

A.X.VAXIDOV, D.A.ABDULLAYEVA

# AVTOMATIKANING TEXNIK VOSITALARI



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA  
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**A.X.VAXIDOV, D.A.ABDULLAYEVA**

# **AVTOMATIKANING TEXNIK VOSITALARI**

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi  
tomonidan 5521800 – Avtomatlashtirish va boshqaruv  
(suv xo'jaligida) talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etildi*

**TOSHKENT – 2012**

UDK: 681.5 (075)  
KBK 32.965  
V30

631,3  
V30

V30 Vaxidov A.X., Abdullayeva D.A. Avtomatikaning texnik vositalari. –T.: «Fan va texnologiya» 2012, 192 bet.

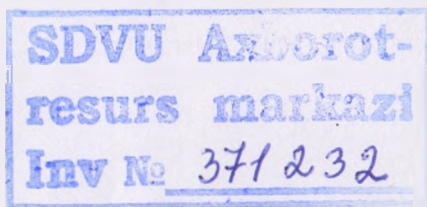
ISBN 978–9943–10–732–8

Mazkur darslik 5521800- «Avtomatlashtirish va boshqaruv» (suv xo‘jaligida), 5520200 – «Elektroenergetika» (suv xo‘jaligida) va 5430200 – «Qishloq xo‘jaligidagini elektrlashtirish va avtomatlashtirish» yo‘nalishlariga «Avtomatikani texnik vositalari» fanini o‘rganish uchun taqdim etiladi.

Ma'lumki, turli xil texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda faqatgina alohida texnik vositalar o‘rtasidagi bog‘lanishlarni e‘tiborga olish zarur, shundan so‘ng esa umumlashgan fizik kattaliklarni o‘zgartirish mumkin. Avtomatik boshqarish qurilmasidagi har bir vosita alohida o‘zining funksiyasini bajaradi. Bunday avtomatik vositalarlarga avtomatika datchiklari, avtomatika kuchaytirgichlari, mantiqiy va funksional vositalar, elektrik relelar, roslashning roslagich va mikroprotsektorli roslagichlarni va ijrochi mexanizmlarni misol keltirish mumkin. Bu darslikda avtomatikaning texnik vositalarini o‘rganish, qo‘llanish sohalari va texnik tavsiflari keltirilgan.

UDK: 681.5 (075)  
KBK 32.965

Taqrizchilar: AMIROV S.F. – prof;  
RAXMATOV A.D. – dots.



ISBN 978–9943–10–732–8

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 2012.

## KIRISH

Qishloq va suv xo'jaligidagi ko'plab tarmoqlarda qo'llanilayotgan ilg'or texnologiyalar ishlab chiqarishning avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlaridan foydalanishni talab qiladi. Shuning uchun soha bo'yicha tayyorlanayotgan mutaxassislar avtomatikaning texnik vositalari, avtomatik nazorat, avtomatik rostdash, avtomatik boshqaruv tizimlari, operativ xizmat tarmog'i haqida maxsus bilimga ega bo'lishlari zarur.

O'zbekiston Respublikasining «Ta'lim to'g'risida»gi qonuni va «Kadrlar tayyorlash Milliy dasturi» mamlakatimizda ta'lim tizimini isloh qilishning asosini yaratib berdi. Bu esa Oliy ta'lim dargohlarida sifat jihatdan yangi raqobatbardosh milliy kadrlarni tayyorlashda negiz hisoblanadi. Ko'rsatilgan masalalarni hal qilishda Oliy o'quv yurtlarining «Eektroenergetika», «Avtomatlashtirish va boshqarish» va «Qishloq xo'jaligidagini elektrlashtirish va avtomatlashtirish» ta'lim yo'nalishlari uchun «Avtomatikaning texnik vositalari» fani kiritilgan.

Avtomatika – fan va texnikaning alohida sohasi bo'lib, bu soha avtomatik boshqarish nazariyasi, avtomatik tizimlar yaratish prinsiplari va bu tizimlarda qo'llaniladigan texnik vositalar bilan shug'ullanadi. Avtomatika so'zi grekcha so'zdan olingan bo'lib, o'zi harakatlanuvchay moslamani anglatadi. Avtomatika fan sifatida 18-asrning ikkinchi yarmida, ya'ni ip-yigiruv, tikuv stanoklari va bug' mashinalari kabi birinchi murakkab mashina - qurilmalarining paydo bo'lish davrida ishlatila boshlandi.

Texnika tarixida birinchi ma'lum bo'lgan avtomatik qurilma Polzunov bug' mashinasi (1765 y.) hisoblanadi. Bu mashina oddiy shamol va gidravlik dvigatellarning o'miga ishlatilgan va odam ishtirokisiz suvning sathini rostlagan. Avtomatik rostdashning asosiy prinsiplarini ingliz olimi F. Maksvell tomonidan 1868-yilda ishlab chiqildi.

Texnikaning rivojlanishi va odamlarning og'ir qo'l mehnatidan bo'shashiga qaramasdan ish jarayonlari va mehnat qurollarini boshqarish kengayib va murakkablashib bordi. Ayrim holatlarda esa maxsus qo'shimcha elementlarsiz mexanizatsiyalashgan ishlab chiqarishni boshqarish imkoniyatlari murakkablashdi. Bu esa o'z navbatida avtomatikaning muhimligini va uni rivojlantirish kerakligini isbotladi.



Avtomatika – mashina texnikasi rivojlanishining yuqori pog‘onasi hisoblanadi. Bunda odamlar nafaqat jismoniy mehnatdan, balki mashina, qurilmalar va ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilish va ularni boshqarishdan xolis bo‘ladilar. Avtomatika mehnat unumdorligini oshirish, ish sharoitlarini yaxshilash, jismoniy va aqliy mehnatni bir-biriga yaqinlashtirish kabi ko‘plab jarayonlar uchun xizmat qiladi.

Bugungi kunda avtomatika alohida fan sifatida o‘z yo‘nalishlariga ega. Bu fan avtomatik boshqarish tizimlarining nazariyasi va uning tuzilish tamoillari bilan shug‘ullanadi.

Hozirgi davrda fan-texnika taraqqiyoti shunday ilgari surildiki, mavjud texnika va texnologiyalar ishlab chiqarishda yangi, har taraflama zamon talabiga javob beradigan texnik vositalar bilan ta‘minlash zaruriyati tug‘ildi. Xorijiy mamlakatlardan keltirilayotgan yangi texnika va texnologiyalarni o‘zlashtirish esa yuqori bilim va malaka talab etadi.

Qishloq va suv xo‘jaligini ishlab chiqarishda avtomatik boshqarish tizimlarini qo‘llash yuqori samaradorlikka ega, chunki ko‘p bosqichli ishlab chiqarish jarayonlarda iqtisodiy samaradorlikka erishish uchun imkon boricha mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish vositalaridan keng foydalanish talab qilinadi.

