən maqnit seli yaradır. Bu maqnit sahəsində fırlanan rotorda e.h.q. induksiyanılır və bunun da nəticəsində əmələ gələn burulğan cərəyanı eninə yönəlmiş F_t maqnit seli yaradır. Bu maqnit sahəsi eninə $q - q$ dolağında e.h.q. induksiya edir. Statorun $d - d$ dolağının yaratdığı maqnit seli $q - q$ dolağında e.h.q. induksiya edir. Bu e.h.q.-nın qiyməti rotorun sürəti ilə mütənasibdir. İnduksiyanılan e.h.q., yəni çıxış gərginliyi

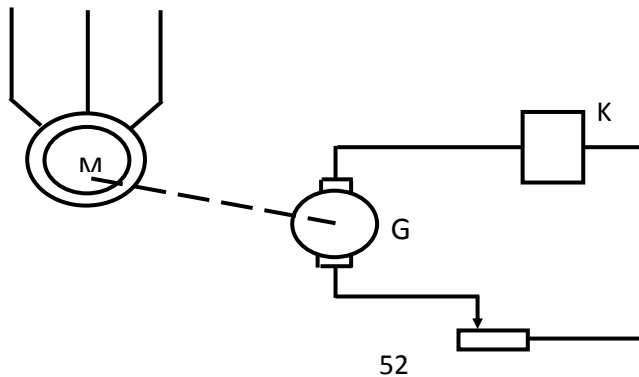
$$U_{\text{çix}} = c * n * U_T,$$

burada U_T qiymətə sabit şəbəkə gərginliyi olduğu üçün alırıq:

$$U_{\text{çix}} = k * n .$$

Taxogeneratordan (G) istifadə etməklə elektrik mühərrikinin sürətinə nəzarət qurğusunun sxemi şəkil 4 – də verilmişdir.

Taxogeneratorun lövbər dövrəsinə elektromaqnit K relesi və tənzimləyici R reostatı qoşulmuşdur. Taxogeneratorun lövbərinin sıxaclarındaki gərginlik işləmə gərginliyini aşdıqda, rele xarici dövrədə müvafiq çevrilmələr aparır. Relenin işləmə gərginliyi R reostatı ilə tənzimlənir.



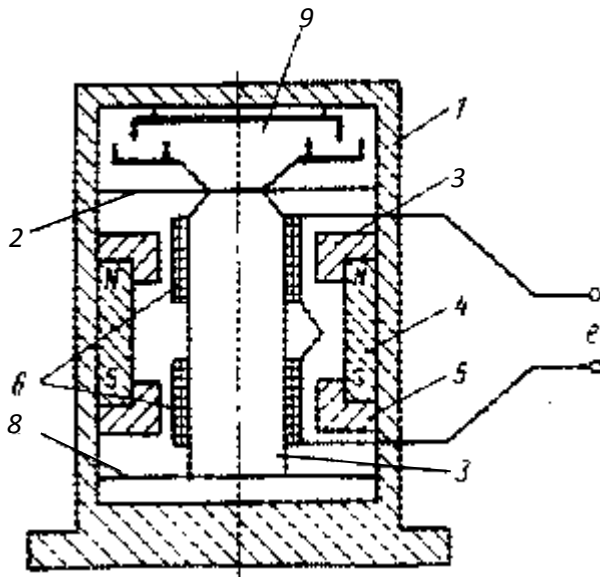
R

Şəkil 4

Xətti sürəti ölçmə vasitələri. Kiçik xətti yerdəyişmələrdə sürətin ölçülməsi induksion vibroçeviricilərin köməyi ilə yerinə yetirilə bilər. Çeviricinin bir hissəsi (dolaq və ya sabit maqnitdən ibarət maqnit sistem) hərəkətli obyektə bərkidilir, ikinci hissəsi isə hər hansı hərəkətsiz obyektə birləşdirilir. Çeviricinin çıxışındakı e.h.q. ölçülən yerdəyişmənin sürətinə mütənasibdir.

Hərəkətsiz obyekt kimi seysmik vibroçeviricinin kütləsi istifadə oluna bilər. Seysmik vibroçevirici sxematik olaraq 5 şəkildə göstərilir.

Çevirici 1 gövdədən və içərisində 2 yastı yaylar üzərində oturdulmuş 3 ferromaqnit seysmik kütlədən ibarətdir. Gövdənin daxili səthi üzərində 5 qütb ucluqları olan 4 həlqəvari sabit maqnit yerləşdirilmişdir. Sabit maqnit selləri kütlə və qütblərdən keçir. Maqnit sahəsində həmçinin bir – birinə əks (diferensial) birləşdirilmiş 6 dolaqları yerləşdirilir. Gövdəyə nisbətən kütlənin hərəkəti zamanı dolaqlarda hərəkət sürətinə mütənasib e.h.q. induksiyanı verir. Bu e.h.q. hərəkətsiz nöqtəyə nisbətən gövdənin ölçülən vibrasiya sürətinə mütənasibdir. İşçi tezliklər diapazonu burada vibroçeviricinin tezlik xarakteristikaları ilə müəyyən edilir.



Şəkil 5

Vibrasiyalı yerdəyişmələr sürətin inteqralına bərabər olduğuna görə yerdəyişməyə mütənasib gərginlik almaq üçün çeviricinin çıxış gərginliyini inteqrallamaq kifayətdir.

Vibrasiyanın təcilinə mütənasib gərginlik almaq üçün çeviricinin gərginliyini diferensiallamaq lazımdır.

Böyük xətti yerdəyişmələrin sürətini ölçmək üçün induksion çeviricidən istifadə etmək mümkün olmadığına görə xətti sürət bucaq sürətinə çevrilir. Bundan ötrü dişli çarx və dişli reyka istifadə oluna bilər. Yer üzərində işləyən nəqliyyat vasitələrinin xətti sürəti həmin qayda ilə bucaq sürətinə çevrilir.

Mühazirə 8. Avtomatik sistemlərin gücləndiricilərinin təsnifatı

Həssas elementlərdən və yaxud vericilərdən alınan siqnalların gücü icra elementini hərəkətə gətirmək üçün əksər hallarda kifayət qədər olmur. Bu isə öz növbəsində gücləndiricilərin tətbiq olunmasını tələb edir. Vericilərin çıxış gücü əsasən çox kiçik – 10^{-4} - 10^{-5} Vt hədlərində olduğu halda icra mexanizmini hərəkətə gətirmək üçün daha böyük güclər 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 gücləndirici elementlər bir neçə sinfə ayrılırlar: elektrik, hidravlik, pnevmatik və kombinə edilmiş.

Elektrik gücləndiriciləri adətən müstəqil elementlər şəklində yerinə yetirilirlər. Hidravlik və pnevmatik gücləndiricilər ya müstəqil elementlər kimi hazırlanır, yaxud da icra mexanizmlərinin (servomotorların) tərkibinə daxil edilirlər və bu halda onların ayrılmaz hissəsi olurlar. Bəzi icra mexanizmləri köməkçi mühərriklər olmaqla idarəedici elementlərə (zəlzələ, şırnaq borusu, idarəedici təsirlənmə dolağı və s.) malikdirlər.

Avtomatik sistemlərin əsas gücləndirici elementi elektrik gücləndiriciləridir. Gücləndirmə prosesinin əsasını təşkil edən fiziki prinsipdən asılı olaraq belə gücləndiricilər elektron, maqnit, elektromexaniki və digər növlərə ayrılırlar.

Elektron gücləndiricilərində gücləndirici cihazlar kimi tranzistorlar, tiristorlar, inteqral mikrosxemlər istifadə olunur.

Elektron gücləndiricilərinin əsas xüsusiyyəti onların yüksək həssaslığa malik olmaları, çox kiçik giriş güclərini gücləndirə bilmələridir. Elektron gücləndiricilərinin istifadə olunması həssas elementlərin və yaxud vericilərin çox kiçik gücə (bir neçə mikrovatt) malik olduqları zaman daha məqsədəuyğundur.

Gücləndiriciyə qoşulan yük müqavimətindən asılı olaraq onlar güc gücləndiricilərinə və gərginlik gücləndiricilərinə ayrılırlar. Güc gücləndiriciləri müqaviməti bir neçə omdan bir neçə yüz oma qədər olan yükə işləyir və onda böyük cərəyan yaradır. Gərginlik gücləndiriciləri müqaviməti bir neçə kilomdan onlarla meqom olan yükə işləyirlər. Gərginlik gücləndiriciləri əsasən vericilərin və qapalı avtomatik sistemlərin müqayisə sxemlərinin çıxışında yaranan zəif siqnalları gücləndirmək üçün istifadə olunurlar. Çoxkaskadlı gücləndiricilərdə ilk kaskadlar adətən gərginlik gücləndiriciləri, son kaskad isə güc gücləndiricisi olur. Gərginlik gücləndiriciləri yarımkeçirici cihazlar və parametrlərinin yüksək etibarlılığı və stabilliyi ilə seçilən inteqral icrada yerinə yetirilmiş əməliyyat gücləndiriciləri üzərində qurulurlar.

Gücləndirilən siqnalların növünə görə gücləndiricilər harmonik siqnal və impuls siqnal gücləndiriciləri olur.

Harmonik gücləndiricilər gücləndirilən zolağın tezliyinə görə sabit cərəyan (SCG) və dəyişən cərəyan gücləndiricilərinə (DCG) ayrılırlar. SCG tezliyi sıfırdan başlayaraq ən yüksək işçi tezliyə qədər olan siqnalları gücləndirmək üçündür. SCG-də çıxış siqnalı giriş siqnalının sabit və dəyişən təşkilədicilərinin cəminə mütənasibdir.

Dəyişən cərəyan gücləndiriciləri siqnalları müəyyən tezlik zolağı daxilində (sıfırdan böyük kiçik tezlikdən ən böyük işçi tezliyə qədər) gücləndirirlər. Belə

gücləndiricilərdə çıxış siqnalı giriş siqnalının yalnız dəyişən təşkiledicisinə mütənasibdir.

Gücləndirilən siqnalların tezliyindən asılı olaraq dəyişən cərəyan gücləndiriciləri alçaq tezlik, yüksək tezlik və s. gücləndiricilərinə ayrılırlar. Gücləndirilən tezlik zolağının enindən asılı olaraq dəyişən cərəyan gücləndiriciləri siqnalları dar tezlik zolağında (bir neçə hersdən bir neçə on hers) gücləndirilən seçici gücləndiricilərə; siqnalları bir neçə kilohersə qədər tezlik zolağında gücləndirən zolaqlı gücləndiricilərə və siqnalları geniş tezlik zolağında (bir neçə meqahers) gücləndirən geniş zolaqlı gücləndiricilərə bölünürlər.

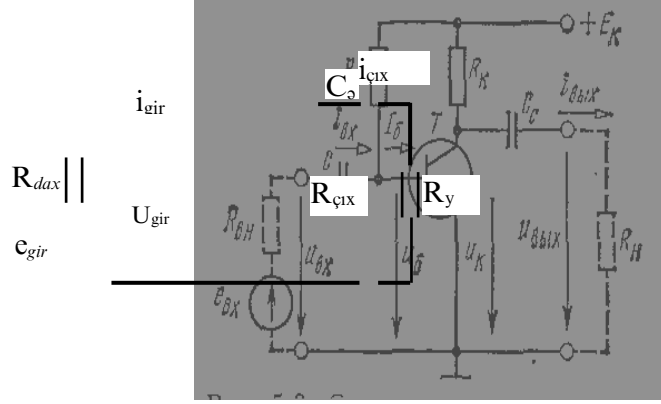
Dəyişən cərəyan gücləndiricilərində kaskadları bir-birilə əlaqələndirmək üçün kondensator və rezistorlardan daha çox istifadə olunur. Belə gücləndiricilər rezistiv-tutum əlaqəli gücləndiricilər adlanır.

Seçici, habelə güc gücləndiricilərində kaskadlar arasında və yaxud kaskadla yük arasında əlaqə yaratmaq üçün transformatorlardan istifadə olunur. Belə gücləndiricilər transformator əlaqəli gücləndiricilər adlanır.

Dəyişən cərəyan gücləndiricilərində kondensator və transformatorlar çıxış gərginliyinin dəyişən təşkiledicisini e.h.q. mənbəyinin sabit cərəyan təşkiledicisinin qeyri-xətti elementdə yaratdığı gərginliyin sabit təşkiledicisindən ayırmaq üçün istifadə olunurlar. Belə gücləndiricilərdə qeyri-xətti element kimi bipolyar və yaxud sahə tranzistoru işlədilir.

Bipolyar n-p-n tipli tranzistor üzərində qurulan ən geniş yayılmış gücləndirici kaskadın sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir.

Bu kaskadda emitter giriş və çıxış dövrələri üçün ümumi elektroddur, tranzistorun kollektor dövrəsinə qoşulmuş R_k rezistorunun köməyilə çıxış



Şəkil 1

gərginliyi yaradılır. Tranzistorun baza dövrəsinə qoşulmuş R_b rezistoru işçi nöqtənin seçilməsini təmin edir. İşçi nöqtə adətən giriş dinamik xarakteristikanın xətti hissəsinin ortasında seçilir. Bu recimi təmin etmək üçün R_b rezistorunun müqavimətinin qiyməti aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$R_b = \frac{E_k - U_{b0}}{I_{b0}}$$

U_{b0} və I_{b0} -in qiymətləri keçid xarakteristikasından təyin olunur.

C kondensatoru dəyişən giriş U_{gir} siqnalını tranzistorun baza dövrəsinə qoşmaq üçündür (R_{dax} – siqnal mənbəyinin daxili müqavimətidir). Gücləndirici kaskadın çıxışındakı C_φ kondensatoru kollektor gərginliyindən onun çıxış dəyişən təşkiledicisinin $U_{çix}$ ayrılmasını təmin edir.

