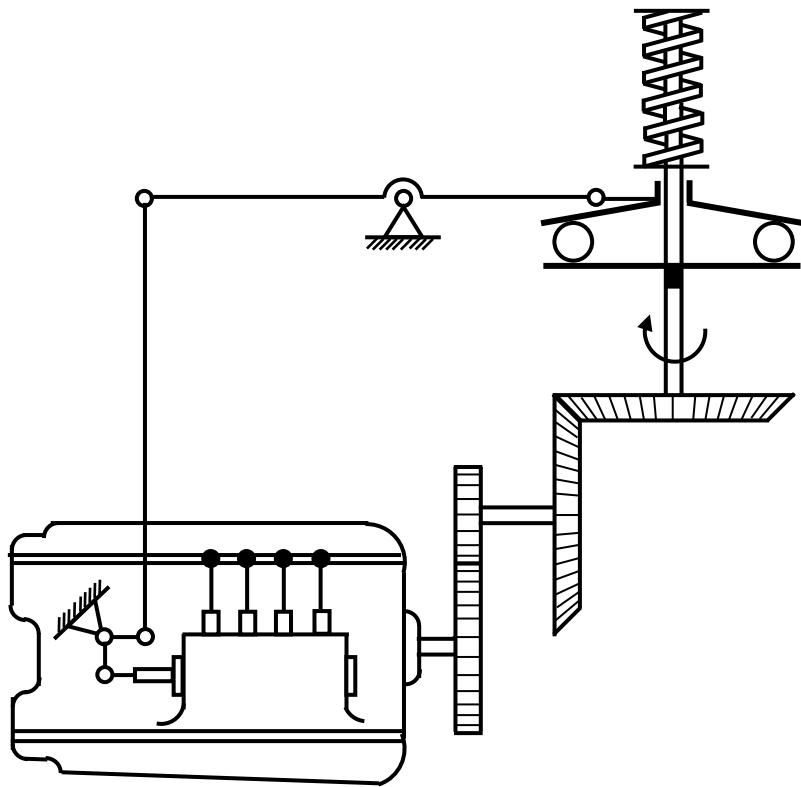


İ.M. ƏLİYEV, Q.İ. ABBASOV

**KƏND TƏSƏRRÜFATI
TEXNİKASININ AVTOMATLAŞDIRILMA
VASİTƏLƏRİ**



GƏNCƏ – 2006

Azərbaycan Kənd Təsərrüfatı Akademiyası Elmi Şurasının 30 yanvar 2006-ci il tarixli (05 sayılı protokol) iclasının qərarı ilə nəşr edilməsi məsləhət görülmüşdür.

Rəy verən: AKTA, elektrotexnika, elektrik təchizatı və istilik texnikası kafedrasının dosenti, t.e.n Bağırov Həriman Mahmudali oğlu

Nəşiryyat redaktoru: Ş.N.Qənbərova

Əliyev İ. M., Abbasov Q.İ. (texnika elmləri namizədləri). Kənd təsərrüfatı texnikasının avtomatlaşdırılma vasitələri. Laboratoriya işlərinə metodiki göstərişlər. – Gəncə.

© AKTA nəşriyyatı, 2006. – 92 s.

Avtomatikanın texniki vasitələrinin konstruksiyası, xarakteristikaları və iş prinsiplərinin öyrənilməsi və tədqiq edilməsi üzrə tərtib edilmiş laboratoriya işlərinin aparılması üzrə metodiki göstərişlər, avtomatikanın elementlərinin quruluşu və iş prinsipi, prinsipial sxemlərin laboratoriyaya şəraitində yığılması, habelə təcrübədən alınan qiymətlərin götürülməsi, xarakteristikaların qurulması və işlər üzrə hesabatın tərtib edilməsi şərh olunmuşdur. Həmçinin avtomatlaşdırma obyektinin və avtomatik idarə etmə sisteminin öyrənilməsi və tədqiqi verilmişdir.

Laboratoriya işlərinə metodik göstəriş “Aqrar istehsalın mexanikləşdirilməsi” ixtisası üzrə təhsil alan bakalavr tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Ön söz

Laboratoriya məşğələsi “Kənd təsərrüfatı texnikasının avtomatlaşdırılma vasitələri” kursunun tərkib hissəsini təşkil edir. Onların aparılmasında məqsəd cihazlar və avtomatlaşdırma vasitələrini özündə birləşdirən laboratoriya işləri üzrə nəzəri biliklərin genişləndirilməsi, dərinləşdirilməsi və istismar zamanı sazlanması sahəsində təcrübi vərdişlər əldə etməkdir.

Tələbə laboratoriya işlərini yerinə yetirərkən nəzarət və tənzimləmə sistemlərində tətbiq olunan cihazların əsas növləri və konstruksiyaları, avtomatik sxemləri, cihazların və elementlərin yoxlanması və sınaqması sxemləri və standart metodlarla qeyri-elektrik kəmiyyətlərin elektrik metodları ilə ölçülməsi, ölçü sxemlərinin oxunması və yığılması vərdişlərinə yiyələnməlidir. Habelə avtomatik sistemlərin sazlanması ilə tanış olmalı, aparılmış iş haqqında hesabatın düzgün tərtib edilməsini öyrənməlidir.

GİRİŞ

Aqrar təsərrüfatın avtomatlaşdırılması texniki tərəqqinin əsas istiqamətlərindəndir.

AKTA-da aqrar istehsalın mexanikləşdirilməsi ixtisası üzrə bakalavr pilləsi üçün nəzərdə tutulan “Kənd təsərrüfatı texnikasının avtomatlaşdırılma vasitələri” fənninin öyrənilməsində laboratoriya məşğələlərinin mühüm əhəmiyyəti vardır. Tələbələr “Kənd təsərrüfatı texnikasının avtomatlaşdırılma vasitələri” fənninin tədrisində istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılmasının nəzəri prinsipləri ilə tanış olurlar. Fənnin əsas tərkib hissələrindən biri laboratoriya məşğələləridir.

Qayda üzrə aqrar mühəndislik fakültəsində avtomatika laboratoriyası, tədris olunan “Kənd təsərrüfatı texnikasının avtomatlaşdırılma vasitələri” fənninin həcmi, elektrik nəzarət-ölcü cihazları, qurğuları və aparatlarının olması ilə formalaşır.

“Kənd təsərrüfatı texnikasının avtomatlaşdırılma vasitələri” fənni üzrə laboratoriya praktikumu iki hissədən ibarətdir.

Birinci hissədə avtomatikanın nəzarət-ölcü cihazları və vericilərinin (çeviricilərinin) öyrənilməsi və tədqiq edilməsi üzrə tərtib olunmuş laboratoriya işlərinin aparılma metodikası, avtomatikanın elementlərinin quruluşu və iş prinsipi, prinsipial sxemlərin təcrübi olaraq laboratoriya şəraitində yığılması, işə salınması, habelə parametrlərin qiymətlərinin götürülməsi, xarakteristikaların qurulması və iş üzrə hesabatın tərtib edilməsi verilmişdir. Həmin işlərin aparılmasında məqsəd texnoloji parametrlərin ölçülməsi (nəzarət edilməsi), avtomatikanın elementlərinin və texniki vasitələrinin yoxlanması və sazlanması məsələlərini mənimsəməkdir.

İkinci hissədə avtomatik tənzimləmə və idarəetmə üzrə laboratoriya işlərinin yerinə yetirilməsinə rəhbərlik nəzər-

də tutulmuşdur. Bu işlərin aparılmasında məqsəd avtomatlaşdırma obyektlərinin təcrübi metodlarla dinamik xarakteristikalarının çıxarılması, kənd təsərrüfatı təyinatlı səciyyəvi tənzimləyicilərin quruluşu və sazlanma metodları və müxtəlif növ avtomatik tənzimləmə sistemlərinin xüsusiyyətləri ilə tanış olmaqdır.

Laboratoriya praktikumunun ayrı-ayrı işlərindən kənd təsərrüfatı maşınqayırması, elektricləşdirmə və avtomatlaşdırma ixtisaslarının tələbələri də istifadə edə bilərlər.

Laboratoriya işlərinin təşkili və aparılmasına dair metodiki göstərişlər

1. Laboratoriya işləri mühazirəyə uyğun olaraq aparılmalıdır.

2. İşə başlamazdan öncə bütün qrup bir neçə briqadaya bölünməli və hər briqada (2...3 nəfər tələbədən ibarət) bir laboratoriya işi yerinə yetirməlidir.

Bir işi qurtardıqdan sonra ikinci işə başlamaq və bu qayda üzrə bütün işlər icra edilməlidir. Laboratoriya işlərinin bu cür təşkili az miqdarda cihazlarla bütün işləri görməyə imkan verir.

3. Laboratoriya işlərini yaxşı mənimsəmək üçün tələbə əvvəlcədən işə aid müəyyən metodiki ədəbiyyatla (hər bir laboratoriya işində yazılmış məlumatla) tanış olmalıdır.

4. Fənnin həcmindən asılı olaraq hər bəhsə aid görülməli laboratoriya işlərini müəllim təyin etməlidir.

5. Laboratoriyanın imkanlarına uyğun olaraq, bir cihazı başqa cihazla əvəz etməyə və ya işin məzmununu pozmaq şərti, onu bir qədər sadələşdirməyə rəhbər müəllimin ixtiyarı vardır.

6. Hər briqadanın bir iş görməsindən asılı olmayaraq, briqadanın bütün üzvləri həmin işə müstəqil hazırlaşmalı və müstəqil də hesabat yazmalıdır.

7. Müəllim hər tələbənin hazırlığını əvvəlcədən yoxlayıb sonra onu işə buraxmalıdır.

8. Bir nəfər müəllim ancaq 12...15 nəfər tələbəyə rəhbərlik edə bilər.

9. Laboratoriya işinin sxemini tələbələr müstəqil yığmalıdırlar. Müəllim və laborant sxemin yığılmasına ancaq rəhbərlik etməlidir.

10. Hər görülmüş işin hesabatı ondan sonrakı işin əvvəlində müəllimə təhvil verilməlidir. Müəllim işin keyfiyyətindən və tələbənin işdə necə iştirak etməsindən asılı olaraq, ona qiymət verir. Əgər tələbə proqramda nəzərdə tutulmuş

işləri vaxtında və yüksək keyfiyyətlə işləyib təhvil verərsə, onda o, ayın sonunda həmçinin yekunda (smestrin və ya ilin axırında) yüksək bal ilə qiymətləndirilir.

11. Tələbələr ölçmələrin nəticələrinin hesabatı zamanı kəmiyyətlərin ölçü vahidlərinin Beynəlxalq Vahidlər Sisteminə uyğun aparılmasına riayət etməlidirlər (əlavə 1).

Təhlükəsizlik texnikasına aid lazımi göstərişlər

İşə başlamazdan öncə müəllim tələbələrə, elektrik cərəyanının insan orqanizminə nə kimi təsir göstərməsi haqda söhbət aparmalıdır. Xüsusilə qeyd etməlidir ki, 0,025 A ilə 0,03 A arasında elektrik cərəyanı insan bədənində müxtəlif şəkildə zədələr əmələ gətirir. Əgər elektrik cərəyanı 0,03 A ilə 0,1 A arasında olarsa, o zaman insan huşunu itirər, bəzən bu hal ölümlə də nəticələnə bilər. Ümumiyyətlə, elektrik cərəyanının təsiri insanın fiziki və ruhi əlamətlərindən asılıdır. Məsələn, yorğun, əsəbi, sərxoş və bədbin adamlara elektrik cərəyanı daha çox təsir edir.

Aşağıda göstərilənlər laboratoriyada daha tez nəzərə çarpan yerdən asılmalıdır:

1. Laboratoriyada iş aparan hər bir tələbə elektrik cərəyanı ilə işləyən zaman təhlükəsizlik texnikası qaydalarını bilməli və onlara düzgün əməl etməlidir.

2. İşə başlamazdan əvvəl cərəyan mənbəyinin gərginliyinin və elektrik sxeminin hansı gərginliyə birləşdirilməsini dəqiq müəyyən etməlidir.

3. Sxemi yığan zaman, öncə cərəyan dövrəsi, daha sonra isə gərginlik dövrəsi yığılmalıdır. İstifadə olunan naqillər çox qısa olmamalı və dartılmamalıdır.

4. Sxemi gərginlik mənbəyinə yalnız müəllimin icazəsi ilə qoşmaq olar. Gərginlik altında olan sxemdə heç vaxt dəyişiklik aparmaq olmaz. Bunun üçün əvvəlcə avtomat açarı gərginlik mənbəyindən açmaq lazımdır.

5. Sxemi gərginlik altında saxlayıb tənəffüs etmək qadağandır. Laboratoriya işi mümkün qədər fasiləsiz aparılmalıdır.

6. Çılpaq (izolyasiyasız) sıxaqlara toxunulmamalı, elektrik cihazlarının dəyişdirilməsi tələb olunan hallarda avtomat elektrik dövrəsindən açılmalıdır.

7. Laboratoriya işinin yerinə yetirilməsi başa çatdıqdan sonra avtomat dövrədən açılmalı, elektrik sxemi sökülməli, bütün naqillər və elektrik cihazları əvəlcədən nəzərdə tutulmuş yerlərinə qoyulmalıdır.

1 saylı laboratoriya işi.

Temperatur vericilərinin öyrənilməsi və tədqiqi

İşin məqsədi. Temperatur vericilərinin iş prinsipinin öyrənilməsi və yarımkeçirici termorezistorların xarakteristikalarının tədqiqi.

Ümumi məlumat. Təcrübədə temperatur vericiləri kimi adətən özlərinin fiziki xassələrini temperaturdan asılı olaraq çox mühüm dərəcədə və başqa halların, məsələn, nəmliyin, atmosfer təzyiqinin, mühit (hava) tərkibinin və s. təsirinə isə azacıq düçar olan ilk çeviricilərdən istifadə olunur.

Temperatur vericilərində daha böyük xətti, yaxud temperatur genişlənmə əmsalına, müqavimətin temperatur əmsalına, termo e.h.q.-nə, radiasion şualanmanın intensivliyinin dəyişməsinə, təzyiqin dəyişməsinə, müxtəlif maddələrin sıxlığının və özlülüyünün temperaturdan asılılığına malik olan elementlər geniş tətbiq olunurlar.

Maye və qazların istidən genişlənmə prinsipi istifadə olunan vericilərə maye həcmli və kontakt termometrləri, həmçinin manometrik termovericilər aiddir.

Maye temperatur vericiləri. Maye temperatur vericiləri (şək.1.1) $\Delta\theta$ temperatur dəyişməsinə kapilyarda maye sütununun Δh hündürlüyünün dəyişməsinə çevirir:

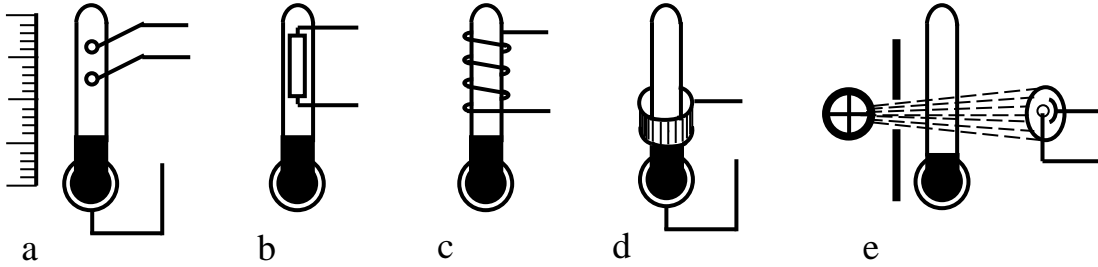
$$\Delta h = \frac{\Delta V}{S_k}, \quad (1.1)$$

burada $\Delta V = V(\beta - 3\alpha)\Delta\theta$ - maye həcmnin dəyişməsi; S_k - kapilyarın en kəsiyi; β - mayenin xətti genişlənməsinin temperatur əmsalı; V - mayenin başlanğıc həcmi; α - ampulanın materialının və kapilyarın xətti genişlənməsinin temperatur əmsalı.

Maye sütununun hündürlüyü kontaktların vəziyyətinə (şək.1.1,a), omik (şək.1.1,b), induktiv (şək.1.1,c), tutum

(şək.1.1,d) müqavimətlərinin, yaxud işıq selinin intensivliyinin (şək.1.1,e) dəyişməsinə təsir edir.

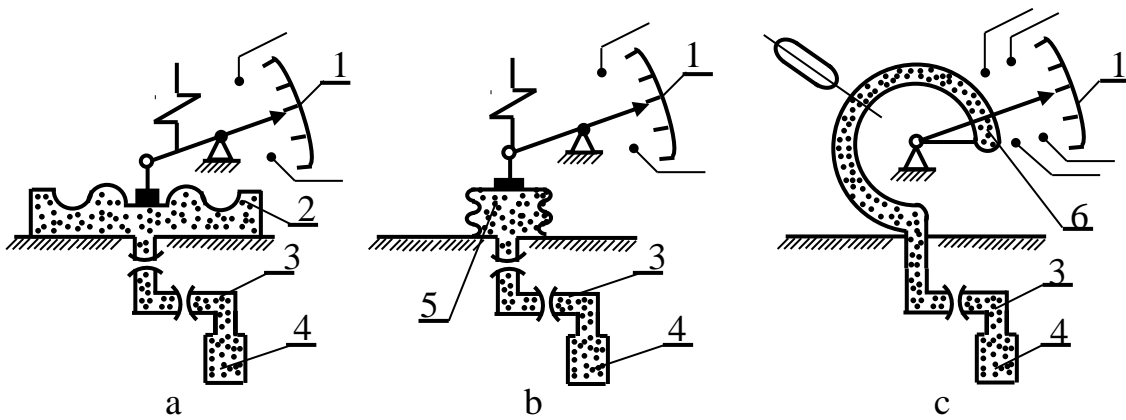
Maye temperatur vericiləri quruluşca sadədir, amma uzun ömürlü deyil və titrəmə şəraitində lazımi dəqiqliyi təmin etmir.



Şək. 1.1. Maye temperatur vericiləri

Manometr temperatur vericiləri. Manometr temperatur vericilərində temperatur xüsusi membran, silfon, yaxud yayşəkili boruların yerdəyişməsinə çevirilir.

Manometr temperatur vericiləri (şək.1.2) 4 istilik qəbul edicisindən, 3 birləşdirici kapilyar borusundan, 2 xüsusi membranından, 5 slifonundan, yaxud 6 yayşəkili borudan ibarət olan ölçü elementindən təşkil olunur. Ölçü orqanı ilə əlaqədə olan göstərici əqrəb temperaturun hüdud meyl-etmələrində kontaktları qapayaraq 1 temperatur şkalası üzrə hərəkət edir. Manometr termovericiləri nəzarət edilən

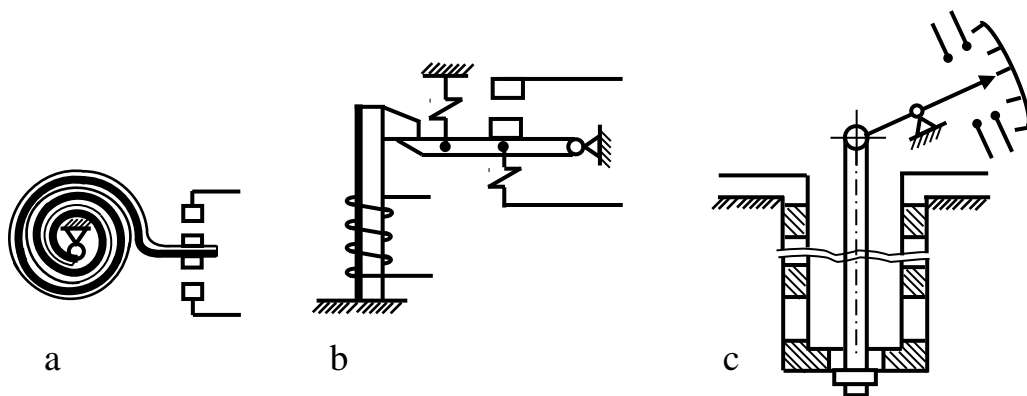


Şək. 1.2. Manometrik temperatur vericiləri:

a – membran; b – silfon; c – manometrik borulu yay

mühitin temperaturunu gözlə müşahidə etməyə imkan verir. Onların mühüm nöqsanı böyük ətalətə malik olmalarıdır. Maye vericiləri civə, aseton, efir, spirtlə doldurulur. Xətaları 1,25% olub, ölçmə həddi işçi mayenin donma və qaynama temperaturları ilə məhdudlanır.

Bimetal və dilatometr temperatur vericiləri. Bu vericilərin (şək.1.3) iş prinsipi bərk cisimlərin temperaturdan asılı olaraq öz xətti ölçülərini dəyişmək xassəsinə əsaslanır.



Şək.1.3. Bimetal və dilatometr temperatur vericiləri və temperatur releləri:

a – bimetal spiral rele; b – elektrik qızdırıcılı bimetal yay relesi;
c – dilatometrik termoverici

Şək.1.3,a-da həssas elementi bimetal spiral olan istilik relesi göstərilmişdir. Spiralın lövhələri qızma zamanı eyni dərəcədə uzanmır və ona görə də spiralın kiçik temperatur əmsallı metal tərəfə əyilməsi baş verir. Temperaturun müəyyən qiymətində kontaktlar qapanır. Bimetal istilik relesinin mühüm nöqsanı (şək.1.3,a) kontaktların yavaş və boş qapanması və açılmasıdır ki, bunun da nəticəsində kontaktlar yanır. Bu nöqsanı aradan qaldırmaq üçün bimetal lövhənin əyilməsindən, kontaktların açılmasına və qapanmasına təsir edən yayı azad etmək üçün istifadə edirlər (şək.1.3,b).

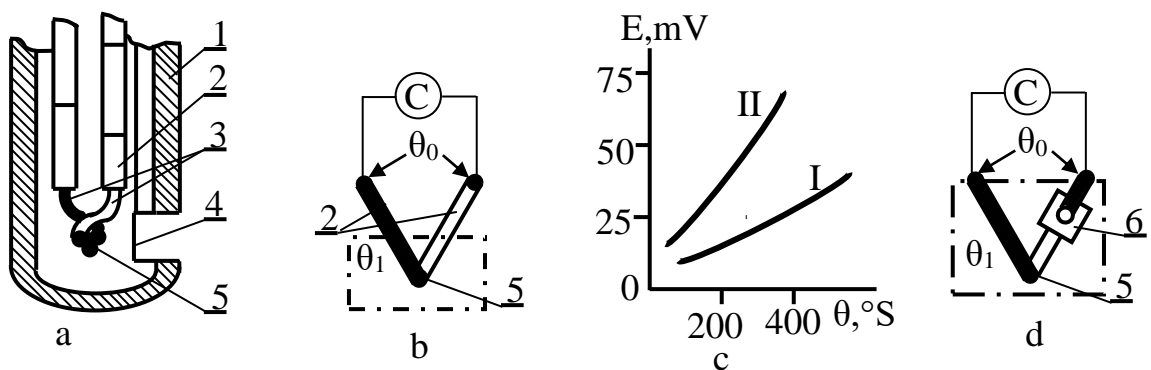
Dilatometr temperatur vericilərində kiçik temperatur genişlənmə əmsalına malik olan çubuq, istilik genişlənmə əmsalı böyük olan metaldan hazırlanmış borunun içərisində yerləşib bir ucu ilə möhkəm bərkidilir (şək.1.3,c).

Dilatometr (latınca dilato – genişlənirəm və metr), cisimlərin istilik genişlənməsini ölçən cihazdır. İstilik ətalətini azaltmaq üçün borunun divarlarında deşiklər açılır. Temperatur dəyişdikdə boru öz uzunluğunu dəyişir. Bunun da nəticəsində vericinin daxili çubuğunun yerdəyişməsi baş verir. Çubuğun sərbəst ucu göstərici əqrəbə birləşdirilir.

TP – 400 dilatometr vericisinin köməyiylə TƏH-lərin səth temperaturlarının hüdud qiymətlərinə nəzarət edilir.

Bimetal və dilatometr temperatur vericiləri avadanlığın işi zamanı əlçatmayan nöqtələrin temperaturuna nəzarət edilməsini təmin etmir. Bundan əlavə, böyük xətalara malikdir. Bu səbəblər üzündən həmin vericilər çox məhdud tətbiq olunur. Əsas etibarilə onları həddən artıq qızma zamanı mühərriklərin mühafizəsi üçün tətbiq edirlər.

İstilik elektrik termometrleri (termocütlər). Termocütlər (şək.1.4) $-100^{\circ}\text{S} \dots +2000^{\circ}\text{S}$ -yə qədər temperaturu məsafədən ölçmək və ona nəzarət etmək üçün istifadə olunur.



Şək.1.4. Termocütlər və onların xarakteristikaları:

a – konstruksiya ; b – qoşulma sxemi; c – xromel-kopel (I) və karbid-silisiyum-qrafit(II) termocütlərin xarakteristikaları; d – sürət termocütü; 1 – mühafizə gövdəsi; 2 – izolə edilmiş saxsı borular;

3 – naqillər; 4 – pəncərə; 5 – qaynar uc; 6 - ətalətli uc üçün termoizolə edilmiş giliz

Termocüt xüsusi olaraq seçilmiş iki naqıldən ibarətdir. Naqillərin bir ucları lehimlənir, yaxud qaynaq edilir, digər ucları isə cihaza qoşulur. Əgər lehimlənmiş uc qızdırılırsa, onda sərbəst uclarda termo e.h.q. əmələ gəlir. Bu e.h.q. qiyməti qızdırılan və sərbəst ucların temperaturları fərqinə mütənasib və həm də naqillərin materiallarından asılı olacaqdır. Material kimi platin, iridium, qızıl və onların ərintiləri, həmçinin polad, nikel, xromel, kopel, alümel, konstantan və onların ərintiləri istifadə olunur.

Termocütlər digər temperatur vericilərinə nisbətən mühüm üstünlüklərə malikdir. Onlar üçün istismar etibarlılığı, yüksək ölçmə dəqiqliyi, konstruksiyasının sadəliyi, ətalətinin kiçik olması, temperatura məsafədən nəzarət edilməsi və onun cihaz vasitəsilə yazılması xarakterdir.

Termocütlərin texniki verilənləri cədvəl 1.1-də göstərilmişdir.