Qishloq va suv xo‘jaligini avtomatlashtirish asosan sanoatdagi texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishdagi tajribalarga asoslanadi. Shu bilan birga qishloq va suv xo‘jaligidagi texnologik jarayonlar, shu jumladan gidrotexnik inshootlari, nasos stansiyalari, suvni hisobga olish kabi sohalar o‘zining shunday maxsus xususiyatlariga egaki, bu holda tanlangan texnik vositalar va elementlar ma‘lum texnologik talablarga javob berishi kerak.

Qishloq va suv xo‘jaligida ish unumdorligini oshirishning asosiy yo‘llaridan biri dehqonchilik jarayonlarini avtomatlashtirish hisoblanadi.

Dehqonchilik sohasida mexanizatsiyalash jarayonlari yetarli darajada rivojlanish ko‘rsatkichlariga ega bo‘lsada, lekin ularni avtomatlashtirish sohasi haligacha oqsoqlab kelmoqda. Buning asosiy sabablari, birinchi navbatda dehqonchilik jarayonlarining murakkabligi yer va suv sharoitlarining xilma-xilligidir, jumladan:

- a) jarayonlarni harakatlanuvchan agregatlar bajarishi, tuproq va o‘simlikni esa qo‘zg‘almasligi;
- b) agregatning har xil ob-havo sharoitida ishlashi;
- d) materialning bir jinsli bo‘lmasligi (hosildorligi, namlik, ifloslik hamda kutilmagan faktorlar);
- e) relefning murakkabligi (pastlik - balandlik, chuqurlik).

Yuqorida aytilganlardan ko'rinib turibdiki, bo'lajak elektromexanik mutaxassislari oldida qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishida avtomatik boshqarish va roslash tizimlari hamda avtomatikaning texnik vositalarini qo'llash kabi o'ta dolzarb masalalar turibdi.

Fanning maqsadi talabalarda avtomatik boshqarish va roslash tizimlari va texnik vositalarni tahlil qilish hamda ularni qishloq va suv xo'jaligi sohalarida foydalanish bo'yicha nazariy va amaliy bilimlarni shakllantirishdan iborat.

Avtomatikaning texnik vositalariga nazorat axborotlarini qabul qiluvchi, uzatuvchi, o'zgartiruvchi, saqlaguvchi, programmashtirilgan axborot bilan solishtiruvchi, buyruq axborotini shakllantiruvchi hamda texnologik jarayonga ta'sir ko'rsatuvchi quyidagi uskunalar va texnik qurilmalar kiradi: datchiklar, relelar, kuchaytirgichlar, logik (mantiqiy) elementlar, rostlagichlar, stabilizatorlar, ijro mexanizmlari va boshqalar. Bunday texnik vositalar avtomatikada o'lchash o'zgartiruvchilari deb ham yuritiladi.

Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishini avtomatlashtirish jarayoni umuman olganda uch davrga bo'linadi.

Birinchi davr – ayrim texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish. Jarayonning ayrim parametrlari avtomatlashtirilgan agregat yaqinida o'rnatilgan yirik o'lchamli asboblarning ko'rsatishiga muvofiq ravishda roslanadi. Bunda asboblarni mashina va uskunalar yaqiniga joylashtirish deyarli qiyinchiliklar tug'dirmaydi. Avtomatlashtirishning bu davrida shkalasi yaxshi ko'rsatadigan yirik o'lchamli asboblari ishlatiladi. Bunda bir korpusga o'lchash asbobi, rostlagich va topshirgich joylashtiriladi.

Ikkinchi davr – ayrim jarayonlarning kompleks avtomatlashtirish. Bunda roslash alohida shchitga o'rnatilgan asboblari bo'yicha olib boriladi. Yirik o'lchamli asboblardan foydalanish bu shchitni bir necha metr ga cho'zilib ketishiga olib keladi va shchitni nazorat qilish qiyinlashadi. Avtomatlashtirishning bu davrida shchitdagi asboblarni hajmini kichiklashtirish zarurati paydo bo'ladi. Bu masalani hal qilish uchun kichik o'lchamli ikkilamchi asboblari ishlatiladi.

Uchinchi davr – to'liq avtomatlashtirish davri. Bu davrning xarakterli xususiyati shundaki, barcha jarayonlar yagona dispetcherlik punktiga markazlashtiriladi. Shu bilan birga, mitti ikkilamchi asboblarni ishlatish ehtiyoji paydo bo'ladi. Doimiy nazoratni talab qilmaydigan o'lchash va roslash asboblari (yirik gabaritli) shchitdan tashqariga o'rnatiladi.

# 1-bob. AVTOMATIKANING TEXNIK VOSITALARI VA FUNKSIONAL ELEMENTLARI HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

## 1.1. Avtomatik nazorat qilinadigan kattaliklar haqida tushuncha

Hozirgi davrda xalq xo'jaligi sohalarini avtomatlashtirish jarayonlarida 3000 dan ortiq fizik kattaliklar va texnologik ko'rsatkichlarni nazorat qilish kerak bo'ladi. Qishloq xo'jaligini avtomatlashtirishda barcha nazorat qilinadigan kattaliklar va ko'rsatkichlar asosan besh guruhga bo'linadi: teploenergetik ko'rsatkichlar; elektroenergetik ko'rsatkichlar; mexanik ko'rsatkichlar; kimyoviy tarkibi va fizikaviy tuzilishi.

**Teploenergetik ko'rsatkichlarga:** harorat, bosim, sath va sarf kabi kattaliklar, **elektroenergetik ko'rsatkichlarga:** o'zgarimas va o'zgaruvchan tok va kuchlanish, aktiv reaktiv va to'la quvvat, quvvat koeffitsiyenti, chastota, izolatsiya qarshiligi, **mexanik ko'rsatkichlar:** burchak tezlanish, deformatsiya, kuch, aylanish momentlari, detallar soni, materiallar qattiqligi, tebranish, massa, **kimyoviy ko'rsatkichlar:** konsentratsiya, kimyoviy tuzilishi va tarkibi va **fizikaviy kattaliklar:** namlik, elektr o'tkazuvchanlik, zichlik, yumshoqlik, yoritilganlik va boshqalar kiradi.

Nazorat qilinadigan kattaliklar bilan o'zgartirgichlar va signallarning strukturaviy bog'lanish sxemasi 1.1- rasmda keltirilgan.