Gücləndirici kaskadın girişinə dəyişən U_{gir} gərginliyi verdikdə baza cərəyanı I_b dəyişəcəkdir. Eyni zamanda tranzistorda emitter və kollektor cərəyanları da dəyişəcəkdir. Kollektor gərginliyinin dəyişən təşkiledicisi gücləndirici kaskadın çıxış gərginliyidir: $U_{çix} = -R_k i_k$.

Giriş gərginliyi üçün $U_{gir} = i \cdot R_{gir}$, burada R_{gir} – gücləndirici kaskadın giriş müqaviməti olub, təxminən tranzistorun giriş müqavimətinə bərabərdir. Nəzərə alsaq ki, $I_k \gg I_b$ və $R_k \gg R_{gir}$, ümumi emitterli gücləndirici kaskadın çıxış gərginliyi

giriş gərginliyindən çox-çox böyük alınır. Gərginliyə görə gücləndirmə əmsalı bu gərginliklərin təsiredici qeymətlərinin nisbəti kimi təyin edilir.

Sakitləşmə recimində tranzistorların xarakteristikalarında işçi nöqtələrinin vəziyyətindən və gücləndiriləcək siqnalın qiymətindən asılı olaraq gücləndirici kaskadların üç recimi olur: *A*, *B*, *C*.

A recimi onunla xarakterizə olunur ki, işçi nöqtə giriş və keçid xarakteristikalarının orta hissəsində seçilir. Giriş gərginliyinin qiyməti elə olmalıdır ki, gücləndirici kaskadın işi xarakteristikanın xətti hissəsində olsun. Bu halda qeyri-xətti təhriflər çox kiçik olur. Belə gücləndirici kaskadın f.i.ə. $\eta < 0,5$, adətən $\eta \approx 0,35$ olur. *A* recimi gərginlik gücləndiricilərində daha geniş istifadə olunur.

B recimi onunla xarakterizə olunur ki, işçi nöqtə tranzistorun keçid xarakteristikasının əvvəlində seçilir. Bu nöqtə ayırma nöqtəsi adlanır. Bu recimə tranzistorun cərəyan və gərginliyinin dəyişən təşkilediciləri giriş gərginliyinin yalnız müsbət yarımperiodlarında yaranır. Gücləndirici kaskadın giriş gərginliyinin sinusoidal formasında çıxış gərginliyi yarım-sinusoidal formasında olur, yəni qeyri-xətti təhriflər böyük olur. Bu recimə f.i.ə. böyükdür ($\eta \approx 80\%$ -ə çatır) və ən çox iki taktlı güc gücləndiricilərində istifadə olunur.

Bəzən *A* və *B* recimləri arasında aralıq *AB* recimi də işlədilir. Bu recimə işçi nöqtə *A* və *B* recimlərindəki vəziyyətlərinin arasındakı intervalda yerləşməlidir. Bu halda f.i.ə. *A* recimində olduğundan çox, qeyri-xətti təhriflər isə *B* recimindəkindən az alınır.

C recimi onunla xarakterizə olunur ki, işçi nöqtə ayırma nöqtəsindən sonra – sağda seçilir və tranzistorda cərəyan giriş gərginliyinin müsbət yarımperiodunun müəyyən hissəsindən yaranır. Bu halda qeyri-xətti təhriflər çox böyük, lakin f.i.ə.

da çox yüksək olub, vahidə yaxınlaşır. C recimi seçici gücləndiricilərdə və avto-generatorlarda daha çox istifadə olunur.

Maqnit gücləndiriciləri

Avtomatik sistemlərdə maqnit gücləndiriciləri güc gücləndiriciləri kimi dəyişən cərəyan mühərriklərinin, kontaktsiz maqnit relelərinin, gərginlik tənzimləyicilərinin və s. idarə olunmasında geniş istifadə olunurlar. Maqnit gücləndiricilərinin iş prinsipi dəyişən cərəyanla qidalandıqda drosselin ferromaqnit materiallarının maqnit nüfuzluluğunun sabit sahənin maqnitləndirici təsirindən asılılığına əsaslanır.

Maqnit gücləndiricisi ferromaqnit içlikdən və dolaqlardan təşkil olunur. Onları aşağıdakı iki qrupa ayırmaq olar:

1. Sadə (qeyri-reversiv) maqnit gücləndiriciləri.

Bu gücləndiricilərdə çıxış kəmiyyətinin polyarlığı (fazası) giriş kəmiyyətinin fazasından asılı olmur.

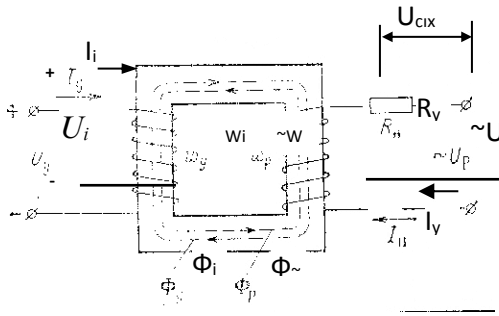
2. Reversiv maqnit gücləndiriciləri.

Bu gücləndiricilərdə çıxış gərginliyinin və yaxud çıxış cərəyanının polyarlığı (fazası) idarə (giriş) kəmiyyətinin polyarlığı dəyişdikdə dəyişir.

Yuxarıda göstərilən hər iki qrup maqnit gücləndiriciləri əks rəbitəsiz və əks rəbitəli ola bilərlər.

Maqnit gücləndiriciləri içərisində ən sadəsi drossel maqnit gücləndiricisidir. Drossel gücləndiricisi (şəkil 2.) qapalı ferromaqnit içliyindən və onun üzərinə sarınmış dəyişən cərəyan dolağından ibarətdir.

Sabit cərəyan dolağı idarə dolağıdır. Sabit gərginliyə qoşulmuş idarə dolağında cərəyanı tənzimləyərək maqnit sistemi içliyinin doyma səviyyəsini dəyişmək olar. Bununla da işçi dolağın (dəyişən cərəyan dolağının) ümumi müqaviməti dəyişir və dəyişən cərəyanın qiyməti tənzim edilir.



Şəkil 2.

Gücləndiricinin yükü R_y adətən işçi dolağa ardıcıl birləşdirilməklə dəyişən gərginlik mənbəyinə qoşulur. Gücləndiricinin giriş siqnalı idarə dolağının dövrəsindən axan I_i cərəyanı və yaxud idarə dolağına verilən U_i gərginliyi, çıxış siqnalı isə yük dövrəsindən axan I_y cərəyanı və yaxud yük müqavimətində düşən U_{cix} gərginliyidir. İçliyin sabit və dəyişən maqnit selləri ilə birlikdə maqnitlənməsi zamanı selin dəyişən təşkiledicisi üçün içliyin maqnit nüfuzluluğunun azalması nəticəsində dövrənin induktivliyi və habelə induktiv müqaviməti azalır.

Maqnit gücləndiricilərində hər iki (xarici və daxili) əks rəbitə tətbiq edilir.

Şəkil 3.-da xarici əks rəbitəli maqnit gücləndiricisinin sxemi göstərilmişdir. Maqnit gücləndiricisində əks rəbitə maqnit sahə gərginliyi gücləndiricinin çıxışındakı cərəyanla mütənasib olan maqnit sahəsi ilə nüvənin materialının əlavə maqnitlənməsi nəticəsində yaranır. Bunun üçün işçi dolağa və yükə ardıcıl olaraq (cərəyanla görə əks rəbitə) əks rəbitə dolağı $w_{ə.r.}$ sarınır.

Maqnitlənmə effekti almaq üçün $w_{ə.r.}$ dolağı VD1÷VD4 düzləndirici körpü sxemi vasitəsilə qoşulur (şəkil 3.).

Belə ki, maqnit gücləndiricisinin çıxış cərəyanı dəyişən cərəyandır.

$\sim U$

w' $w // R_y$

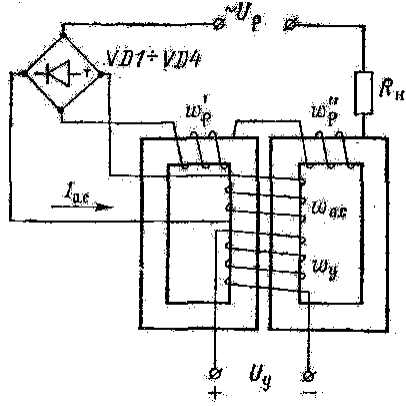
$L_{ə.r.}$

$w_{ə.r.}$

w_i

61

U_i



Şəkil 3.

Düzləndirilmiş çıxış cərəyanı $I_{a.r.}$ $w_{a.r.}$ dolağından axır və əks rəbitə maqnit seli yaradır. Bu selin istiqaməti sabitdir və $I_{a.r.}$ cərəyanının polyarlığından asılıdır.

Hidravlik və pnevmatik gücləndiricilər

Hidravlik gücləndiricilər hidravlik və elektrohidravlik avtomatik tənzimləmə sistemlərində siqnalları gücə görə gücləndirmək üçün istifadə olunur. Bütün hidravlik gücləndiricilər iki sinfə ayrılırlar: drosselli və şırnaqlı.

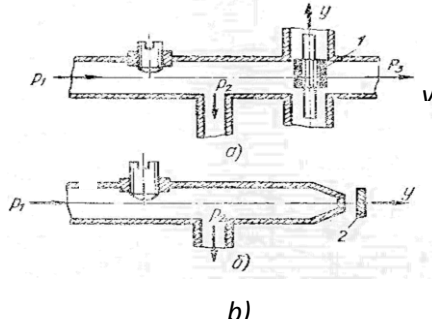
Drosselli gücləndiricilər böyük çıxış gücünə və cəldişləməyə malikdirlər. Avtomatik tənzimləmə sistemlərində bir tərəfdən təsirli və iki tərəfdən təsirli drosselli gücləndiricilər tətbiq edirlər. Axırncılar daha böyük cəldişləməyə malikdirlər. Çıxış gücünü artırmaq üçün drosselli gücləndiricilərin ikikaskadlı qoşulmasından istifadə olunur.

Drosselli gücləndiricilərin sxemləri şəkil 4-da göstərilmişdir. Bu gücləndiricilərin çıxışında işçi mayenin təzyiqi U yerdəyişməsindən asılı olaraq dəyişir. Drosseldən və ya soplodan keçən işçi mayenin sərfi aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$Q_2 = \alpha_2 F_2 \sqrt{\frac{2g}{\gamma} (P_2 - P_3)} ,$$

burada, α_2 – sərf əmsalı; F_2 – drosselin 1 və yaxud qapağın 2 keçid en kəsiyi; g – sərbəst düşmə təcili; γ – mayenin sıxlığı; P_2 – drossellərarası boşluqdakı təzyiq; P_3

- drosseldən və ya qapaqdan sonrakı təzyiqdır. Şəkillərdə 1 – drossel (zolotnik); 2 – qapaqdır.



Şəkil 4

a) zolotnikli; b) soplo-qapaqlı drosselli hidravlik gücləndiricilər.

F_1 kəsiyindən keçən mayenin sərfi:

$$Q_1 = \alpha_1 F_1 \sqrt{\frac{2g}{\gamma} (P_1 - P_2)} ,$$

burada P_1 – boru kəmərinin girişindəki təzyiq;

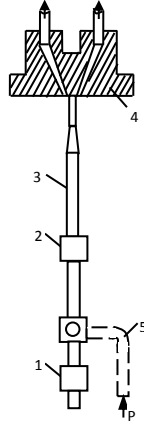
α_1 – sərf əmsalı; F_1 – boru kəmərinin kəsiyidir.

$$y = f_1(P_2) \text{ və yaxud } P_2 = f_2(y)$$

asılılıqlarını almış oluruq.

Drosselli gücləndiricilərin gücə görə gücləndirmə əmsalı 10^6 həddlərinə çatır. Belə gücləndiricilərin konstruktiv icrası cürbəcürdür. Drossellər siyirtmə və yaxud qapaq (irəliləmə, dönmə) formasında, qapaqlı soplo, iynəli drosselli və s. formalarda, eləcə də iki kaskadlı gücləndirici kimi yerinə yetirilə bilərlər.

Şırnaqlı hidravlik gücləndiricilərin əsas elementi şırnaq borusu olub, döndərici borudan 3, iki soplolu qəbuledicidən 4, həssas elementin təsir etdiyi elementdən 2 təşkil olunmuşdur (şəkil 5).



Şəkil 5

Şırnaq boruları adətən borunun çəkisinin onun həssas elementinin təsirindən meyletməsinə təsirini kompensasiya etmək üçün əks ağırlıq bəndi 1 ilə təchiz olunurlar. P təzyiqi altında yağ boruya 1 yağ ötürücü 5 vasitəsilə daxil olur. Şırnaq borusunun sola yerdəyişməsi nəticəsində soplonun sağ kanalında təzyiqli aşağı düşəcək, sol kanalda isə artacaqdır. Yerdəyişmənin istiqaməti dəyişdikdə soplonun kanallarında təzyiqli əks istiqamətdə dəyişəcəkdir.

Bu gücləndiricilərdə işçi maye kimi adətən 4-8 atm təzyiqli altında nasosla verilən təmiz yağ istifadə olunur. Şırnaq borusunun normal ölçülərində mayenin sərfi 5-10 l/dəq; şırnaq borusunun ucunun maksimal meyletməsi isə 1-2 mm təşkil edir. Nəzəri olaraq şırnaqlı gücləndiricilərin maksimal çıxış gücü:

$$P_{\text{çix}} = QP_{\text{max}} = \frac{Q^3 \rho}{F_c^2 g}$$

ifadəsindən tapılır. Burada Q – şırnaq borusundan keçən işçi mayenin sərfi; ρ – işçi mayenin sıxlığı; F_c – soplonun giriş en kəsiyi;

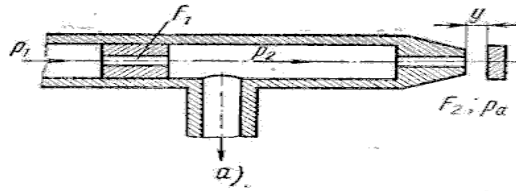
P_{max} – birinci və ikinci kanallardakı təzyiqlər fərqinin maksimal qiymətidir.