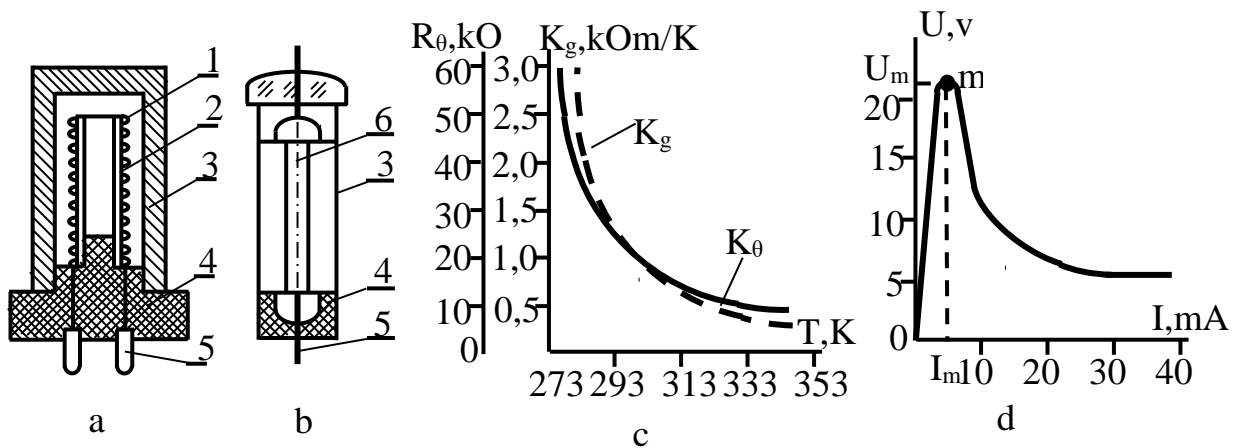
Cədvəl 1.1

Termocütlərin texniki verilənləri

Sıra sayı	Növ-ləri	Dərəcə-lənmə	Termo-elektrodla-rın mate-rialları	Ölçülən temperaturun diapazonu, °S	
				uzun müddətli tətbiqdə	qısa müddətli tətbiqdə
1	TIII	III – 1	platin – platinarodi	– 20 ... +1300	1600
2	TIP	IP –30/6	platinorodi	300 ... 1600	1800
3	TXA	XA	xromel – alümel	– 50 ... +1000	1300
4	TXK	XK	xromel – kopel	– 50 ... + 600	800
5	TBP	BP –1020	volfram	100 ... 1800	2300

Termorezistorlar. Termorezistorların iş prinsipi metalların və yarımkəçiricilərin müqavimətlərinin temperaturdan asılılığına əsaslanır. Termorezistorlar texnikada – 200...+700 °S həddində olan temperaturları ölçmək üçün tətbiq olunur. Onlar termocütlərin malik olduğu üstünlüklərlə yanaşı çıxışda böyük güc almağa imkan verir.

Termorezistorlar metal və yarımkəçirici termorezistorlara bölünür (şək.1.5).



Şək. 1.5. Termorezistorlar:

a – metalik müqavimət termometri; b – KMT-4 yaxud MMT-4 tipli yarımkəçirici termorezistor; c – nominal müqaviməti 30 kOm olan KMT-4 termorezistorunun temperatur xarakteristikası; d – termorezistorun volt-ampere xarakteristikası

Metal termorezistorların (şək.1.5,a) 1 naqili saf metallardan (mis, dəmir, nikel, platin) hazırlanır. O, 2 izolə edilmiş karkasa sarınır və 3 mühafizə örtüyü ilə qapanır. 5 çıxışları 4 izolə edilmiş qəlibə bərkidilir. Metal termorezistorlarda naqilin müqaviməti temperaturdan aşağıdakı kimi asılıdır:

$$R_{\theta} = R_0 [1 + \alpha(\theta - \theta_0)], \quad (1.2)$$

burada R_0 – naqilin θ_0 temperaturdakı müqaviməti, Om; R_{θ} – naqilin θ temperaturdakı müqaviməti, Om; α – müqavimətin

temperatur əmsalı olub metallar üçün $(3,7 \dots 6,5)10^{-3}$ -dir.

Metal rezistorun həssaslığı $K_v = \frac{dR_\theta}{d\theta} = R_0 \cdot \alpha$, Om/dəq.

Təcrübədə yarımkeçirici termorezistorlar (YTR) geniş yayılmışdır (şək.1.5, b). Həssas element 6 yarımkeçirici maddələrdən hazırlanır. YTR metal termorezistora nisbətən çox böyük həssaslığa, kiçik ölçülərə malikdir. Yarımkeçirici termorezistorların müqavimətinin temperaturdan asılılığı şək.1.5, c - də göstərilmişdir və aşağıdakı tənliklə təyin olunur:

$$R_\theta = R_\infty e^{\frac{B}{T}}, \quad (1.3)$$

burada T – temperatur, °K; $R_\infty - T \rightarrow \infty$ yaxınlaşdıqda termorezistorun müqaviməti; B – yarımkeçirici rezistorun termohəssaslığını xarakterizə edən sabit əmsaldır.

Yarımkeçirici rezistorun həssaslığı $K_v = \frac{dR_\theta}{d\theta} = \alpha R_\theta$,

Om/dər. $\alpha = \frac{B}{T^2}$, – kəmiyyəti termorezistorun temperatur

əmsalı adlanır. Bu əmsal yarımkeçirici rezistorlar üçün mənfi işarəli olub, temperaturdan asılıdır və metal rezistorlara nisbətən 10...15 dəfə böyükdür. Termorezistorların iki növü dəst şəkilində buraxılır: müqaviməti mənfi temperatur əmsallı və müqaviməti müsbət temperatur əmsallı. Birincilər termistor, ikincilər pozistor adlanır.

Termistorlar xüsusi əlavələr edilmiş mis–marqans, yaxud kadmium–marqans yarımkeçirici tozlardan hazırlanır.

1.2. və 1.3. cədvəllərində bilavasitə və dolaylı qızdırılan bəzi termistorların verilənləri göstərilmişdir.

Cədvəl 1.2

Bilavasitə qızdırılan bəzi termistorların verilənləri

Növ	R_T müqaviməti, kOm	Temperaturun işçi intervalı, °K	230 °K-də α_T temperatur əmsalı, %/°K	Səpələnmənin maksimal gücü, mVt	B sabit əmsalı, °K
MMT-1	1...200	203...393	2,4...3,4	400	2060...2920
MMT-4	1...200	203...393	2,4...3,4	400	2060...2920
KMT-1	20...1000	253...393	4,6...6,0	800	3860...5150
KMT-4	20...1000	253...393	4,6...6,0	900	3860...5150
MMT-8	0,01...1,0	233...333	2,4...3,4	—	2060...2920
TOC-M	5...6,5	453	3,7	50	3200
T-8p	53	—	1,7	10...15	1500

Cədvəl 1.3

Dolayı qızdırılan bəzi termorezistorların verilənləri

Növ	R_T müqaviməti, kOm	α_T temperatur əmsalı, %/°K	10 mA-də qızdırılan dolağın müqaviməti, Om	Qızdırıcıdan keçən cərəyan, mA	Səpələnmənin maksimal gücü, mVt
TKP-300	1...200	3,5	30	15	20
TKII-50	2,5...50	2,3	40	25	60
TKII-20	0,5...20	20	40	30	180

Pozistorlar tərkibində xüsusi olaraq seçilmiş aşqarlar olan titanit-bariumdan hazırlanır. Pozistorların müsbət temperatur əmsalı termistorlarından 3...4 dəfə böyük, onların zaman sabitləri isə 5...6 dəfə az olur. Bundan başqa onlar özünəməxsus temperatur xarakteristikalarına və varistor effektinə, yəni tətbiq olunmuş gərginlik artdıqda pozistorun müqavimətinin azalması xüsusiyyətinə ma-

likdir. Cədvəl 1.4-də volt–amper xarakteristikasının maksimum vəziyyətinə görə pozistorların orta qiymətə gətirilmiş verilənləri və $\dot{I} = \text{const}$ sahəsinə uyğun olan cərəyanın qiymətləri göstərilmişdir. Həmçinin cədvəldə volt–amper xarakteristikasının maksimum və $\dot{I} = \text{const}$ sahəsi arasındakı cərəyan düşgülərinin qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 1.4

Volt-amper xarakteristikasının maksimum vəziyyətinə görə pozistorların orta qiymətə gətirilmiş verilənləri

Pozistorun növü	Maksimum vəziyyət		$\dot{I} = \text{const}$, mA	Cərəyan üzrə düşkü, mA
	V, v	\dot{I} , mA		
CT6-1A	11	32	16	16
CT6-1B	12	20	12	8
CT6-3B	12,5	4	2,2	1,8

İşin məzmunu. 1. Termorezistorun quruluşu ilə tanış olmalı, onun markasını, pasport verilənlərini yazmalı və iş prinsipini öyrənməli. Verilmiş sxem üzrə (şək.1.6,a) dövrəni yığmalı.

2. Otaq temperaturunda (T_{ot}) və müəllim tərəfindən verilmiş (T_t) temperaturda yarımkeçirici termorezistorun volt–amper xarakteristikasını çıxarmalı.

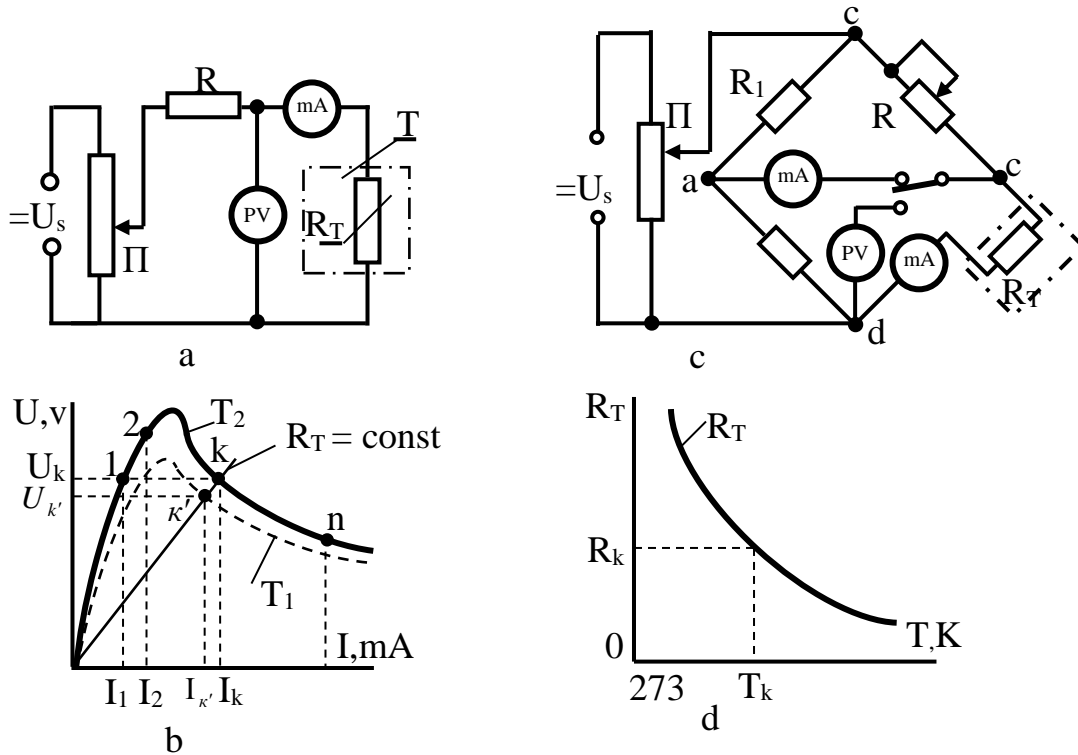
3. Yarımkeçirici termorezistorun $R_t = f(T)$ temperatur xarakteristikasını çıxarmalı, R_∞ , B sabit əmsalını və α_t müqavimətin temperatur əmsalını təyin etməli.

4. Körpünün ölçmə diaqonalına qoşulmuş millivoltmetrin göstərişlərinə görə yarımkeçirici termorezistorun köməyi ilə temperatur ölçən körpünü sazlamalı.

5. Termorelenin sxemini tərtib etməli və onun parametrlərini, işləmə və qayıtma temperaturunu təyin etməli.

6. Ətraf mühitin müxtəlif temperaturalarında məlum temperatur və volt–amper xarakteristikalarına görə yarım-

keçirici termorezistorun ümumi volt–amper xarakteristika-sının qurulma metodu ilə tanış olmalı.



Şəkl. 1.6. YTR-in sınaq sxemləri və xarakteristikaları:

a – volt–amper xarakteristikasını çıxarmaq üçün sxem; ; b – volt–amper xarakteristikası; c– temperatur xarakteristikasını çıxarmaq və körpünü dərəcələmək üçün sxem; d – temperatur xarakteristikası

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı.

1. Stenddə verilmiş termohəssas elementlərin iş prinsipi və konstruksiyası ilə tanış olmalı.

2. Termorezistorların volt–amper xarakteristikalarını otaq temperaturu T_{ot} və $T_1 > T_{ot}$ üçün çıxarmalı.

Termorezistordakı gərginlik potensiometr vasitəsilə tənzimlənir (şəkl.1.6, a). Yarımkeçirici termorezistorun volt–amper xarakteristikası (şəkl.1.6,b) başlanğıc sahədə düzxət-lidir (cərəyan kiçikdir və yarımkeçirici termorezistorun

qızması əhəmiyyətsizdir). Yarımkeçirici termorezistorun müqaviməti özünəməxsus adlanan temperaturda aşağı düşür, bunun nəticəsində cərəyan kəskin böyüyür. Bu xarakteristikaların aşağı enən hissəsini çıxarmaq üçün qidalanma gərginliyini azaltmaq lazımdır. Təcrübənin nəticələri sınaq protokoluna yazılır.

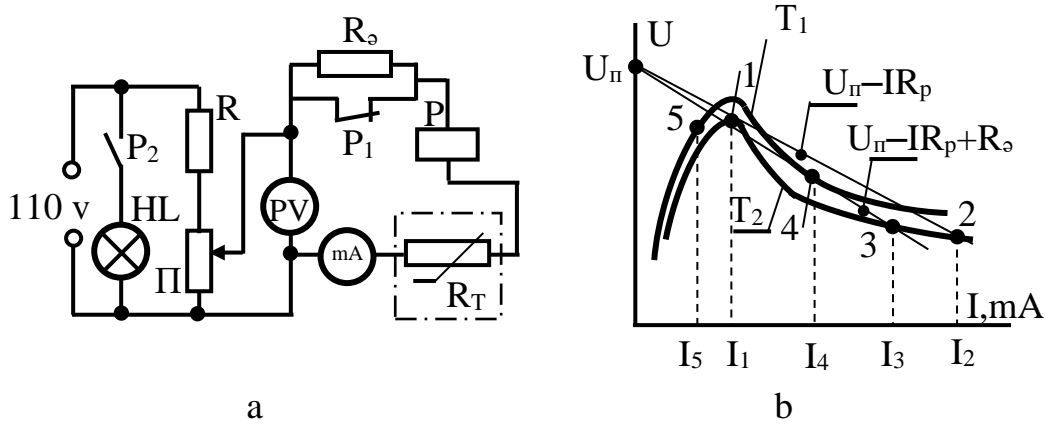
3. $R_t = f(T)$ temperatur xarakteristikasının təyininin elektrik sxeminin əsasını ölçü körpüsünün bir qoluna birləşmiş yarımkeçirici termorezistor təşkil edir (şək.1.6,d). Körpü sabit cərəyan gərginliyi ilə qidalanır. Gərginliyin qiyməti Π potensimetri vasitəsi ilə sabit saxlanılır (12 V-dan çox olmayaraq). Ölçməni aparmaq üçün (sabit cərəyan üçün) milliampmetr, voltmetr və millivoltmetrdən istifadə edilir.

Termorezistorlar temperaturu civə termometri ilə ölçülən termostat içərisində yerləşdirilir. Temperaturu tədricən dəyişməklə təcrübənin nəticələrini, civə termometrinin, voltmetrin və millivoltmetrin göstəricilərini sınaq protokoluna yazmalı. Bu göstəricilərlə yarımkeçirici termorezistorun müqaviməti təyin edilir.

$R_t = f(T)$ xarakteristikasını qurmaq üçün $T_{ot} = 293$ °K-dən $T \leq 373$ °K-dək (şək.1.6,b) intervalında 5...8 nöqtədə kifayətdir. Təcrübələrin nəticələrini termostatda 2...4 dəqiqə ərzində verilən temperatur bərpa olunana kimi qeyd etməli.

4. Körpünün sazlanması temperatur xarakteristikası ilə eyni vaxtda yerinə yetirilir. Körpünün dioqanalına qoşulmuş millivoltmetrin göstərişləri təcrübə protokoluna yazılır. Körpü sazlanan zaman K açarı millivoltmetrə vurulur, ölçmənin nəticələrinə əsasən $T = f(V)$ sazlanma xarakteristikası qurulur.

5. Şəkil 1.7,a-da göstərilmiş termorele sxemini yığmalı.



Şək.1.7. Yarımkəçirici termorezistor termorele sxemində (a) və relenin volt-ampere xarakteristikası (b)

Yarımkəçirici termorezistorun volt-ampere xarakteristikasını əhatə edən mühitin uyğun T_1 və T_2 temperaturu ($T_1 < T_2$) şəkil 1.6,c-də göstərilmişdir. Rele müqaviməti R_p və əlavə müqavimət R_3 elə seçilir ki, $U_\pi - IR_p$ və $U_\pi - I(R_p + R_3)$ düz xətləri yarımkəçirici termorezistorun gərginlik düşməsi şəkil 1.7,b-də göstəriləndiyi kimi volt-ampere xarakteristikasını kəssin. Temperatur T_2 -ə qədər artdıqda rele effekti əmələ gəlir, I_1 -dən I_2 -dək cərəyan sıçrayışı olur. Ona görə relenin işə düşmə cərəyanı I_2 -dən az götürüldükdə rele effekti axıra kimi davam etmir. Nə vaxt ki, cərəyan işə düşməyə qədər artır ($I_{i\delta}$) rele özünün P_1 kontaktı ilə R_3 müqavimətini qoşur və P_2 kontaktı ilə siqnal lampasını (HL) qapayır. Rele (P) yarımkəçirici termorezistorla və R_3 müqaviməti ilə ardıcıl birləşmiş olur, onun cərəyanı isə I_3 cərəyanına qədər enir ki, bu da relenin qayıtma cərəyanından bir neçə dəfə çox olur. Əgər temperatur düşməyə başlayırsa, rele cərəyanı T_1 temperaturda T_4 qiymətini alacaqdır. Bunun ardınca əks rele effekti əmələ gəlir, bu halda cərəyan I_5 qiymətinə qədər düşür.

Gərginliyi dəyişməklə (U_π) relenin işə düşmə və qayıtma temperaturunun qoyulmuş qiymətini tənzimləməklə qayıtma əmsalının maksimal qiymətini (0,97) almaq olur.

Relenin sınağı aşağıdakı kimi aparılır. Termorezistorun temperaturunu dəyişməklə, relenin işə düşmə və qayıtma ($\dot{I}_{i\dot{s}}$, \dot{I}_q) cərəyanları ölçülür.

Relenin gərginliyini, cərəyanını və müqavimətini bilərək termorezistorun işə düşmə və qayıtma müqavimətini hesablayırlar.

$$R_{t.i\dot{s}} = \frac{U}{\dot{I}_{i\dot{s}}} - R_p; \quad R_{t.q} = \frac{U}{\dot{I}_q} - (R_p + R_\Theta). \quad (1.4)$$

Temperatur xarakteristikasından relenin işə düşmə $T_{i\dot{s}}$ və qayıtma T_q temperaturu təyin edilir.

6. Ümumi volt–amper xarakteristikasının qurulmasında yarımkeçirici termorezistorun 2 nöqtə ilə verilmiş (293 °K və 373 °K) $R_t = f(T)$ temperatur xarakteristikası və temperaturun bir qiymətində məs: 293 °K volt–amper xarakteristikası məlumdur. Bu nöqtələrə əsasən temperaturun müxtəlif qiymətləri üçün əyrilərin volt–amper seriyasını qurmaq olar.

Yarımkeçirici termorezistorun volt–amper xarakteristikasının seriyası qrafoanalitik metodla aşağıdakı ardıcılıqla təyin edilir (şək.1.6,c və d).

a) $T_2 (T_{ot})$ temperaturunda məlum olan volt–amper xarakteristikasını 1, 2... K sıra parçalarına bölürlər.

b) Hər nöqtə üçün $R_k = \frac{U_k}{\dot{I}_k}$ müqavimətini hesablayırlar.

Sonra işə temperatur xarakteristikasında yarımkeçirici termorezistorun T_k temperaturu tapılır və aşağıdakı düstur vasitəsi ilə səpələnmə əmsalı tapılır.

$$B = \frac{\dot{I}_k^2 R_k}{T_k - T_{ot}}. \quad (1.5)$$

Səpələnmə əmsalının temperaturdan asılılığı $B = f(T_k - T_{ot})$ səpələnmə xarakteristikası adlanır.

c) Səpələnmə xarakteristikasını bilərək ətraf mühitin müxtəlif temperaturda volt–amper xarakteristikasını təyin etmək olar. Məs: $T_1 = T_{ot} + \Delta T$.

Bunun üçün R_k müqavimətin T_k temperaturu üçün yarımkeçirici termorezistorun temperatur xarakteristikasından $\Delta T_k = T_k - (T_{ot} + \Delta T)$ təyin edilir.

Sonra isə yeni xarakteristikanın cərəyan və gərginliyi aşağıdakı düstur ilə tapılır.

$$I'_k = \sqrt{\frac{b \cdot \Delta T_k}{R_k}} \quad \text{və} \quad U'_k = I'_k \cdot R_k. \quad (1.6)$$

K və K' nöqtələrində yarımkeçirici termorezistorun temperaturu və müqaviməti sabitdir. Sonra isə hesabat volt–amper xarakteristikasının başqa nöqtələri üçün təkrar edilir.

Nominal qiymətləri $R_n =$ kOm olan _____ tipli yarımkeçirici termorezistorun sınaq protokolu cədvəl 1.5-də verilmişdir.

Cədvəl 1.5

_____ tipli yarımkeçirici termorezistorun sınaq protokolu

Volt–amper xarakteristikası				Temperatur xarakteristikası			Körpünün sazlanması	
$T_o,$ °K	$U_n,$ V	$I,$ mA	$R_t,$ kOm	$T_o,$ °K	$I,$ mA	$R_t,$ kOm	$T_o,$ °K	$U,$ mV

Hesabatın məzmunu. Hesabatda yarımkeçirici termorezistorun xarakteristikası, laboratoriya avadanlığının sx-

mi, təcrübə protokolu, hesabat və çıxarılmış xarakteristikaların qrafikləri olmalıdır.

Yoxlama sualları

1. Yarımkeçirici termorezistorların tiplərini göstərməli.
2. Yarımkeçirici termorezistorun metallik termorezistora nəzərən üstün cəhətləri hansılardır?
3. Yarımkeçirici termorezistorlar avtomatika sxemlərində hansı məqsədlər üçün istifadə edilir?
4. Yarımkeçirici termorezistorlardan hazırlanmış termorelenin iş prinsipini aydınlaşdırın.
5. Yarımkeçirici termorezistorun əsas xarakteristikalarını göstərin.
6. Yarımkeçirici termorezistorun volt–amper xarakteristikasının qeyri-xətti olmasının səbəbini izah edin.
7. Yarımkeçirici termorezistorun ümumi volt–amper xarakteristikası onun temperatur və volt–amper xarakteristikasına görə necə qurulur?
8. Termorezistorlardan hazırlanmış vericilər mayelərin və dənəvər materialların səviyyəsinin ölçülməsində necə işləyir?
9. Yarımkeçirici və metallik termorezistorların müqavimət temperatur əmsallarının işarələri eynidirmi?

2 saylı laboratoriya işi.

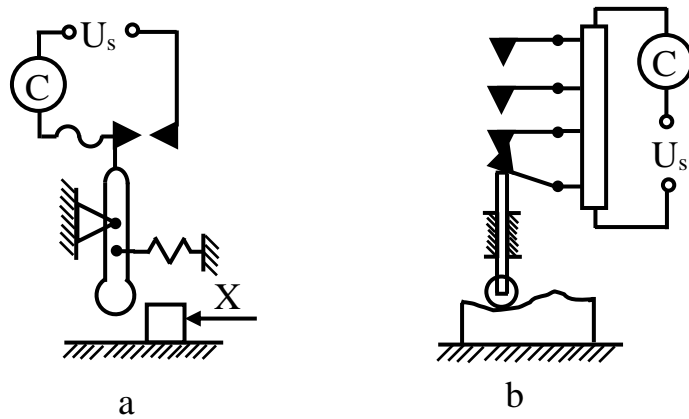
Omik (reostatlı) vericilərin öyrənilməsi və tədqiqi

İsin məqsədi. Omik (reostatlı) vericilərin quruluşunun, iş prinsipinin, dövrəyə qoşulma sxemlərinin və statik xarakteristikalarının öyrənilməsi və tədqiqi.

Ümumi məlumat. Xətti və bucağı yerdəyişmələrə nəzarət etmək, qüvvələri, momentləri və təcilləri ölçmək üçün

kontakt, potensiometr, kömür və tenzometr vericilərdən istifadə olunur.

Kontakt vericiləri (şək.2.1) mexaniki yerdəyişməni, yaxud qüvvəni kontaktlarını qapamaqla və ya açmaqla dəyişən yaxud sabit cərəyanın elektrik impulsuna çevirir. Kontakt vericilərinin köməyilə qüvvə, aralıq və hüdud yerdəyişmələri, konfigurasiya və s. ölçülür və onlara nəzarət edilir. Onlar bir və çox hüdudlu olur. Kontakt vericilərinin əsas nöqsanı fasiləsiz nəzarətin həyata keçirilməsinin mürəkkəbliyi və kontakt sisteminin məhdud xidmət müddətidir.