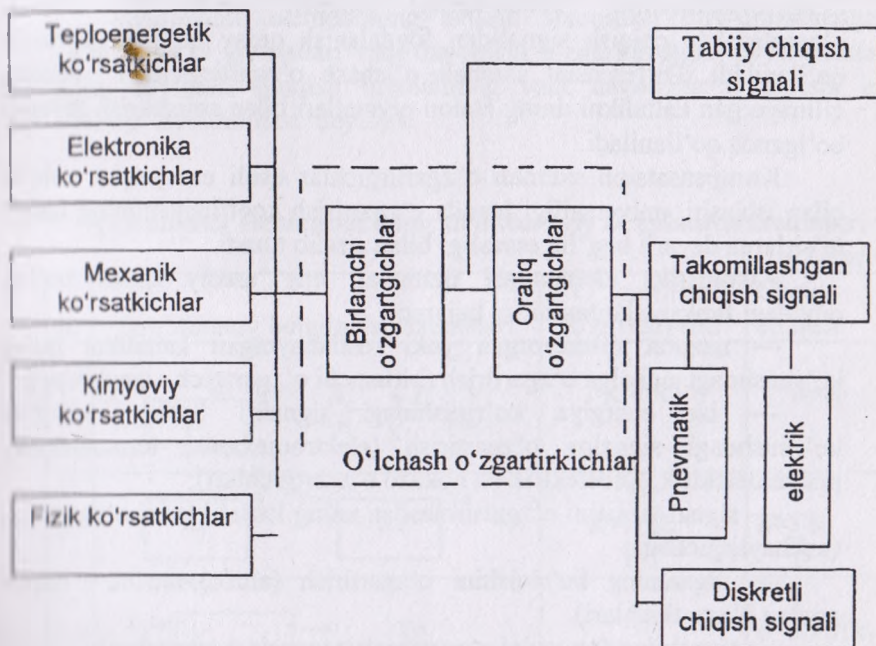
Bajariladigan vazifalariga qarab avtomatlashtirishni quyidagilarga ajratish mumkin: **avtomatik nazorat, avtomatik himoya, avtomatik boshqarish, avtomatik rostdash.**

Avtomatik nazorat o'z navbatida avtomatik signalizatsiya, avtomatik o'lchash, avtomatik saralash va avtomatik axborotni yig'ishga ajratiladi.

Avtomatik signalizatsiya xizmatchilarni, texnologik jarayon ko'rsatkichlari chegaraviy ko'rsatkichlarga yaqinlashganlik haqida axborot beradi. Avtomatik o'lchash texnologik jarayonni asosiy ko'rsatkichlarini maxsus asboblarga uzatib berishga xizmat qiladi. Avtomatik saralash mahsulotni og'irlik o'lchamlari, rangi va boshqa fiziko-mexanikaviy xususiyatlariga qarab ajratishga xizmat qiladi.

Avtomatik axborotni yig'ish texnologik jarayon o'tishi, mahsulotni sifati, soni va boshqa ko'rsatkichlari haqida ma'lumot yig'ishda xizmat qiladi.

Avtomatik himoya normal va halokat holatlarida qo'llaniladi. Bu holda himoya vositalari jarayonni to'xtatib yoki avtomatik ravishda ushbu holatlarni chetlashtirishga xizmat qiladi.



1.1- rasm. O'lchash o'zgartirgichlarining strukturaviy bog'lanish sxemasi.

## 1.2. Avtomatika elementlari va ularning asosiy ko'rsatkichlari

**Avtomatika elementi** deb o'lchanayotgan fizik kattalikni birlamchi o'zgartiruvchi moslamaga aytiladi. Avtomatika elementlari to'rt xil strukturaviy belgilanish sxemalaridan iborat bo'ladi (1.1-jadval):

- a) oddiy bir martali (birlamchi) to'g'ridan-to'g'ri o'zgartirish;
- b) ketma-ketli to'g'ridan-to'g'ri o'zgartirish;



- d) differensial sxemali;
- e) kompensatsion sxemali.

Oddiy o'lchash o'zgartirgichlari (a) bir dona elementdan tashkil topgan bo'ladi. Ketma-ketli o'zgartirgichlarda esa (b) oldindagi o'zgartirgichning kirish ko'rsatgichi keyindagi o'zgartirgichning chiqishi hisoblanadi. Odatda birlamchi o'zgartirgich sezgirlik elementi (SE), oxirgi (keyingi) o'zgartirgich esa chiqish elementi deb yuritiladi. O'zgartirgichlarning ketma-ketligi ulanish usuli bir martali o'zgartirishda chiqish signalidan foydalanish qulay bo'lgan sharoitda qo'llaniladi. Differensial sxemali o'lchash o'zgartirgichlari nazorat qilinayotgan kattalikni uning etalon qiymatlari bilan solishtirish zarurati bo'lganda qo'llaniladi.

Kompensatsion sxemali o'zgartirgichlar usuli esa yuqori aniqlik bilan ishlashi, universalligi hamda o'zgartirish koeffitsiyentining tashqi ta'sirlarga deyarli bog'liq emasligi bilan ajralib turadi.

Avtomatika elementlari tizimning eng asosiy qismi bo'lib, quyidagi funksiyalardan birini bajaradi:

- nazorat qilinayotgan yoki rostlanayotgan kattalikni qulay ko'rinisdagi signalga o'zgartirish (birlamchi o'zgartirgich - datchiklar);

- bir energiya ko'rinishidagi signalni boshqa energiya ko'rinisdagi signalga o'zgartirish (elektromexanik, termoelektrik, pnevmoelektrik, fotoelektrik va hokazo o'zgartirgichlari);

- signal tabiatini o'zgartirmasdan uning kattaliklarini o'zgartirish (kuchaytirgichlar);

- signalning ko'rinishini o'zgartirish (analog-raqam, raqam analog o'zgartirgichlari).

- signalning formasini o'zgartirish (taqqoslash vositalari),

- mantiqiy operatsiyalarni bajarish (mantiqiy elementlar),

- signallarni taqsimlash (taqsimlagich va kommutatorlar),

- signallarni saqlash (xotira va saqlash elementlari),

- programmali signallarni hosil qilish (programmali elementlar),

- bevosita jarayonga ta'sir qiluvchi vositalar (ijrochi elementlar).

Avtomatika elementlarining funksiyalari har xil bo'lganiga qaramay, ularning parametrlari umumiy hisoblanadi va ularga quyidagilar kiradi:

- statik va dinamik rejimlardagi tavsifnomalari;

- uzatish koeffitsiyenti (sezgirlik, kuchaytirish va stabilizatsiya koeffitsiyentlari);

- xatolik (nostabillik);



— sezgirlik chegarasi.