Şırnaq borularının köməyiylə hidravlik gücləndiricilərdə gücə görə gücləndirmə əmsalının qiyməti 10^3 -ə qədər çatır. Hidravlik idarəetmə qurğularında

iki kaskadlı izləyici zolotnikli şırnaqlı gücləndiricilər də tətbiq edirlər. Belə gücləndiricilərin gücləndirmə əmsalı 10^4 həddlərində olur.

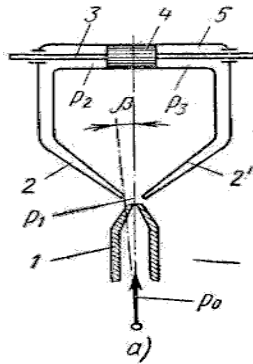
Pnevmatik gücləndiricilər də hidravlik gücləndiricilər kimi iki sinfə ayrılırlar: drosselli və şırnaqlı. Şırnaqlı pnevmatik gücləndiricilər özlərinin az çəkilərinə və yüksək etibarlılığına görə uçuş aparatlarının avtomatik tənzimləmə sistemlərində daha geniş istifadə olunurlar.

Drosselli pnevmatik gücləndiricilər birkaskadlı və ikikaskadlı qurğular şəklində hazırlanırlar. Şəkil 6-də soplo-qapaq drosselli pnevmatik gücləndiricinin sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 6

Belə gücləndiricilərdə müxtəlif formalı drossellər tətbiq edilir. Sadə şırnaqlı pnevmatik gücləndiricinin sxemi şəkil 7-də göstərilmişdir.



Şəkil 7

Hava şırnaq borusu vasitəsilə qəbuledici soplolarla (2 və yaxud 2') güc silindrinə 5 daxil olur:

$$\Delta P = P_2 - P$$

təzyiqlər düşgüsünün təsiri ilə porşen 4 ştoku 3 hərəkət etdirir. Dönmə bucağının β_{max} maksimum qiymətində gərginlik düşgüsünün ən böyük qiyməti təmin olunur. Daha böyük gücləndirmə əmsalına malik olan iki kaskadlı şırnaqlı pnevmatik gücləndiricilər də mövcuddur.

Drosselli pnevmatik gücləndiricilərin gücləndirmə əmsalı 10^5-10^7 , şırnaqlı gücləndiricilərininki isə 10^3-10^5 hədlərində olur.

Son zamanlar avtomatik tənzimləmə sistemlərində pnevmohidravlik gücləndiricilər tətbiq olunmağa başlamışdır. Belə gücləndiricilərdə birinci kaskad pnevmatik element, ikinci kaskad isə – hidravlik elementdir.

Baxılan gücləndiricilərin analizini gücə görə gücləndirmə əmsalına və zaman sabitlərinin ən böyük qiymətlərinə görə aparmaq daha məqsədəuyğundur. Daha böyük gücləndirmə əmsalına elektron, yarımkəçirici və pnevmatik gücləndiricilər, daha böyük cəldişləmə qabiliyyətinə elektron və yarımkəçirici gücləndiricilər, daha kiçik cəldişləmə qabiliyyətinə isə elektrik və hidravlik gücləndiricilər malikdirlər. Cəldişləmə qabiliyyəti nöqtəyi-nəzərindən maqnit və pnevmatik gücləndiricilər aralıq mövqe tuturlar.

Elektron gücləndiricilərinin zaman sabitləri ($10^{-2}-10^{-9}$) san., maqnit gücləndiricilərinin zaman sabitləri ($10^{-1}-10^{-4}$) san., hidravlik gücləndiricilərin zaman sabitləri ($10^{-1}-10^{-3}$) san. və pnevmatik gücləndiricilərin zaman sabitləri ($10^{-2}-10^{-4}$) san. həddlərində olur.

Gücləndiricinin növünü seçərkən təkcə gücə görə gücləndirmə əmsallarının və zaman sabitlərinin qiymətlərini yox, eləcə də onların müxtəlif istismar şəraitlərində (ətraf mühitin temperaturu, atmosfer təzyiqi, nəmlik dərəcəsi və s.) etibarlılıqlarını da nəzərə almaq lazımdır.

Mühazirə 9 Rəqəm texnikasının element bazası.TTLvə CMOS texnologiyası əsasında məntiq elementləri.

Bütün rəqəm inteqral sxemləri sadə rəqəm elementlərindən təşkil olunmuşdur. Rəqəm inteqral sxemlərinin əsas xüsusiyyətlərindən biri məntiq siqnallarının səviyyələri, rəqəm sxemindən keçdikdə azalmırlar. Bu onunla bağlıdır ki, rəqəm inteqral sxemin elementləri lazımi güclənməni təmin edir. Eyni zamanda məntiq səviyyələri məntiq qurğusunun çıxışında girişdəki ilə eynidir. Bu onunla təmin olunur ki, rəqəm mikrosxemin çıxışında siqnalın səviyyəsinin məhdudlanması baş verir.

Hal-hazırda aşağıdakı məntiq elementlər əsasında qurulmuş rəqəm inteqral sxemləri geniş istifadə olunurlar:

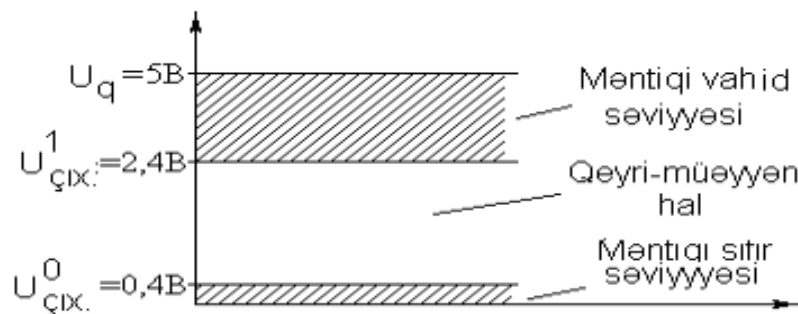
- Tranzistor-tranzistor məntiqli (TTM, TTL);
- Şottki diodlu TTM (TTMŞ);

- Komplementar MOY tranzistorlar (KMOY, CMOS) əsasında məntiqli;
- Bipolyar tranzistorlar əsasında məntiqli (BiCMOS);

İlk vaxtlar TTM texnologiya üzrə yaradılmış rəqəm inteqral sxemləri geniş tətbiq tapmışdır. Mikrosxemlər iki qrupa bölünür: analoq və rəqəm mikrosxemləri. Analoq mikrosxemləri analoq siqnallarla, rəqəm mikrosxemləri isə uyğun olaraq, rəqəm siqnalları ilə işləyirlər.

Ən geniş tətbiq olunan rəqəm qurğuları: triggerlər, sayğaclar, registrlər, şifratorlar, deşifratorlar, multipleksorlardır. Rəqəm, yaxud mikroprosessor mikrosxemi, onun elementi, yaxud komponenti, uyğun standart müvafiq olaraq şərti-qrafiki işarələrlə işarələnir.

Şəkil 1-də TTM mikrosxemlərinin çıxış siqnallarının yol verilə bilən səviyyələri verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi çıxış gərginliyi nə qədər qida gərginliyinə, yaxın olsa rəqəm mikrosxemin f.i.ə.-si bir o qədər çox olur.



Şəkil 1

Gərginlik bir mikrosxemin çıxışından məftillə o birisinin girişinə verilir.

$$U_{nom} = U_{çix1min} - U_{gir1min}$$

TTM mikrosxemlərində gərginliyə görə güclənmə 40-a bərabər olur. Bu ona gətirib çıxarır ki, bu mikrosxemin girişinə Uast gərginliyindən 40 mV az, və ya daha az olan gərginlik versək, bu gərginlik mikrosxem tərəfindən məntiqi sıfır kimi qəbul olunacaq, mikrosxemin çıxışında normal məntiqi səviyyə alarıq. Əgər Uast gərginliyindən 40 mV artıq, və ya daha çox gərginlik versək bu gərginlik mikrosxem tərəfindən məntiqi vahid kimi qəbul ediləcək və çıxışda uyğun məntiqi səviyyə yaranacaq.

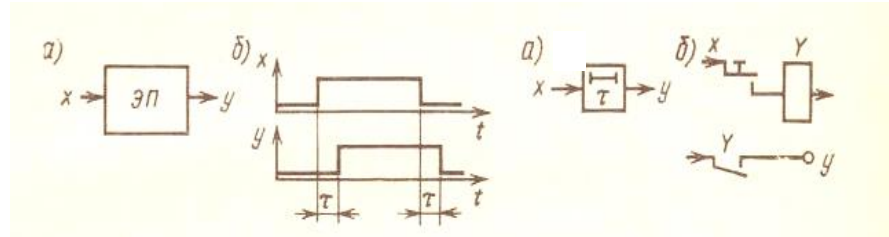
Hazırlanma texnologiyasına görə böyük interqal mikrosxemlər şəklində olan mikroprosessorlar aşağıdakı texnologiyalarla işlənilib hazırlanırlar:-unipolyar texnologiyaya görə : p-kanallı, n-kanallı və komplementar;-bipolyar texnologiyaya görə : tranzistor-tranzistor məntiqi əsasında (TTM), Şottki diodları daxil olmaqla (TTMŞ), emitterli-əlaqəli məntiqə görə (EƏM); inteqral-injeksiyalı məntiqə görə (I^2M). Böyük inteqral sxemlərin (BİS) hazırlanma texnologiyasının növünün seçilməsinin əsasını mikrosxemin inteqrasiya səviyyəsi, tez təsirliliyi, enerji sərfi, əngəldən mühafizə və mikroprosessorun qiyməti təşkil edir. Bu kompleks əlamətlərə görə yüksək yığılma sıxlığı və tez təsirlilik, həm də aşağı qiyməti təmin edən n-MOY və KMOY texnologiyalara üstnlük vermək olar. EƏM və TTMŞ texnologiyalar ən yüksək tez təsirliliyi təmin etsələr də, yığılmanın aşağı sıxlığı və yüksək enerji sərfiyyatı onları fərqləndirir. I^2M əsasında texnologiya orta xassələrə malikdir. Yığılmanın sıxlığına görə n-MOY-dan, tez təsirliliyə görə EƏM və TTMŞ-dan, qiymətə görə isə n-MOY və p-MOY texnologiyalardan geri qalır. Bununla yanaşı p-MOY texnologiyası ən kiçik qiymətə malik olmaqla yanaşı, həm də onun tez təsirliliyi də aşağıdır. Mikroprosessor sistemlərinə qoyulan tələbatlar aşağıdakılardır:

Keş-yaddaşa müraciət vaxtı 50-60 nanosaniyə olur. Keş-yaddaşın məlumat tutumu 128-1024 Kbayt həcmində olur. Keş-yaddaşın özü əsasən iki səviyyəli olur. I- ci səviyyəli keş-yaddaş Level 1 adlanır və mikroprosessorun içərisində olur. II- ci səviyyəli keş-yaddaş Level 2 adlanır və mikroprosessorla əməli yaddaş arasında ana plata üzərində yerləşir. Ana plata üzərində yerləşən CMOS (Complimentary Metal Oxide Semiconductor – metal – oksid – yarımkeçirici) mikrosxemi fərdi kompyuterin konfigurasiyasını, zamanı və tarixi yadda saxlamaq funksiyasını həyata keçirir. Aportunun registrləri 5 bitlidir RA4 xətlə triggerindən ibarətdir ki, onunla girişində sahə tranzistoru olur ki, o daxiletmə rejimində hazır olur. Aportunun digər xətləri isə tranzistor tranzistor (TT) sxemlərə malikdir. Onun çıxışı isə komplementar olaraq CMOS drayverinə qoşulur. RA4-ün xətti eyni zamanda TMR0-dan gələn takt impulslarının daxil olunması üçün istifadə olunur. Hər bir xətt üçün verilənlərin ötürülməsi proqramla yerinə yetirilir ki, o da qurulma və sifıra gətirilmə bitləri ilə bit0...bit4 yerinə yetirilir. 1 bitinin qurulması daxiletmə xəttinə uyğun gəlir və çıxış drayveri bu zaman yüksək impedans vəziyyətində olur, 0 bitinin verilməsi portun çıxışında verilənlərin olmaması halına uyğun gəlir. Aportundan informasiyanın oxunması giriş-çıkış dərəcələrinin proqramlaşdırılmasından asılı olmayaraq məntiqi səviyyəyə uyğun gəlməlidir.

Mühazirə 10 . Triggerlər və onların növləri

Təsiri qeyd edən YE-rin müxtəlif növləri mövjudur. Onlardan anjaq birini, RS – tip yaddaş elementini nəzərdən keçirək (şəkil 1). element iki vəziyyətlidir,

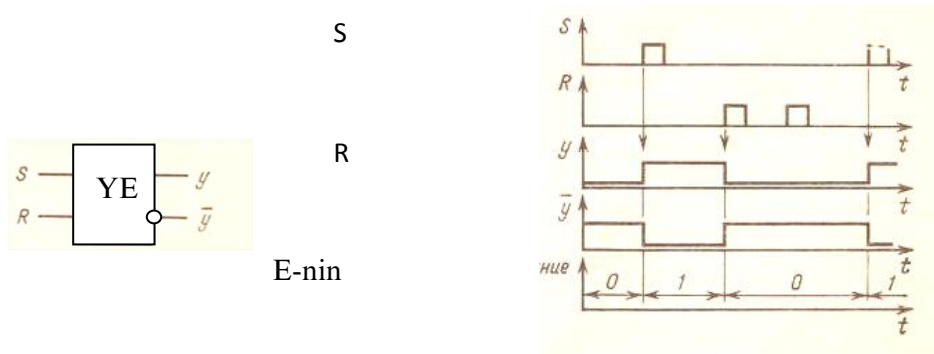
bunlardan biri 0, digəri isə 1 işarə olunur və onun iki girişi: S və R, iki çıxışı: y və \bar{y} var. S girişinə məntiqi 1 signalı verildikdə YE y vəziyyətinə keçir (YE açılır), R girişinə məntiqi 1 verildikdə isə məntiqi 0 vəziyyətinə keçir (YE bağlanır). YE məntiqi 1 vəziyyətində olduqda, onun y çıxışında düz signal adlanan məntiqi 1 signalı, \bar{y} çıxışında isə inkar məntiqi 0 signalı formalaşır.