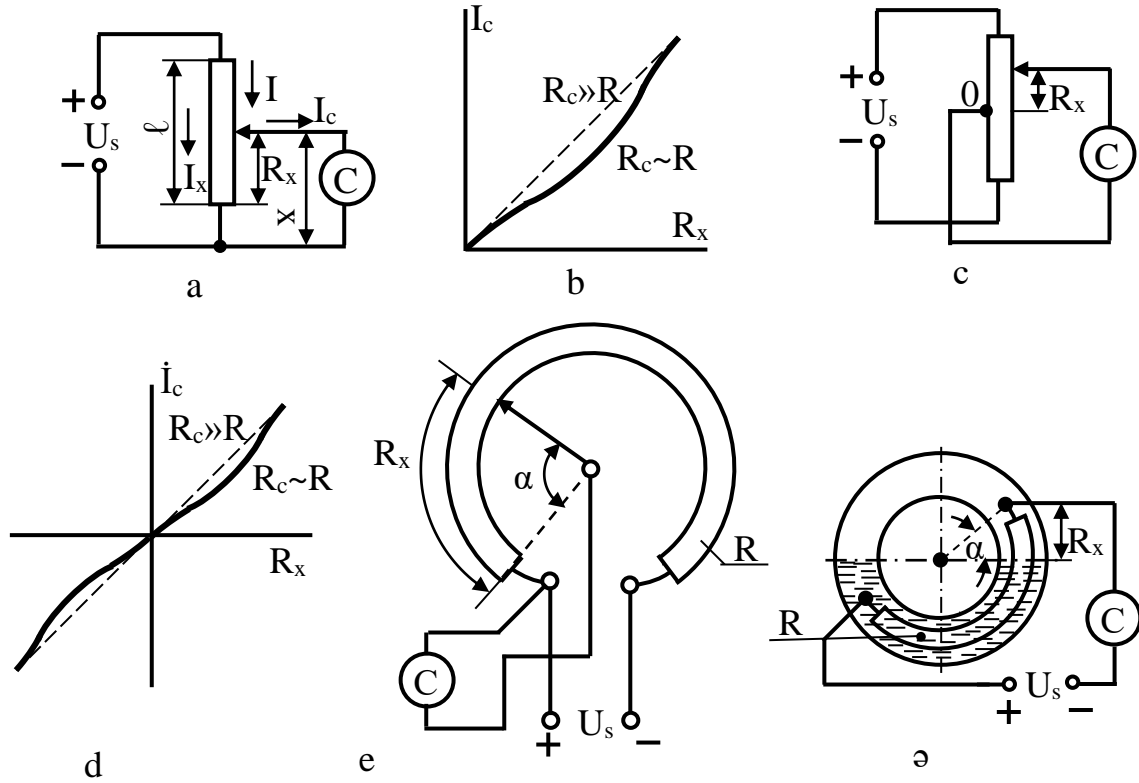


Şək. 2.1. Kontakt vericiləri: a – birhüdudlu; b – çoxhüdudlu

Potensiometr vericilərinin aktiv müqavimət reostatı potensiometr sxemi üzrə qoşulur. Ona görə də həmin vericilər potensiometr vericiləri adını almışdır. Onlar öz müqavimətini dəyişmək hesabına həssas elementin çıxış yerdəyişməsini sabit, yaxud dəyişən cərəyanə çevirir.

Potensiometr vericilərinin sxemləri şəkil 2.2 – də göstərilmişdir.

Potensiometr vericiləri xətti və bucaq yerdəyişmənin ölçülməsində, məsafədən idarə olunan izləyici intiqalda, hesablama-həllədiçi cihazlarda və maye səviyyəsinin ölçülməsində istifadə olunur.



Şək. 2.2. Potensiometr vericiləri:

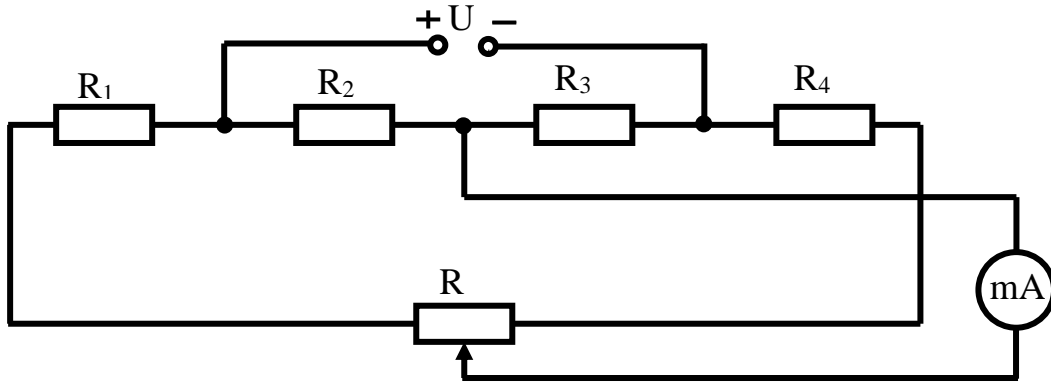
a – düz karkaslı; b – düz karkaslı vericinin xarakteristikası; c – orta nöqtəli; d – orta nöqtəli vericinin xarakteristikası; e – dairəvi karkaslı; e – dönmə bucağının pilləsiz vericisi

Bucağı yerdəyişmələrə nəzarət etmək üçün karkası dairə şəkilində olan vericilərdən istifadə edirlər. Gərginliyin dəyişməsinə aradan qaldırmaq üçün vericilər sabitləşdirici ilə qidalanır.

Potensiometr vericiləri konstruksiyasının sadəliyi ilə fərqlənir və onların gücləndiricilərə ehtiyacı yoxdur.

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı.

1. Xətti yerdəyişməli vericinin körpü qoşulma sxemini yığmalı (şək.2.3);
2. R_1 , R_2 , R_3 və R_4 müqavimətlərinin köməyiylə körpünü elə müvazinətləşdirməli ki, onun diaqonalına qoşulmuş milliampermetrin göstərişi sifirə bərabər olsun;



Şək. 2.3. Xətti yerdəyişməli vericinin körpü sxemi üzrə dövrəyə qoşulması

3. Reaxord vericisinin statik xarakteristikasını çıxarmalı. Təcrübədən alınan qiymətləri 2.1 sayılı cədvələ yazmalı;

Cədvəl 2.1

Reaxord vericisinin statik xarakteristikasını çıxarmaq üçün təcrübi qiymətlər

Sıra sayı	Ölçü cihazının göstərişləri						Statiki xəta, %
	1 təkrarlama		2 təkrarlama		3 təkrarlama		
	düzünə gediş	əksinə gediş	düzünə gediş	əksinə gediş	düzünə gediş	əksinə gediş	
1							
2							
3							

4. Aşağıdakı düstur üzrə vericinin statik xətasını təyin etməli:

$$m_{st} = \frac{\dot{I}_{düz} - \dot{I}_{əks}}{\dot{I}_{düz} + \dot{I}_{əks}} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

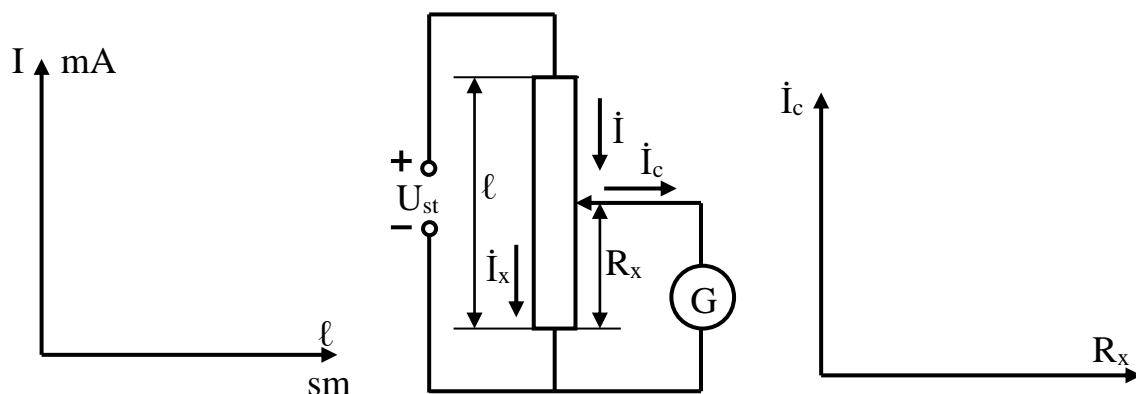
burada $\dot{I}_{düz}$ – düz gedişdə milliampermetrin göstərişi, mA ;
 $\dot{I}_{əks}$ – əks gedişdə milliampermetrin göstərişi, mA .

5. Reaxord vericisinin statik xarakteristikasının qrafikini qurmalı(şək.2.4);

6. Aşağıdakı düstur üzrə vericinin həssaslığını təyin etməli

$$S = \frac{\Delta I \left[\frac{mA}{sm} \right]}{\Delta \ell \left[\frac{sm}{sm} \right]}, \quad (2.2)$$

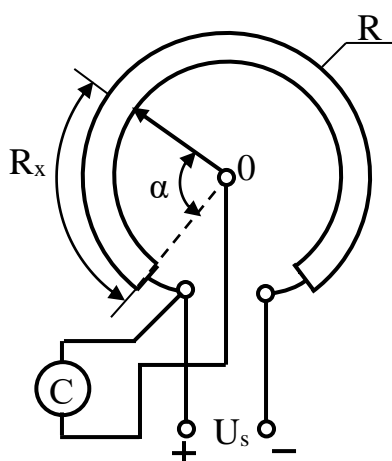
burada ΔI – milliampmetrin göstərisinin dəyişməsi, mA ;
 $\Delta \ell$ – vericinin sürüngəcinin yerdəyişməsidir, sm .



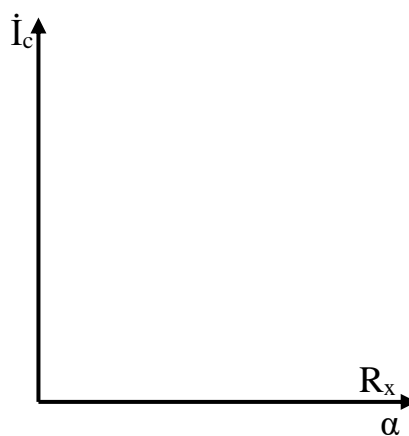
Şək. 2.4. Xətti yerdəyişməli reostat vericisinin statik xarakteristikası

Şək.2.5. Düz karkashlı reostat vericisi

Şək. 2.6. Düz karkashlı reostat vericisinin statik xarakteristikası



Şək. 2.7. Dairəvi karkashlı reostat vericisi



Şək. 2.8. Dairəvi karkashlı reostat vericisinin statik xarakteristikası

Düz və dairəvi karkashlı reostat vericilərinin statik xarakteristikalarını çıxarmaq üçün təcrübi qiymətlər cədvəl 2.2-də və 2.3-də göstərilmişdir.

Cədvəl 2.2

Düz karkashlı reostat vericisinin təcrübi qiymətləri

I_c									
R_x									

Cədvəl 2.3

Dairəvi karkashlı reostat vericisinin təcrübi qiymətləri

I_c									
α									
R_x									

Yoxlama sualları

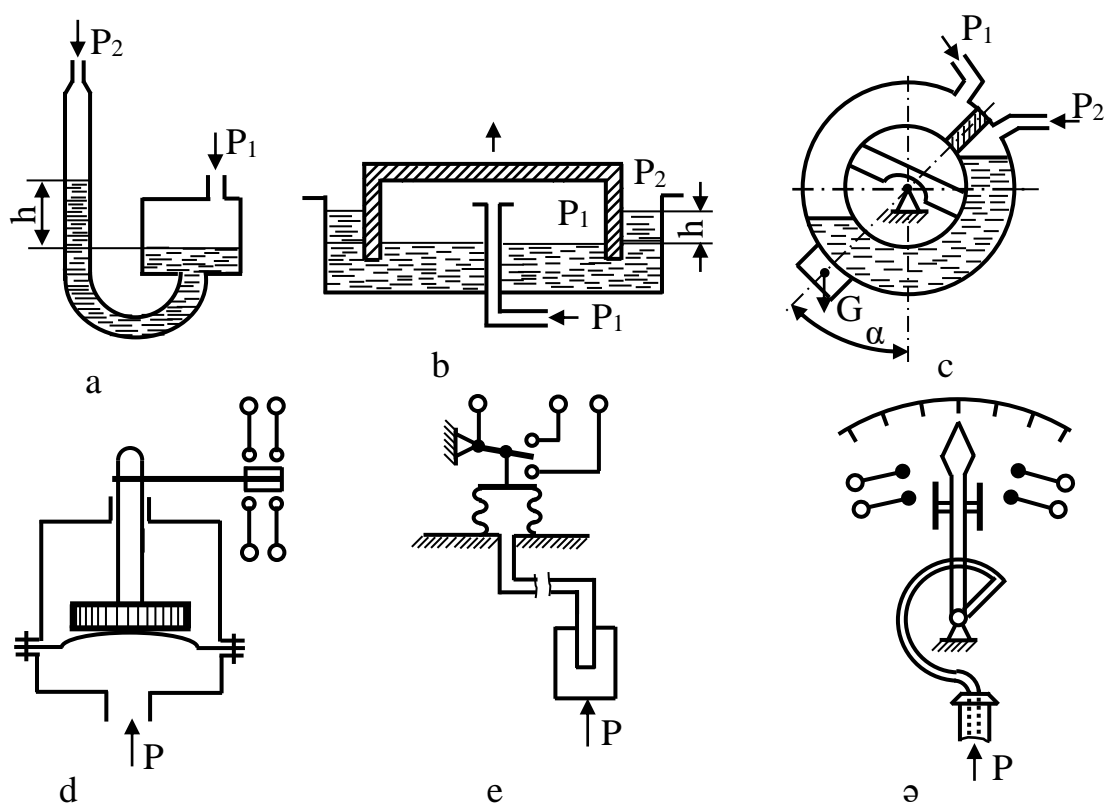
1. Hansı qeyri – elektrik kəmiyyətlərin ölçülməsində omik (reostatlı) vericilərdən istifadə olunur ?
2. Omik vericilərin ümumi üstünlükləri hansılardır ?
3. Kontakt vericiləri vasitəsilə hansı kəmiyyətlərə nəzarət edirlər və ya ölçürlər.
4. Gərginlik meyletməsinin təsirini aradan qaldırmaq üçün potensiometr vericilərinin hansı qida mənbəyinə qoşulması tövsiyə olunur ?
5. Potensiometr vericilərinin hansı növləri vardır ?
6. Kömür vericilərinin iş prinsipi hansı prinsipə əsaslanır ?
7. Tenzovericilərin iş prinsipini izah edin.
8. Tenzovericilərin nöqsanlarını göstərin.

3 saylı laoratoriya işi. Təzyiq və qüvvə vericilərinin öyrənilməsi və tədqiqi

İşin məqsədi. Təzyiq və qüvvə vericilərinin quruluşunun, konstruksiyasının, iş prinsiplərinin, tətbiq sahələrinin öyrənilməsi və tədqiq edilməsi.

Ümumi məlumat. Vericilərin bu növünə maye və qazların təzyiq qüvvəsini ölçmək üçün istifadə olunan saysız cihaz növləri aiddir. Əksəriyyət təzyiq vericiləri təzyiq qüvvəsini mexaniki yerdəyişməyə yaxud qüvvəyə çevirir.

Kənd təsərrüfatı texnikasında mexaniki həssas orqanlı vericilər daha geniş yayılmışdır. Onlar aşağıdakılardır: maye, piston, membran, silfon, manometrik borulu yay. Maye təzyiq vericiləri U şəkilli (şək.3.1,a), zəngli (şək.3.1,b) və hidrostatik yaxud diferensial (şək.3.1,c) vericilərə bölünür.



Şək.3.1. Mexaniki həssas orqanlı təzyiq vericiləri:

a – U-a oxşar sistemli maye; b – zəngli sistemli maye; c – hidrostatik (diferensial); d – membran; e – silfon; ə – manometr borulu

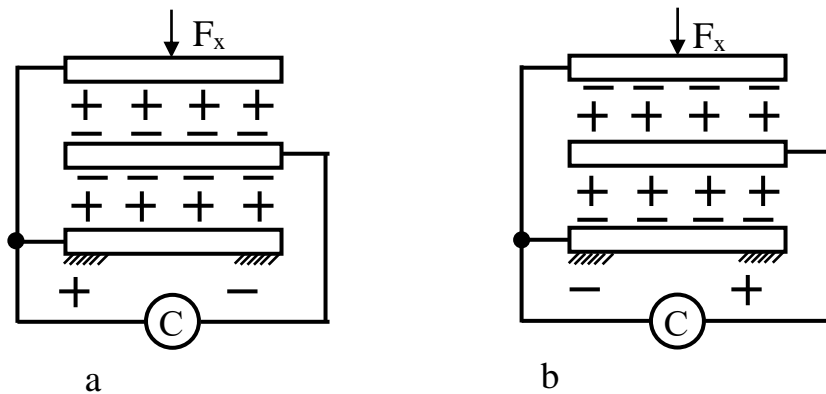
Maye təzyiq vericiləri dəqiq və stabil işləyir. Amma istismar əlverişsizliyi (ölçmənin kiçik hədudlarda, ciddi şaquli vəziyyətin uzunluğu, böyük ölçülər və s.) üzündən onlar daha təkmilləşdirilmiş vericilər tərəfindən sıxışdırılır.

Membran vericilərdə (şək.3.1,d) elastik lövhə (membrana) nəzarət edilən mühitin təsiri altında kontakt sistemi ilə sərt əlaqədə olan ştokun yerini dəyişdirir. Sadə konstruksiyaya, etibarlılığa və kifayət qədər ölçmə dəqiqliyinə malik olduqları üçün bu növ vericilər geniş yayılmışdır.

Silfon vericilər (şək.3.1,e) elastik materialdan hazırlanmış qofrlı nazikdivarlı borudan ibarətdir. Xarici və daxili təzyiqlərin fərqi silfonun dartılmasına və sıxılmasına səbəb olan qüvvə yaradır. Silfonun sərbəst ucunun yerdəyişməsi göstərici əqrəbə və tərpənən kontaktlara verilir.

Manometrik borulu yay vericilərində (şək.3.1, ə) qövs üzrə əyilmiş oval en kəsikli nazik divarlı elastik boru onun içərisindəki nəzarət edilən mühitin təzyiqi altında düzəlməyə cəhd edir. Borunun sərbəst ucunun yerdəyişməsi kontakt sistemi ilə əlaqədə olan göstərici əqrəbi hərəkətə gətirir.

Dinamiki təzyiqləri ölçmək üçün kristallik pyezovericilər istifadə olunur (şək.3.2).



Sək.3.2. Sıxılma (a) və dartılma (b) qüvvələrinin təsiri zamanı pyezoelektrik vericinin prinsipial sxemi

Pyezoelektrik verici pyzeoeffekt hadisəsinə malik olan materialdan (məs. kvars, turmalin, titanit-barium) yığılmış lövhələrdən ibarətdir. Lövhəyə mexaniki qüvvə tətbiq edildikdə onun səthində elektrik yükləri əmələ gəlir. Yüklərin ümumi miqdarı təzyiqə mütənasibdir. Elektrik yükləri elektrik sahəsi yaradır ki, onun da gərginliyi xüsusi həssas elektron qurğuları vasitəsilə ölçülür. Beləliklə, vericinin örtüklərində təzyiqə mütənasib olan gərginlik əmələ gəlir.

$$U = \frac{a_o F_x}{C}, \quad (3.1)$$

burada C – vericinin və birləşdirici naqillərin ümumi tutumu, F ;
 a_o – pyezomodul adlanan mütənasiblik əmsalı;
 F_x – sıxılma yaxud dartılma mexaniki qüvvələridir, N .

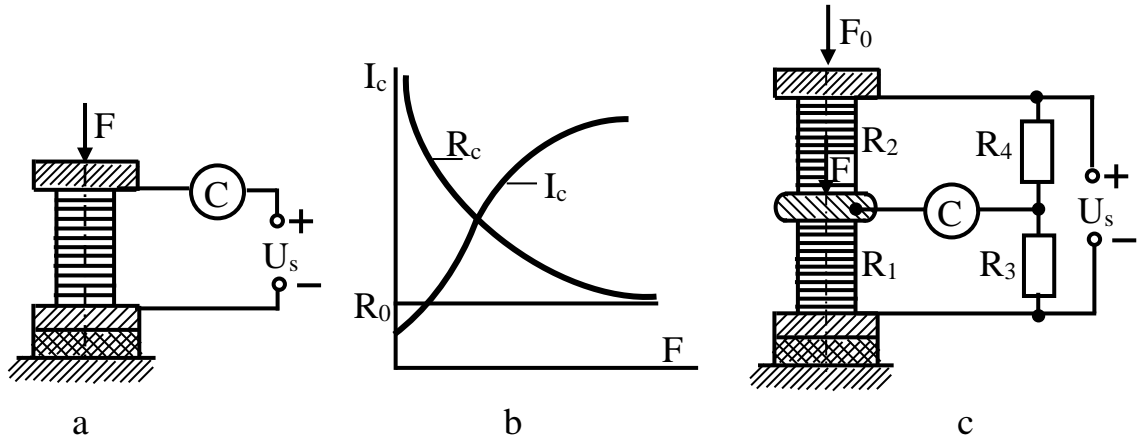
Vericinin həssaslığı

$$K_v = \frac{dV}{dF_x} = \frac{a_o}{C}, \quad V/N. \quad (3.2)$$

Mexaniki qüvvənin istiqaməti (sıxılma yaxud dartılma) yük yaxud gərginliyin işarəsinə görə təyin edilir. Vericinin yükünü, eləcə də həssaslığını artırmaq üçün lövhələri paralel birləşdirirlər. Pyezoelektrik vericilərinin nöqsanları (gücləndiricilərin tətbiqinin lazım olması, pyezomaterialın kövrək olması, yalnız dinamik qüvvələrin ölçülmə mümkünlüyü) onların tətbiq sahəsini məhdudlaşdırır.

Kömür vericiləri qüvvəni və kicik yerdəyişmələri ölçmək üçün istifadə olunur (şək.3.3). Bu növ verici qrafit disklərdən yığılmış kömür sütundan ibarətdir. Disklər kontakt həlqələri arasında yerləşir. Kömür sütununun aktiv müqaviməti disklərin nisbətən kiçik xüsusi müqaviməti ilə

disklər arasındakı kecidin dəyişən müqavimətinin cəminə bərabərdir. Axırınıcı müqavimət disklər arasındakı sıxılma qüvvəsinin qiymətindən çox mühüm dərəcədə asılıdır.



Şək. 3.3. Kömür vericiləri:

a – sadə kömür vericisi; b – kömür vericisinin statik xarakteristikası; c – diferensial kömür vericisi

Kömür vericisinin müqaviməti:

$$R = R_0 + \frac{\alpha}{F}; \quad I_c = \frac{U_s}{R_c + R} = \frac{U_s}{R_c + R_0 + \frac{\alpha}{F}}, \quad (3.3)$$

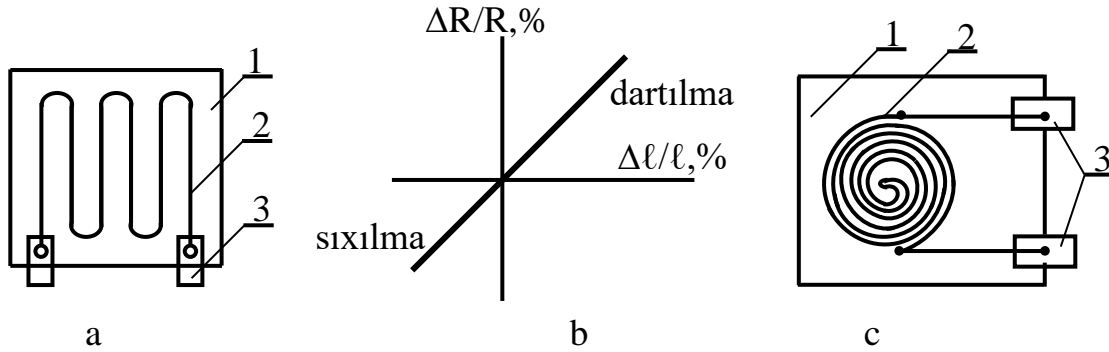
burada F – sıxılma qüvvəsi, N; R_0 – sabit kəmiyyət olub, $F \rightarrow \infty$ olduqda ($R_0=R$) sütunun müqaviməti, Om; $\alpha = (R - R_0) \cdot F$ – sabit əmsaldır, Om·N.

Kömür vericilərin nöqsanı müqavimətinin qeyri-sabit olması, xarakteristikasının (şək.3.3,b) histerezis və qeyri-xəttiliyə malik olmasıdır.

Kömür vericinin həssaslığı aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir.

$$K_v = \left| \frac{dR}{dF} \right| = -\frac{\alpha}{F^2}, \frac{Om}{N}. \quad (3.4)$$

Tenzometr vericiləri (şək.3.4) materialın elektrik müqavimətinin onun deformasiyasından asılılığına əsaslanır.



Şək. 3.4. Tenzometr vericilər:

a – ilgək; b – tenzoçeviricinin xarakteristikası; c – dairəvi deformasiyaların ölçülməsi üçün çevirici; 1 – örtük; 2 – məftil; 3 – çıxışlar

Tenzoverici möhkəm yapışqanla sınaqdan keçirilən maşın hissəsinə yapışdırılır. Maşın hissəsinin deformasiyası zamanı onun həndəsi ölçülərinin və xüsusi müqavimətinin dəyişməsi nəticəsində naqillərin elektrik müqaviməti

$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$ dəyişir. Sıxılma və dartılma zamanı naqilin mü-

qavimətinin (ΔR) dəyişməsi nisbi deformasiya ($\varepsilon = \frac{\Delta \ell}{\ell}$) ilə

bağlıdır.

Həssaslıq əmsalı aşağıdakı tənliklə təyin olunur:

$$\bar{K} = 1 + 2\mu + \frac{1}{\varepsilon} \cdot \frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta R / R}{\varepsilon}, \quad (3.5)$$

burada $\frac{\Delta\rho}{\rho}$ – naqilin deformasiyası zamanı onun xüsusi müqavimətinin nisbi dəyişməsi; μ – Puasson əmsalı (metallar üçün 0,24...0,4); ℓ – naqilin uzunluğu; \bar{K} – vericinin özünün materialının həssaslığını xarakterizə edən əmsal; K – vericinin həssaslığı, $K < \bar{K}$.

Naqilin müqavimətinin ölçülmüş nisbi dəyişməsinə görə $\Delta R/R$ nisbi deformasiya $\frac{\Delta\ell}{\ell} = \frac{\Delta R/R}{K}$ hesablanır. $\frac{\Delta\ell}{\ell} = f(F)$ asılılığını bilərək geniş hədlərdə dəyişən F qüvvəsini təyin etmək olar.