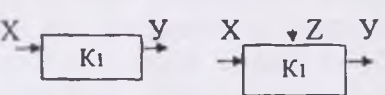
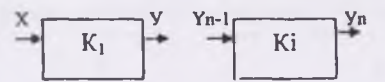
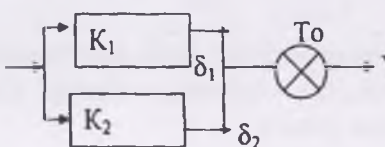
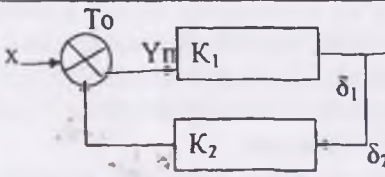
Har bir avtomatika elementi uchun turg'unlashgan rejimda kirish  $X$  va chiqish signallari  $U$  orasida  $u=f(x)$  bog'liqlik mavjud. Ushbu bog'liqlik elementning statik tavsifnomasi deyiladi.

Ko'rinish bo'yicha (1.2.-rasm) avtomatika elementlarining statik tavsifnomalari uch guruhga ajratiladi: a) chiziqli, b) uzluksiz nochiziqli, d) nochiziq uzlukli.

Avtomatika elementining ishlash sharoitlari turg'unlashmagan, ya'ni  $X$  va  $U$  qiymatlari vaqt davomida o'zgarilayotgan payti dinamik rejim deyiladi. Chiqish qiymatining vaqt davomida o'zgarishi esa dinamik tavsifnomasi deyiladi.

### Avtomatika elementlarining strukturaviy belgilanish sxemalari

1.1-jadval

№	Strukturaviy belgilanish sxemalari	O'zgartirish koeffitsiyenti	Chetga chiqish
1.		$K = K_1$	$\delta = \delta_i$
2.		$N$ $K = \prod_{i=1}^N K_i$	$n$ $\delta = \sum_{i=1}^n \delta_i$
3.		$K = K_1 + K_2$	$\delta = \delta_1 k_1 / (k_1 + k_2) + \delta_2 / (k_1 + k_2)$
4.		$K = K_1 / (1 + K_1 * K_2)$	$\delta = \delta_1 / (1 + K_1 + K_1 K_2) - \delta_2 / [1 + (K_1 + K_1)]$

- d) differensial sxemali;
- e) kompensatsion sxemali.

Oddiy o'lchash o'zgartirgichlari (a) bir dona elementdan tashkil topgan bo'ladi. Ketma-ketli o'zgartirgichlarda esa (b) oldindagi o'zgartirgichning kirish ko'rsatgichi keyindagi o'zgartirgichning chiqishi hisoblanadi. Odatda birlamchi o'zgartirgich sezgirlik elementi (SE), oxirgi (keyingi) o'zgartirgich esa chiqish elementi deb yuritiladi. O'zgartirgichlarning ketma-ketligi ulanish usuli bir martali o'zgartirishda chiqish signalidan foydalanish qulay bo'lgan sharoitda qo'llaniladi. Differensial sxemali o'lchash o'zgartirgichlari nazorat qilinayotgan kattalikni uning etalon qiymatlari bilan solishtirish zarurati bo'lganda qo'llaniladi.

Kompensatsion sxemali o'zgartirgichlar usuli esa yuqori aniqlik bilan ishlashi, universalligi hamda o'zgartirish koeffitsiyentining tashqi ta'sirlarga deyarli bog'liq emasligi bilan ajralib turadi.

Avtomatika elementlari tizimning eng asosiy qismi bo'lib, quyidagi funksiyalardan birini bajaradi:

- nazorat qilinayotgan yoki rostlanayotgan kattalikni qulay ko'rinishdagi signalga o'zgartirish (birlamchi o'zgartirgich - datchiklar);

- bir energiya ko'rinishidagi signalni boshqa energiya ko'rinishdagi signalga o'zgartirish (elektromexanik, termoelektrik, pnevmoelektrik, fotoelektrik va hokazo o'zgartirgichlari);

- signal tabiatini o'zgartirishdan uning kattaliklarini o'zgartirish (kuchaytirgichlar);

- signalning ko'rinishini o'zgartirish (analog-raqam, raqam analog o'zgartirgichlari).

- signalning formasini o'zgartirish (taqqoslash vositalari),

- mantiqiy operatsiyalarni bajarish (mantiqiy elementlar),

- signallarni taqsimlash (taqsimlagich va kommutatorlar),

- signallarni saqlash (xotira va saqlash elementlari),

- programmali signallarni hosil qilish (programmali elementlar),

- bevosita jarayonga ta'sir qiluvchi vositalar (ijrochi elementlar).

Avtomatika elementlarining funksiyalari har xil bo'lganiga qaramay, ularning parametrlari umumiy hisoblanadi va ularga quyidagilar kiradi:

- statik va dinamik rejimlardagi tavsifnomalari;

- uzatish koeffitsiyenti (sezgirlik, kuchaytirish va stabilizatsiya koeffitsiyentlari);

- xatolik (nostabillik);

— sezgirlik chegarasi.

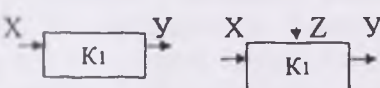
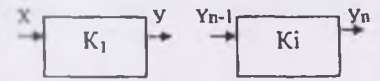
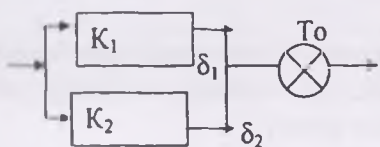
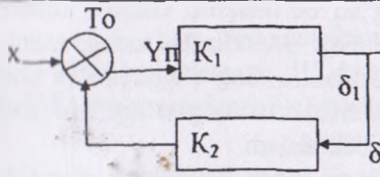
Har bir avtomatika elementi uchun turg'unlashgan rejimda kirish  $X$  va chiqish signallari  $U$  orasida  $u=f(x)$  bog'liqlik mavjud. Ushbu bog'liqlik elementning statik tavsifnomasi deyiladi.

Ko'rinish bo'yicha (1.2.-rasm) avtomatika elementlarining statik tavsifnomalari uch guruhga ajratiladi: a) chiziqli, b) uzluksiz nochiziqli, d) nochiziq uzlukli.

Avtomatika elementining ishlash sharoitlari turg'unlashmagan, ya'ni  $X$  va  $U$  qiymatlari vaqt davomida o'zgarilayotgan payti dinamik rejim deyiladi. Chiqish qiymatining vaqt davomida o'zgarishi esa dinamik tavsifnomasi deyiladi.