Şəkil 1. Təsiri qeyd etməyən elementlər: (a) gecikmə xətti; (b) elektromaqnit rele

Əgər YE məntiqi 0 vəziyyətindədirsə, inkar çıxışda məntiqi 1 alınır.

RS – tip YE-nin zaman diaqramından görüldüyü kimi R və S girişlərindəki təsirlər qeyd olunur.



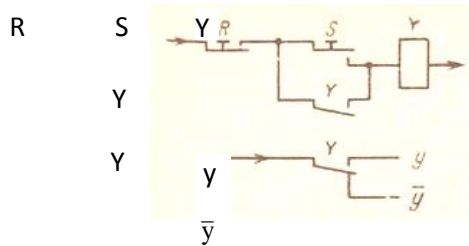
Şəkil 2. RS-tip yaddaş elementi (a) və onun zaman diaqramı (b)

Rele üzərində qurulmuş bu tipdən olan yaddaş elementinin S düyməsi sıxıldıqda Y relesi işləyir və düymə açılmış vəziyyətə keçdikdə də o ön jəbhə kontaktından axan jərəyan altında olur. R düyməsi sıxıldıqda, o aralandığından dövrə qırılır və Y relesi jərəyansızlaşır. Beləliklə, qeyd edildiyi kimi rele-kontakt

sxemlərində yaddaş özünü bloklama dövrəsinin yaradılması ilə əldə edilir. Şəkil 4.9-a əsasən aşağıdakı məntiqi ifadəni yazmaq olar:

$$Y = (S \vee y) \cdot \bar{R} .$$

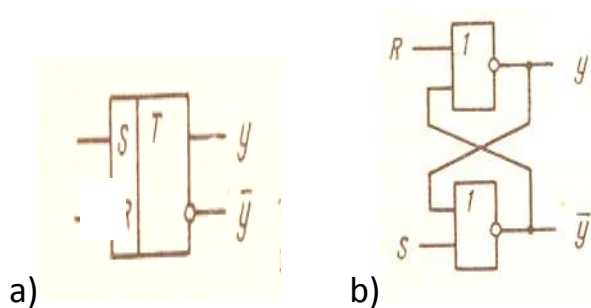
Tranzistorlar üzərində qurulmuş RS-tip yaddaş elementi RS-trigger adlanır (şəkil 2). Trigger əks əlaqə ilə əhatə olunmuş iki elementdən ibarətdir. Yuxarıda deyildiyi kimi funksional məntiqi sxemlərdə yaddaş əks əlaqənin hesabına yaradılır. Sxemdə y çıxış funksiyasının eyni qayda ilə təyin edildiyini müəyyənənləşdirək. Şəkil 2,b-yə əsasən yazaq: $y = \bar{y} \vee \bar{R}$; $\bar{y} = S \vee y$



Şəkil 3. Rele üzərində RS-tip yaddaş elementinin realizasiya sxemi

İkinci bərabərliyi birinjidə yerinə yazaq:

$$y = \overline{\overline{S \vee y} \vee R} = (S \vee y) \bar{R} .$$



Şəkil 4. Asinxron RS-triggerinin şərti işarəsi (a) və sxemi (b)

RS-triggerin iş fəaliyyəti xüsusi jədvəlin – keçid jədvəlinin köməyi ilə yazılır (cədvəl 1).

R	S	Q^{n+1}
0	0	Q^n
0	1	1
1	0	0
1	1	x

$$Q^{n+1} = S + \bar{R}Q^n$$

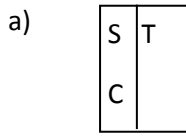
Jədvəldə göstərilən S^n , R^n , Y^n və Y^{n+1} işarələri S və R siqnallarının qiymətlərini və t , t^{n+1} ardıcıl zaman anlarındakı Y triggerinin vəziyyətlərini əks etdirir. Cədvəldən göründüyü kimi, girişlərdə eyni anda $S = 1$ və $R = 1$ vəziyyətləri yolverilməzdir. Bu halda RS-triggerin vəziyyəti qeyri-müəyyən olduğundan (\sim) təyin edilmir. Çoxtaktlı sxemlərin analiz və sintez məsələlərinin həlli, hansı növ yaddaş elementinin istifadə edilməsindən asılıdır. Analiz və sintez məsələlərinin bir çox mərhələləri ümumidir.

Mühazirə 11 Asinxron və sinxron sayğaclar

Asinxron sxemlər üçün təqdim olunan analiz və sintez alqoritmləri sinxron sxemlər üçün də doğrudur. Başqa sözlə asinxron diskret qurğular sinxron diskret qurğuların xüsusi halıdır və anjaq baş verən siqnallar münaqişəsinin əlavə qeydiyyatını tələb edir. Sinxron diskret qurğuların xüsusiyyəti sxemin realizasiyası zamanı siqnalların sinxronlaşdırılmasının təmin olunmasının vacibliyidir.

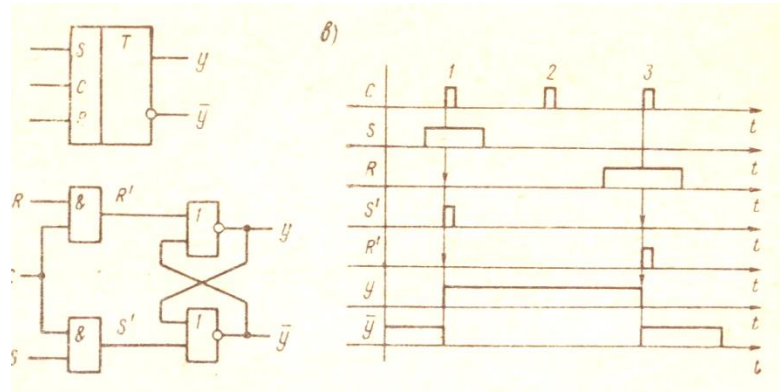
Sinxron diskret qurğunun sintezinin aparılması üçün sinxron (taktlaşdırılan) RS-tip triggerlərdən istifadə olunur. Bu triggerlər j-sinxron girişi ilə asinxron triggerlərdən fərqlənir (şəkil 1). ona görə də j girişləri sinxronlaşdırılı və ya takt girişləri adlanır. Bu girişlərə sinxron impulsar daxil edilir. Triggerin R və S girişlərinə siqnallar istənilən zaman anında verilə bilər, lakin o bir vəziyyətdən digər vəziyyətə, anjaq sinxron impulsar verilən andan sonra çevrilir. Sinxron RS-triggerlərin məntiqi iş fəaliyyəti $y = c(S \vee y) \bar{R}$ tənliyi ilə verilir.

Baxılan triggerin iş fəaliyyətini əks etdirən zaman diaqramını nəzərdən keçirək. Fərz edək ki, başlanğıj anda trigger 0 vəziyyətindədir (məntiqi siqnalların qiyməti $y = 0$,



b) R
C

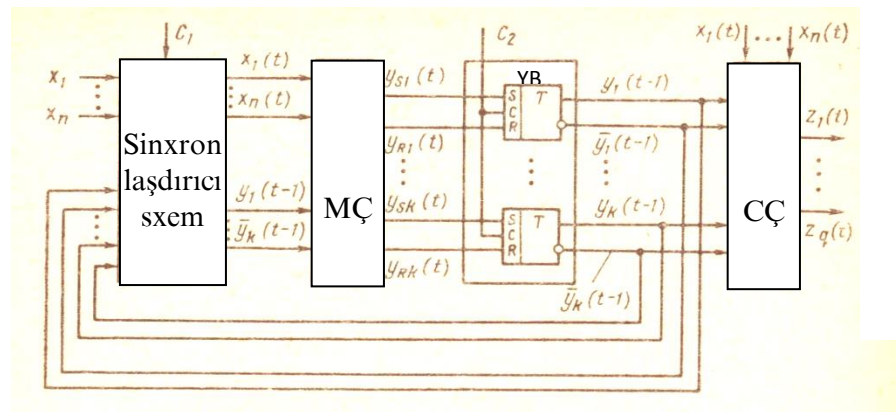
c) C
S
R
S'
R'



Şəkil 1. Sinxron RS-triggerlərin şərti işarəsi (a), sxemi (b) və onun iş fəaliyyətinin zaman diaqramı (j)

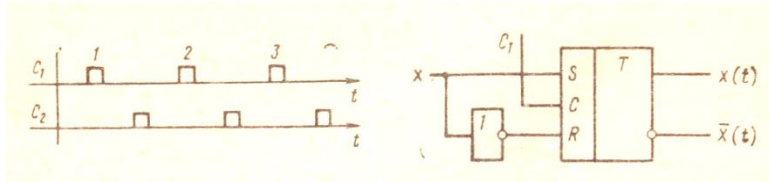
$\bar{y} = 1$ kimidir). S girişinə məntiqi 1 siqnalı daxil olduqda, bu anda $j = 0$ olduğundan triggerin vəziyyəti dəyişmir, $S' = 0$ olur. Triggerin vəziyyətinin dəyişməsi üçün $S' = 1$ olması vacibdir. $S' = 1$ olması üçün $S = 1$ və $j = 1$ olmalıdır.

I nəsil Mili avtomatlarında siqnalların sinxronlaşdırılması üçün iki ardıjıl c_1 və c_2 impulslarından istifadə olunur (şəkil 2). Məntiqi çevrijinin girişində giriş və daxili dəyişənlər J_1 sinxronlaşdırıjı impulslarla sinxronlaşdırılı



Şəkil 2. I nəsil Mili sinxron avtomatının struktur sxemi

xronlaşdırıcı sxem kimi RS-triggerdən də istifadə etmək olar. Sinxron impulsların zaman diaqramını şəkil 3-da, giriş siqnallarının sinxronlaşdırma sxemi işə şəkil 4 də verilmişdir.



Şəkil 3. Sinxron impulsların diaqramı

Şəkil 4. Giriş siqnallarının zaman sinxronlaşdırma sxemi

Şəkil 4-də trigger bir giriş signalı x (və ya y) ilə idarə olunur və bu signal S girişinə verilir. R girişinə isə «Yox» inkar elementindən istifadə etməklə inkar signal verilir. Nəticədə S və R girişlərində daim bir-birinə əks olan məntiqi signal alınır və x dəyişəninənin qiymətindən (1 və ya 0) asılı olaraq j_1 sinxronlaşdırıcı signal daxil olduqda trigger uyğun vəziyyətdə qərarlaşır. Beləliklə, əgər x signalı asinxrondursa (ixtiyari zaman anında dəyişir), $x(t)$ və $\bar{x}(t)$ siqnalları sinxrondur (qeyd olunmuş zaman anlarında dəyişir).

I nəsil Mili avtomatının iş fəaliyyətini nəzərdən keçirək (bax şəkil 2). $t = 1, 2, 3, \dots$ zaman anlarında j_1 sinxron impulsunun ön jəbhəsi ilə sinxronlaşdırma sxemi işləyir və MÇ məntiqi çevrijinin girişinə $x(t)$ və $y(t-1)$ siqnalları daxil olur. Məntiqi çevriji $y_S(t)$ və $y_R(t)$ funksiyalarının yeni qiymətlərini hesablayır. MÇ-də bütün keçid prosesləri başa çatdıqdan

sonra, j_2 sinxronimpuls daxil olur və triggerlər öz vəziyyətini dəyişir. $\gamma(t-1)$ və $\bar{\gamma}(t-1)$ siqnallarının yeni qiymətləri formalaşır. Siqnalların bu yeni qiymətləri, anjaq sonrakı zaman anında, yeni j_1 sinxronimpuls verildikdə MÇ-nin girişinə daxil olur. Bu müddət ərzində məntiqi çevrijidə keçid prosesləri başa çatır və bütün triggerlər (hətta ən gej təsirlənən) yeni vəziyyətə keçir. Bununla da YE-nin kritik münaqişəsi aradan qaldırılır. Bu halda kodlaşdırılma ixtiyari aparıla bildiyindən və yaddaş elementlərinin kritik münaqişəsini aşkar etmək üçün sxemin analizinin aparılmasına ehtiyaj olmadığından sintez prosesi sadələşir.

P-tipli kanala malik MDY-tranzistirun bağlı olması üçün idarəedici-mənbə gərginliyi $U_{hədd}$ gərginliyindən kiçik olmalıdır. Bu zaman tranzistordan kiçik cərəyan axır və onu açıq vəziyyətə keçirmək üçün $U_{hədd}$ gərginliyindən böyük olan mənfidarəedici mənbə gərginliyi vermək lazımdır. $x=1$ olduqda giriş gərginliyi hədd gərginliyindən böyük olur, T_i açılır və onda düşən gərginlik ΔU_{mo} az olur. T_y tranzistoru da bu zaman açıq olur, çünki onun idarəedici elektrod-mənbə arasında gərginlik təsir göstərir.

ΔU_{mo} sxemdə "0" vəziyyətini xarakterizə edir və onun qiyməti tranzistorların kanallarının müqavimətlərinin nisbəti ilə müəyyən olunur.