Tenzovericilərin xarakteristikası (şək.3.4,b) xəttidir, ona görə də onların həssaslığı təcrübi olaraq sabitdir.

Bu vericilərin nöqsanları bəzi temperatur xətasına malik olması və həssaslığının kiçik olmasıdır. Ölçü sxemlərinin termokompensasiyası və gücləndiricisi ilə birgə yüksək həssaslıqlı ikinci cihazların tətbiqi bu nöqsanları aradan qaldırmağa imkan verir. Həssaslıq əmsalı $K = 1,9...2,2$ olan nixrom və konstantan məftil tenzovericiləri daha geniş yayılmışlar. ПБ200100Б tipli müqavimət tenzovericisinin texniki verilənləri:

$$R = 98,4 \text{ Om} \pm 0,2\% ; I = 15...30 \text{ mA} ; \alpha_t = 10^{-6} ; \\ \varnothing 0,03 \text{ mm.}$$

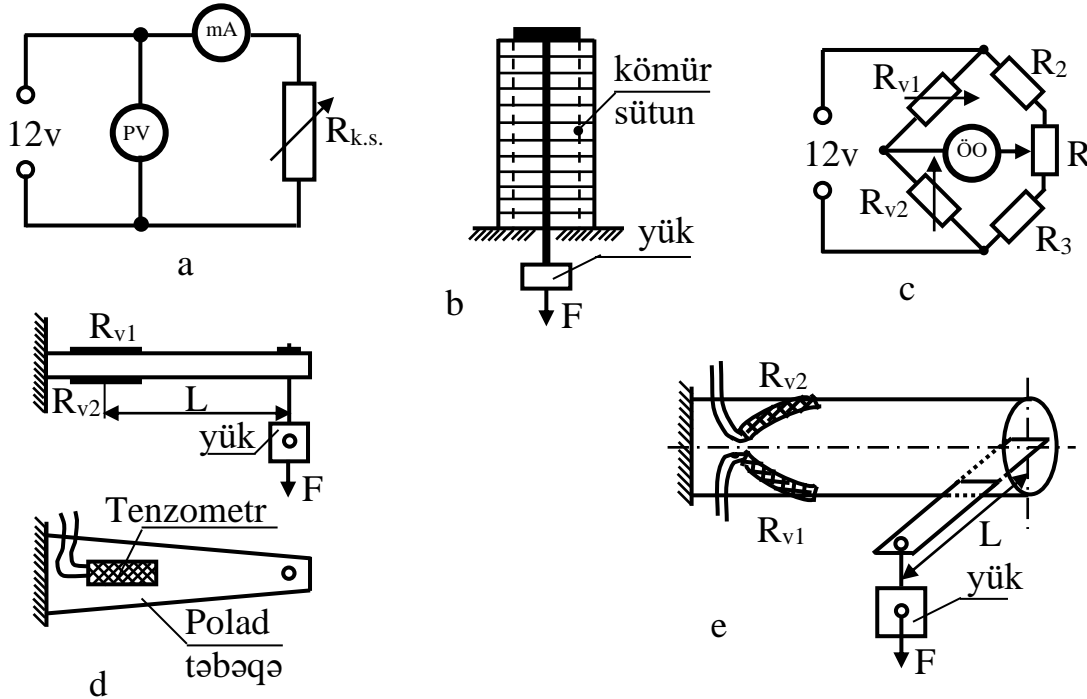
İşin məzmunu. Təzyiq və mexaniki qüvvə vericilərinin dövrəyə qoşulma sxemlərini öyrənməli, sxemi yığmalı, təcrübə aparmalı, təcrübədən alınan qiymətləri cədvəllərə köçürməli, əsas xarakteristikalarını çıxarmalı (şək.3.5).

İşin aparılma qaydaları. 1. Təzyiq və mexaniki qüvvə vericilərinin iş prinsipi, konstruksiyası və xarakteristikaları ilə tanış olmalı.

2. Komür təzyiq vericilərinin tarazlaşma əyrisini çıxarmalı və qurmalı.

3. Polad lövhənin əyilmə gərginliyini ölçən tenzometrik

- körpünün tarazlaşma əyrisini çıxarmalı və qurmalı.
4. Nazik divarlı polad borunun burulma gərginliyini ölçən tenzometrik körpünün tarazlaşma əyrisini çıxarmalı və qurmalı.



Şək. 3.5. Təzyiq vericilərinin sınaq sxemi

5. Stenddə göstərilmiş vericilərin iş prinsipi və konstruksiyaları ilə tanış olmalı.

6. Tarazlaşma əyrisini qurmaq üçün 3.5,a şəklində göstərilmiş elektrik sxemini yığmalı . Bunun üçün F yükünün çəkisi artırılaraq kömür sütununa (şək.3.5,b) gərginlik verilir və milliampmetrin və voltmetrin göstərişləri yazılır. Ölçmənin nəticələri sınaq protokoluna yazılır və Om qanundan istifadə olunaraq həmin qiymətlərə görə $R_{k\ddot{m}} = f(F)$ asılılığı təyin olunur.

7. Polad lövhənin əyilmə gərginliyini təyin etmək üçün tarazlaşma əyrisini müqavimət tenzometrlərinin (tenzovericilərinin) köməyi ilə təyin edirlər.

Şək.3.5,c və 3.5,d-də vericilərin körpü qoşulma sxemləri və onların tədqiq olunan hissəyə yapışdırılması metodları göstərilmişdir.

Sxemədə R_2 və R_3 – sabit müqavimətli rezistorlar; R – dəyişən müqavimətli rezistorlar; $\ddot{O}O$ (mA) – ölçü orqanı (bizim işdə-mikroampermetr), R_{v1} və R_{v2} – tenzovericilərdir. İki tenzovericinin tətbiqi körpünün həssaslığını iki dəfə yüksəldir, temperatur kompensasiyasına imkan verir və ölçülməyən deformasiyaların (məs., eninə deformasiyanın) təsirini aradan qaldırır.

Təcrübənin başlanğıcında F yükü təsir etdikdə R rezistoru vasitəsilə körpü müvazinətləşir. Əgər körpü müvazinət vəziyyətindədirsə, onda mikroampermetrin əqrəbi sıfır vəziyyətində olur. Sonra polad lövhəni tədricən F yükü ilə yükləyirlər və mikroampermetrin göstərişlərini protokola yazırlar. Protokola həmçinin $M = SL$ əyilmə momentini,

$\sigma_{\text{əy}} = \frac{M}{W}$ mexaniki əyilmə gərginliyini və vericinin

yapışdırılma yerindəki $W = \frac{bh^2}{6}$ lövhənin müqavimət mo-

mentini də yazırlar. Burada b – lövhənin eni; h – lövhənin hündürlüyü; L – yükün tətbiq olunduğu yerdən yapışdırılmış tenzovericinin mərkəzinə qədər olan məsafəyə bərabərdir.

Hesablamalardan alınanlara görə $\dot{I} = f(\sigma_{\text{əy}})$ tarazlaşma əyrisi qurulur.

8. Burulma gərginliyini təyin etmək üçün polad boruya körpü sxemi üzrə qoşulmuş iki tenzometrik verici yapışdırılır (şək. 3.5,e). Tenzometrik vericilər əmələ gələn səthə 45° bucaq altında yerləşdirilir. F qüvvəsi təsir etdikdə vericilərdən biri dartılma qüvvəsini, digəri isə saxlama qüvvəsini hiss edəcəkdir, daha doğrusu, birinci tenzovericinin R_{v1} müqaviməti artacaq, ikinci vericinin R_{v2} müqaviməti azalacaqdır. σ_{bur} mexaniki burulma gərginliyi M burulma momentinin W boru kəsiyinin müqavimət momentinə nisbətə təyin olunur.

$$\sigma_{\Theta y} = \frac{M}{W}, \quad (3.6)$$

burada M – burulma momenti; W – boru kəsiyinin müqavimət momentidir.

$$W = 0,2d^3 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right], \quad (3.7)$$

burada d_1 və d_2 – borunun xarici və daxili diametrləridir.

Ölçmələr və hesablamalardan alınanlara görə tarazlaşma əyrisi qurulur.

Hesabatın məzmunu. Hesabatda kömür və tenzometrik vericilər haqqında qısa məlumat yazmalı, onların qoşulma sxemini verməli (şək.3.5), sınaq protokolunu doldurmalı cədvəl 3.1 və $R_{k\ddot{m}} = f(F)$, $\dot{I} = f(\sigma_{\Theta y})$ və $\dot{I} = f(\sigma_{bur})$ asılılıqlarının ayrılərini qurmalı.

Cədvəl 3.1

Təzyiq vericilərinin sınaq protokolu

Təcrübi və hesabat verilənləri														
Kömür təzyiq vericisinin tarazlaşma əyrisinin çıxarılması. $d_{xar} = m$ $d_{dax} = m$ $S = m^2$					Polad lövhənin əyilmə gərginliyi ölçülərkən tenzometrik körpünün tarazlaşma əyrisinin çıxarılması. $b = m; L = m$ $h = m; W = m^3$					Nazikdivarlı polad borunun burulma gərginliyi ölçülərkən tenzometrik körpünün əyrisinin çıxarılması. $d_1 = m; L = m$ $d_2 = m; W = m^3$				
F		U, V	İ, mA	R, Om	F		M, Nm	$\sigma_{\Theta y}, N/m^2$	F,		İ, N/m^2	M, Nm	$\sigma_{\Theta y}, N/m^2$	
kgs	N				kgs	N			kgs	N				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Yoxlama sualları

1. Mexaniki qüvvə vericiləri hansı məqsədlər üçün istifadə olunur?
2. Maye təzyiq vericilərinin iş prinsipini izah edin.
3. Pistonlu, membranlı və silfonlu təzyiq vericilərinin işi haqqında danışın.
4. Elektrik və termik həssas orqanlı təzyiq vericilərinin iş prinsipi nədən ibarətdir?
5. Tenzometrik vericilərin iş prinsipini danışın.
6. Tenzovericilərlə maşının fırlanan hissələrində mexaniki qüvvələri necə ölçmək olar?
7. İki tenzovericinin ölçü körpüsünün qollarında birləşməsinin üstünlüyü nədən ibarətdir?
8. Metallik və yarımkeçirici tenzovericilərin üstünlüklərini və nöqsanlarını müqayisə edin.
9. Hansı vericilərlə böyük məsafədən mexaniki qüvvələri ölçmək əlverişlidir?
10. Nə üçün tenzovericinin həssaslığı onun hazırlandığı materialın həssaslığından kiçikdir?

4 saylı laboratoriya işi. Avtomatikanın proqram qurğularının öyrənilməsi və tədqiqi

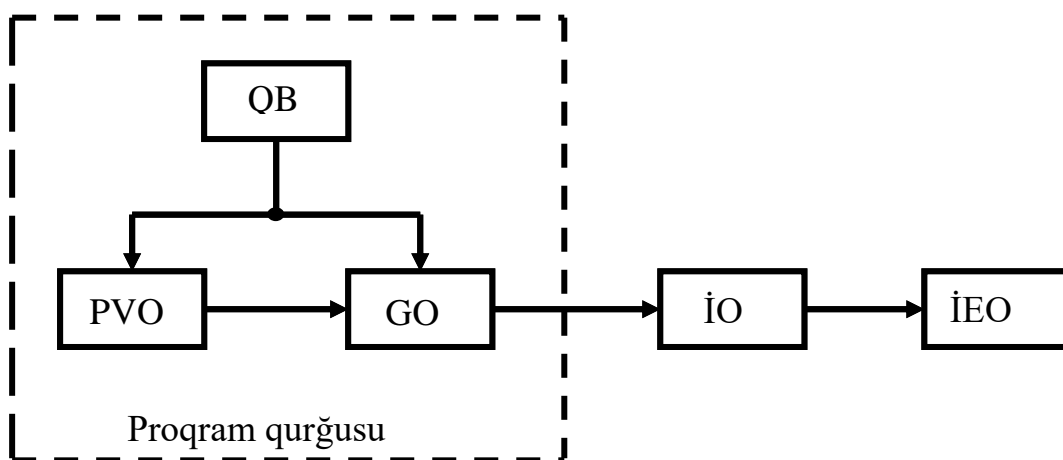
İşin məqsədi. Proqram qurğularının hazırlanma prinsiplərinin və onların MKII növlü çox dövrəli əmredici cihaz (ÇƏC) timsalında verilmiş proqrama sazlama üsullarının öyrənilməsi.

Ümumi məlumat. Proqram qurğuları texnoloji, yaxud başqa prosesləri verilmiş səliss funksiya, yaxud zamana görə pilləli qrafik üzrə həyata keçirmək üçün əməllərin avtomatik verilməsini təmin edirlər. Hər hansı müəyyən proqramı ən çox saat və motor avtomatların qırıcı açarlar və müxtəlif zaman relələrinin (2PBM, PB4, MKII və b.) köməyilə verirlər.

Kənd təsərrüfatı istehsalında proqram qurğuları yemləri paylamaq, əlavə işıqlanmanı, havalandırmanı, istilikxanalarda, tərəvəz saxlanılan binalarda, quşçuluq fabriklərində və digər istehsalat binalarında mikroiklimi idarə etmək üçün tətbiq olunur. Təmir sexlərində proqramla idarə etmə maşın hissələrinin tavlama sobalarında temperatur rejiminin saxlanması, yüksəkterzlikli tavlama rejimlərinin, maşın hissələrinin qalvanikləşdirilməsi və poladlaşdırılması, avtomatlaşdırılmış stendlərdə mühərriklərin sınaqdan çıxarılması, avtomatlaşdırılmış dəzgahların idarə edilməsi və s. üçün istifadə oluna bilər.

Proqram idarəetmənin üstünlüyü ondan ibarətdir ki, o, istehsalat proseslərinin yerinə yetirilməsinin texnolojiliyini, dəqiqliyini və cəldişləməsini təmin edir.

Proqram qurğuları qismən avtomatlaşdırmanın elementidir və açıq funksional sxem (şək. 4.1) üzrə yerinə yetirilir.



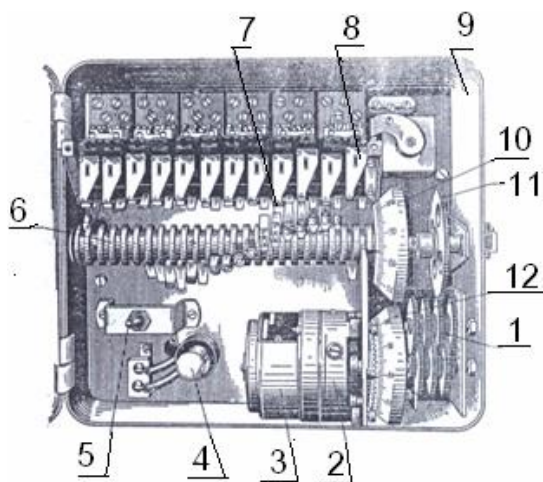
Şək. 4.1. Proqram qurğusunun funksional sxemi

Ümumi halda proqram idarəetmə sistemlərinin funksional sxemlərinə proqram – verici orqan (PVO), gücləndirici orqan (GO), icra elementi (İE) və idarəolunan obyekt (İO) daxil ola bilər. PVO, GO, İE və İO əsas orqanlardan başqa əlavə orqanlar da məs., qidalanma bloku (QB) da daxildir.

Bu qurğuların proqram – verici orqanları sinxron elektrik mühərriklərinin köməyiylə yerinə yetirilir. Sinxron mühərriklər sərt xarici xarakteristikaya malikdir və qidalanma gərginliyi yaxud onun valına tətbiq olunmuş müqavimət momenti dəyişdikdə sabit fırlanma tezliyini, həm də idarəetmənin yüksək dəqiqliyini və əlavə sabitləşdirici elementlərin tətbiqinin lüzumsuzluğunu təmin edir.

Adətən proqram qurğularının xariçində yerləşən icra elementləri bilavasitə texnoloji əməliyyatları yerinə yetirən aqreqatın-idarəolunan obyektin İO hissəsidir.

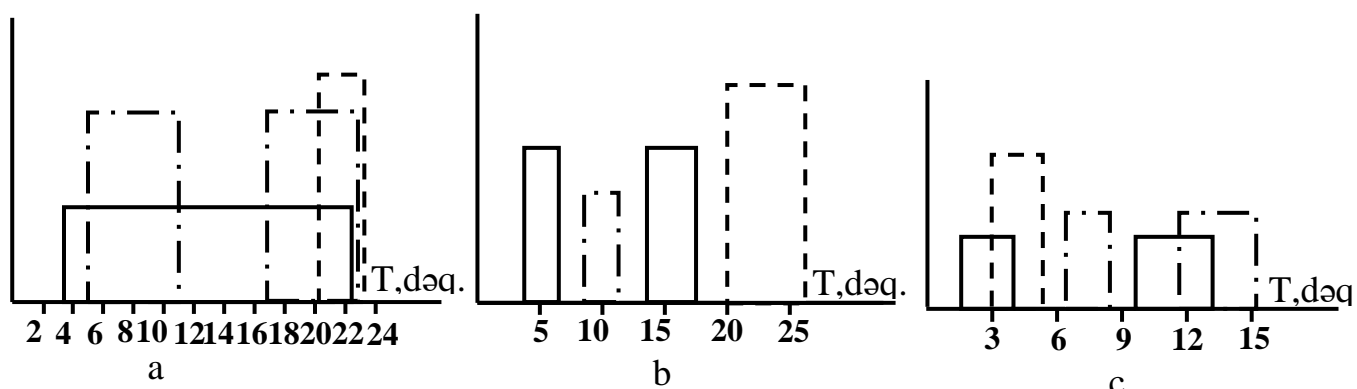
Proqram idarəetmənin avtomatik sistemləri yalnız idarəetmə məsələsi (tapşırıçı) haqda informasiyaya malikdir. Bu informasiya qurğuya əvvəlcədən işlənmiş optimal yük qrafiklərinə, yaxud bu və ya digər prosesin davam etməsinin texnoloji xəritəsinə əsasən verilir. Bu laboratoriya işində proqram qurğularının konstruksiyası və onların verilmiş proqrama sazlanması MKII (ÇƏC) tipli çoxdövrəli əmrədici timsalında öyrənilir (şək. 4.2).



Şək. 4.2. Proqram idarəetməli çoxdövrəli MKII (ÇƏC) əmr cihazı:

1 – xarici reduktor; 2 – qondarılmış reduktor; 3 – sinxron mühərrik; 4 – siqnal lampası; 5 – tumblyor; 6 – proqram barabanı; 7 – yumuruqlar; 8 – kontakt cütləri; 9 – örtük; 10 – yuxarı zəng; 11 – sürüşkən dişli çarx; 12 – aşağı zəng

Sazlama prosesində ÇƏC cihazına texnoloji prosesin davam etməsinin T_t tam tsikl vaxtını və ayrı-ayrı əməliyyatları yerinə yetirən icra orqanın T_q qoşulma və T_a açılma vaxtlarını vermək lazımdır. Bunlar verilən laboratoriya işində qrafiklər (şək.4.3) üzrə təyin olunur.



Sək. 4.3. Texnoloji idarəetmə prosesinin qrafikləri;

obyektlər : I – ——— , II – - - - , III – - · - -

T_t müəyyən vaxt üçün 12 aşağı zəngini və 11 sürüşkən dişli çarxın vəziyyətini lazımi yerə qoymaq üçün bölgü tapılır. T_t vaxtı ərzində 6 paylayıcı valı yalnız bir dövr edir. 100 bərabər bölgüyə ayrılmış paylayıcı 10 yuxarı zəngi yerləşir. Bu zəngin köməylə T_q və T_a vaxtlarının müəyyən qiymətləri verilir. T_t tam vaxtı ərzində ÇƏC on bir belə əməliyyatı təmin edə bilər. Məsələn, 4.3. şəklindəki qrafiklər (5) əməliyyata uyğun gəlir. Hər əməliyyat üçün verilən qrafiklər üzrə birdən beşə qədər öz kontakt cütlərini seçirlər,

$$A_i = \frac{T \cdot 100}{T_t}, \quad (4.1)$$

(4.1) düsturu üzrə bölgülər sayını tapırlar. Bu bölgülər sayı $T = T_q$ qoşulma, yaxud $T = T_a$ açılma əməliyyatlarına cavab verir. Məsələn, $T_t = 80$ dəq.44s, qoşulmanın ilk (birinci) əməliyyat vaxtı $T_q = 4$ dəq., acılmanın əməliyyat vaxtı isə $T_{a1} = 20$ dəq.

Onda

$$A_{q1} = \frac{100 \cdot 240}{4844} = 5 \text{ bölgü};$$

$$A_{o1} = \frac{100 \cdot 1200}{4844} = 25 \text{ bölgü}.$$

Yuxarı zəngdə 5 bölgü qoyulur, birinci kontakt cütünün sol yumuruğunu tutucu ilə ilişənə qədər çəkib bərkidirlər. Beləliklə, birinci əməliyyatın qoşulma-açılma vaxtını və buna uyğun olaraq bütün növbəti əməliyyatların vaxtını verirlər.

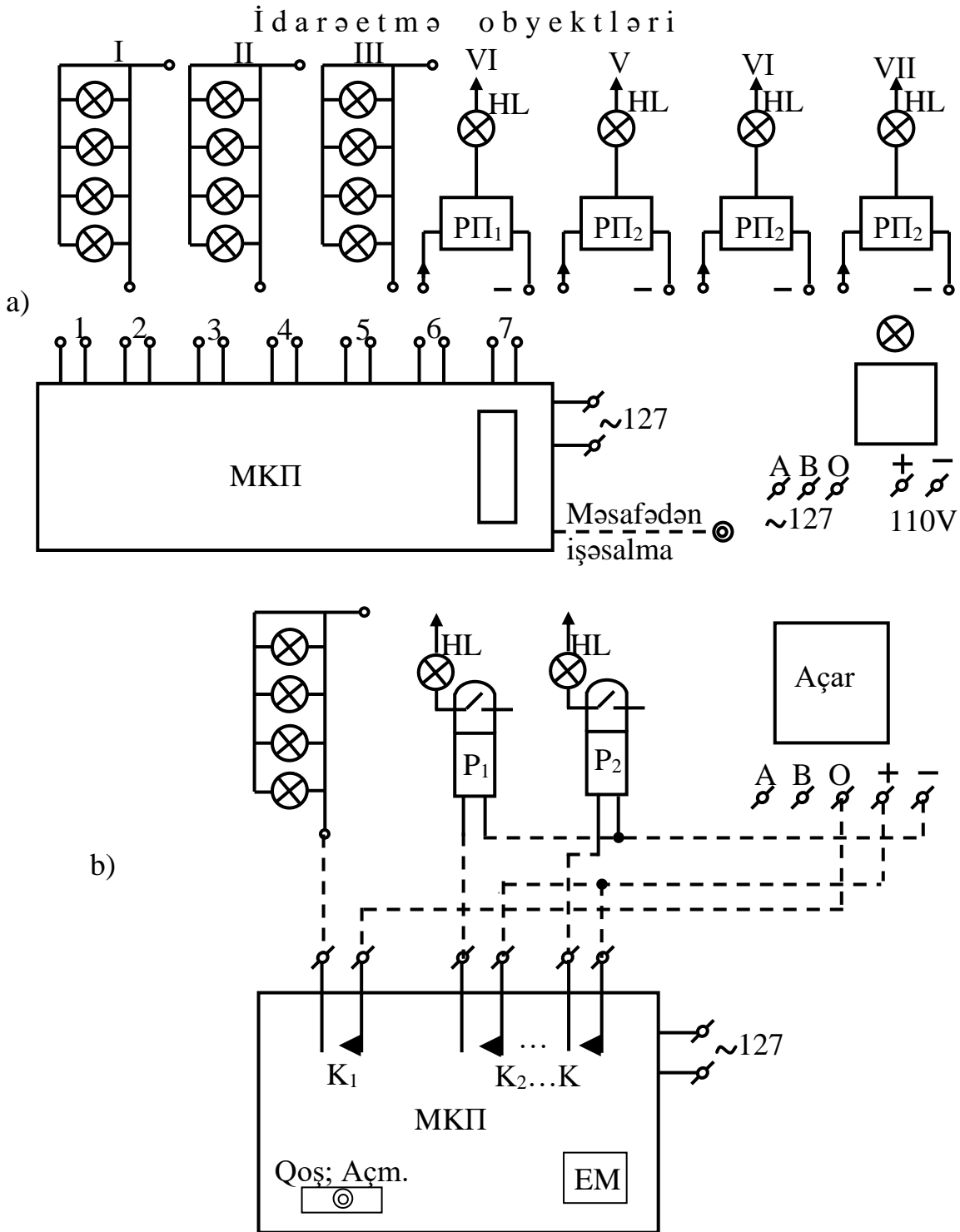
Qoşulma və açılma əməliyyatlarının sazlanmasını qurtararaq yuxarı sıfır vəziyyətinə qoyurlar. Sürüşkən dişli çarx lazımı (III) vəziyyətə qoyulur və dayaq qaykası ilə qeyd olunur. Sürüşkən dişli çarx kənar sol (I) vəziyyətdə olduqda bütün yumruqların eyni vaxtda sazlanmasına icazə verilir.

Kənd təsərrüfatı istehsalında proqram qurğusu kimi MKII tipli çoxdövrəli əmr cihazı (ÇƏC) geniş tətbiq olunur.

İşin məzmunu: MKII tipli çoxdövrəli əmredici cihazın konstruksiyası, quruluşu ilə tanış olmalı, sınaq stendi, proqram idarəetmə sisteminin və onun dövrəyə qoşulma sxemini öyrənməli.

İşin yerinə yetirilməsinə göstəriş.

1. Stenddə və işdə göstərilən program qurğularının konstruktiv yerinə yetirilməsi və iş prinsipi, həmçinin sınaq stendinin özü ilə tanış olmalı (şək.4.4).



Şək. 4.4. Siqnal stendinin ümumi görünüşü (a) və program idarəetmə sisteminin birləşmə sxemi (b)

Quş damlarında I, II, III idarəetmə obyektləri kimi, əlavə işıqlanmanı dövrəyə avtomatik qoşmaq üçün uyğun olaraq üç qrup közərmə lampalarından istifadə edilir. IV...VII obyektlərdə isə gücləndirici element – bir-adlı idarəedicilərin komandaların sayını artırmağa və bir neçə icraedicilə idarə etməyə imkan verən signal lampaları, $P_1...P_4$ aralıq relələri bu məqsəddə qulluq edir (şək.4.4,a).