### Avtomatika elementlarining strukturaviy belgilanish sxemalari

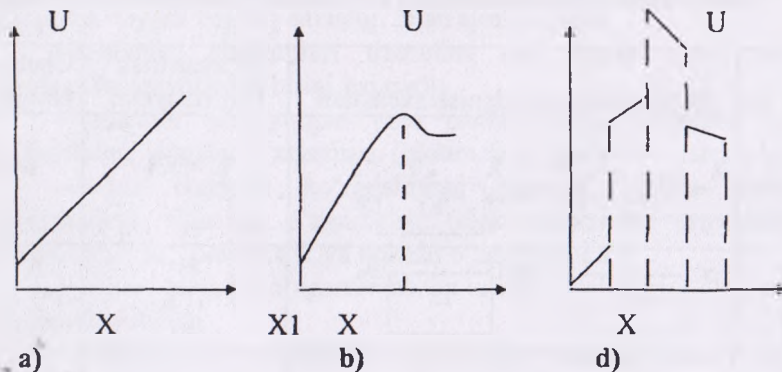
1.1-jadval

№	Strukturaviy belgilanish sxemalari	O'zgartirish koeffitsiyenti	Chetga chiqish
1.		$K = K_1$	$\delta = \delta_1$
2.		$K = \prod_{i=1}^N K_i$	$\delta = \sum_{i=1}^n \delta_i$
3.		$K = K_1 + K_2$	$\delta = \delta_1 k_1 / (k_1 + k_2) + \delta_2 / (k_1 + k_2)$
4.		$K = K_1 / (1 + K_1 * K_2)$	$\delta = \delta_1 / (1 + K_1 + K_1 K_2) - \delta_2 / [1 + (K_1 + K_1)]$

Izoh:  $x$  – o‘lchanayotgan (kirish) ko‘rsatkichi;  $u$  – o‘lchash o‘zgartirgichining chiqish signali.  $z$  – qo‘shimcha energiya manbasi.

Avtomatika elementlari ma‘lum inersionlikka ega, ya‘ni chiqish signali kirish signaliga nisbatan kechikishi bilan o‘zgariladi. Elementlarning bu xususiyatlari avtomatik tizimining dinamik rejimidagi ishini aniqlaydi.

Har bir elementning umumiy va asosiy xarakteristikasi uning o‘zgartirish koeffitsiyenti, ya‘ni element chiqish kattaligining kirish kattaligiga bo‘lgan nisbatiga teng. Avtomatik tizimlarning elementlari miqdor va sifat o‘zgartirishlarni bajaradi. Miqdor o‘zgartirishlar kuchaytirish, stabillash va boshqa koeffitsiyentlarni nazarda tutadi. Sifat o‘zgartirishda bir fizikaviy kattalik ikkinchisiga o‘tadi. Bu holda o‘zgartirish koeffitsiyenti **element sezgirligi** deyiladi.



### 1.2 - rasm. Avtomatika elementlarining statik tavsifnomalari.

a) – chiziqli  $K_s = K_g = \text{const}$ ; b) – uzluksiz nochiziqli;  $K_s \neq K_g \neq \text{const}$ . d) – nochiziq uzlukli  $K_s \neq K_q \neq \text{const}$  F.

Avtomatika elementining yana bir muhim tavsifnomasi – element (kirish kattaligi o‘zgarishiga bog‘liq bo‘lmagan) chiqish kattaligining o‘zgarishidan hosil bo‘lgan o‘zgartirish xatosidir. Bu xatoga sabab atrof-muhit haroratining, ta‘minlash kuchlanishining o‘zgarishi va boshqalar bo‘lishi mumkin. Element xarakteristikalarining o‘zgarishi natijasida paydo bo‘ladigan xato **nostabillik** deb ataladi.

Ba‘zi elementlarning chiqish va kirish kattaliklari o‘rtasida ko‘p qiymatli bog‘lanish mavjud. Bunga quruq ishqalanish, gisterezis va boshqalar sabab bo‘lishi mumkin. Bunda kattalikning har bir kirish



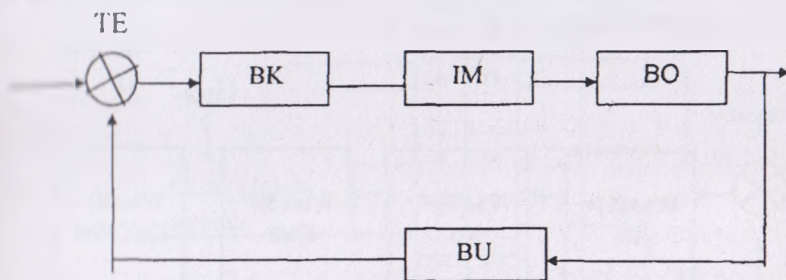
qiymatiga uning bir necha chiqish qiymatlari mos keladi. Sezgirlik chegarasining mavjudligi shu hodisa bilan bog'liq.

Kirish kattaligining element chiqishidagi signalini sezilarli darajada o'zgartirish qobiliyatiga ega bo'lgan qiymati **sezgirlik chegarasi** deyiladi. Avtomatika elementlari mustahkamlik bilan ham xarakterlanadi. Elementlarning sanoat ekspluatatsiyasida o'z parametrlarini yo'l qo'yiladigan chegarada saqlash qobiliyatiga **mustahkamlik** deb ataladi. Mustahkamlik elementni loyihalash vaqtida hisoblanadi va uni ishlab chiqarilgandan so'ng ekspluatatsiya jarayonida sinaladi.

### 1.3. Avtomatikaning boshqarish sxemalari

Avtomatik tizimlar, elementlar va moslamalarning montaj, sozlash, rostlash, ekspluatatsiya qilish kabi ish jarayonlarni bajarish maqsadida avtomatik sxemalardan foydalanadi. Avtomatika sxemalari asosiy hujjat hisoblanadi va ular funksional, strukturaviy, prinsipial va montaj sxemalariga bo'linadi.

Funksional sxemalar moslamalarni, elementlarni, vositalarni o'zaro bog'lanishlarini va harakatlanishlarini ifodalaydi. Elementlar sxemada to'rtburchak shaklida belgilanadi, ularning orasidagi aloqalar esa strelkali chiziqlar bilan belgilanadi. Strelkaning yo'nalishi signalning o'tishini ko'rsatadi (1.3 - rasm).



1.3 - rasm. Avtomatikaning funksional sxemasi.

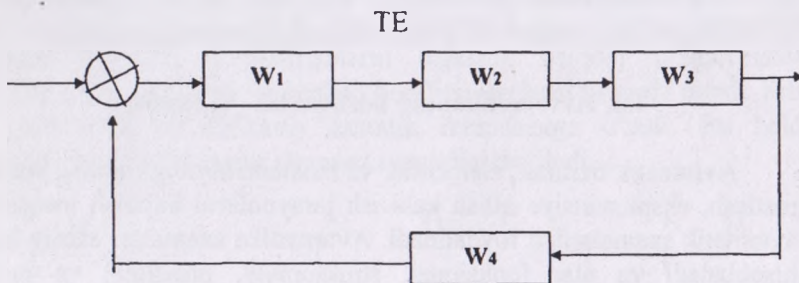
TE - topshirish elementi; BK-boshqarish va qabul qilish elementi;  
IM - ijro mexanizmi; BO-boshqarish obyekti; BU - birlamchi o'zgartirgich.