$x=0$ olduqda T_i bağlı olur, T_y tranzistoru isə açılma sərhəddində işləyir.

Eyni tipli MDY-tranzistorlu YOX elementrində bir idarəedici tranzistor əvəzinə bir-neçə idarəedici tranzistor istifadə edildikdə VƏ YA-YOX elementi alınır.

Səviyyə ilə sinxronlaşdırılan triggerlər öz vəziyyətini müvafiq idarəedici siqnallar daxil olduqda sinxroimpulsun müddəti (sinxrosiqnalın səviyyəsi) ərzində

dəyişə bilərlər, yəni bir sinxroimpulsun müddəti (sinxrosiqnalın səviyyəsi) ərzində dəyişə bilərlər, yəni bir sinxroimpulsun təsiri müddətində bir neçə dəfə çevrilə bilərlər. Sinxroimpulsların arasındakı fasilə müddəti ərzində triggerin bu vəziyyəti idarəedici siqnalların istənilən dəyişmələrində saxlanılır.

Asinxron triggerlərdə sinxronlaşdırıcı giriş olmur. Ona görə də asinxron triggerlərin çevrilməsi idarəedici girişlər ancaq idarəedici siqnalların müvafiq kombinasiyası daxil olduqda baş verir.

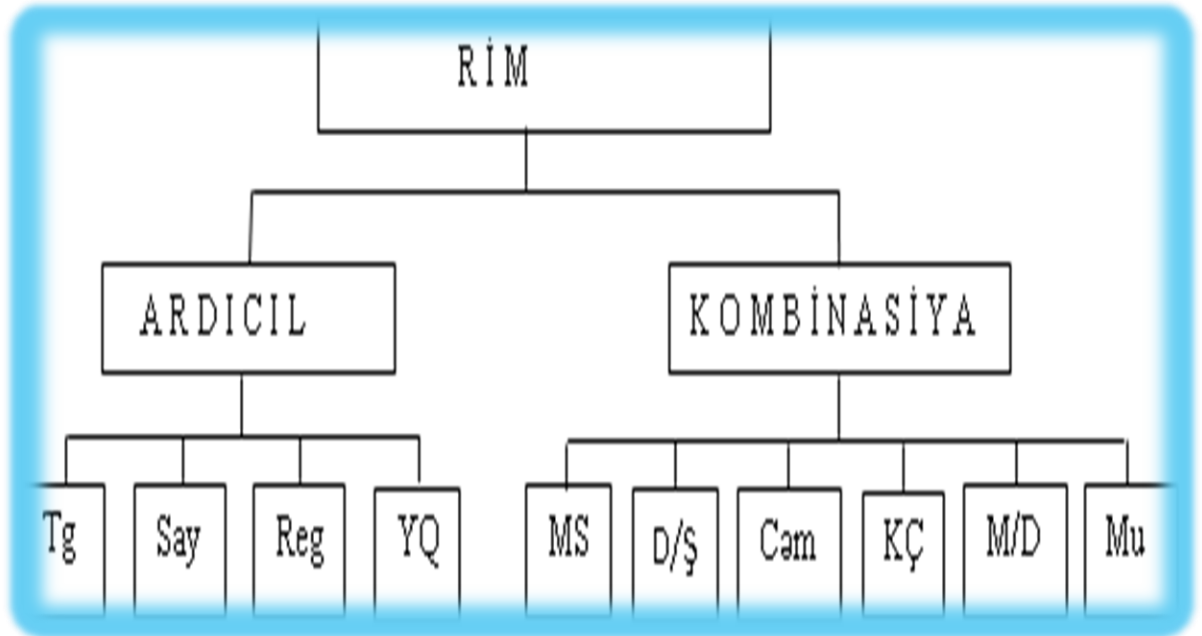
Mühazirə 12. Kombinasiyalı rəqəm qurğuları

Rəqəmsal sistemlərdə istifadə olunan məntiqi qurğular funksional prinsipə görə ardıcıl və kombinasiyalı olmaqla iki qrupa ayrılırlar.

Ardıcıl rəqəm qurğularında yaddaş elementi iştirak edir və çıxış siqnalları nəinki giriş siqnallarının cari andakı kombinasiyası ilə, hətta giriş siqnallarının əvvəlki vəziyyəti ilə müəyyən olunur. Ardıcıl rəqəm qurğularına triggerlər, sayğaclar, registrlər, yaddaş qurğuları daxildir.

Kombinə olunmuş rəqəm qurğularında yaddaş elementləri yoxdur. Çıxış siqnalları isə cari zaman anında ancaq giriş siqnallarının kombinasiyası ilə müəyyən edilir. Kombinə olunmuş rəqəm qurğularına məntiqi sxemlər,

deşifratorlar, şifratorlar, kod çevriciləri, multipleksorlar, demultipleksorlar, cəmləyicilər və müqayisə sxemləri daxildir.

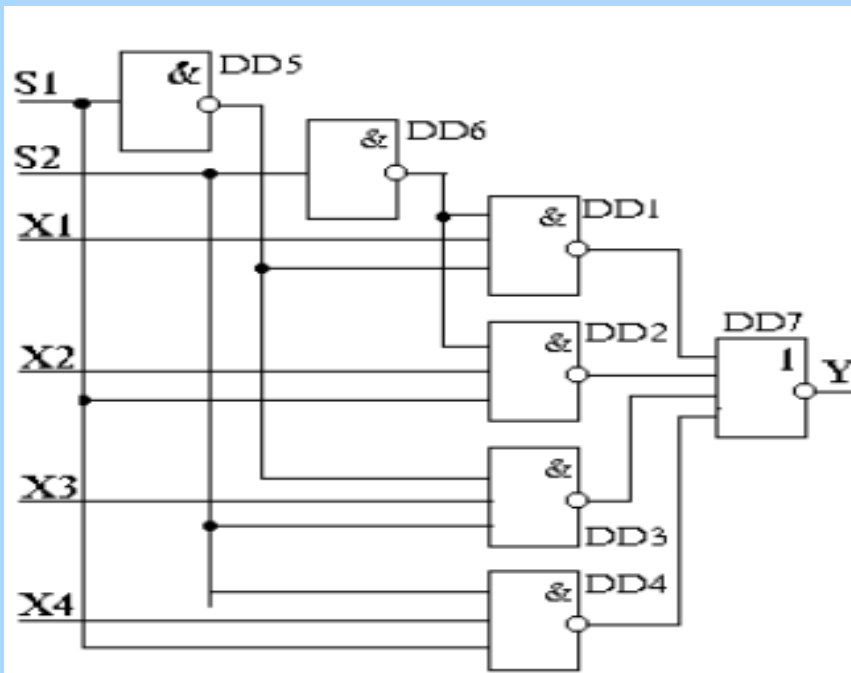


Rəqəm məlumatlarını yadda saxlamadan çevirən rəqəm qurğularına kombinasiyalı rəqəm qurğuları deyilir. Bu qurğularda çıxış dəyişənləri giriş dəyişənləri ilə eyni qiymətliyərlər və qurğunun əvvəlki vəziyyətindən asılı deyillər. Kombinasiyalı rəqəm qurğularına şifrator vədeşifrator, multipleksor və demultipleksor, kod çeviriciləri, yarımcəmləyici və cəmləyici, hesab qurğuları aid edilə bilər. Belə qurğular «VƏ», «VƏ-YA», «YOX», «VƏ-YOX», «VƏYA-YOX» məntiq elementlərində yaradılır.

Multipleksor, idarəedici kodun (sözün) idarəsi ilə giriş kanallarından birini, başqa sözlə bir neçə məlumat mənbəyindən birini çıxışa qoşmaq üçün nəzərdə tutulan funksional qurğuya deyilir. Multipleksordan əlaqə xəttini sıxlaşdırmaq üçün, yəni bir neçə mənbədən alınan rəqəm siqnallarını bir əlaqə xətti vasitəsilə ötürmək üçün istifadə edilir.

Giriş mənbəyinin seçilməsi $S_n \dots S_2 S_1$ ünvan kodu vasitəsilə idarə olunur. Əgər ünvan kodu n -dərəcəli ikilik ədəddirsə, onda $M=2^n$ sayda giriş mənbələrindən biri seçilə bilər.

Nümunə kimi dördgirişli multipleksorun (4-dən 1-ə) s xeminə baxaq. Bu sxem “VƏ-YOX” və “YAXUD-YOX” elementlərində yerinə yetirilir. DD1...DD4 məntiq elementləri $S_2 S_1$ ünvan kodu ilə idarə olunurlar. $X_1 \dots X_4$ məlumat siqnalları üçün hər bir zaman müddətində DD1...DD4 elementlərindən ancaq biri ünvan girişlərində “1” siqnalı olan element açıq olur. DD7 məntiq elementi DD1...DD4 elementlərindən daxil olan siqnalları birləşdirir və inversiya edir. “8-dən 1-ə”, “16-dan 1-ə” kimi multipleksorlar geniş yayılmışlar. Girişlərin sayı çox olduqda sadə multipleksorları piramida şəklində kaskadlarla birləşdirirlər.



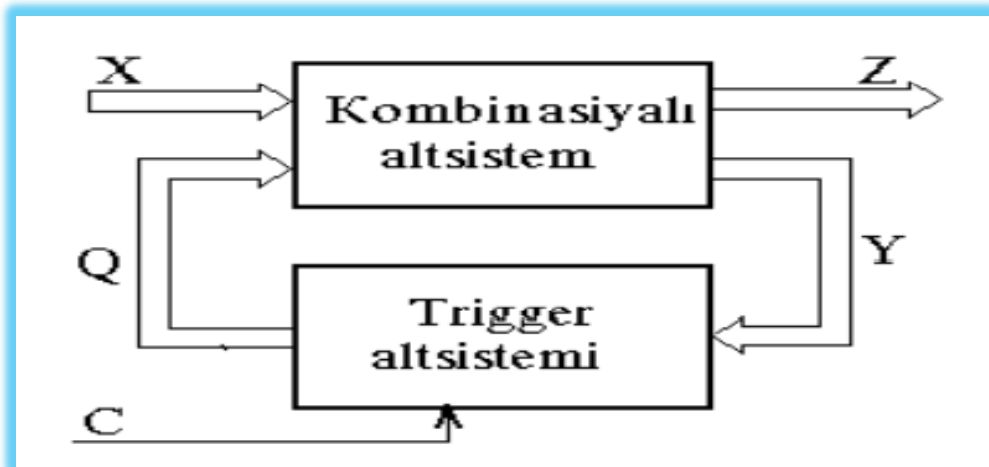
“4-dən 1-ə” multipleksorunun funksional sxemi

Kombinasiyalı rəqəm qurğularının tipik funksional sxemləri

Ardıcıl rəqəm qurğularının rəqəm avtomatları adlandırılan Xaffman modelində istənilən rəqəm avtomatı ümumi halda iki sistem yığımı şəklində təsvir olunur. Birinci sistem yaddaş (trigger) elementlərindən təşkil olunur (trigger sistemi) və qurğunun əvvəlki vəziyyəti haqqındakı informasiyanı yadda saxlayır. İkinci sistem kombinasiya sxemindən təşkil olunur (kombinasiyalı sistem), giriş siqnallarının və qurğunun vəziyyəti haqqındakı informasiyanın çıxış siqnallarına və avtomatın vəziyyətini dəyişmək üçün lazım olan siqnala çevrilməsinə xidmət edir. Rəqəm avtomatının struktur sxemi (Xaffman modeli) şəkil 1-də göstərilmişdir. Rəqəm avtomatının işi 4 qrup müxtəlif siqnallarla təsvir olunur: X-giriş təsirinin kod sözü; Z-çıxış siqnalının kod sözü; Y-avtomatın vəziyyətinin lazım olan qayda ilə (ardıcılıqla) dəyişməsinə təmin edən kod sözü; Q-avtomatın vəziyyətini xarakterizə edən kod sözü.

Rəqəm avtomatının normal işləməsi üçün daha bir siqnal-sinxronlaşdırıcı siqnal C lazımdır. Bu siqnal trigger altsisteminin triggerlərinin müəyyən taktla çevrilməsinə təmin edir və qurğunun iş alqoritmi ilə əlaqədar olur.

Ardıcıl rəqəm qurğularına registrləri, sayğacları, təsadüfi ədədlər və yaxud mürəkkəb sistemə malik impulsar ardıcılığı hasil edən generatorları aid etmək olar. Bu qurğuların əsas elementlərindən biri yaddaş elementidir.



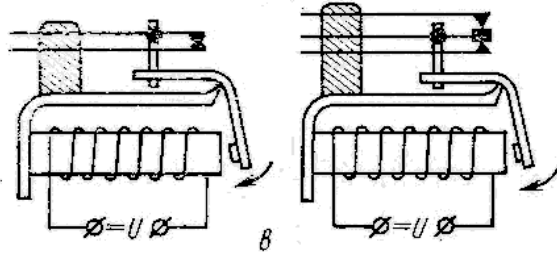
Şəkil 1. Rəqəm avtomatikasının struktur sxemi

Mühazirə 13. Elektromaqnit relelər

Elektromaqnit releləri elektrik siqnalını elektromaqnitin lövbərinin yerdəyişməsinə çevirən və nəticədə kontaktların qapanmasını və açılmasını təmin edən relelərə deyilir. Elektromaqnit relelərinə elektrik gücləndiricilərinin bir növü kimi baxmaq olar, belə ki, relenin işləməsi üçün lazım olan siqnalın gücü rele kontaktlarının idarə etdiyi elektrik dövrəsinin gücündən əhəmiyyətli dərəcədə az ola bilər.

Elektromaqnit releləri sabit və dəyişən cərəyan elektromaqnit relelərinə ayrılırlar. Sabit cərəyan releləri isə öz növbəsində neytral və polyarizə olunmuş olurlar. Neytral relelər dolaqdakı cərəyanının istiqamətindən (polyarlığından) asılı olmayaraq işləyirlər. Belə relelər idarəetmə dövrlərində daha geniş yayılmışlar. Polyarizə olunmuş relelərdə lövbərin yerdəyişməsinin istiqaməti relenin dolağındakı cərəyanın istiqamətindən, başqa sözlə giriş gərginliyinin polyarlığından asılıdır.