2. MKII proqram qurğusunun sazlanma göstəricilərinin təyin edilməsi. Hər briqada sazlanma göstəricilərini fərdi qrafik üzrə təyin edir (şək. 4.3.a,b,c). Qrafikə görə T_t tam tsikl vaxtını təyin etməli və onun quruluşunu verməli.

Qrafiklərdən görünür ki, MKII üç obyektə idarə etməlidir: I, II, III (şək. 4.3.a,b,c) qrafiki diqqətlə öyrənsək görərik ki, bəzi obyektlər bir dəfə, bəziləri isə 2...3 dəfə qoşulur. Qrafikə əsasən qoşulma - açılma əməliyyatlarının sayını, onların vaxtla ardıcılığını təyin etmək lazımdır. Hər bir əməliyyat üçün özünün kontakt cütünü və T_q və T_a göstəricisini seçmək lazımdır. Bütün tapılan göstəriciləri sınaq protokolunda qeyd etməli və verilmiş kontakt cütünün hansı obyektə idarə etdiyini göstərmək lazımdır. Hər bir qoşma və açma əməliyyatı üçün yuxarı zəngin bölgülərinin sayını hesablayıb nəticələri sınaq protokoluna qeyd edirik.

3. MKII – nin sazlanmasını yerinə yetirməli.

4. MKII qurğusu ilə obyektlərin idarə olunma sxemini yığmalı (şək.4.4.b).

5. Proqramla idarəetmə sxemini qoşmalı və MKII tərəfindən verilən proqramın işini xronometrle yoxlamalı. Əgər xronometr yoxdursa, saniyə əqrəbli saatdan istifadə etmək olar. Sınaqların nəticələri protokolda qeyd olunur.

6. MKII- nin işi zamanı hər bir qoşma-açma əməliyyatı üçün xətlər aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\Delta t_i = \frac{t_{i.həqiqi} - t_{i.hesabat}}{t_{i.həqiqi}} \cdot 100\%.. \quad (4.2)$$

7. MKII- nin dəqiq işləməsinin nəticələrini çıxarmalı. MKII- nin sınaq protokolu cədvəl 4.1-də verilmişdir.

Cədvəl 4.1

MKII-nin sınaq protokolu

Əməliyyatın sıra sayı	Obyektin sıra sayı	Kontakt cütünün nömrəsi	Qrafik üzrə əməliyyatın hesabı vaxtı		Yuxarı zəngin bölgülərinin sayı		Ölçmə		Xəta	
			qoşma	açma	sol yumurucuğun qoşulması	sağ yumurucuğun açılması	qoşma	açma	qoşma	açma

Hesabatın məzmunu. Hesabata proqram idarəetmənin sınaqlarının sxemi, hər briqadanın fərdi qrafiki, hesabat və eksperiment göstəricilərinin sınaq protokolu, nəticələr daxil olmalıdır.

Yoxlama sualları

1. Avomatikanın proqram qurğularının tətbiqinin üstünlükləri nədən ibarətdir?
2. Avtomatik proqram idarəetmə qurğusunun növünə görə funksional sxemi necədir və o hansı elementləri özündə birləşdirir?
3. Proqram idarəetmə qurğusu hansı informasiyanı saxlayır və onlar hansı təyinatla malikdir.

4. Proqram-verici orqanın (PVO) yerinə yetirmə prinsiplərini izah edin.
5. ÇƏC əmrverən avtomatın quruluşu və onun ayrı-ayrı elementlərinin təyinatı haqqında danışın.
6. Nə üçün proqram qurğularında sinxron elektrik mühərriki istifadə olunur?
7. ÇƏC avtomatı neçə əmr verə bilər və onları necə artırmaq olar?

5 saylı laboratoriya işi. Optik vericilərin, fotorelelərin öyrənilməsi və tədqiqi

İşin məqsədi: Fotorezistorların iş prinsipinin, xarakteristikasının, fotorelelərin quruluşu və iş prinsiplərinin öyrənilməsi.

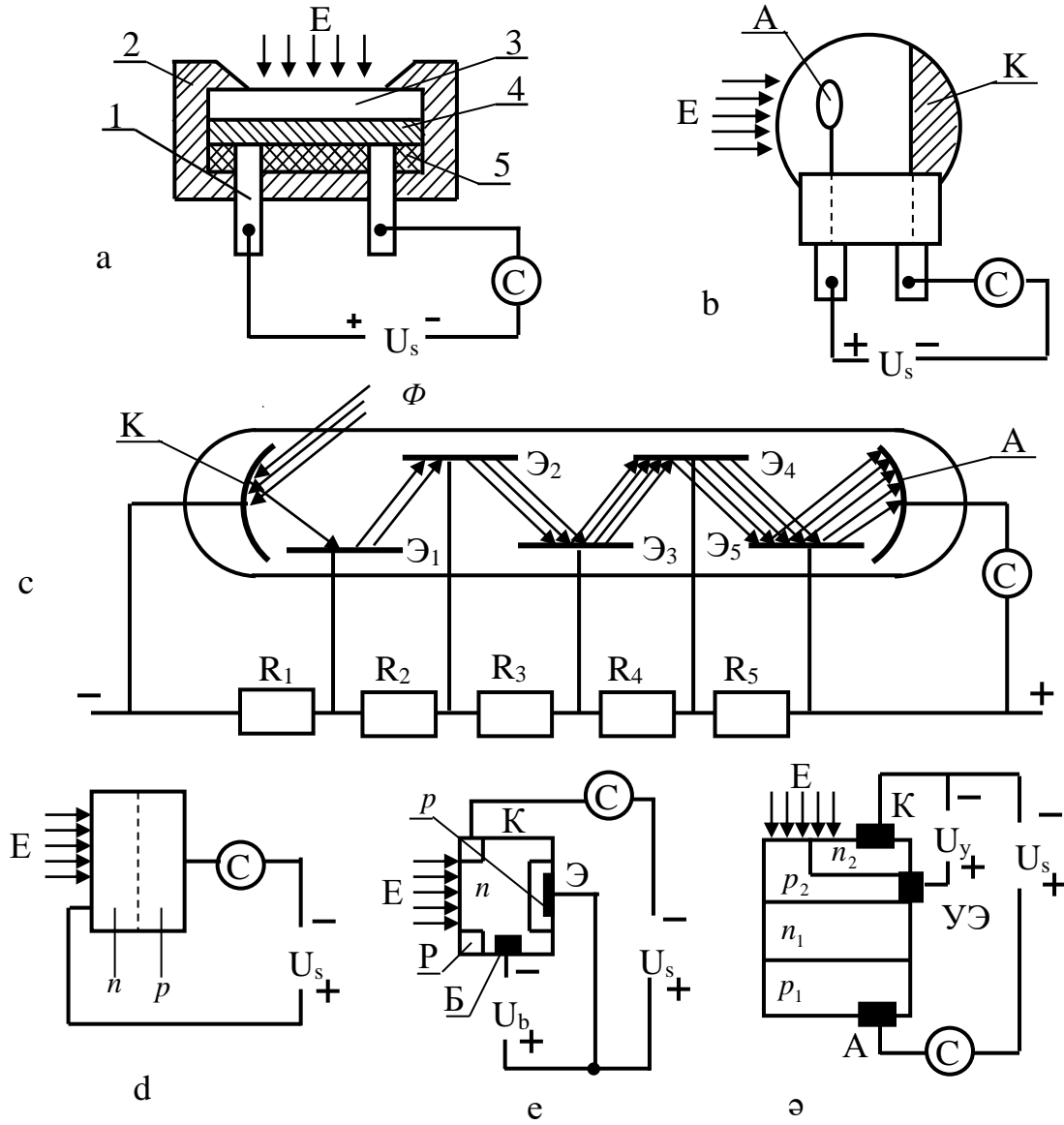
Ümumi məlumat. Fotovericilərdə həssas element kimi fotorezistorlar, elektrovakuum fotoelementlər, fotodiodlar, fototriodlar, fototirisitorlar və fotogücləndiricilərdən istifadə edirlər.

Fotorezistorlarda işığın təsiri altında sərbəst elektronların miqdarı artır və ona müvafiq olaraq keçiricilik artır. Yarımkeçiricinin işıq selinin təsiri ilə elektrik keçiriciliyinin artmasına daxili fotoeffekt deyilir.

Fotorezistorun qoşulma sxemi şəkl. 5.1,a-da göstərilmişdir.

Fotorezistorlar aşağıdakı hissələrdən ibarətdir: 1 – metal elektrodlar; 2 – plastik kütlədən hazırlanmış sağanaq (çərcivə); 3 – işıq keçirən lak; 4 – yarımkeçirici maddənin nazik qatı; 5 – şüşə lövhə.

Fotorezistorlar yüksək həssaslığa, sadə konstruksiyaya, kiçik ölçüyə, təcrübə olaraq qeyri məhdud iş müddətinə, sabit və dəyişən cərəyanlarda işləmək qabiliyyətinə malikdirlər. Odur ki, onlar geniş tətbiq olunurlar.



Şək. 5.1. a – fotorezistorun, b – vakuum fotoelementin, c – çoxkaskadlı fotovrucunun, d – fotodiodun e – fototriodun, ə – fototiristorun qoşulma sxemləri

Fotorezistorların bəzi növlərinin əsas parametrləri cədvəl 5.1.-də verilmişdir.

Cədvəl 5.1

Fotorezistorların bəzi növlərinin parametrləri

Cihazın markası	Xüsusi həssaslıq, mkA/lm	İsıqlanma, lx	Dalğa uzunluğu, λ_{max} , mk	İşçi tezlik, f , Hz	İşçi gərginlik, $U_{i\dot{s}}$, V
1	2	3	4	5	6

1	2	3	4	5	6
ФС – А1, ФС – А4	5000	200	2,1	$10^2 \dots 6 \cdot 10^3$	15
ФС – Б2, ФС – Б0	1000	—	0,7	$10^2 \dots$ $4 \cdot 10^2$	50
ФС – К1, ФС – К0	3000	100	0,52	10 ... 100	400
ФС – К2	2500	—	0,62	10 ... 100	300
ФСК – М	2500	—	0,55	—	150
ФСК–М2	90000	—	—	—	150

Xarici fotoeffekt hadisəsinə əsaslanan fotovericilər vakuüm, yaxud qazla doldurulmuş cihaz şəkilində olur. Fotorezistorlardan fərqli olaraq işıq enerjisinin təsiri ilə fotoelementdə yaranmış elektronlar işıqlandırılmış layda qalmaq əvəzinə uçuş (xarici fotoeffekt hadisəsi).

5.1,b-də vakuüm fotoelementinin prinsipial qoşulma sxemi verilmişdir.

Vakuüm fotoelementləri kiçik ətalətli olub daha tez köhnəlir. Bu fotoelementlərin həssaslığı və çıxışdakı gücü kiçikdir, odur ki, onlar gücləndiricilərin tətbiq edilməsini tələb edirlər. Adətən həmin gücləndiricilər fotoelementin özünün içərisində yerləşdirilir və fotovurucular adlanır. Şək. 5.1,c-də çoxkaskadlı fotovurucunun sxemi göstərilmişdir. $E_1 \dots E_5$ emitterlərinə onların anoda yaxınlaşması üzrə artan gərginlik verilir. Bunun nəticəsində K katodu ilə E_1 emitteri, həmçinin bütün qonşu cüt emitterlər arasında potensiallar fərqi yaranır. Həmin potensiallar fərqi Φ işıq selinin təsiri ilə katoddan çıxan (uçan) birinci elektronları növbə ilə artan sürətlə emitterə göndərir və çoxlu miqdarda ikinci elektronların çıxmasına səbəb olur. Axırncı emitterdən çıxan elektronlar anoda uçuş. Alınmış cərəyan katod cərəyanından $10^7 \dots 10^8$ dəfə böyükdür.

Fotodiod – şüa enerjisini qəbul edən yarımkeçirici olub, optik şüalanma enerjisinin təsiri ilə cərəyan daşıyıcılarının istiqamətli hərəkətinə malikdir (şək. 5.1,d).

Xarici qida mənbəli fotodiodun iş rejimi fotodiodlu, xarici mənbəsiz fotodiod isə ventilli adlanır.

Gərginlik bağlayıcı istiqamətində tətbiq olunduqda n – p keçidində sahə artır və n sahəsindən dəşiklərin p – n keçidinə keçməsinə sürətləndirir. Fotodiod rejimi adi ventil fotoelementlərində mümkün olmayan yüksək həssaslığa malikdir. Fotodiodun müqavimətinin temperaturdan asılılığı temperatur vericisinin qurulmasında istifadə olunur.

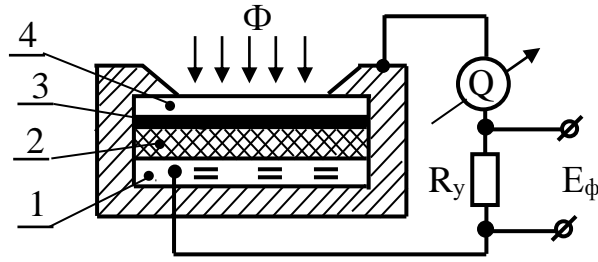
Fototriod – şua enerjisini qəbul edən yarımkeçirici olub, optik şualanma enerjisinin təsiri ilə cərəyan daşıyıcılarının istiqamətli hərəkətinə və fotocərəyanı gücləndirmək xassəsinə malikdir. Digər fotoelementlərə nisbətən fototriodlar çox yüksək həssaslığa malikdirlər.

Fototiristor – işıqla idarə olunan p – n – p – n keçidli dörd təbəqəli yarımkeçirici cihazdır. Fototiristor tiristorun (tiristor-silisiyum idarə olunan düzləndirici – üç elektrodlu yarımkeçirici cihaz olub, surgu adlandırılan elektroda müvafiq siqnal verildikdə diod kimi təsir edir. Bir istiqamətli cərəyan açarı kimi istifadə olunur) müsbət xassələrini özündə birləşdirir və optik enerjisini elektrik enerjisinə çevirir.

İşıqlanmanın təsiri ilə yarımkeçirici təbəqədə elektron – deşik cütlərinin yaranması baş verir. Onlar isə tətbiq olunmuş elektrik sahəsinin təsiri ilə fototiristordan keçən cərəyanın coxalmasında iştirak edirlər.

İş prinsipi bağlayıcı təbəqədəki fotoeffektə əsaslanan ventil fotoelementləri də mövcuddur.

Fotoeffekt prinsipinə əsaslanan ventil tipli fotoelementlər qida mənbəyi olmadan işləyə bilər, belə ki, işığın təsiri altında onlar özləri qida mənbəyinə çevrilir. Ventil tipli fotoelementin quruluşu və qoşulma sxemi şəkl.5.2. -də göstərilmişdir.



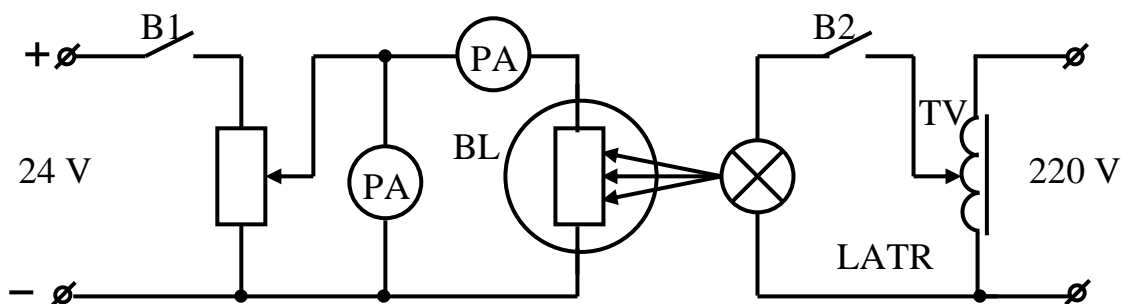
Şək. 5.2. Ventil tipli fotoelementin qoşulma sxemi:

1 – metal elektrod; 2 – yarımkəçirici selen təbəqə; 3 – bəqğlayıcı təbəqə; 4 – şəffaf nazik qızıl pərdə

İşıq şüası fotoelementin üzərinə düşdükdə qızıl pərdədən keçərək yarımkəçiricidə udulur. Şüa enerjisi selendəki elektronları azad edib qızıl elektroda diffuziya etdirir və onu, yəni qızılı mənfi yükləndirir, selen isə müsbət yüklənir. Fotoelementin elektrodları xarici müqavimətə qoşulduqda qiyməti işıqlanmaya mütanasib olan cərəyan əmələ gəlir.

İşin yerinə yetirilməsinə dair göstərişlər.

Fotorezistorların quruluşunun, iş prinsipinin və xarakteristikasının öyrənilməsi. Fotorezistorların konstruksiyaları ilə tanış olmalı. Φ_1 və Φ_2 iki sabit işıqlanmalarda fotorezistor qurğusunun prinsipial sxeminə əsasən (şək.5.3.) alınmış nəticələr cədvəl 5.2.-ə yazılır və volt–amper xarakteristikası (şək. 5.4.) qurulur. $\Phi CK - \Gamma 1$ fotorezistorunun volt–amper xarakteristikasını almaq üçün B1 açarını vurmaq və B2 açarı ilə əvvəlcə $\Phi 1$ işıq selini və sonra $\Phi 2$ işıq selini müəyyənləşdirməli. TV avtotransformatoru ilə gərginliyi 0-dan 60 V-a qədər dəyişdirərək gərginliyin və PA milliampermetri ilə ölçülən cərəyanın qiymətini protokola yazmalı. Fotoelementin və fotorelenin sınaq protokolu cədvəl 5.2.-də göstərilmişdir.

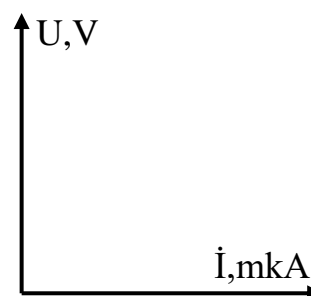


Şək. 5.3. Qurğunun prinsipial sxemi

Cədvəl 5.2.

Fotoelementin sınaq protokolu

Fotoelementin volt–amper xarakteristikası				Fotoelementin işləmə parametrləri	
ΦCK – Γ1					
Φ1		Φ2			
U, V	\dot{I} , mkA	U, V	\dot{I} , mkA	U, V	E, L _x



Şək.5.4.Volt– amper xarakteristikası

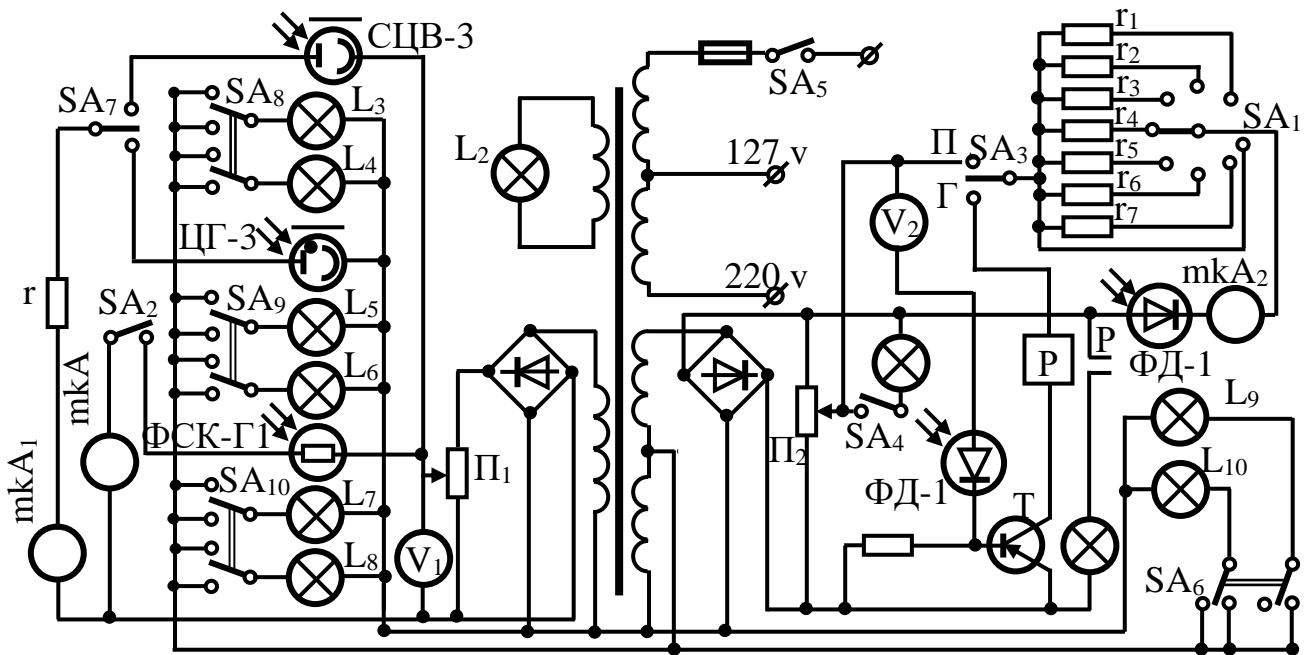
ΦCK – Γ1 fotorezistoru ПП-7 tipli KV1 relesi ilə ardıcıl qoşulmuşdur (şək. 5.5).

Fotorele aşağıdakı qaydada işləyir (şək.5.6):

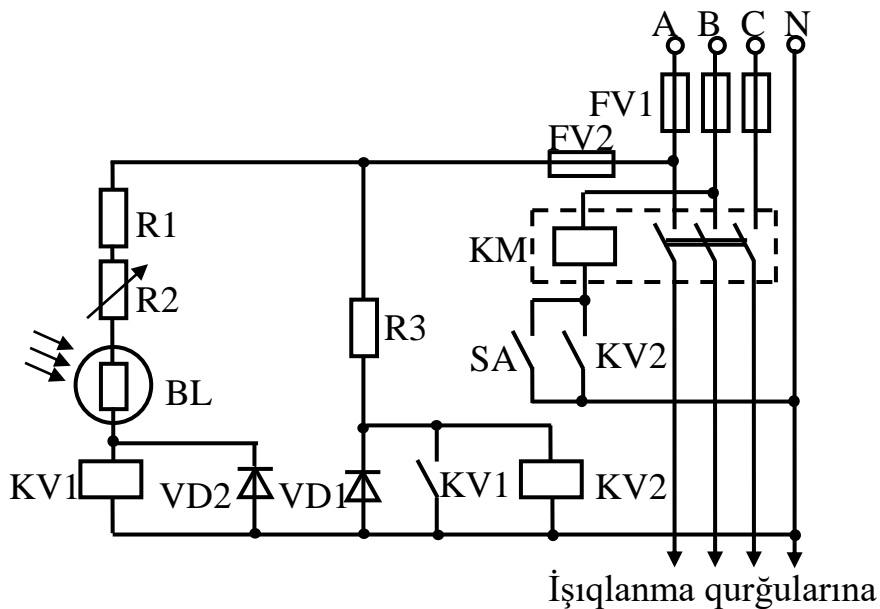
Gündüz vaxtı təbii işıqlanma kifayət qədər intensiv olduqda (ΦCK – Γ1) BL fotorezistorunun müqaviməti kiçik olur. KV1 relesinin sarğı dövrəsindəki cərəyan işləmə cərəyanından böyük olur və fotorezistor qoşulur, KV2 relesi açılır.

Axşam vaxtı fotorezistorun müqaviməti relenin açma cərəyanının qiymətinə qədər azalır. Bu zaman KV1 kontaktlarının açılması baş verir və KV2 relesi qoşulur. O da öz növbəsində işıqlanma qurğularını idarə edən KM maq-

nit işə buraxıcısını qoşur. SA açarı işıqlanma qurğularını əl ilə idarə etməyə xidmət edir.



Şək. 5.5. ЭС – 6 stendinin prinsipial elektrik sxemi



Şək. 5.6 ФП-1 fotorelesinin prinsipial sxemi

Hesabatın məzmunu. Hesabatda ФСК-Г1 fotorelesinin elektrik qoşulma sxemi, tərtib olunma protokolu, ФСК-Г1 – fotorezistorunun volt–amper xarakteristikası və

ФР-1 , ФР-2У3 fotorelelərinin qoşulma sxemləri əks olunmalıdır.

Yoxlama sualları

1. Fotorezistorun, vakuum və yarımkeçirici fotoelementlərin işinin mahiyyətini izah edin.
2. Fotorezistoru, vakuum və yarımkeçirici fotoelementləri müqayisə edərək onların üstünlükləri və nöqsanları haqqında danışın.
3. Avtomatikanın sxemlərində fotoelementlər hansı məqsədlər üçün istifadə olunur.
4. Xarici və daxili fotoeffekt hadisələrinin fiziki mahiyyətini izah edin.
5. Fotodiodun fotoçevirici və fotogenerator rejimlərdəki iş prinsipini danışın.
6. Fototiristorun fototriodla müqayisədə üstünlükləri və nöqsanları nədən ibarətdir?
7. Fotorezistorların, vakuum və yarımkeçirici fotoelementlərin işıq və volt–amper xarakteristikalarını izah edin.
8. Fotorelenin sxeminin iş prinsipini izah edin.

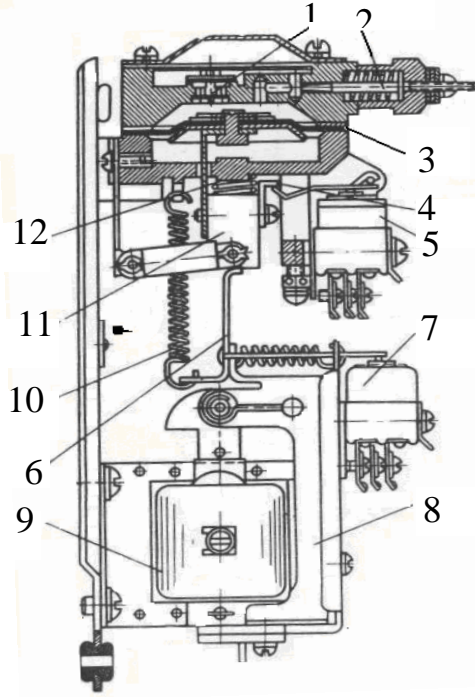
6 saylı laboratoriya işi.