Strukturaviy sxema avtomatik tizimni tashkiliy qismlarining o'zaro bog'lanishlarini ko'rsatib, ularning dinamik xususiyatlarini



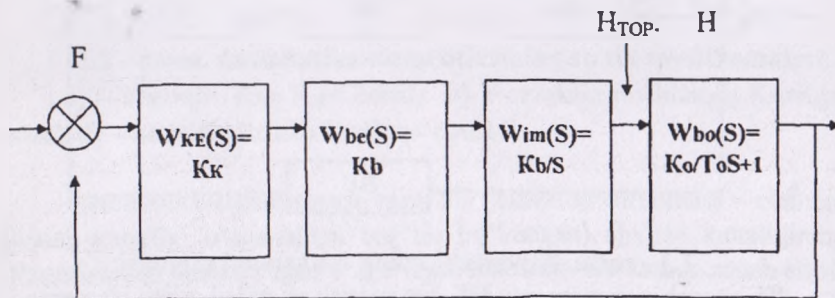
tavsiflaydi. Strukturaviy sxemalar funksional va prinsipial sxemalar asosida ishlanadi.

Strukturaviy sxemada aniq vosita, rostlagich, element ko'rsatilmagan, balki o'tayotgan fizikaviy jarayonning matematik modeli ko'rsatiladi. Strukturaviy sxemada elementlar to'rtburchak shaklida ifodalanadi va ularning ichida elementning matematik modeli yoziladi (1.4- rasm).



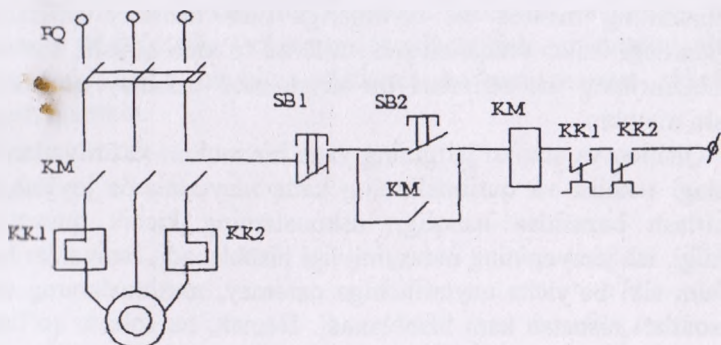
1.4 - rasm. Avtomatikaning strukturaviy sxemasi.

Avtomatik rostlash tizimining keyingi tahlili elementlarning dinamik xarakteristikalarini aniqlash va tizimning strukturaviy sxemasini yaratishdan iborat bo'ladi. Bu tizimning strukturaviy sxemasi 1.5 - rasmda keltirilgan.



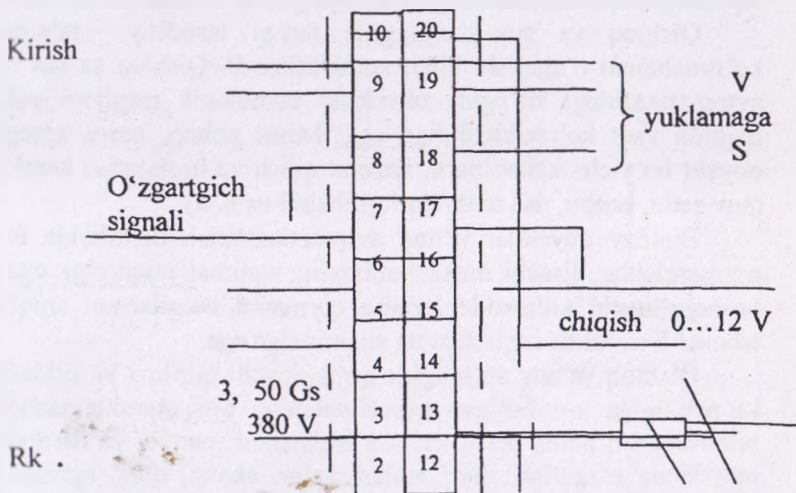
1.5 - rasm. Haydov chuqurligini avtomatik rostlashning strukturaviy sxemasi.

Prinsipial sxemalar elementlarning o'zaro elektrik ulanishlarni ifodalaydi. Ushbu sxemada avtomatika elementlari davlat standartlariga binoan belgilanadi. Prinsipial sxemadagi shartli belgilar butun moslamani, tizimning ish prinsipini tushunishga yordam beradi (1.6.-rasm).



1.6 - rasm. Avtomatikaning prinsipial sxemasi.

Montaj sxemalar moslamalar orasidagi tashqi ulanishlarni yoki moslama ichidagi elementlarni o'zaro ulanishlarni ifodalaydi. Ushbu sxemalar montaj ishlarini bajarayotganda ishchi chizmalar sifatida qo'llanadi (1.7.- rasm).



1.7 - rasm. Avtomatikaning montaj sxemasi.

#### 1.4. Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish xususiyatlari

Qishloq va suv xo'jaligidagi ishlab chiqarish jarayonlari murakkab axborot almashinuvi va jarayonlariga ega bo'lib, ular turli ko'rinishlarda berilishi mumkin. Bu esa shu sohada qo'llanuvchi mashina va uskunalarning maxsus ish rejimlariga mos tushmay qolishi, oqim liniyalardagi ishlab chiqarish jarayonlarini to'xtatib qolishi, suv xo'jalik mashinalarining ish rejimlari bir-biriga mos tushmay qolishiga olib kelishi mumkin.

Qishloq va suv xo'jaligining yana bir muhim xususiyatlardan biri ulardagi texnika va qurilmalarning katta maydonlarda joylashgani va ta'mirlash bazasidan uzoqligi, uskunalarning kichik quvvatga ega ekanligi, ish jarayonining mavsumiyligi hisoblanadi. Jarayonlar har kuni ma'lum sikl bo'yicha qaytarilishiga qaramay, mashinalarning umumiy ish soatlari nisbatan kam hisoblanadi. Demak, bu sohada qo'llanuvchi avtomatlashtirish vositalari turli ko'rinishlarga ega bo'lib, nisbatan arzon, tuzilishi jihatidan sodda, ishlatishga qulay va ishonchli bo'lishi kerak. Bunday sharoitda avtomatlashtirish vositalari aniq va ishonchli ishlashi lozim, chunki bunday jarayonni tabiatan to'xtatib, uzib qo'yib bo'lmaydi. Misol uchun, gidromelioratsiya tizimlarida avtomatlashtirish vositalari tabiiy sharoit o'zgarishiga qaramay, sutka davomida texnologik operatsiyalarning davomiyligini ta'minlab berishi zarur.