Neytral rele izolə olunmuş elektrik kontaktları ilə sərt mexaniki əlaqədə olan hərəkətsiz dolaqlı nüvədən ibarətdir (şəkil 1).

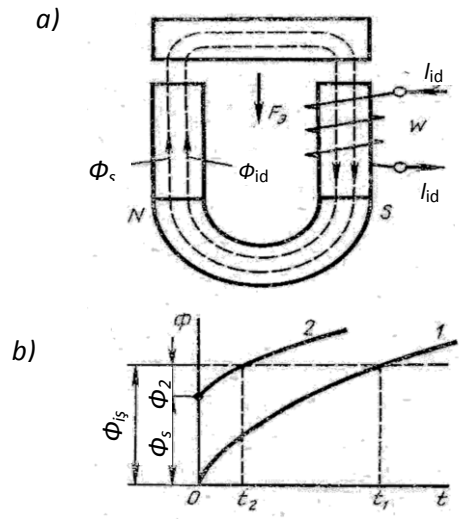


Şəkil 1

Nüvənin dolağından relenin işləməsi üçün kifayət qədər cərəyan axdıqda nüvə lövbəri özünə tərəf çəkir və o da öz növbəsində kontaktların açılıb-bağlanmasını təmin edir. İdarəedici siqnalı götürdükdə lövbər və kontaktlar yaylı lövbərin təsiri altında ilkin vəziyyətə qayıdacaqlar.

Elektromaqnit reləsinin etibarlılığı kontaktların hazırlandığı materiallardan asılıdır. Kiçik çıxış güclü relenin kontaktları alçaq keçid müqavimətini təmin etmək məqsədilə gümüşdən, platindən və onların digər metallarla ərintisindən hazırlanır. Böyük güclü kontaktlar onların iş vaxtı ərinməsinin qarşısını almaq üçün gümüşün volfram və qırmızı mislə ərintisindən hazırlanır.

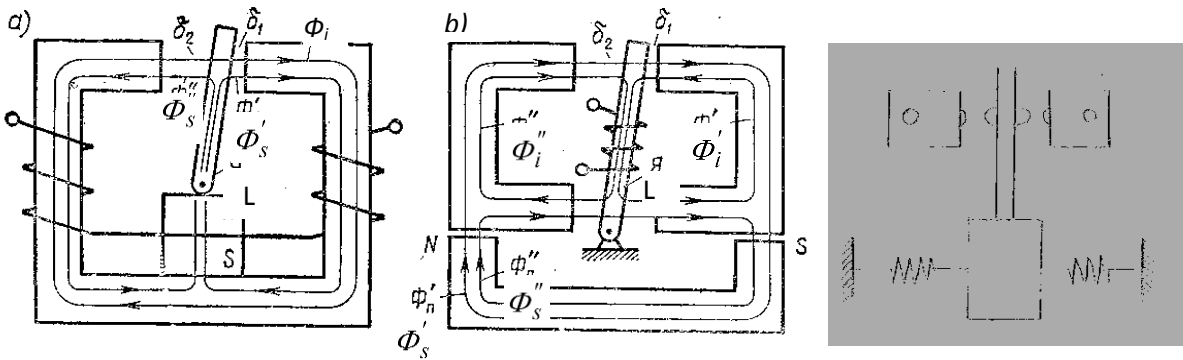
Polyarizə olunmuş relələr neytral relələrdən idarəedici siqnalın polyarlığını hiss etməsi ilə fərqlənilir. Bu isə relenin maqnit dövrəsinə sabit (polyarlaşdırıcı) maqnit daxil etməklə əldə olunur. Şəkil 2-də ardıcıl maqnit dövrəli polyarizə olunmuş relenin sxemi və cərəyanın artma əyriləri göstərilmişdir.



Şəkil 2

Sabit maqnit NS üzərinə idarə dolağı w sarınmış maqnit keçiricisinin içərisində yerləşdirilmişdir. Sabit maqnitin F_s maqnit seli i idarə cərəyanının yaratdığı F_i seli ilə eyni istiqamətdə olur. Əgər sabit maqnit olmasaydı, rele gərginlik altında işlədiyi vaxt maqnit selinin dəyişməsi 1 əyrisi ilə (şəkil 2, b) xarakterizə olunardı. İşləmə selinin $F_{i\delta}$ qiymətinə çatması üçün t_1 müddəti tələb olunardı, işləmə cərəyanının qiyməti isə $I_1 w = \Phi_{i\delta} R_\delta$ ifadəsindən tapırdı:

$$I_1 = \Phi_{i\delta} R_\delta / w$$



Şəkil 3

F_s selini yaradan sabit maqnitin olması ilə relenin işləmə müddəti azalır ($t_2 < t_1$), F_2 selini yaradan işləmə cərəyanı

$$I_2 = [(\Phi_{i\delta} - \Phi_s) R_\delta / w] < I_1$$

olur. Beləliklə, dövrəyə sabit maqnitin qoşulması releni daha həssas və cəldişləyən edir. Rele idarə dolağının i cərəyanının istiqamətini hiss edir. Bu cərəyanın istiqamətini əksinə dəyişdikdə F_i seli F_s selinə qarşı (əksinə) yönəlmiş olur. Nəticədə hava aralığında nəticəvi sel azalır və rele işləmir.

Təcrübədə diferensial və körpü tipli polyarizə olunmuş relelərdən daha geniş istifadə olunur.

Diferensial tipli relenin sxemi şəkil 3 a-da göstərilmişdir. Burada lövbər L qütb ucluqları arasında yerləşdirilmişdir. Polyarlaşdırıcı maqnit F_s' və F_s'' sellərini, idarə dolağı isə F_i selini yaradır. Hava aralığının sol tərəfində lövbərə ($F_s'' - F_i$) fərq seli tərəfindən yaradılan elektromaqnit qüvvəsi, sağ tərəfində isə ($F_s' + F_i$) cəm seli tərəfindən yaradılan qüvvə təsir edir. Bu qüvvələrin fərqi təsiri nəticəsində lövbər sağ qütb ucluğuna doğru yerini dəyişəcəkdir. İdarə signalını götürdükdə ($F_i = 0$) lövbər $F_s' > F_s''$, $\delta_1 < \delta_2$ olduğundan bu vəziyyətdə qalacaqdır. Releni çevirmək üçün dolağa verilən cərəyanın polyarlığını dəyişmək lazımdır. Bu halda F_i seli də öz istiqamətini dəyişəcəkdir.

Körpü tipli relelərdə (şəkil 3,b) də hava aralıqlarında idarəedici və polyarlaşdırıcı sellərin cəmi və fərqi təsir göstərir: ($F_s' + F_i''$), ($F_s' - F_i'$), ($F_s'' + F_i'$) və ($F_s'' - F_i''$). Lövbər bu sellərin yaratdıqları qüvvələr hesabına yerini dəyişir.

Bu cür sazlanmış relelər iki pozisiyalı relelər adlanırlar. Üç pozisiyalı relelərdə lövbər yayların köməyiylə neytral vəziyyətdə saxlanılırlar. İdarə signalının polyarlığından asılı olaraq relenin ya sol, yaxud da sağ kontaktı vurulur. Giriş signalı götürüldükdə isə lövbər özünün ilkin neytral vəziyyətinə qaydır (şəkil 3,c).

Polyarizə olunmuş relelərin işləmə gücü $0,01 \div 5 \text{ mVt}$, kommutasiya etdikləri cərəyan $0,2 \div 1,0 \text{ A}$ (24 V gərginlikdə), işləmə tezlikləri isə $100 \div 200 \text{ hs}$ həddlərində olur.

Dəyişən cərəyan elektromaqnit relelərinin iş prinsipi əsas etibarilə sabit cərəyan relelərinin iş prinsipinin eynidir. Fərq ondan ibarətdir ki, idarə dolağındakı cərəyan 1 saniyədə 100 dəfə sıfır qiyməti alır.

Məlumdur ki, dəyişən cərəyan

$$i = I_m \sin \omega t$$

ilə ifadə olunur. Burada I_m – cərəyanın amplitud qiyməti, $\omega=2\pi f$ – bucaq tezliyidir.

Cərəyanın idarə w dolağında yaratdığı F maqnit seli iki F_1 və F_2 hissələrinə ayrılır. F_1 seli qısa qapalı dolağı nüfuz edir və onda e.h.q. induksiylayır. Həmin e.h.q. dolaqda cərəyan yaradır ki, o da öz növbəsində F_1 selinə əks fazalı sel yaradır. Ona görə də F_1 seli fazaca F_2 selindən φ bucağı qədər geri qalır. F_2 seli isə fazaca F seli ilə üst-üstə düşür. Beləliklə, F_1 və F_2 sellərinin yaratdıqları F_{e1} və F_{e2} elektromaqnit dartı qüvvələri arasında da faza fərqi (sürüşməsi) yaranır. Nəticədə relenin lövbərinə təsir edən nəticəvi dartı qüvvəsi $F_e=F_{e1}+F_{e2}$ idarə dolağından axan cərəyanın istənilən anında sıfıra bərabər olmur. Ona görə də idarə dolağına gərginlik verdikdə relenin lövbərini nüvəyə sıxan dartı qüvvəsi həmişə təsir göstərmiş olur. Dolağı bir fazalı dəyişən cərəyanla bəslədikdə onun maqnit dövrəsində histerezis və dövrü cərəyanlardan əmələ gələn itkilər yaranır. Bunları azaltmaq üçün maqnit dövrəsini yüksək keyfiyyətli poladlardan, nüvəni isə biri digərindən izolə edilmiş nazik polad vərəqələrdən yığmaq lazımdır.

Dəyişən cərəyan releləri sabit cərəyan relelərinə nisbətən az iqtisadi səmərəlidirlər, həssaslığı, etibarlılığı azdır, hazırlanması mürəkkəbdir və bütün bunlara görə belə relelər avtomatik sistemlərdə az istifadə edilirlər. Kontaktların sayından və ölçülərindən asılı olaraq dəyişən cərəyan relelərinin işləmə gücü $(0,01\div 10)Vt$, geri qayıtma əmsalı $(0,2\div 0,95)$ həddlərində olur.

Mühazirə 14 Rəqəmsal kommutasiya elementləri.

Güclü elektrik dövrlərini (elektrik mühərriklərinin, qızdırıcıların) kommutasiya etmək üçün güclü elektromaqnit qurğular – kontaktorlar və maqnit buraxıcıları tətbiq edilirlər.

Sabit cərəyan kontaktorları sabit cərəyan dövrlərini kommutasiya etmək üçündür. İdarə sarğacının dolağı da 110 V və yaxud 220 V gərginlikli sabit cərəyanla qidalanır. Kontaktorların bir və yaxud iki əsas və bir neçə köməkçi kontaktları olur. Əsas kontaktlar qövssöndürücü qurğularla təchiz olunurlar.

Dəyişən cərəyan kontaktorları dəyişən cərəyan dövrlərini kommutasiya etmək üçündür. İdarə sarğacının dolağı müxtəlif gərginlikli (127, 220, 380 V) dəyişən cərəyanla qidalanır. Aparatlar birdən beşə qədər əsas kontaktlara və bir neçə köməkçi kontaktlara malikdirlər.

Maqnit buraxıcısı üçfazlı asinxron mühərriklərini qeyri-reversiv və reversiv recimlərdə məsafədən idarə etmək üçün tətbiq edilən kontaktordur. Maqnit buraxıcılarında mühərrikin dolaqlarının qızmasının qarşısını almaq üçün uzun müddətli artıq yükləmələrdə idarə sargısının dövrəsini açan istilik relelərindən istifadə olunur.

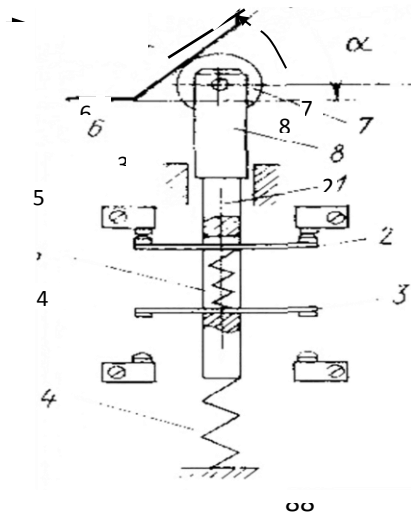
Yol açarları dəzgahın hərəkət edən orqanının və yaxud hər hansı köməkçi qurğunun hərəkət yolunun müəyyən nöqtələrində idarəedici siqnallar almaq üçün istifadə olunur.

Yol açarı mexaniki təsir vaxtı idarəedici impuls hasil edən kommutasiya qurğusundan və hərəkəti dəzgahın idarəedici dayaqından kommutasiya elementinə ötürən ötürücü elementdən ibarətdir. Bəzi konstruksiyalarda ötürücü element olmaya bilər və bu halda dayaq bilavasitə kommutasiya qurğusu ilə qarşılıqlı təsir göstərir.

Kommutasiya qurğusunun növündən asılı olaraq yol açarları kontaktlı və kontaktsiz olurlar. Kontaktlı açarlarda elektrik dövrələrinin kommutasiyası kontakt üsulu ilə yerinə yetirilir. Bu cür aparatlar təcrübədə geniş tətbiq olunurlar.

Kontaktlı yol açarının hərəkətli hissələrinin işi şəkil 1-dəki sxemlə izah olunur.

Açarın kommutasiya qurğusu plastmas ştokdan 1 və onun üzərində yerləşən açan 2 və qapayan 3 kontakt cütlərini təşkil edən iki kontaktdan ibarətdir.