Pnevmatik relelərin öyrənilməsi və tədqiqi

İşin məqsədi. РВП-1М zaman relesinin konstruksiyasını, iş prinsipini və xarakteristikasını öyrənməli.

İşin məzmunu. Relenin həssas elementi 8 lövbərinə malik olan 9 elektromaqnitindən ibarətdir (şək. 6.1.). Lövbər 6 söykənəcəyi ilə sərt birləşmişdir. O 10 qaytarıcı yayının köməyi ilə ləngidici element vəzifəsini yerinə yetirən pnevmatik dempferlə əlaqələndirilir. Dempfer 3 membranı ilə iki hissəyə bölünmüş kameradan ibarətdir. Yuxarı kamerasında 1 qaytarıcı klapanı və 2 tənzimləyici drosseli quraşdı-

rılmışdır. Onlar vasitəsilə kameraya hava daxil olur. 3 membranı dartğacın köməyilə 11 kündəsi ilə sərt birləşdirilir və onunla ümumi qovşaq yaradır.



Şək. 6.1. PBII-1M elektropnevmatik relenin prinsipial sxemi

İcra elementi iki (5 və 7) çeviricilərindən ibarətdir. 7 mikroçeviricisi zaman dözümlü olmadan işləyir. Releyə gərginlik verildikdə elektromaqnit 8 lövbərini dartır və 6 söykənəcəyi 11 kündəsindən aralanır, 12 işçi yayının köməyilə kündə aşağı düşməyə başlayır. 11 kündəsinin yer dəyişmə sürəti 3 membranının əyintisindən asılıdır, daha doğrusu, yuxarı kameraya daxil olan havanın sürətindən asılı olur. Beləliklə, tənzimləyici orqanın köməyilə drossel deşiyinin kəsiyini dəyişməklə relenin zaman dözümlünü dəyişmək olar. Kündənin gedişinin sonunda 4 söykənəcəyi 5 mikroçeviricinin ştiftinə təsir edir və onun kontaktlarını çevirir.

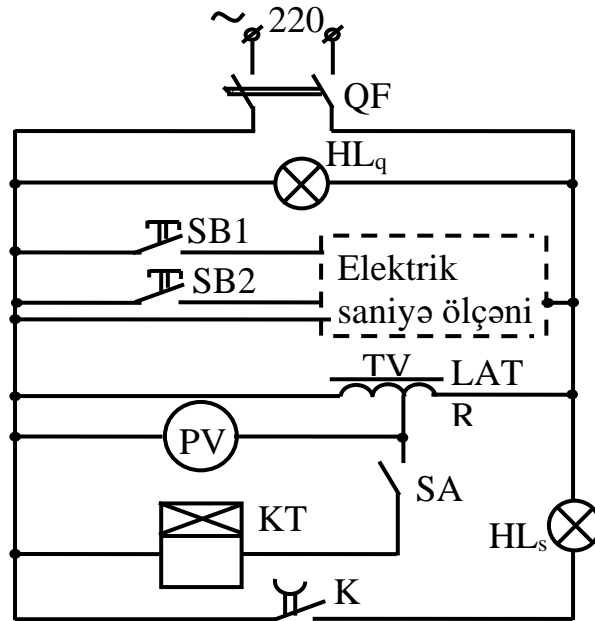
Qidalanma kəsildikdə elektromaqnitin lövbəri 10 qaytarıcı yayın təsiri ilə yuxarıya doğru yerini dəyişdirir və 11 kündəsini yuxarı kənar vəziyyətə qaldırır. Bu zaman yuxarı kameradan 1 klapanı vasitəsilə havanın çıxması baş ve-

rir, 5 və 7 mikroçeviricilərin kontaktları ilk vəziyyətə qayıdır.

PBП-1M pnevmatik zaman relesi zaman dözümlünü 0,4...180 saniyəyə qədər almağa imkan verir.

İşin yerinə yetirilmə proqramı.

1. PBП-1M tipli zaman relesinin konstruktiv quruluşunu öyrənməli;
2. İşdə lazım olan cihaz və aparatların olmasını yoxlamaq:
 - a) PBП-1M tipli zaman relesi;
 - b) latr;
 - c) potensiometr;
 - ç) elektrik saniyə ölçən;
 - d) sabit və dəyişən cərəyan voltmetrləri.
3. PBП-1M tipli pnevmatik zaman relesinin sınaq sxemini yığmalı (şək. 6.2):
 - a) yayın sabit gərginliyində relenin zaman dözümlünün sarğının sıxaclarındakı gərginlikdən asılılığını təyin etməli.



Şək. 6.2. PBП-1M tipli pnevmatik zaman relesinin sınaq sxemi:

SA – tumbler; QF – avtomat; KT – zaman relesi; PV– voltmetr; HL_q– qoşma siqnal lampası; HL_s– siqnal lampası; SB1–işə salma düyməsi; SB2 – qaytarma düyməsi; TV – avtotransformator (latr)

Labaratoriya stendində gərginlik QF avtomatı vasitəsilə verilir. Gərginliyin olmasına HL_q (“qoşma”) siqnal lampası ilə nəzarət edilir. Releyə verilən gərginlik LATR-ın köməyilə tənzimlənir. Hər 10 V-dan bir hesabat götürülür. Relenin qoşulması və açılması SA tumblerinin köməyilə yerinə yetirilir. Zaman relesinin kontaktının açılmasına HL_s siqnal lampası ilə nəzarət edilir. Təcrübənin nəticələri cədvəl 6.1-ə yazılır.

Cədvəl 6.1

Təcrübənin nəticələri

	Rele					PBII-1M				
U _{isl}										
U _{bur}										
K _{qay}										

b) relenin qayıtma əmsalını təyin etməli.

$$K_{qay} = \frac{U_{qay}}{U_{isl}}, \quad (6.1)$$

burada U_{qay} – relenin qayıtma (buraxma) gərginliyi, V;

U_{isl} – relenin işləmə gərginliyidir, V

Qayıtma gərginliyini təyin etmək üçün sarğıya verilən gərginliyi 5V azaltmaq lazımdır.

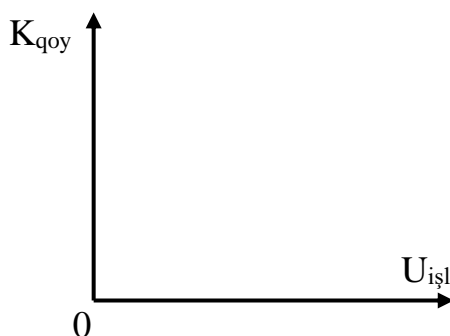
c) iki qeyri-maqrıt təbəqələr üçün yayın gərginləşməsini dəyişməklə nominal gərginlikdə zaman dözümlü relenin tənzimləmə diapozonunu təyin etməli;

ç) relenin qayıtma əmsalını təyin etməli;

d) elektrik saniyə ölçəninin köməyiylə relenin zaman dö-
zümünün tənzimləmə diapazonunu (həddini) təyin etməli.

Hesabatın məzmunu.

1. İşin məqsədi;
2. Qısa iş prinsipini yazmaqla PBI-1M zaman relesinin eskizini çəkməli;
3. Qısa iş prinsipini yazmaqla təcrübə qurğusunun sxemini çəkməli;
4. Cədvəldəki verilənlərə görə asılılıq $\{K_q = f(U_{i\text{şl}})\}$ qurmalı;
5. Relenin qayıtma əmsalını təyin etməli (hesablamalı);
6. Təcrübə yolla alınan zaman dözümləmə diapozonunu təyin etməli;
7. Laboratoriya işi üzrə nəticələr yazmalı.



Şək. 6.3. $K_{qay} = f(U_{i\text{şl}})$ asılılığı

Yoxlama sualları

1. Zaman relələri necə siniflərə bölünür və onların əsas parametrləri hansılardır?
2. Zaman relələrinin avtomatik sxemlərdə əsas vəzifələri hansılardır?
3. Zaman relələrinin kontaktlarının hansı növləri mövcuddur və sxemlərdə onların şərti işarələri necədir?
4. Relenin işləmə vaxtı və buraxma vaxtı nədir?
5. Müxtəlif növ relələrdə zaman saxlamalarının hansı alınma üsulları mövcuddur?

Bu üsulların müqayisəli xarakteristikasını verin.

7 sayılı laboratoriya işi. **Elektromaqnit relelərin öyrənilməsi və tədqiqi**

İşin məqsədi. Sabit və dəyişən cərəyan elektromaqnit relelərin quruluşunun, konstruksiyasının, iş prinsipinin və tət-biq sahələrinin öyrənilməsi və tədqiqi.

Ümumi məlumat. Rele – müxtəlif avtomatik sistemlərin ən çox yayılmış elementlərindən biri olub, onun girişinə xarici fiziki kəmiyyət təsir etdikdə çıxış kəmiyyətinin qiyməti sıçrayışla dəyişir.

Relelər hiss etdiyi fiziki kəmiyyətlərin növünə görə (iş prinsipinə görə) elektrik, mexaniki, maqnit, istilik, optik, radioaktiv, akustik və kimyəvi relelərə bölünür. “Rele” sözü fransızcadan götürülüb, hərfi mənası dəyişmə, əvəz etmə, “yenidən qoşma”dır. Fransada hələ dəmiryol olmayan zaman onları dəyişən və yenidən qoşan poçt stansiyaları belə adlanırdı.

Rele xaricdən verilən siqnala görə elektrik dövrələrinin avtomatik komutasıyası üçün qurğudur. Rele – rele elementlərindən və qrup elektrik kontaktlarından ibarətdir. Rele elementinin vəziyyəti dəyişdikdə kontaktlar qapanır, yaxud açılır. Relelər avtomatik idarəetmə, nəzarət, siqnallaşdırma, mühafizə, komutasiya və s. sistemlərdə istifadə olunur.

Kənd təsərrüfatı avtomatikasında elektrik və mexaniki relelərdən istifadə olunur. Bu laboratoriya işində elektromaqnit prinsipində işləyən elektrik releləri, elektrik cərəyanının qütblüyünə reaksiya verən qütblənmiş relelər öyrənilir.

İş prinsipinə görə elektrik releləri aşağıdakı siniflərə bölünür: elektromaqnit, maqnitoelektrik, elektrodinamik, in-

diksiyon, ferromaqnit, elektron, ion, elektroistilik və rezonans.

Əgər releyə ümumi şəkildə baxsaq, o, ilk çeviricini, icra orqanını, yavaşdırıcı orqanı, tənzimləyici orqanı özündə birləşdirmiş olar.

İlk çeviriciyə xaricdən verilən siqnallar təsir edir. İcra orqanı siqnalları reledən xarici dövrəyə vermək üçündür. Yavaşdırıcı orqan relenin təsirini yavaşıtmağı təmin edir. Tənzimləyici orqan relenin işləmə parametirini dəyişdirir.

Rele bir neçə müstəqil elektrik dövrlərini eyni vaxtda idarə edə bilir.

Xarici fiziki hadisələrin təsirlə öz parametrlərini (müqavimət, tutum, induktivlik yaxud e.h.q) elektrik idarə dövrlərini görünmədən ayırmaqla sıçırayışla dəyişən relelər kontaktsiz relelər adlanır. 20-ci əsrin 50-ci illərindən etibarən relelərin konstruksiyalarına elektrik dövrlərinin idarə olunması üçün mexaniki yerdəyişmələri tələb etməyən maqnit gücləndiriciləri, tranzistorlar və tiristorlar daxil olmuşdur.

Kontaktsiz relelərə rele rejimində işləyən maqnit gücləndiricisi və məntiq elementləri misal ola bilər.

Bütünlükdə konstruksiyasına görə relelər hermetik və qeyri-hermetik adlanır.

Elektromaqnit relelər müxtəlif əlamətlərə görə ayrı-ayrı növlərə bölünür:

1. Cərəyanın növünə görə sabit və dəyişən cərəyan (sənaye və yüksək tezlikli).

2. Dolaqların sayına görə – bir dolaqlı və çox dolaqlı.

3. Kontakt qruplarının sayına görə – bir çüt kontaktlı və çox kontaktlı.

4. Dolağından keçən cərəyanın istiqamətindən asılı olaraq işləməyə görə – qütblənmiş və neytral (neytral relelərin işləməsi dolağından keçən cərəyanın istiqamətindən asılı deyildir).

5. İşləmə vaxtına görə relelər cəldişləyən ($t_{i\dot{s}} = 1 \dots 50$ ms), normal işləyən ($t_{i\dot{s}} = 50 \dots 150$ ms) və yavaş işləyən ($t_{i\dot{s}} = 0,15 \dots 1$ ms) olur. $t_{i\dot{s}} < 1$ ms olan relelər ətalətsiz, $t_{i\dot{s}} \geq 1$ s olan relelər isə zaman dözümlü adlanır.

6. Vəzifələrinə görə relelər əsas, köməkçi, zaman və siqnal relelərinə bölünür.

Əsas relelərə cərəyan, gərginlik və s. relelər aiddir. Köməkçi relelərə aralıq, zaman dözümlü, siqnal releləri aiddir. Aralıq releləri kontaktların sayını artırmaq, təsiri bir reledən başqasına vermək və kontaktların komutasiya xüsusiyyətini yüksəltmək üçündür.

Zaman relesi zamana görə ləngimə yaratmaq üçündür.

Siqnal relesi – əsas relelərin işini qeyd edir və səs siq-nalları ilə idarə olunur.

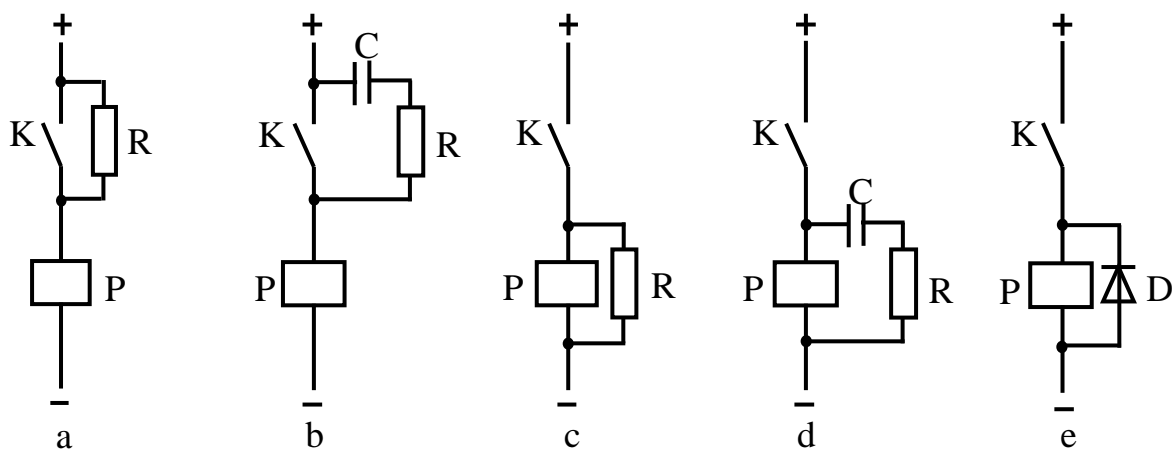
Aralıq releləri elektrik intiqallarının avtomatik idarə sxemlərində, habelə avtomatikanın digər sxemlərində tətbiq olunur.

MKY – 48 növlü dəyişən və sabit cərəyan elektromaqnit releləri (24... 127 V gərginlikli) kənd təsərrüfatı maşınlarının texnoloji işlərinin avtomatik idarəetmə sxemlərində, elektrik avadanlıqlarının mühafizə sxemlərində, o cümlədən elektrik mühərriklərinin iki fazada işləməsindən mühafizə sxemində istifadə olunur. PIITY – 1 aralıq relesi nəqliyyat sistemlərinin və mexanizmlərinin (nəqletdiricilər, elevatorlar və s.) idarə dövrlərində tətbiq olunur. PIIT – 100 növlü aralıq relesi əməliyyat dövrəsinin açılması, yaxud kontaktların gücünün artırılması tələb olunan dəyişən cərəyan dövrlərində tətbiq olunur.

İş prinsipi və konstruksiyalarının müxtəlif olmasına baxmayaraq relelər bir sıra ümumi parametirlərlə xarakterizə olunur. Onlardan mühümləri işləmə parametri, buraxma parametri, qayıtma əmsalı, işçi parametr, işləmədə ehtiyat əmsalı, buraxmada ehtiyat əmsalı, işləmə müddəti və buraxma müddətidir.

Relenin etibarlılığı və komutasiya xüsusiyyəti əsas etibarlı ilə kontaktlarla müəyyən edilir. Relenin kontaktları aşağıdakı istismar parametrləri ilə xarakterizə olunur: cərəyan, gərginlik, güc və qoşulmaların sayının məhdudluğu, güc üzrə güclənmə əmsalı.

Relelərin kontaktlarının işini (qığılıcı əmələ gəlməsinin azaldılması) yüngülləşdirmək üçün əlavə elementlər tətbiq olunur. Onları relenin kontaktlarına, yaxud dolaqlarına paralel birləşdirirlər (şək.7.1).



Şək. 7.1. Kontaktlarda qığılıcı azaltmaq üçün rele kontaktlarının (a,b) və dolaqlarının (c,d,e) şuntlanması

P dolağının induktivliyində yaranan maqnit enerjisi kontaktlar arasındakı boşluqda deyil, əlavə elementdə – R rezistorunda və C kondensatorunda, yaxud relenin dolağının özündə sərf olunur. R söndürücü rezistorun müqaviməti dolağın aktiv müqavimətindən 5...10 dəfə böyük, C kondensatorunun tutumu isə 0,5...2 mkF götürülür.

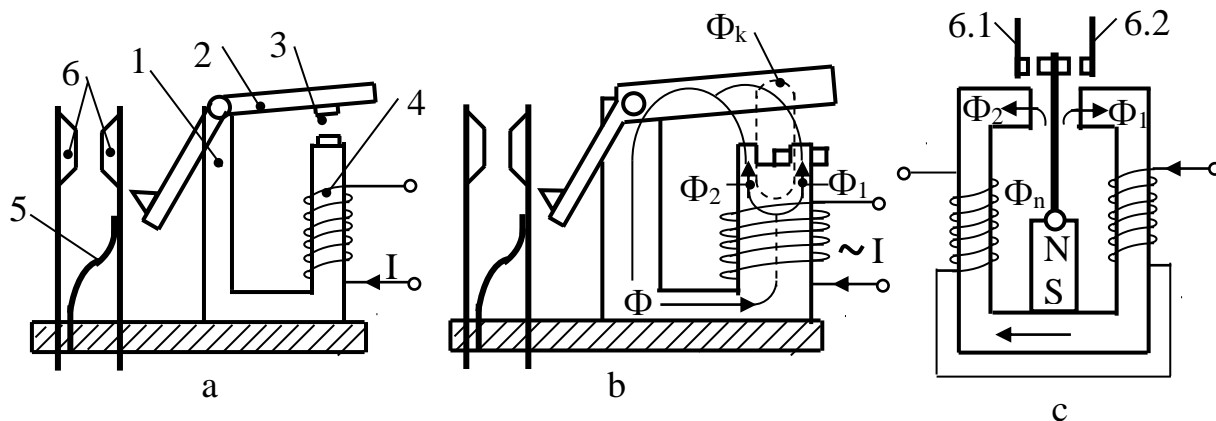
Bütün növ relelər içərisində kənd təsərrüfatı qurğularının elektroavtomatikasında elektromaqnit relelər daha geniş tətbiq tapmışdır. Bu qrup relelərin iş prinsipi cərəyan axan dolağın maqnit sahəsilə ferromaqnit lövbərin qarşılıqlı təsirinə əsaslanır.

Dolaqdan axan cərəyanın növünə görə elektromaqnit relelər sabit və dəyişən cərəyan relelərinə bölünür. Sabit cə-

rəyan releləri öz növbəsində neytral və qütblənmiş relelərə bölünür.

Neytral relelər siqnalın qütblüyünü fərqləndirmir və dolaqdan axan sabit cərəyanın hər iki istiqamətini eyni hiss edir.

Şək. 7.2 – də elektromaqnit relelər göstərilmişdir. Rele-nin dolağından cərəyan axdıqda tərpənən lövbər elektromaqnitin tərpənməyən nüvəsinə (maqnit məftilinə) dartılır. Lövbərin yerdəyişməsi kontaktların qapanmasına səbəb olur. Dolaqda cərəyan olmadıqda lövbər və kontaktlar əks təsir yaradan yay vasitəsilə ilk vəziyyətinə qaydır (şək. 7.2.a).



Şək. 7.2. Elektromaqnit relelər:

a – sabit cərəyan; b – dəyişən cərəyan; c – qütblənmiş; 1 – maqnit məftili; 2 – lövbər; 3 – ştift; 4 – dolaq; 5 – yay; 6 – kontaktlar

Qütblənmiş rele neytral elektromaqnit rele kimi tərpənən lövbərə və dolağa malikdir. Amma relenin nüvəsi, onu qütbləndirən, daha doğrusu releni cərəyanın istiqamətinə həssas edən sabit maqnitə malikdir (şək.7.2,c). Dəyişən cərəyan elektromaqnit relesi (şək.7.2,b) sabit cərəyan relesinə nisbətən başqa cür qurulur. Titrəməni aradan qaldırmaq üçün dəyişən cərəyan relesi elə hazırlanır ki, lövbərə fazaca biri-digərinə nəzərən sürüşdürülmüş iki maqnit

seli təsir edə bilsin. Bunun nəticəsində də dartı qüvvəsi heç vaxt sıfıra düşmür. Bunun üçün relenin nüvəsinin qütbü iki hissəyə ayrılır və birinə ekran adlandırılan qısa qapanmış mis sarğı geydirilir. Sarğıda e.h.q. – si induksiyanır və öz növbəsində maqnit seli yaradan cərəyan əmələ gəlir. Nəticədə qısa qapanmış sarğıdan keçən maqnit seli, qütbün sərbəst hissəsindən keçən maqnit selindən φ bucağı qədər geri qalır. Bir – birindən φ bucağı qədər sürüşmüş maqnit sellərinin yaratdıqları dartı qüvvələrinin cəmi heç vaxt sıfıra vərəbər olmur.

Dartı qüvvələrinin cəmi orta qiymət ətrafında nisbətən az meyl edir, relenin etibarlı işini təmin edir və titrəməni demək olar ki, tamamilə aradan qaldırır.

Elektromaqnit relələrin düzgün və etibarlı işləməsi onların dartı və mexaniki xarakteristikalarının uyğun olmasından çox aslıdır.

Dartı xarakteristikası dedikdə, elektromaqnit qüvvənin relenin lövbəri ilə elektromaqnitin nüvəsi arasındakı hava aralığı arasındakı asılılıq başa düşülür.

Əks təsir yaradan yayın qüvvəsinin lövbərin yerdəyişməsindən asılılığına relenin mexaniki (əks təsiredici) xarakteristikası deyilir.

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı və göstərişlər.

1. Stenddə quraşdırılmış relələrin konstruktiv quruluşlarını öyrənməli, iki və daha çox dolağı olan relələrin (PKH, PPH, PMYT və PII-5) dolaqlarının çıxışlarını testerlə təyin etməli.

2. Hər bir reledə işləmə və buraxma cərəyanlarını və gərginliklərini ölçməli. İşləmə və buraxma cərəyanlarını və gərginliklərini təyin etmək üçün sınaqdan keçirilən rele şəkl.7.3 – də göstərilmiş sxemə qoşulur. İşləmə və buraxma gərginliyi gərginlik hamar (səlis) artan zaman HL lampası yanan andan təyin edilir.

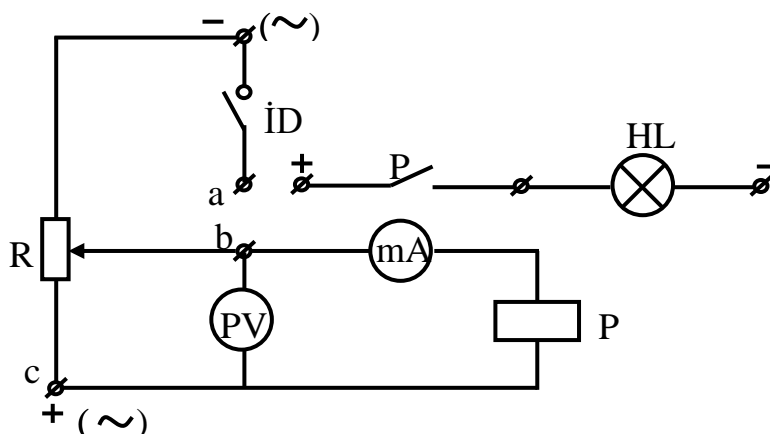
Stenddə olan rele üçün hər ölçü 3 dəfə aparılır, protokola isə onun orta qiyməti yazılır.

3. Relenin qayıtma və ehtiyat əmsallarını, işləmə və buraxmanın amper – sarğılarını təyin etməli.

Qayıtma əmsalı $K_q = \frac{I_{bur}}{I_{i\dot{s}}}$, işləmədə $K_{e.i.\dot{s}.} = \frac{I_n}{I_{i\dot{s}}}$ və bu-

raxmada $K_{e.bur} = \frac{I_{bur}}{I_n}$ ehtiyat əmsallarını, işləmənin və bu-

raxmanın amper-sarğılarını $I_{W_{i\dot{s}}}$ və $I_{W_{bur}}$ hesablayarkən relenin sınağı zamanı hər dolağın pasport verilənlərini protokola yazmaq lazımdır.



Sək. 7.3. Relenin sınaq sxemi:

İD – işəsalma düyməsi; P – rele; HL – sığınal lampası

4. Relelərdən biri üçün özüsaxlayan dövredə cərəyan məhdudlaşdırıcı müqavimətin qiymətini hesablamalı. Cərəyan məhdudlaşdırıcı müqavimət işçi vəziyyətdə relenin dolağının qızmasına səbəb olan cərəyanın azalmasına xidmət edir. $R_{c.m}$ müqavimətinin qiymətini I_{sax} minimal saxlama cərəyanına görə, daha doğrusu relenin öz kontaktlarını etibarlı saxlayan cərəyanına görə təyin edirlər.

Buraxma cərəyanına görə (2 bəndinə bax) relenin saxlama cərəyanını tapırlar.

$$\dot{I}_{sax} = K_n \cdot \dot{I}_{bur}, \quad (7.1)$$

burada $K_n = 1,4 \dots 3$ – etibarlıq əmsalı.