Qishloq va suv xo'jaligida tashqi tasodifiy ta'sirlar turli ko'rinishlarda o'zgarishi bilan xarakterlanadi. Qishloq va suv xo'jaligi avtomatikasidagi ko'pgina obyektlar texnologik maydoni yoki katta hajmda vaqt ko'rsatkichlariga ega. Misol uchun, nasos agregatlarida obyekt bo'yicha kattaliklarni nazorat qilish va boshqarish kerak bo'ladi (suv sathi, bosim, ish unumdorligi, hajmi va h. k.).

Bunday obyektlar uchun avtomatlashtirish tizimlarida birlamchi o'zgartkichlar, ijrochi mexanizmlarning optimal miqdoriga ega bo'lib, boshqariluvchi ko'rsatkichlarning qiymatini belgilangan aniqlikda va ishonchli ravishda saqlash katta ahamiyatga ega.

Qishloq va suv xo'jaligida qo'llanuvchi qurilma va uskunalarning ko'pchiligiga xos bo'lgan xususiyatlardan biri ularning tashqi muhit bilan bog'liq holda ochiq havoda ishlashidir: namlik va haroratni keng maydonda o'zgarishi, turli aralashmalar, chang, qum, agressiv gazlar hamda sezilarli tebranishlarning mavjudligi. Qishloq va suv xo'jaligida sanoatdan farqli ravishda yuqoridagi talablardan kelib chiqib

avtomatlashtirish vositalari tashqi ta'sirlarga chidamli, parametrlarini keng diapazonda o'zgaruvchi qilib ishlanishi zarur.

Bu esa loyihalashtirilayotgan obyektidagi texnik vositalarning ishdan chiqishini kamaytirish, yuqori aniqlikda ishlashini ta'minlash imkoniyatini beradi. Ko'rsatilgan xususiyatlar eng avval tashqi muhit bilan bog'liq sharoitda ishlovchi mashinalarda o'rnatilgan birlamchi o'zgartkichlar, ijro mexanizmlari, nazorat asboblari va boshqa texnik vositalarga ta'sir etadi. Qolgan avtomatlashtirish vositalarini alohida xonalarda yoki tashqi muhitga chidamli bo'lgan maxsus shkaflarda o'rnatish mumkin.



---

## 2-bob. AVTOMATIKA DATCHIKLARI

### 2.1. Datchiklar haqida tushuncha va ularning klassifikatsiyasi

Har xil texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda ularning ko'rsatkichlari haqida ma'lumot olish zarur hisoblanadi. Bu maqsadda birlamchi o'zgartirgichlar (yoki datchiklar) keng qo'llaniladi. Datchik deb, nazorat qilinayotgan yoki rostlanayotgan kattalikni kerakli yoki avtomatika tizimining keyingi elementlarida qo'llash uchun qulay qiymatga o'zgartiradigan vositaga aytiladi.

Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishida qo'llaniladigan o'zgartirgichlar asosan olti guruhga bo'linadi: **mexanik; elektromexanik; issiqlik; elektrokimyoviy; optik va elektron - ion.**

Mexanik o'zgartirgichlar mexanik kirish ko'rsatkichlarni (bosim, kuch, tezlik, sarf va h.k.) mexanik chiqish ko'rsatkichlarga ( aylanish chastotasi, bosim va h.k.) o'zgartirib berish bilan xarakterlanadi. Bunday o'zgartirgichlarning sezgirlik elementi sifatida elastik elementlar (membrana, prujini, balka kabilar) poplavoklar, kriatchakalar va drosselli qurilmalar ishlatiladi.

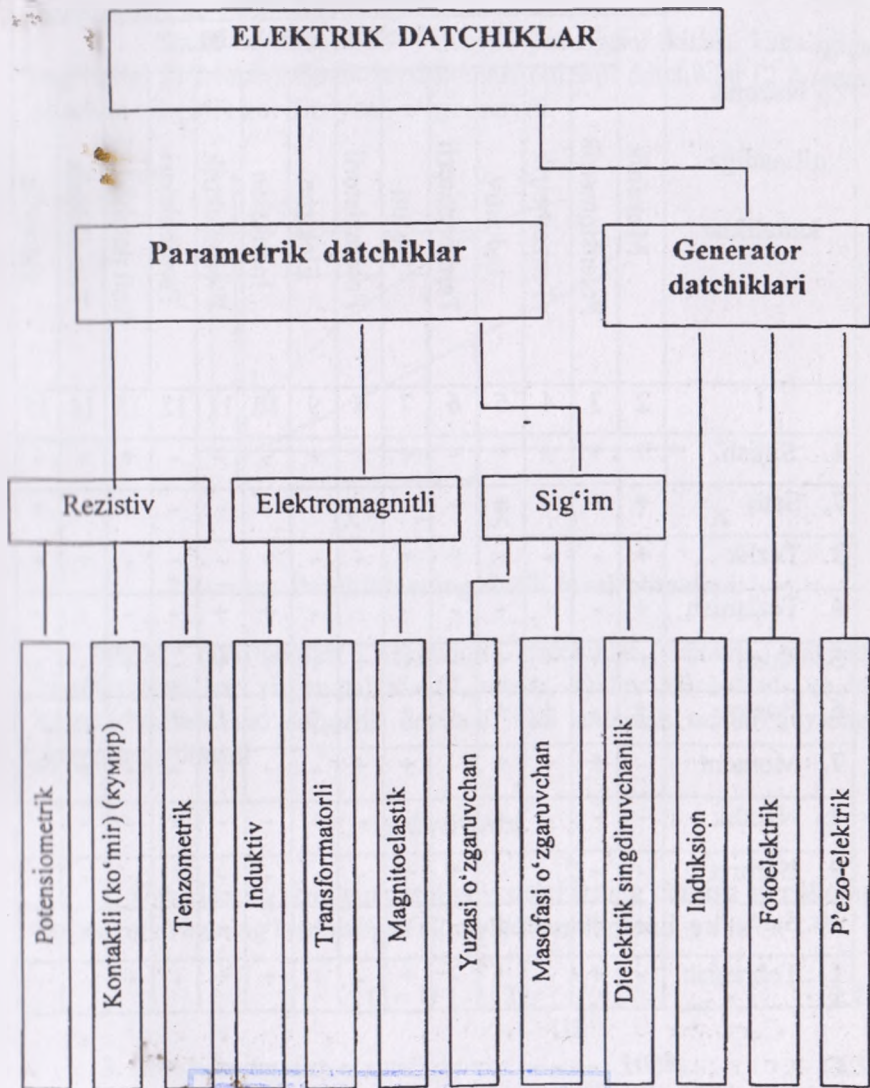
Elektromexanik birlamchi o'zgartirgichlar (yoki elektrik datchiklar) kirish mexanik ko'rsatkichlarni (bosim, kuch, sarf kabilar) chiqish elektrik ko'rsatkichlarga (kuchlanish, tok, qarshilik, induktivlik va kabilar) o'zgartirib berish uchun xizmat qiladi. Elektromexanik o'zgartirgichlar parametrik va generator o'zgartirgichlarga (yoki datchiklarga) bo'linadi.