Şəkil 1

Ştokun pazında iki kontakt arasında yerləşən və kontakt sıxılmasını yaradan silindrik yay 5 yerləşdirilmişdir. 4 yayı isə ştok ilə yol açarının gövdəsi arasında yerləşdirilir və vəzifəsi kommutasiya qurğusunu idarəedici dayaqın 6 təsiri kəsildikdən sonra ilkin vəziyyətə qaytarmaqdır.

İdarəedici dayaq 6 dəzgahın hərəkət edən elementi üzərində yerləşdirilir. O, diyircəkli 7 itələyicini 8 düz gediş qədər hərəkət etdirir ki, bu halda açarın 3 kontaktlarının qapanması baş verir. Lakin bu vəziyyətdə kontakt sıxılması azdır və bir qədər də əlavə gediş tələb olunur ki, 4 yayı sıxılsın və nominal kontakt sıxılması təmin olunsun. Əlavə gedişin qiyməti (3-5)mm-dən az olmamalıdır. Belə yol açarının işləmə xətası $\Delta \leq \pm 0,05$ mm-dir. α dayaqın yüyürmə bucağı olub, dayaqın hərəkət sürətindən asılıdır və adətən sürətin 15 m/dəq-dən kiçik qiymətlərində 40° , böyük qiymətlərində isə 20° olur.

İdarəedici dayaq keçib gedəndən sonra 4 yayı kontakt sistemini əvvəlki vəziyyətə qaytarır. Açarın kontaktları dəyişən gərginlik 500 V-a qədər, sabit gərginlik 220 V-a qədər olduqda 6A cərəyanı kommutasiya etməyə imkan verir.

Diskret avtomatik sistemlərin cəldişləməsinin, dəqiqliyinin və etibarlılığının artırılmasına olan tələblərinin yerinə yetirilməsi kontaktsiz yol açarlarının yaradılması ilə xeyli yaxşılaşdı.

Mühazirə 15 Mikroprosessorlar və onun arxitekturası

Mikroprosessorlarda yarımkəçirici kristalın daxilində olan tranzistorlar $n -$ tipli MOY – tranzistorlar olur. Texnologiyalar içərisində ən çox yayılmışı $n -$ MOY strukturasıdır. Göstərilən texnologiyalar əsasında hazırlanan mikrosxemlər və mikroprosessorlar yüksək cəld işləmə qabiliyyətinə mövcud olmalıdırlar. İkinci nəsil mikroprosessorlar 1978-ci ildə yaradılan mikroprosessorlardır. Üçüncü və dördüncü mərhələlər 1981-1993–ci illəri əhatə edir. 1993-cü ildən hal – hazırkı dövrə “Pentium” seriyalı mikroprosessorlar istehsal olunurlar. Bu mikroprosessorlar “Intel” firmasına aiddirlər. Mikroprosessorların əsas parametrlərindən biri onların nüvə tezliyidir, 1 saniyədə yerinə yetirdikləri əməllərin sayıdır, hazırlanma texnologiyasıdır.

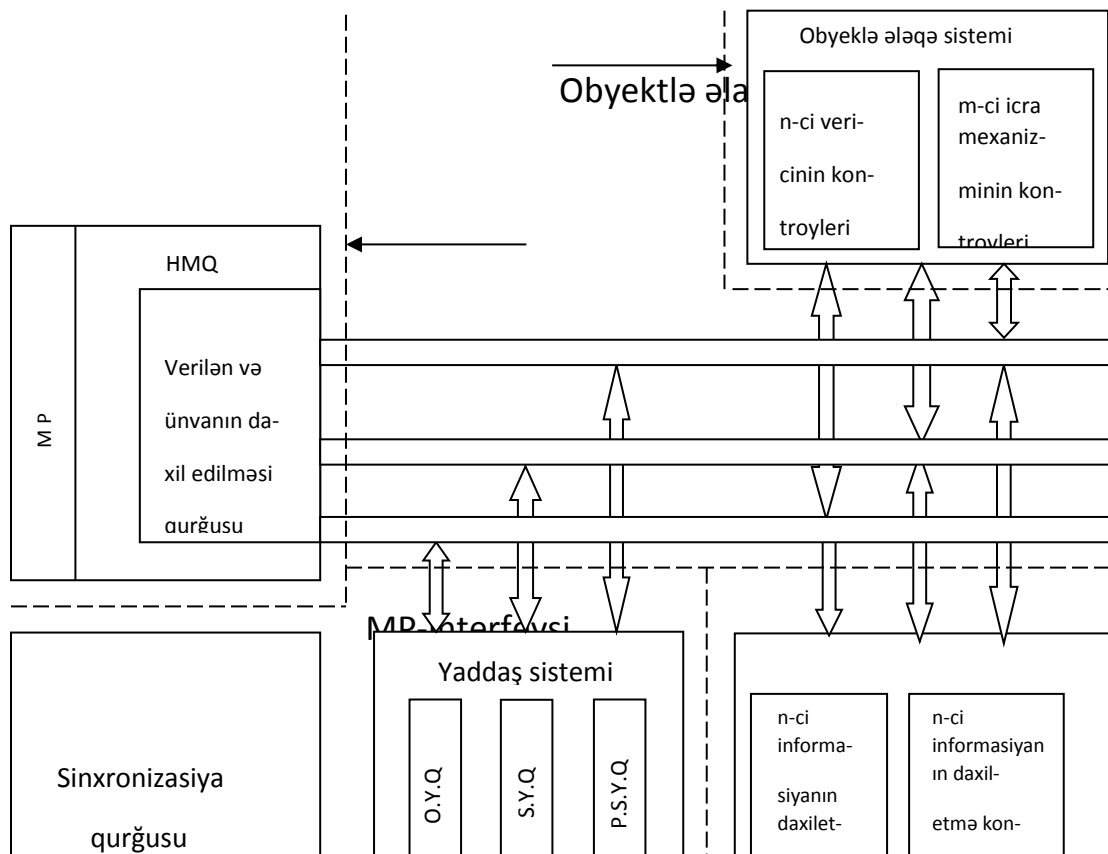
Mikroprosessor dedikdə tərkibində yüz minlərlə, millionlarla aktiv komponenti olan, hesab və məntiq əməliyyatlarını proqramla yerinə yetirən böyük inteqral sxemləri (BİS) başa düşülür.

Adətən istənilən prosessor elementin daxilində əsasən aşağıdakı qurğular üstünlük təşkil edir: 1-daxili yaddaş qurğusu; 2-hesab məntiq qurğusu; 3-

idarəetmə qurğusu; 4-göstərilən qurğular arasında əlaqə yaradan interfeys şinləridir.

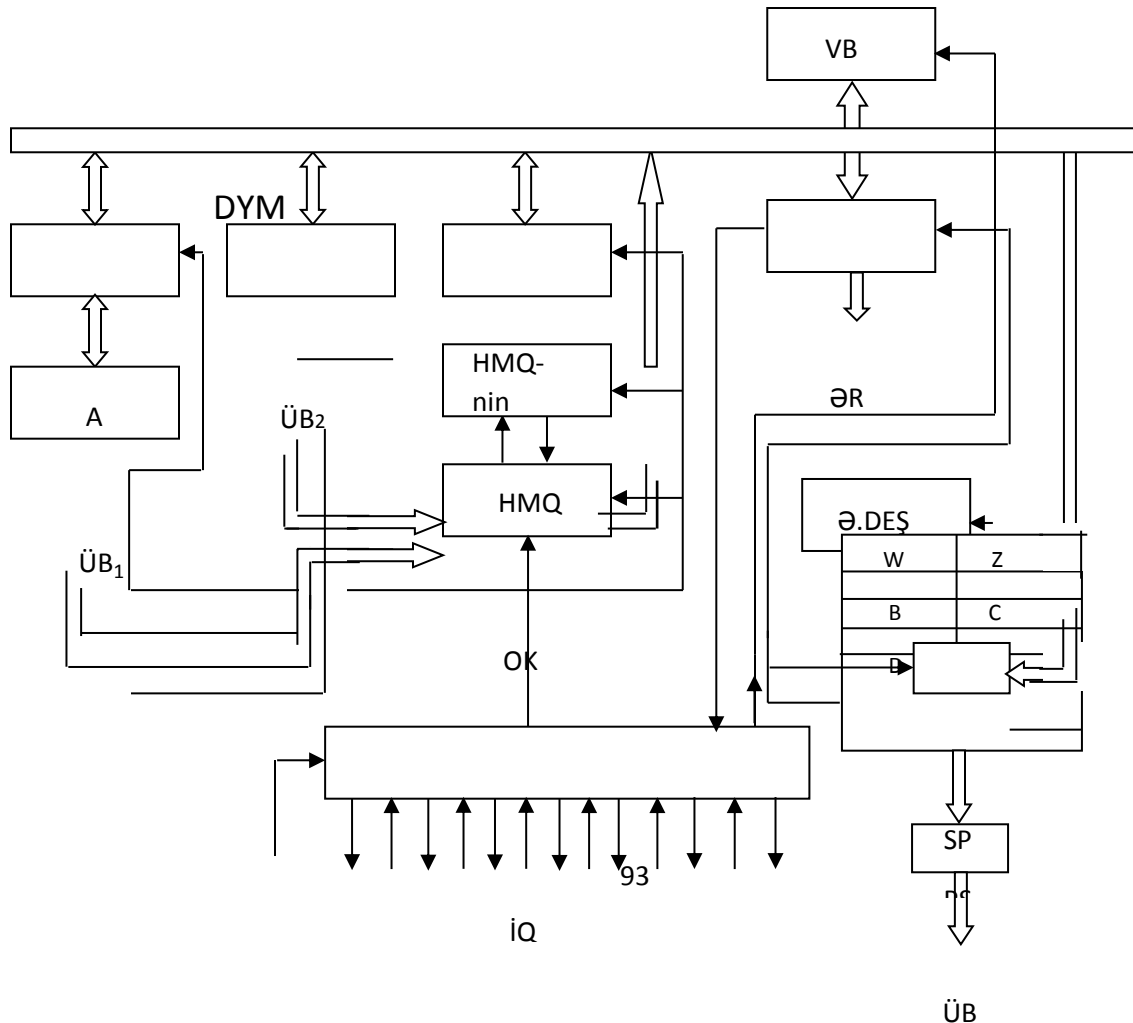
Bundan başqa mikroprosessorun xaricində daxil etmə, xaric etmə qurğusu, səsə daxil etmə qurğusu, kamera ilə daxil etmə qurğusu. Xaric etmə qurğularına misal olaraq printerləri, teletayp, faks modelləri və s. göstərmək olar. Göstərilən mikroprosessorlar əsasında mini və mikro elektron hesablayıcı maşınlar qurulur.

Bu şinlər verilənlər şini, unvan şini və idarəetmə şinidir ki, onlar da müxtəlif mikroprosessor kompleksi üçün müxtəlif dərəcəyə malik olurlar. Hər hansı bir MEHM-i yaratmaq üçün onun əsas prosessor elementindən başqa xarici qurğular da böyük rol oynayır. Belə ki, mikroprosessorun böyük inteqral sxemi özünün üç şin sistemi vasitəsi ilə xarici qurğularla əlaqə yaratmış olur. Xarici qurğulardan və idarəetmə obyektindən mikroprosessorla daxil olan informasiya xarici yaddaş qurğularında yadda saxlanmalı və kontrollerlər vasitəsilə mikroprosessorlar informasiya mübadiləsinə girməlidir. Interfeys dedikdə hər hansı bir qurğunun digər qurğu ilə elektron şin vasitəsilə əlaqəni təmin edən şin toplusu başa düşülür. Mikro elektron hesablama maşınının struktur sxemi aşağıda göstərilib.



Sxemdə göstərilən xarici qurğularla mikroprosessorlar arasında informasiya mübadiləsinin aparılması məqsədi ilə yaddaş sistemindən kontrollerdən və obyektlə informasiya mübadiləsi aparən qurğulardan istifadə olunur. Yaddaş sisteminə operativ yaddaş qurgusu (OYQ), sabit yaddaş qurgusu (SYQ) və proqramlaşdırılasi yaddaş qurgusu (PSYQ) . Bundan başqa bu qurğunun mikroprosessorla əlaqəsini təmin edən yaddaş interfeysi sistemin əsas elementidir. Mikroprosessorun işçi tezliyini təmin etmək üçün sinxronizasiya qurğusundan istifadə olunur ki, bu qurğu da takt generator impulsdan ibarət olur. Onun tezliyi bir neçə meqohersdən qeqoherslərə qədər olur. Mikroprosessorlar informasiya mühafizəsində informasiyanın yaddaşdan mikroprosessorla daxil olunması üçün ünvan şindən ünvan kodu daxil olur və həmin kod mikroprosessorla müəyyən takt ərzində sayılaraq yadda saxlanılır və icra olunur. Bundan sonra informasiyanın yaddaş qurğusundan sayılması verilənlər şini vasitəsilə mikroprosessorun xüsusi registrinə daxil olur və əmrin yerinə yetirilməsi üçün xüsusi kodla əməliyyat yerinə yetirilmiş olur. Mikroprosessorlar xarici qurğu arasında informasiya mübadiləsi ünvan magistralı ilə yaddaş qurğusu arasında ikilik say sistemində olan kodlarla yerinə yetirilir. Eyni zamanda mikroprosessor idarəetmə magistralı ilə idarəedici siqnalları formalaşdırır və idarəetmə qurğusunu informasiya mübadiləsi rejiminə keçirir. Ünvanın kodu və idarəedici siqnal formalaşandan sonra verilənlər magistralı vasitəsi ilə informasiya ötürülmüş olur. Bu prosessorlarda hesab məntiq qurgusu (HMQ) iştirak edir. Carı əmrin yerinə

yetirilməsi üçün idarəetmə qurğusu növbəti əmrin ünvan kodunu kodlaşdırır və onun yaddaş bloğunun sayılmasını təmin edir. Mikroprosessorun çıxışlarının sayı 40-a bərabərdir. Onlardan 16 ədədi ünvan şinin çıxışlarıdır. Bundan başqa mikroprosessorun takt tezliyi 2 meqahersdir. Əmrlərin yerinə yetirilməsi vaxtı 0,6 mikrosaniyə təşkil edir. Mikroprosessorun daxili arxitekturası aşağıda göstərilib.