Minimal qidalanma gərginliyini U_{min} (rəhbər tərəfindən verilir) və relenin dolağının muqavimətini R_p (təcrübədən təyin edirlər) tapırlar ,

$$R_{sax} = \frac{U_{min}}{I_{sax}} - R_p . \quad (7.2)$$

Hesabatın nəticələrini onların təyin edilmə ardıcılığına görə yazmalı:

$$\begin{array}{ll} \dot{I}_{bur} = & \text{mA}; \quad K_n = \quad ; \\ \dot{I}_{sax} = & \text{mA}; \quad U_{min} = \quad \text{V}; \\ R_p = & \text{kOm}; \quad R_{c.m} = \quad \text{kOm} . \end{array}$$

Elektromaqnit relələrinin sınaq protokolu cədvəl 7.1-də verilmişdir.

Cədvəl 7.1

Elektromaqnit relələrin sınaq protokolu

Rele	Relenin təcrübə və hesabat parametrləri											
	$\dot{I}_{i\dot{s}}$	$U_{i\dot{s}}$	\dot{I}_{bur}	U_{bur}	U_n	R_p	\dot{I}_n	K_q	$K_{e.i\dot{s}}$	$K_{e.bur}$	$\dot{I}W_{i\dot{s}}$	$\dot{I}W_{bur}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Düzbucaqlı maqnit məftilli, neytral-PIIH												
a) 1 dolaq												
b) 2 dolaq												

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Klapanlı, neytral– PKH												
Kiçik ölçü- lü, (Tsip- kin)MPIÇ												
Çoxkon- taktlı, ümu- muləşdiril- miş – MKY-48												
Dəyişən cərəyanlı– PIIT-100												
Qütblən- miş–PII5												

Hesabatın məzmunu. Hesabat elektrik sxemini (şək.7.3.), tərtib olunmuş sınaq protokolunu və relelərdən biri üçün cərəyan – məhdudlaşdırıcı müqavimətin hesabatının nəticəsini əhatə etməlidir.

Yoxlama sualları

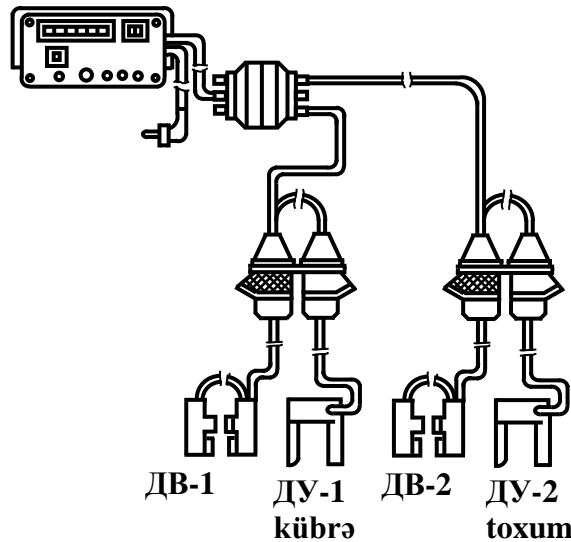
1. Avtomatikanın relelərinin parametrlərini sadalayın və xarakterizə edin.
2. Relelərin əsas qovşaqlarının adlarını deyin.
3. Qütblənmiş rele neytral reledən nə ilə fərqlənir?
4. İşləmə və buraxma zamanı relenin işini ləngitmək və onların kontaktlarında yaranan qıgılcımları azaltmaq üçün hansı üsullar tətbiq olunur?
5. Quraşdırma sxemlərində relelərin elementləri necə təsvir olunur?
6. Relelər hansı əlamətlərə görə müxtəlif növlərə bölünür?

8 aylı laboratoriya işi. Səpin maşınlarının işinə nəzarət edən sistemin öyrənilməsi, sınağı və sazlanması

İşin məqsədi. Səpin maşınlarının işinə nəzarət etmək üçün sistemin konstruksiyasını öyrənmək, sınaqdan keçirmək və sazlamaq.

Sistemin yoxlanılma ardıcılığı. Sistemi səpin aqreqatına quraşdırmazdan əvvəl onun kompleks yoxlanılması aşağıdakı ardıcılıqla aparılır:

1. Sistemin tərkib hissələri səpin maşınına uyğun olaraq (şək. 8.1) birləşdirilir. Səpin vericiləri isə ağ çətirli yuvalara qoşulur.



Şək. 8.1. Səpin maşınlarının işinə nəzarət edən sistemin struktur sxemi

2. Pultun qidalanma 47k rozetkasının müsbət “+” qütbünə, onun gövdəsi isə kronşteyn vasitəsilə traktorun “–” gövdəsinə birləşdirilir.

3. Pultun üz panelində yerləşən “qidalanma” açarı qoşulur, bu zaman “qidalanma”, “səviyyəyə”, “sıradan çıxma” indikatorları (ışıq göstəriciləri) yanır və səs siqnallaşdırılması baş verir.

4. Səviyyə vericiləri yoxlanılır. Vericilərin fotoqəbuledicilərini qara əşya ilə örtürlər. Bu zaman “səviyyə” işıq indikasiyası sönməli, vericinin fotoqəbuledicisi işıqlandırıldıqda qısa müddətli səs siqnalı yaranmalı və “səviyyə” indikatoru yanmalıdır.

5. “Yoxlama” düyməsini bir dəfə basdıqda pultun üz panelində “sıradan çıxma” işıq diodları (fotodiodlar) 0,3...1,5 san. müddətinə sönmür, “qidalanma” işıq indikatoru isə daim yanır. Səs siqnallaşması müvəqqəti kəsilir. Göstərilən vaxt qurtardıqdan sonra “sıradan çıxma” indikatorları yenidən yanır və dövri səs siqnalı meydana gəlir.

6. Sistemin pultu ilə kabel arasındakı ayırma yuvası bir – birindən aralanır, “sıradan çıxma”, “səviyyə” və “qidalanma” indikatorları sönürlər, fasiləsiz səs siqnalı yaranır. Bir dəqiqə ərzində əlaqəni yenidən bərpa edirlər. İndikatorların vəziyyəti 3 bəndinə uyğun gəlməlidir.

7. “Qidalanma” açarı açılır və qidalanma kabeli qida mənbəyindən ayrılır.

8. Sistem müvafiq səpin maşınının istismarı haqqında təlimatın tələblərinə uyğun olaraq səpin aqreqatına quraşdırılır. Sistemin işləmə qabiliyyəti mühərrikin orta dövrlər sayında işlədiyi zaman traktorun elektrik qidalanma sisteminə qoşulduğu vaxtda yoxlanılır. Bütün yoxlamalar bir bəndinə uyğun aparılır.

9. Sistemin işi səpin maşınının nəzarət səpinində hərəkət etdiyi zaman yoxlanılır. Səpin norması verilmiş hədlərə uyğun olduqda pultda yalnız “qidalanma” indikatoru yanır. Səpin tezliyi aşağı düşdükdə isə “sıradan çıxma” indikatoru işıqlanır və dövri səs siqnalı qoşulur.

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı.

1. Səpinə başlamamışdan əvvəl pultun “Qidalanma” açarı qoşulur. Bu zaman “Qidalanma” və “Sıradan çıxma” indikatorları işıqlanmalı və dövri səs siqnallaşması işləməlidir.

Səpin maşını işçi sürətə çatdıqda pultda yalnız “Qidalanma” indikatoru yanılı vəziyyətdə qalır, işıq və səs signalı olmur.

2. Əgər səpin zamanı texnoloji prosesin pozulması baş verərsə, daha doğrusu, toxumun səpilməsi dayanarsa, onda səpin pozulması baş verən kanalda, yəni pultda “Sıradan çıxma” indikatoru yanır və dövrü səs siqnallaşması qoşulur.

Xarici baxış yolu ilə nasazlığı aradan qaldırmaq üçün aşağıdakılar yoxlanılır.

a) səpin aparatının sazlığı;

b) vericinin və onun bərkidilməsinin sazlığı.

Lazım gəldikdə verici tozlardan və çirklərdən təmizlənir. Əgər səpin maşını sazdirsa, onda uyğun kanal – “Yoxlama” düyməsi bir dəfə basılır. Əgər nasazdırsa bu, halda ehtiyat verici ilə əvəz olunur. Tarla şəraitində vericinin işləmə qabiliyyətini bərpa etmək, yaxud dəyişmək mümkün deyilsə, onda verici C3K – 3,3 səpin maşını üçün nəzərdə tutulmuş nəzarət sistemində armaturlaşdırılmış eşmə yuvası yaxud C3 – 3,6/A/ və CPH – 3,6 səpin maşınları üçün nəzərdə tutulmuş sistemlərdə paylaşdırıcı kabel vasitəsilə çıxarılır.

Beləliklə, müvafiq kanal sistemdən açılır və o yerdə qalan kanallarla nəzarəti yerinə yetirməyə davam edir. Bunkerlərdə toxumun və gübrənin səviyyəsi aşağı düşdükdə pultda G (gybrə), yaxud T (toxum) “Səviyyə” indikatoru yanır və bir dəfə səs siqnalı səslənir. Bu işə şırımın sonunda bunkerləri doldurmaq lazım olduğunu traktorçunun nəzərinə çatdırır. Fasiləsiz səs siqnalı olduqda “Qidalanma” açarı vasitəsi ilə sistemin qidalanma dövrəsi bir dəfədən gec olmamaq şərtilə açılır.

Sistemin texniki xarakteristikası:

1. Sistemin növü – elektron.

2. Vericinin növü – fotoelektron.

3. Sistemin qidalanması – traktorun elektrik avadanlığı

sistemi.

4. Qidalanma gərginliyi $U = 10,8 \dots 15 \text{ V}$.
5. Tələb olunan güc $P = 30 \text{ Vt}$ – dan az.
6. Sistemin kütləsi – 7 kq.
7. Əndazə ölçüləri – pult: 190 x 105 x 90 mm.
8. Nəzarət edilən səpin kanallarının sayı:

Sistemin növü	C3 – 3,6/A/	CPH – 3,6	C3K – 3,3
Kanalların sayı	2	2	4

9. Sistem fasiləli siqnallaşmasına və fasiləsiz (daimi) işıq indikasiyasına malikdir.

Səpin prosesi pozulan zaman onlar qrup səpən aparatları göstərir.

10. Sistem, bunkerlərdə toxumun, yaxud gübrənin səviyyəsi nəzarət edilən səviyyədən aşağı düşdükdə, işıq və birdəfəlik səs indikasiyasına malikdir.

11. Pult və kabel ayırması arasında əlaqə kəsildikdə sistemdə fasiləsiz səs siqnallaşdırılması meydana gəlir və qidalanma indikatoru sönür.

Laboratoriya işi haqqında hesabat.

Yoxlama sualları

1. Səpin maşınlarının işinə nəzarət sisteminin vəzifəsi nədir?
2. Səpinə nəzarət sisteminin quruluşunu və iş prinsipini izah edin.
3. Səpin vericisinin quruluşu, vəzifəsi və iş prinsipi necədir?
4. Səviyyə vericisinin quruluşu, vəzifəsi və iş prinsipi necədir?
5. Səpin ə nəzarət sisteminin işə hazırlıq ardıcılığını söyləyin.

6. Səpinə nəzarət sisteminin iş qabiliyyəti necə yoxlanılır?
7. Səpinə nəzarət sistemində baş verən nasazlıqlar və onların aradan qaldırılma metodları hansılardır?

9 saylı laboratoriya işi.

Obyektdə temperaturun avtomatik tənzimləmə sisteminin öyrənilməsi və tədqiqi

İşin məqsədi. Temperaturun avtomatik tənzimləmə sisteminin prinsipial sxeminin öyrənilməsi, funksional və struktur sxemlərinin tərtib edilməsi.

Nəzəri məlumat. Avtomatikanın istənilən sadə və mürəkkəb qurğuları bir-birilə əlaqədə olan ayrı-ayrı elementlərdən ibarətdir.

Avtomatik sistemin, fiziki kəmiyyətin keyfiyyət yaxud miqdarca çevirilməsi baş verən hissəsinə avtomatikanın elementi deyilir.

Ayrı-ayrı qurğuların elementləri öz aralarında qarşılıqlı əlaqəyə malikdir. Odur ki, avtomatikanın elementlərinin ikinci vəzifəsi çevirilmiş təsiri əvvəlki bənddən sonrakı bəndə ötürməkdir.

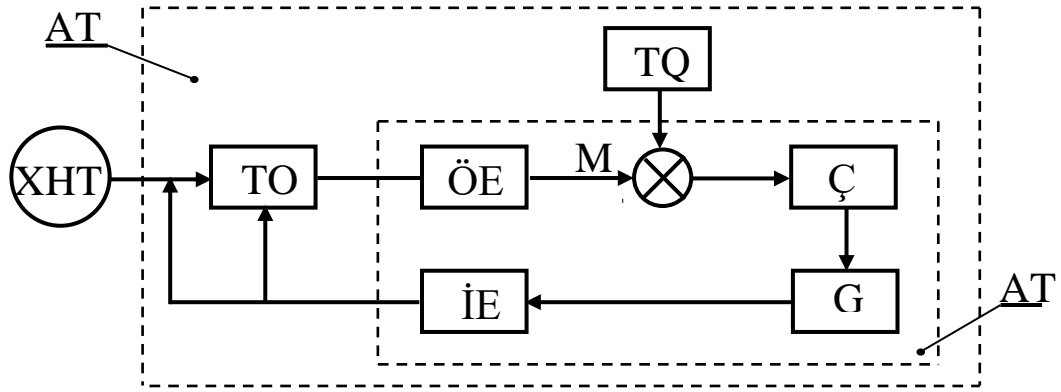
Avtomatik tənzimləmə sisteminin ümumi element sxemi şəkl. 9.1-də göstərilmişdir.

Daxilində işçi prosesi tənzim olunan obyektə tənzimləmə obyektini deyilir.

Qiyməti qabaqcadan müəyyən edilmiş səviyyədə sabit saxlanılan və yaxud verilmiş proqram üzrə dəyişən kəmiyyətə tənzim olunan parametr deyilir.

Fiziki kəmiyyətlərin sabitliyi təmin olunursa, ona tənzimləmə deyilir.

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



Sək. 9.1. Avtomatik tənzimləmə sisteminin ümumi element sxemi:

XHT – xarici həyəcanlandırıcı təsir; TO – tənzimləmə obyekt; OE – ölçü elementi; MO – müqayisə orqanı; TQ – tapşırıçı qurğu; Ç – çevirici; G – gücləndirici; İE – icra elementi; AT – avtomatik tənzimləyici; ATS – avtomatik tənzimləmə sistemi

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

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

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

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

Tənzimləmə obyektinə təsir etməklə onda keçid prosesi əmələ gətirən xarici təsire həyəcanlandırıcı təsir deyilir.

İdarə siqnalına müvafiq olaraq obyektin tənzimləyici elementinin yerini dəyişdirən quruluşa icra elementi deyilir.

Obyektə daxil olan enerjinin, yaxud materialın axınını dəyişmək yolu ilə idarəetmə obyektinə tənzimləyici orqa-

nın köməyilə təsir göstərən qurğuya icra mexanizmi deyilir.

Tənzim olunan parametrin verilmiş qiymətini avtomatik sabit saxlayan, yaxud verilmiş qanun üzrə dəyişdirən qurğuya tənzimləyici (requlyator) deyilir.

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

Tapşırıq. 1. Temperaturun avtomatik tənzimləmə sisteminin funksional və prinsipial sxemlərini öyrənməli.

2. Tapşırıqı qurğunun (kontakt termometrini, yaxud termosignalizatorun) köməyilə bir neçə nöqtədə temperaturun verilmiş həddə sabit saxlanılmasını əldə etməli.

3. Hər bir nöqtə üçün temperaturun qiymətini qeyd etməli (cədv. 9.1).

İşin yerinə yetirilmə ardıcılığı.

1. Kontakt termometrini quruluşu və işləmə prinsipi ilə tanış olmalı.

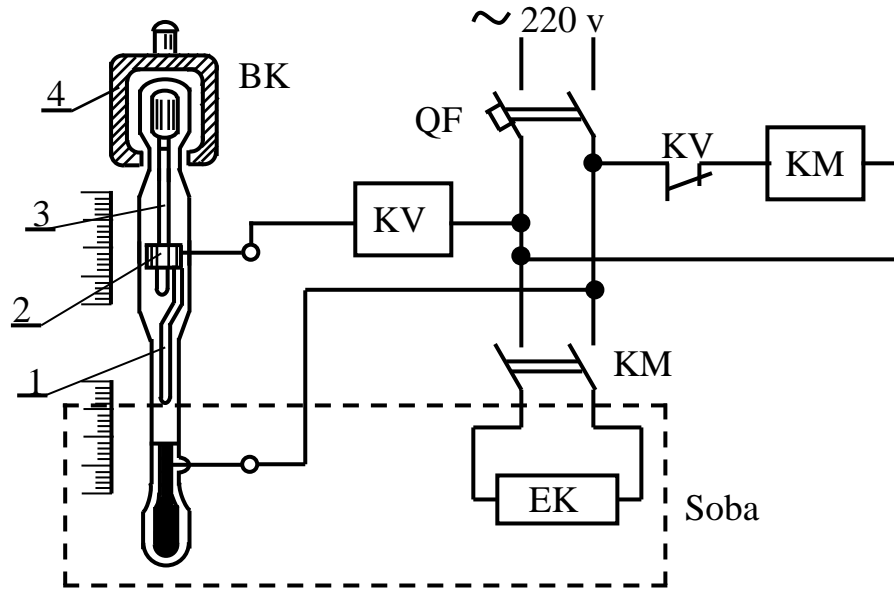
2. Bimetal temperatur vericisinin quruluşu və işləmə prinsipi ilə tanış olmalı.

3. TC-100 və TC-200 markalı termosignalizatorun quruluşu və işləmə prinsipi ilə tanış olmalı.

4. Kontakt termometri, aralıq relesi, maqnit işə buraxıcısı və elektrik qızdırıcısından (soba) ibarət olan temperaturun avtomatik tənzimləmə sisteminin prinsipial sxemini yığmalı.

5. Maqnit başlığı vasitəsilə kontakt termometrini yuxarı şkalasında tənzim olunan temperaturun qiymətini seçməli və şəkl.9.2-də göstərilən sxemi dövrəyə qoşmalı.

6. Təcrübəni temperaturun bir neçə qiyməti üçün aparmalı.



Sək. 9.2. Obyektdə temperaturun avtomatik tənzimləmə sistemi:

QF – avtomat; KM – maqnit işə buraxçısının dolağı; KV – aralıq relesi; BK – kontakt termometri; EK – elektrik qızdırıcı soba; 1 – hərəkətdən kontakt; 2 – qayka, 3 – yiv; 4 – maqnit başlığı

7. Elektrik qızdırıcısından ibarət olan obyektə nəzarət-edici texniki termometr qoymalı. Termotənzimləyicinin dəqiqliyinə fikir verməli.

8. Alınan qiymətləri cədvəl 9.2.-də yazmalı, temperaturun tənzimləmə əyrisini qurmalı və tənzimləmənin dəqiqliyini yoxlamalı.

9. Həmin qayda üzrə təcrübəni TC-100 və TC-200 termotənzimləyicilərini tətbiq etməklə aparmalı.

10. Temperaturun bir neçə qiymətləri üçün təcrübə aparmalı, alınan qiymətləri cədvəl 9.3.-də yazmalı. Temperaturun tənzimləmə əyrisini qurmalı.

11. Temperaturun avtomatik tənzimləmə sisteminin funksional sxemini tərtib etməli.

İş haqqında hesabat. Hesabata aşağıdakılar daxil olmalıdır: əsas elementlərin texniki verilənlərini göstərməklə

laboratoriya qurğusunun sxemi, sınaq protokolları, temperatururun zamandan asılı olan qrafikləri, sistemin funksional sxemi.

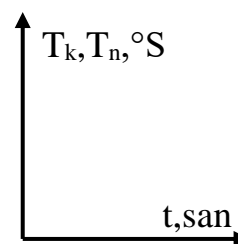
TK-16 kontakt termometrinin və TC-100 termovericinin sınaq protokolları cədv.9.1-də və cədv.9.2-də verilmişdir.

Cədvəl 9.1

Sınaq protokolu.

Termovericinin növü: TK-16

t, san.				
$T_k, ^\circ S$				
$T_n, ^\circ S$				

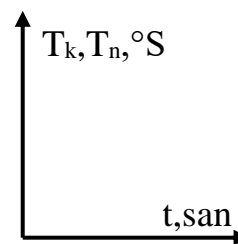


Cədvəl 9.2

Sınaq protokolu.

Termovericinin növü: TC-100

t, san.				
$T_k, ^\circ S$				
$T_n, ^\circ S$				



Yoxlama sualları

1. Avtomatikanın elementi nəyə deyilir?
2. Tənzimləmə obyektini nəyə deyilir?
3. Tənzimləyici element nəyə deyilir?
4. Tənzimləmə nədir?
5. Ölçü elementinin tərifini deyin.
6. Xarici həyəcanlandırıcı təsir nədir?
7. Tənzimləyicinin tərifini deyin.
8. Hansı temperatur tənzimləyiciləri vardır?
9. İşdə hansı temperatur tənzimçiləri istifadə edilmişdir?
10. Avtomatik tənzimləmə sistemi (ATS) nəyə deyilir?

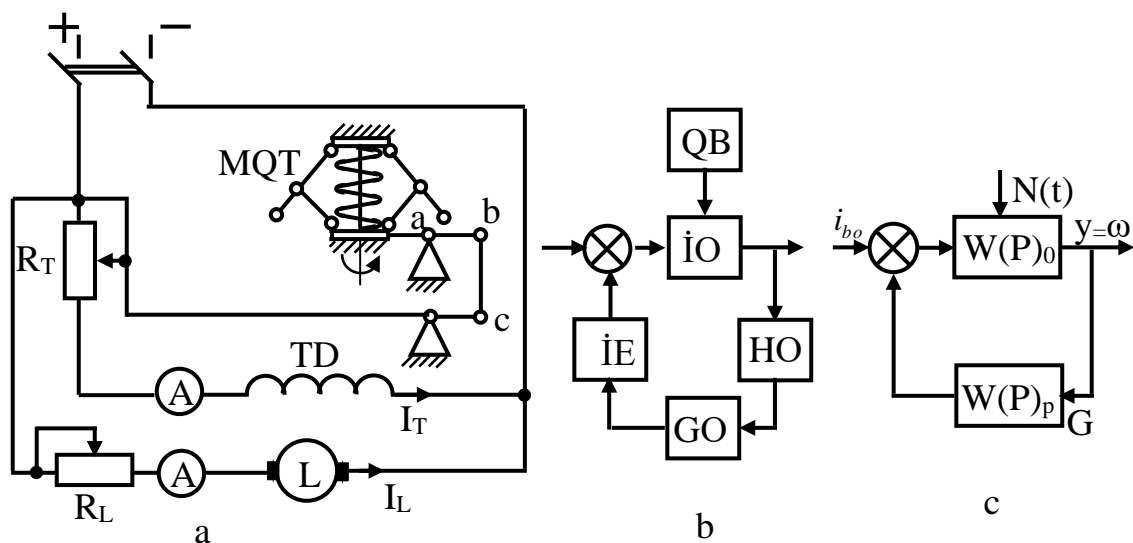
10 saylı laboratoriya işi.

Mühərrikin fırlanma tezliyinin avtomatik idarəetmə sisteminin öyrənilməsi və tədqiqi

İşin məqsədi. Bilavasitə və dolayı təsirli avtomatik idarəetmə sisteminin (AİS) funksional və struktur sxemlərinin öyrənilməsi, bəndlərin və bütün AİS-in statik və dinamik xarakteristikalarının təyin edilməsi.

Ümumi məlumat. Daxili yanma mühərriklərində (DYM) mərkəzdənqaçma elektrik intiqalında – elektrik qurğusunun köməyiylə fırlanma tezliyinin tənzimlənməsi AİS üçün daha çox xarakterdir.

Mərkəzdənqaçma rəqqasla fırlanma tezliyinin AİS-in prinsipial, funksional və struktur sxemləri şəx. 10.1-də göstərilmişdir.



Şəx. 10.1. Mərkəzdənqaçma tənzimləyiçili AİS-in prinsipial (a), funksional (b) və struktur (c) sxemləri

Laboratoriyada DYM əvəzinə sabit cərəyan mühərriki (SCM) tətbiq etmək məqsəduyğundur. Onların dinamik xassələri eynidir, həm də SCM-nin istifadə edilməsi işin aparılma şəraitini mühüm dərəcədə sadələşdirməyə imkan verir.

Verilən AİS fasiləsiz, statik, bir konturlu, bilavasitə təsirli qapalı sistemlərə aiddir. O mühərrikin fırlanma tezliyinin verilmiş qiymətindən meyl etməsinə görə fırlanma tezliyinin texnoloji idarə edilməsini təmin edir.

Sistemin funksional sxemi (şək. 10.1,b) göstərir ki, sistem əsas etibarilə idarə olunan obyektədən İO, həssas orqandan HO, gücləndirici orqandan GO, icra elementindən İE və bir köməkçi elemendən – qidalanma blokundan QB ibarətdir. Obyektin idarəolunan kəmiyyəti mühərrikin fırlanma tezliyi ($y = \omega, s^{-1}$, yaxud $y = n$, dövr/dəq.), idarəedici parametrisə mühərrikin təsirlənmə cərəyanıdır ($x = i_t$).

Həssas orqan kimi DT-54 traktorunun yanacaq nasosunun mərkəzdənqaçma rəqqasından istifadə olunur. Həssas orqanın giriş kəmiyyəti fırlanma tezliyi, giriş kəmiyyəti isə mərkəzdənqaçma rəqqasının z_1 yerdəyişməsidir. Gücləndirici orqan kimi giriş parametri mərkəzdənqaçma rəqqasının z_1 yerdəyişməsi, çıxış kəmiyyəti isə təsirlənmə reostatının sürgəcinin z_2 yerdəyişməsi olan ab, cd qollar sistemi tətbiq olunmuşdur. İcra orqanı təsirlənmə dolağının dövrəsində quraşdırılmış R_t təsirlənmə reostatıdır. Onun köməylə i_t idarəedici parametri dəyişir.