Mikroprosessorun daxili struktur sxemindən göründüyü kimi onun quruluşu əsasən registrlərdən təşkil olunmuşdur:

HMQ – hesab məntiq qurğu, İQ – idarəetmə qurğu, VB – verilənlər buferi, A – akumlyator registri, ÜB1 və ÜB2 – ünvan bufer registrləridir, OK – onluq korreksiya sxemidir, ƏR - əmr registri, Ə.Deş - əmr deşifratoru, MK - multi plekskanal.

Hesab məntiq qurğusu və idarəetmə qurğusu əsas elementlərdən sayılır. Mikroprosessorunda daxili registrlərin funksiyası müxtəlif olur. Belə ki akumlyator registronun vəzifəsi verilənlərin müvəqqəti yadda saxlanması ilə lazım gəldikdə onların digərlərinə ötürülməsini təmin etməlidir. Bufer registrləri daxili verilənlər şinindən informasiyanın hesab məntiq qurğusuna ötürmək üçün istifadə olunur. Bundan başqa əlamət registri vardır ki, bunun da vəzifəsi hesab məntiq qurğusunda yerinə yetirilən əməliyyatlardan sonra alınan nəticələrin əlamətlərini əks etsin. Belə ki, əlamət registrində əsasən beş cür əlamət formalaşır:

1. Əgər hesablamaların nəticələri “0” –a bərabər olarsa, belə əlamət sıfır əlaməti adlanır və “z” ilə göstərilir.
2. Əgər hesablamaların nəticələri “+” və ya “-” olarsa, onda bu əlamət işarə əlaməti adlanır və siqn-s ilə göstərilir.
3. Əgər hər hansı bir böyük bayta keçirsə bu əlamət “keçid” əlaməti adlanır və carry – c ilə işarə olunur.

4. Əgər 3-cü bayıtdan akumulyator registirə keçid varsa, onda o “Akumulyatordan keçid” adlanır və AC – ilə işarə olunur.
5. Əgər nəticələr tək və ya cüt olarsa , onda bu təklik əlaməti adlanır və Paritet – p ilə göstərilir .

Mikroprosessorda əsasən əmrlərin ünvanlanma üsulları 4 qrupa bölünür:

Bilavasitə ünvanlama üsulu ; Registrlər arasındakı ünvanlama üsulu; Dolayı yolla ünvanlama üsulu ; Birbaşa ünvanlama üsulu

Hər hansı bir əmrin yerinə yetirilməsinə sərf olunan vaxt bir takt təşkil edir. Çox baytlı əmrlərdə bir neçə taktdan ibarət olan zaman müddəti 1 tskil təşkil edir.

Mikroprosessorun əsas qurğularından biri hesab məntiq qurğusudur ki, o da hesablama prosesini yerinə yetirir və onun daxili sxemi çox mürəkkəb olur. Hesab məntiq qurğusu və digər qurğular ilə əlaqəli olan onluq korreksiya sxemidir ki, bu sxem vasitəsi ilə də hesab əməliyyatları aparılarkən onluq korreksiya yaratmaq lazım gəlir. Mikroprosessorun daxili strukturundan proqram saygacı da əsas rol oynayır. Bu sayğaca daxil olan informasiya onda olan verilənləri hər dəfə bir vahid artırılmış olur və həmin informasiya əmrin yerinə yetirilməsi prosesini əks etdirir.

Mikroprosessorda daxiletmə və xaricetmə prosesinin təşkili

Mikroprosessor sistemlərində verilənlərin MEHM-lə xarici qurğularla arasında mübadiləsini təşkil etmək üçün daxiletmə və xaricetmə qurğularından istifadə olunur. Daxiletmə və xaricetmə prosesini təşkil etmək üçün proqramlı və aparat vasitələrindən istifadə olunur və burada əsasən üç rejim vardır:

1. proqrama daxil etmə və xaris etmə rejimi
2. kəsilməyə görə daxil etmə, xaric etmə rejimi

3. yaddaşa düzünə və ya bilavasitə mübadilə rejimi

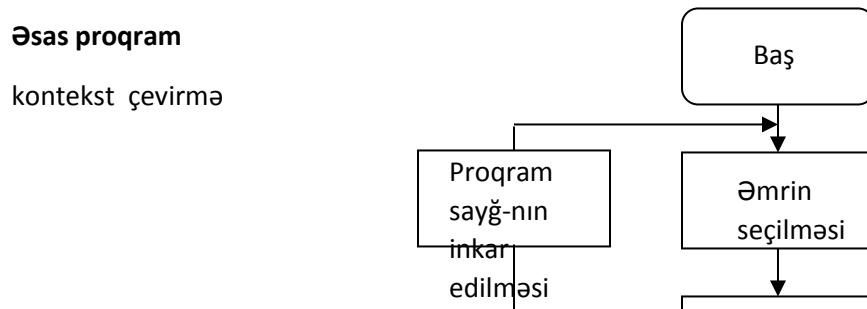
Göstərilən birinci iki rejimdə daxil etmə və xaric etmənin idarə olunması prosessor tərəfindən yerinə yetirilir, burada xarici qurğu nisbətən az rol oynayır və özünün vəziyyəti haqqında signal göndərir. İkinci rejimdə prosessor ikinci plana keçir və xarici qurğu xüsusi kəsilmə signalı generasiya edir. Bu signal qeyd olunur və prosessor alt proqrama keçməklə həmişə xidmətə başlayır.

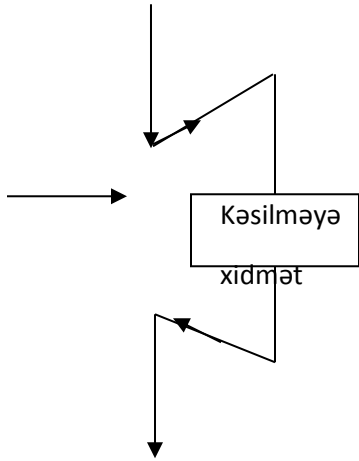
Üçüncü rejimdə isə prosessorun informasiyanı emal etmə qabiliyyəti aşağı düşdüyü üçün onun işi dayandırılır. Kəsilmə rejimində daxil etmə və xaric etmənin təşkili üçün hər bir xarici qurğu prosessoru özünün İNT – signallarını göndərir. Bu zaman kəsilmənin sorğusu başlayır və bu sorğu ilə prosessor yubanmadan cavab verir. Həmin signal İNT-lə göndərilir. Həmin signalın qiyməti vahidə bərabər olan halda kəsilmə baş verir və xarici qurğularda prioriteti yüksək olana xidmət başlayır. Proqram və aparat vasitəsi ilə eyni zamanda vektor kəsilmə üsulu ilə xarici qurğulardan informasiya mikroprosessoru daxil olur və ondan xaric olur. Kəsilməyə sorğu zamanı yaranan prosesə polinq deyilir. Şəkil 1-də ümumi halda kəsilməyə verilən reaksiya öz əksini tapmışdır. Şəkil 2-də kəsilmənin qəbul olunması alqoritmi göstərilib. Şəkil 3-də isə kəsilmənin daxili kəsilmə sxemi göstərilib.

Kəsilmə alqoritmindən göründüyü kimi prosessor özünün İNT xətti ilə kəsilməyə reaksiya göstərir və bu zaman daxili trigger kəsilməyə icazə signalını formalaşdırır. Əgər həmin signal “0”-dirsə, onda kəsilməyə icazə verilmir və bu zaman prosessor öz növbəsində İNT=1 signalına reaksiya göstərir. Kəsilmənin qəbul olunmasından sonra RS triggeri İFF triggeri “0” vəziyyətə gətirir və bu da proqram sayğacında inkrementə imkan verir və bu zaman İNTE signalı olan trigger

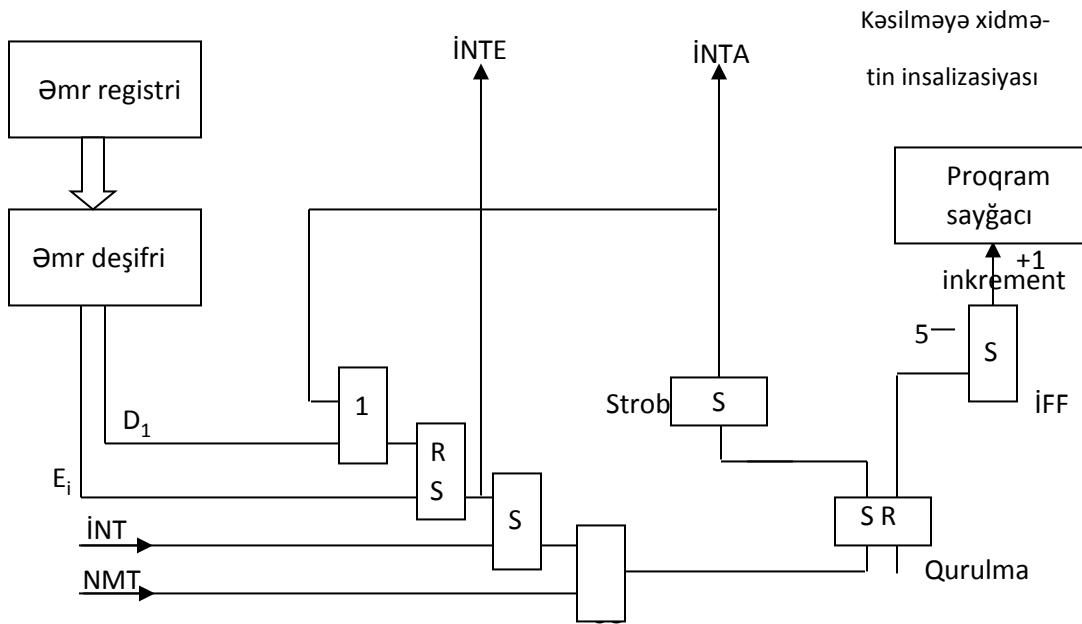
sıfır vəziyyətinə gətirilir və yalnız Eİ əmri ilə kəsilməyə icazə olur. Hətəda İNT girişində vahid siqnal olsa belə maskalanmamış girişdə prosessor kəsilməyə imkan verilib verilməməsinin sorğusunu aparır. Əgər NM1 siqnalına qədər prosessor cari əmri yerinə yetirib qurtarırsa. Bu zaman siqnal şinində şəbəkə gərginliyinin azalması ilə müəyyən kritik səviyyəyə görə düşə bilər, və bu zaman prosessorlar bir neçə əmr yerinə yetirə bilər. Kəsilmənin bir növüdə proqram polinqidir. Bu proqram vasitəsi ilə hər hansı bir xarici qurğu ilə sorğu apararkən həmin qurğunun prioriteti yoxlanılır. Bir neçə qurğunun prioriteti yoxlanılır və bunların bayraq registrləri yoxlanılaraq onlara kəsilmə haqqında siqnal göndərilir. Kəsilməyə qarşı hər hansı bir reaksiya olarsa prosessor alt proqramı yerinə yetirməyə keçir və o tsikl olunmuş yaddaş oblastından məlum başlanğıc ünvanə qayıdır. Proqram polinqinin konkret olaraq yerinə yetirilməsi prosessorun əmrlər sistemindən asılıdır. Məsələn polinqin sürətlə yerinə yetirilməsi üçün bütün xarici qurğular xüsusi registrə qoşulur. Göstərilən proqram polinqinin çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, bu üsulda bütün xarici qurğuların vəziyyətləri proqramla yoxlanılır, və hər bir yoxlama zamanı ardıcıl olaraq əmrlərdən istifadə edilir ki, prosessor bu əmrləri yerinə yetirir. Xarici qurğuların sayı çox olduqda əmrlərin sayı da artmış olur ki, bu da əlavə vaxt sərfinə səbəb olur.

Şəkil 4-də proqram polinqinin alqoritmi göstərilmişdir ki, bunada əsasən proqramdan alt proqrama keçdikdə hər bir xarici qurğunun kəsilməyə qarşı hazırlığı yoxlanılır. Əgər həmin qurğunun çıxışında vahid siqnal yaranırsa ona xidmət edilir. Əgər göstərilən qurğu kəsilməyə hazır deyilsə onda qurğu növbə ilə hazırlığı proqramla yoxlanılır.





Şəkil 1.



Şəkil 3.

Ədəbiyyat

1. Q.R.Rüstəmov. Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsi. Bakı-2002
2. Abdullayev Ə.Ə. Avtomatik tənzimləmə. Dərs vəsaiti; 2-ci nəşri. – Bakı: Maarif, 1972. – 472c.
3. Əliyev R.Ə. Avtomatik idarəetmə. Ali məktəb üçün dərslik. – Bakı: Maarif, 1992. – 622c.
4. Əfəndizadə A.Ə. Avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsi. Dərs vəsaiti. – Bakı: Maarif, 1981. – 350c.
5. İbrahimov İ.Ə., Xasməmmədov F.İ., Kərimov C.K, Abas oğlu X. Avtomatik tənzimləmə nəzəriyyəsinin əsasları və istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması. Dərs vəsaiti. Bakı: Maarif, 1987. – 386c.
6. Avtomatizatsiya nastroyki sistem upravleniya / Pod red. V.Ə. Rotaça. – M.: Gnerqoatamizdat, 1984. – 272c.
7. Spravoçnik po teorii avtomatiçeskoqo upravleniya / Pod red. A.A. Krasovskoqo. – M.: Nauka, 1987. – 712c.