Buna oxşar AİS-in iş prinsipini funksional sxemdən istifadə etməklə izah etmək əlverişlidir. $N(t)$ həyacanlandırıcı təsir (mühərrikin valındakı müqavimət momenti) yarananda y idarəedici parametrisin qiyməti dəyişir. Bunun nəticəsində mərkəzdənqaçma rəqqasının muftasının yerdəyişməsi, mexaniki qollar vasitəsilə R_t təsirlənmə reostatının sürüngəcinin yerdəyişməsi və mühərrikin i_t təsirlənmə cərəyanının dəyişməsi baş verir. Bu da mühərrikin fırlanma tezliyinin lazımı qiymətə qədər bərpa olunmasını təmin edir. Traktorun dizel mühərrikinin fırlanma tezliyinin AİS-i analoji işləyir. Yalnız bu sistemdə İO və İE orqanları kimi müvafiq olaraq DYM və yanacaq nasosu xidmət edir.

AİS-in statik xarakteristikası mühərrikin fırlanma tezliyi ilə onun valındakı müqavimət momenti arasındakı asılılığı göstərir. Amma sabit cərəyan mühərriklərində valdakı müqavimət momenti lövbər cərəyanına mütanasib olur. Ona görə laboratoriya işində statik xarakteristika kimi fırlanma tezliyinin lövbər dövrəsindəki cərəyandan $\omega = f(\dot{I}_e)$ asılılığını qəbul etmək əlverişlidir.

AİS- in dinamik xassələri haqqında əyani təsəvvürü funksional sxemdən (şək.10.1,d) asanca alınan struktur sxem (şək.10.1,c) verir.

AİS-in dinamik xassələrini ümumi halda $y = f(t)$ zaman asılılığı xarakterizə edir. $y = f(t)$ asılılığı aperiodik və rəqsi, yığılan və dağılan ola bilər. Yığılan xarakteristikalar dayanıqlı, dağılan xarakteristikalar isə dayanıqsız proseslərə uyğun gəlir.

$Y(t)$ asılılığı aşağıdakı parametrlərlə xarakterizə olunur: aperiodik proseslər – T zaman sabiti, sistemin qərarlaşmış vəziyyətə keçməsi baş verən t_k keçid prosesi vaxtı (müddəti), dinamik səhv δ ; rəqsi proseslər – birinci yarımperiodda ifrat tənzipləmənin maksimal qiyməti $\Delta\delta_1$, rəqsilik $d = \ln \frac{\Delta y_1}{\Delta y_2}$, keçid prosesi müddəti t_k , dinamik səhv δ .

Nəzərdən keçirilən AİS-də iki ətalətsiz bənd – GO və İE vardır. GO bəndi HO-la, İE bəndi İO ilə birləşdikdə cəmi iki bəndən – biri ətalətli (İE İO ilə birgə), o biri – iki tərtibli (HO GO ilə birgə) olur.

Bilavasitə (düzünə) təsirli AİS-in əsas üstünlüyü onların son dərəcə sadəliyidir.

Verilən avtomatik idarəetmə sisteminin əsas nöqsanlarına aşağıdakıları aid etmək olar:

1. Statik səhvin olması

$$\sigma = \frac{1}{1+K_s}, \quad (10.1)$$

burada $K_s = \frac{\Delta\omega \cdot I_{e.n}}{\Delta I_e \cdot W_n}$ – AİS-in nisbi nominal gücləndirmə əmsalı.

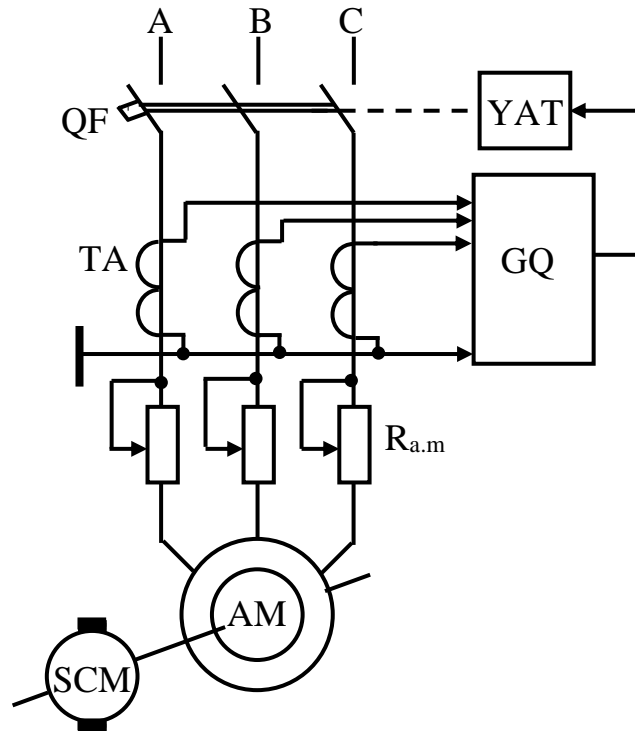
2. İdarəolunan parametrin meyletmə prinsipi üzrə tənzimlənməsi şərtindən meydana gələn ətalət nəticəsində yaranan dinamik səhv:

$$\delta = \frac{\omega(t) - \omega_\infty}{\omega_\infty} \cdot 100\% , \quad (10.2)$$

burada $\omega(t); \omega_\infty$ – mühərrikin cari və qərarlaşmış qiymətləridir.

Sabit cərəyan mühərrikinin valındakı $N(t)$ yükü elektroəyləc kimi işləyən üç fazlı asinxron mühərrikin köməyi ilə yaradılır.

Asinxron mühərrikin (AM) qoşulma sxemi şək. 10.2-də göstərilmişdir.



Şək. 10.2. Asinxron mühərrikin prinsipial qoşulma sxemi

Asinxron elektrik mühərriki ulduz birləşdirilmiş və $R_{a.m}$ reostatları vasitəsilə 127 V gərginliyə qoşulmuşdur. $R_{a.m}$ reostatları ilə asinxron mühərrikin sixaclarındakı qidalanma gərginliyini tənzimləyirlər, ona görə də onun $N(t)$ əyləc momentini tənzimləyirlər.

AİS-in dinamik xassələrini onun struktur sxeminə görə təyin edirlər (şək.10.1,b). İO orqanı ətalətli bənd olub ötürmə funksiyası $W_0(p) = \frac{K_0}{T_0 p + 1}$, HO1 orqanı – ətalətli

bənd olub, ötürmə funksiyası $W_1(p) = \frac{K_1}{T_1 p + 1}$, $T_1 = 0,01$ san.

olduğundan onu qismən gücləndirici bənd hesab edirlər. HO2 orqanı rele diferensiallayıcı bənd olub, ötürmə

funksiyası $W_2(p) = \frac{K_2}{T_2 p + 1}$, burada $T_2 = 0,02$ san. Bu bənd

ifrat tənzimləmənin maksimal qiymətini aşağı salır, t_n müddətini və s. ixtisar edir. Amma o AİS- nin güclənmə əmsalını azaldır, bu da əlavə gücləndiricilərin köməyi ilə güclənmə əmsalını yüksəltməyi tələb edir. GO bəndi – təcürübi olaraq ətalətsiz bənddir.

Ötürmə funksiyası $W_3(p) = K_3$. Maqnit gücləndiricisi ilə GO çevirici orqanı (ətalətsiz orqan) vəhdət təşkil etdiyi İO icra orqanını birinci tərtibli ətalətli bənd hesab etmək olar. Onun ötürmə funksiyası

$$W_4(p) = \frac{K_4}{T_4 p + 1}, \quad (10.3)$$

burada $T_4 = \frac{K p}{4f} = \frac{U \dot{I}_{\text{çix}} \cdot \dot{I}}{U_g \cdot \dot{I}_g \cdot 4f}$.

Beləliklə, yük SCM-nin valına ötürmə funksiyası

$G(p) = \frac{K_n}{T_n p + 1}$ olan asinxron mühərriklə verilir. O vaxt sıçır-
rayışlı həyacanlabdırıcı təsirdə, daha doğrusu, qidalanma

gərginliyinin qoşulması və açılması zamanı SCM-in valında $N(t)$ sıçırışlı olmayacaqdır. $G(p)$ -ni normallaşdırılmış ötürmə funksiyası hesab etmək olar. Onu asinxron mühərrikin qidalanma gərginliyinin sıçırışlı vasitəsilə təyin etmək olar: $N(p) = G(p) \cdot U(p)$.

İşin yerinə yetirilmə qaydası və göstərişlər

1. Sınaq stendi və bütün cihazlarla tanış olmaq.
2. Bəndlərin statik xarakteristikalarını çıxarmalı. Şək.10.1-dəki sxem üçün lövbər cərəyanının \dot{I}_{e1} , \dot{I}_{e2} , \dot{I}_{e3} üç sabit qiymətlərində AİS-nin açıq vəziyyətində $Z_2 = f(\omega)$ (HO bəndi GO ilə birgə olduğu halda) və $\omega = f(Z_2)$ xarakteristikalarını çıxarmalı.
3. Qapalı AİS üçün $\omega = f[N(t)]$ statik xarakteristikasını çıxarmalı. $N(t) = \dot{I}_e$ olduğunu bilərək $\omega = f(\dot{I}_e)$ asılılığını çıxarmalı. $N(t)$ -ni şək.10.2-də göstərilmiş sxem üzrə qoşulmuş asinxron mühərrikinin köməyiylə dəyişirlər.
4. Ayrı-ayrı bəndlər və bütöv sistem üçün təcrübi statik xarakteristikaların qrafikini qurmalı. Şək.10.1-də göstərilən AİS üçün ayrı-ayrı bəndlərin təcrübi xarakteristikaları üzrə qapalı AİS-in hesabat xarakteristikalarını $\omega = f(\dot{I}_e)$ təcrübi əyrisi ilə bir qrafikdə göstərməli.
5. Şək.10.1 və 10.2 - də göstərilən AİS-lər üçün növbə ilə $\omega = f(t)$ dinamik xarakteristikalarını çıxarmalı. Beləliklə $\omega = U_{t.g}$ olduğundan $N(t)$ -nin dəyişməsinə görə $\omega(t)$ haqqında mühakimə yürütmək olar. $N(t)$ -ni əyləc asinxron elektrik mühərrikinin qidalanma gərginliyini qoşub-açmaqla vermək əlverişlidir (şək.10.2). $U_{t.g} = f(t)$ asılılığını işıqlanmadan sonra davamiyyəti 10 saniyəyə malik olan

UO-6 ossilloqrafın ekranında müşahidə etmək məqsədə uyğundur.

Zaman xarakteristikalarına görə T , t_n , ΔY_1 parametrlərini təyin etməli.

6. Şək.10.2-də göstərilən sxemi nominal yükə qoşub-açmaqla AİS-in dayanıqlığını yoxlamalı.

7. Bəndlərin gücləndirmə əmsallarını, statik və dinamik səhvləri hesablamalı, iş üzrə nəticə çıxarmalı.

Hesabatın məzmunu. Hesabat proqrama, sınaq sxeminə və sınaq protokoluna, qrafiklərə, hesabatın nəticələrinə və həmçinin iş üzrə nəticələrə malik olmalıdır.

Yoxlama sualları

1. Mərkəzdənqaçma rəqqaslı AİS neçə funksional orqanlara və neçə bəndlərə malikdir və nə üçün?
2. Tədqiq olunan AİS-də hansı idarəetmə prinsipləri qoyulmuşdur?
3. Mərkəzdənqaçma rəqqaslı AİS-nin hansı üstünlükləri və nöqsənləri vardır?
4. Bəndlərin və bütövlükdə AİS-nin statik xarakteristikası dedikdə nə başa düşülür?
5. AİS-in dinamik xarakteristikası və dayanıqlığı dedikdə nə başa düşülür?
6. AİS-in dinamik xarakteristikası hansı parametrlərlə təyin olunur?
7. Mərkəzdənqaçma rəqqaslı AİS-in sınaq ardıcılığını izah edin?

Fiziki kəmiyyətlərin vahidləri.
Beynəlxalq vahidlər sisteminin (BS) mühüm vahidləri

S.No	Kəmiyyətlər			Vahidlər			Başqa vahidlərin BS bahidlərilə əlaqəsi
	Adları	İşarələr	Tənliklər	İşarə			
				Rus	Beynəlxalq		
1	2	3	4	5	6	7	8
Ə s a s v a h i d l ə r							
1	Uzunluq	L	—	metr	м	m	$1(A^\circ)^* = 10^{-10} \text{ m};$ $1\text{pk}(\text{paks}) = 3,0910^{16} \text{ m}$
2	Kütlə	m	—	kiloqram	кг	kg	$1\text{T} = 1000 \text{ kg}$ $1\text{k.a.v}^{**} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
3	Zaman	t	—	saniyə	с	s	$1\text{saat} = 3600\text{san};$ $1\text{dəq} = 60 \text{ san.}$
4	Elektrik cərəyanının gücü	I	—	Amper	A	A	—
5	Termodinamik temperatur	T	—	Kelvin	K	K	$t^{\circ\text{S}} = T_{\text{K}} - 273,15$ K(temperaturlar üçün); $1^{\circ\text{S}} = 1^{\circ\text{K}}$ (temperaturlar fərqi üçün)
6	İşığın gücü	J	—	kandel	кд	cd	—
7	Maddə miqdarı	n	—	mol	моль	mol	—
Ə l a v ə v a h i d l ə r							

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Müstəvi bucaq	α	—	radian	рад	rad	$1^\circ = \pi/180\text{rad}$ $= 0,0175 \text{ rad}$
9	Cismi bucaq	ω	—	stera- dian	ср	sr	$1\text{sr} = 1/4\pi$ tam cismi bucaq
T ö r ə m ə v a h i d l ə r							
10	Sahə	S	$S=lb$	Kvadrat metr	m^2	m^2	$1\text{ha(hektar)} =$ 10^4 m^2
11	Həcm, tutum	V	$V=lbh$	Kub metr	m^3	m^3	$1\ell(\text{litr}) =$ 10^{-3} m^3
12	Dövrü prose- sin tezliyi	f	—	Hers	Гц	Hz	—
13	Fırlan- ma tez- liyi	n	—	Saniyə üstü minus bir	c^{-1}	s^{-1}	$1(\text{dövr/s})^* =$ $1 \text{ s}^{-1};$ $1(\text{dövr/dəq})^* =$ $1/60 \text{ s}^{-1}$
14	Sürət	v	$v = \frac{\ell}{t}$	Metr bölün- sün saniyə	$\frac{\text{m}}{\text{c}}$	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	$1\text{km/saat} =$ $0,278 \text{ m/s}$
15	Təcil	a	$a = \frac{v_2 - v_1}{t}$	Metr bölün- sün saniyə kvadratı	$\frac{\text{m}}{\text{c}^2}$	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	—
16	Bucaq sürəti	ω	$\omega = \frac{\alpha}{t}$	Radian bölün- sün saniyə	$\frac{\text{rad}}{\text{c}}$	$\frac{\text{rad}}{\text{s}}$	$1(\text{dövr/s})^* =$ $2\pi\text{rad/s};$ $1(\text{döv/dəq})^* =$ $\pi/30 \cdot \text{rad/s}$
17	Sıxlıq	ρ	$P = \frac{m}{V}$	Kilo- qram bölün- sün kub metr	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$1\text{q/m}^3 =$ $1\text{kg/dm}^3 =$ $1\text{T/ m}^3 =$ 10^3kg/ m^3

1	2	3	4	5	6	7	8
18	Hərəkət miqdarı (impuls)	p	$p = mv$	Kilogram metr bölünsün saniyə	$\frac{kg \cdot m}{s}$	$\frac{kg \cdot m}{s}$	$1 \text{ q.sm/s} = 10^{-5} \text{ kg.m / s}$
19	Qüvvə, Ağırlıq, Cəki	F, G	$F=ma$	Nyuton	H	N	$1 \text{ din} = 10^{-5} \text{ N}$; $1(\text{kgs})^* \approx 9,81 \text{ N}$
20	Qüvvə impulsu	i	$i = Ft$	Nyuton-saniyə	H·c	N·s	$1 \text{ din} \cdot \text{s} = 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{s}$; $1(\text{kgs} \cdot \text{s})^* \approx 9,8 \text{ N} \cdot \text{s}$
21	Qüvvə momenti	M	$M=Fr$	Nyuton metr	H·m	Nm	$1 \text{ din} \cdot \text{s} = 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}$; $1 \text{ kgs} \cdot \text{m} \approx 9,8 \text{ N} \cdot \text{m}$
22	Təzyiq	P	$P = \frac{F_p}{S}$	Paskal	Па	Pa	$1(\text{ATM})^* \approx 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; $1(\text{mm cıvə sütünü})^* \approx 133,3 \text{ Pa}$; $1(\text{AT})^* = 1 \text{ kgs/sm}^2 \approx 9,81 \cdot 10^4 \text{ Pa}$; $1(\text{mm su sütunu})^* \approx 9,81 \text{ Pa}$
23	İş, enerji	A, W	$A = Fl \cos \alpha$	Coul	Дж	J	$1 \text{ erq} = 10^{-7} \text{ Coul}$; $1(\text{kgs} \cdot \text{m})^* \approx 9,81 \text{ Coul}$; $1 \text{ eV} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Coul}$
24	Güc	P	$P = \frac{A}{t}$	Vatt	Вт	W	$1 \text{ erq/s} = 10^{-7} \text{ Vt}$; $1(\text{kgs} \cdot \text{m / s})^* \approx 9,81 \text{ Vt}$; $1(\text{a.q})^* \approx 735,5 \text{ Vt}$

1	2	3	4	5	6	7	8
25	İstilik miqdarı	Q	—	Coul	Дж	J	1(kal)* ≈ 4,19 Coul
26	Xüsusi İstilik tutumu	C	$C = \frac{Q}{m\Delta T}$	Coul bölün- sün kilo- qram Kelvin	$\frac{Дж}{кг \cdot K}$	$\frac{J}{kg \cdot K}$	1(kal/q·°S)* ≈ 4,19·10 ³ Coul/(kg·K)
27	Elektrik miqdarı	Q	Q=I·t	Kulon	Кл	C	1 SQS vahidi ≈ 1/3·10 ⁻⁹ C
28	Elektrik gərgin- liyi	U	$U = \frac{P}{I}$	Volt	B	V	1 SQS vahidi ≈ 300 V
29	Elektrik müqa- viməti	R	$R = \frac{U}{I}$	Om	Ом	Ω	1 SQS vahidi ≈ 9·10 ¹¹ Om
30	Elektrik keçiri- ciliyi	G	$G = \frac{1}{R}$	Simens	См	Sm	1 SQS vahidi ≈ 1,11· 10 ⁻¹² Sm
31	Xüsusi elektrik müqa- viməti	ρ	$\rho = \frac{RS}{l}$	Om· metr	Ом·м	Ω·m	1 Om·mm ² /m = 10 ⁻⁶ Om·m
32	Elektrik sahə gərgin- liyi	E	$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{l}$	Volt bölün- sün metr	$\frac{B}{m}$	$\frac{V}{m}$	1 SQS vahidi = 3· 10 ⁴ V/m
33	Elektrik tutumu	C	$C = \frac{Q}{U}$	Farad	Ф	F	1 SQS vahidi = 1/9·10 ⁻¹¹ F
34	Maqnit sahə gərgin- liyi	H	$H = \frac{nI}{l}$	Amper bölün- sün metr	$\frac{A}{m}$	$\frac{A}{m}$	1 E(ersted) = 79,6 A/m
35	Maqnit seli	Φ	Φ=QR	Veber	Вб	Wb	1 Mks (Mak- svell) = 10 ⁻⁸ Wb

1	2	3	4	5	6	7	8
36	Maqnit induksi- yası	B	$B = \frac{\Phi}{S}$	Tesla	T	T	1 Hs(hauss) = 10^{-4} Tesla
37	İnduk- tivlik	L	$L = \frac{\Phi}{I}$	Henri	Г	Hn	1SQS vahidi induktiv- lik $\approx 10^{-9}$ Hn
38	İşıq seli	Φ	$\Phi = J \omega$	Lümen	лм	ℓm	—
39	İşıq enerjisi	Q	$Q = \Phi t$	Lümen- saniyə	лм·с	ℓm·s	—
40	İşıqlıq	E	$E = \frac{\Phi}{S}$	Lüks	лк	ℓx	1 (fot)* 10^4 ℓx

* – bu vahidlər aradan götürülmüşdür.

** – kütlənin atom vahidi.

Temperatur şkalaları

Selsi temperatur şkalası.

Bu şkalada normal atmosfer təzyiqində (101325 Pa və ya 760 mm civə sütunu) buzun ərimə temperaturu ilə suyun qaynama temperaturu arasındakı interval 100 bərabər hissəyə bölünmüşdür ($0^{\circ}\dots 100^{\circ}\text{S}$). İsveç alimi A. Selsi (1701...1744) təklif etmişdir. Selsi şkalasının vahidi Selsi dərəcəsidir ($^{\circ}\text{C}$)($^{\circ}\text{S}$).

Kelvin temperatur şkalası.

V. Tomson (Kelvin) təklif etmişdir (1848). Tomson Kelvin Vilyan (1824...1907).

Kelvin şkalası – mütləq temperatur şkalasına deyilir. Kelvin şkalasının sıfır nöqtəsi – $273,16^{\circ}$ -dir. İnsanın normal temperaturu Selsi şkalası ilə $36,6^{\circ}\text{S}$, Kelvin şkalası ilə isə təxminən 300°K - dir.

Kelvin suyun 3 halının uyğun temperatur nöqtəsinin termodinamik temperatur göstəricisidir.

Kelvin 1968 – ci ilə qədər K hərifi ilə işarə edilmiş və U. Tomsonun (Kelvinin) şərəfinə olaraq ($^{\circ}\text{K}$) dərəcəsi ilə işarə edilmişdir. Praktiki temperatur şkalasında BS - ə görə $1^{\circ}\text{Kelvin} = 1^{\circ}\text{Selsi}$.

Kelvin – termodinamik temperatur vahidi olub suyun 3 halına uyğun termodinamik temperaturun – $1/273,16$ hissəsinə bərabərdir. Suyun 3 halına uyğun nöqtə suyun bərk, maye və qazşəkilli fazalarında müvazinət nöqtəsi sayılır.

Farenheynt temperatur şkalası.

Bu şkalada buzun ərimə nöqtəsi ilə suyun qaynama nöqtəsi arasındakı temperatur intervalı 180 hissəyə – farenheynt dərəcəsinə ($^{\circ}\text{F}$) bölünmüş, buzun ərimə temperaturu 32°F , suyun qaynama temperaturu isə 212°F qəbul edilmişdir. Alman fiziki D. Q. Farenheynt (1686...1736) təklif etmişdir

(1724). Farenheytt şkalasında bir sıra ölkələrdə (o cümlədən ABŞ – da) istifadə edilir. Farenheytt şkalası (t_F) ilə, Selsi (t) arasındakı əlaqə aşağıdakı düstur ilə ifadə olunur.

$$t = \frac{5}{9}(t_F - 32^{\circ}F) \quad \text{və} \quad t_F = \frac{9t + 160F}{5} .$$

ƏDƏBİYYAT

1. Бородин И.Ф. Технические средства автоматике. М.: Колос, 1982.
2. Бородин И.Ф., Кирилин Н.И. Практикум по основам автоматике и автоматизации производственных процессов. М.: Колос, 1974.
3. Бородин И.Ф., Кирилин Н.И. Основы автоматике и автоматизации производственных процессов. М.: Колос, 1977.
4. Бородин И.Ф., Кирилин Н.И. Автоматизация технологических процессов. М.: Агропромиздат, 1986.
5. Шумлянский С.И., Исаев М.Я. Лабораторные работы по основам автоматизации. М., 1972.
6. Загинайлов В.И., Шеповалов Л.Н. Основы автоматике. М.: Колос, 2001.
7. Əliyev T., Kərimzadə S. Rusca–Azərbaycanca informasiya–ölçmə texnikası terminləri. “Maarif” nəşriyyatı. Bakı –1980.
8. Nəcənova S.M. Sənaye elektronikasısı terminləri “Elm” nəşriyyatı. Bakı –1981.
9. Gözəlov S.M. Elektrotexniki sxemlər və çertiyojlar. Gəncə –1999.
10. Чертов А.Г. Единицы физических величин. М.: Высшая школа, 1977.

MÜNDƏRICAT

Giriş -----	4
1. Laboratoriya işlərinin təşkili və aparılmasının dair metodiki göstərişlər-----	6
2. 1 sayılı laboratoriya işi. Temperatur vericilərinin öyrənilməsi və tədqiqi -----	9
3. 2 sayılı laboratoriya işi. Omik (reostatlı) vericilərin öyrənilməsi və tədqiqi -----	23
4. 3 sayılı laboratoriya işi. Təzyiq və qüvvə vericilərinin öyrənilməsi və tədqiqi -----	29
5. 4 sayılı laboratoriya işi. Program qurğularının öyrənilməsi və tədqiqi-----	38
6. 5 sayılı laboratoriya işi. Optik vericilərin və fotorelelərin öyrənilməsi və tədqiqi -----	46
7. 6 sayılı laboratoriya işi. Pnevmatik relelərin öyrənilməsi və tədqiqi -----	53
8. 7 sayılı laboratoriya işi. Elektromaqnit relelərin öyrənilməsi və tədqiqi -----	58
9. 8 sayılı laboratoriya işi. Səpin maşınlarının işinə nəzarət edən sistemin öyrənilməsi, sınağı və sazlanması -----	67
10. 9 sayılı laboratoriya işi. Obyektdə temperaturun avtomatik tənzimləmə sisteminin öyrənilməsi və tədqiqi -----	71
11. 10 sayılı laboratoriya işi. Mühərrikin fırlanma tezliyinin avtomatik idarəetmə sisteminin öyrənilməsi və tədqiqi -----	76
12. Əlavə 1-----	83
13. Əlavə 2 -----	88
14. Ədəbiyyat-----	90

Dərs vəsaiti

**Əliyev İsmayıl Müzəffər oğlu
Abbasov Qiyas İmran oğlu**

Kənd təsərrüfatı texnikasının avtomatlaşdırılma vasitələri

Nəşryatın redaktoru: Ş.N.Qənbərova
Korrektor: R.S. Kərimova

Yığılmağa verilmişdir 24/II 2006 ci il
Çapa imzalanmışdır 10/III 2006 ci il
Kağız formatı 210 x297 1/4 . Uçot nəşr vərəqi 6.
Kağız № 1 Tiraj 150 Sifariş – 40 .
Qiyməti müqavilə yolu ilə.