Parametrik datchiklarda chiqish ko'rsatkichini elektr zanjir kattaliklari (qarshilik, induktivlik, o'zaro induktivlik, elektr sig'imi va kabilar) tashkil topadi. Bunday turdagi datchiklarda elektr toki va kuchlanishi sifatida chiqish signalini olish uchun ularni maxsus elektr sxemalariga (ko'priqli, differensialli) ulash hamda alohida energiya manbasiga ega bo'lishi kerak .

Generator datchiklarida bevosita sezgir elementda kirish signali X chiqish signali U o'zgartiriladi. Ushbu o'zgartirish kirish signali energiyasi hisobiga bo'ladi va chiqish signali E.YU.K. ko'rinishida hosil bo'ladi. Generator datchiklari juda oddiy bo'ladi, chunki ular qo'shimcha energiya manbaisiz ulanadi.



Aniqlik darajasi bo'yicha datchiklar 0,24; 0,4, 0,6; 1; 1,5; 2,5; 4 aniqlik sinflariga muvofiq bo'lishlari lozim. Ish prinsipi bo'yicha elektrik datchiklar rezistivli, elektromagnitli, sig'imli va taxometrik (generatorli) ko'rinishlarga ega bo'ladi (2.1-rasm).



2.1-rasm. Elektrik datchiklarning turlanishi.

SDVU resurs markazi

Inv № 371232

5. Datchikning dinamik tavsifnomasi chiqish signalining vaqt mobaynida o'zgarishini ko'rsatadi.

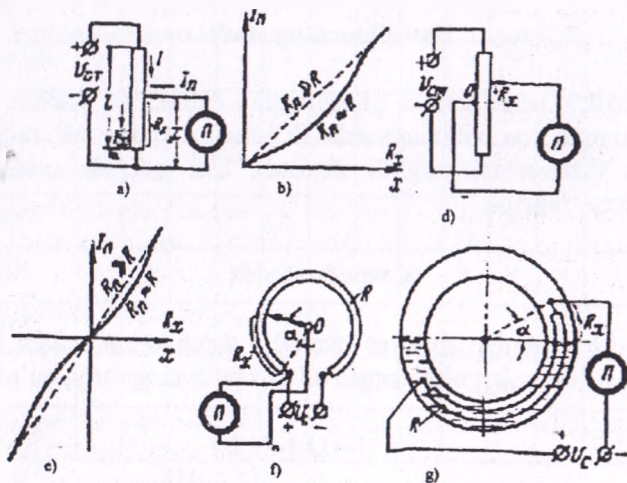
### 2.3. Rezistiv datchiklar

Rezistiv datchiklar chiziq va burchak harakatlarni kuch va momentlar, tebranish va vibratsiyalar, harakat va yorug'lik kabi noelektrik kattaliklarni nazorat qilish va o'lchash jarayonlarida qo'llaniladi.

Rezistiv datchiklar guruhiga **potensiometrik, ko'mir (kontaktli), tenzometrik** kabi datchiklar (fotorezistiv, termorezistiv) kiradi. Bunday turdagi datchiklarning ish prinsipi nazorat qilinayotgan kattalikning ta'sirida uning aktiv qarshiligi o'zgarilishiga asoslangan bo'ladi.

#### 2.3.1. Potensiometrik datchiklar

**Potensiometrik datchiklarda** nazorat qilinayotgan harakat sezgir elementga uzatilib uning qarshiligi hisobiga o'zgaruvchan yoki o'zgarmas kuchlanishga aylantiriladi (2.3-rasm).



2.3-rasm. Potensiometrik datchiklar va ularning tavsifnomalari.

Potensiometrning harakatlanuvchi kontakti nazorat qilinayotgan harakatga bog'langan bo'lib, obyektning holati o'zgarilganda uning qarshiligi ham va ikkilamchi asbobdagi ko'rsatgichi ham o'zgariladi. Ikkilamchi asbob esa nazorat qilinayotgan parametrlar birligida darajalangan. Kuchlanishning tebranishlari ta'sirini yo'qotish maqsadida stabilashgan manbalardan foydalanish tavsiflanadi.

Potensiometrik datchikning statik tavsifnomasini chiziqlikka yaqinlashtirish maqsadida unga muvofiq ish rejimini (2.3.-rasm, b, e) topshirishadi yoki reostatni o'rash usulini o'zgartiradi.

Agar chiqish tok yoki kuchlanish belgisi harakat yo'nalishiga muvofiqi kerak bo'lsa, unda o'rta nuqtali potensiometrdan foydalanishadi (2.3.-rasm, d). Uning tavsifnomasi rasmda keltirilgan (2.3.- rasm, e).

Burchak harakatlarini nazorat qilish uchun halqasimon potensiometrik datchiklar qo'llanadi (2.3.-rasm, f). Kontaktsiz datchiklar sifatida suyuqlik potensiometrik datchiklar qo'llanadi (2.3.-rasm, g).

Potensiometrik datchikning tavsifnomalari va sezgirligi analitik usulda hisoblanadi. Ko'rsatilgan sxema uchun quyidagi tenglamani tuzsa bo'ladi.

$$\frac{R_x}{R} = \frac{X}{l} = \frac{I_x}{I_a} = \frac{R_a}{R_x} \quad (2.4)$$

$$I = I_x + I_a. U_{ct} = I(R - R_x) + I_a R_a. \quad (2.5)$$

Potensiometrik datchiklar yuqori darajadagi aniqlik va tavsifnomalari o'zgarmas, sodda, kichik gabaritlari va arzonligi bilan ajralib turadi. Bundan tashqari, ulardan foydalanilayotganda qo'shimcha kuchaytirgichlarni ishlatishni hojati yo'q, chunki ularning chiqish quvvati ikkilamchi asboblardan uchun yetarli. Lekin harakatlanuvchi kontaktning mavjudligi ularning puxtaligini pasaytiradi.

### 2.3.2. Ko'mir (kontaktli) datchiklari

Ko'mir datchiklarining ish prinsipi, o'zining ichki elektr qarshiligi keltirilgan kuchlar ta'sirida o'zgarishiga asoslangan. Bu turdagi eng sodda datchik (2.4.-rasm, a) grafit disklardan yig'ilgan ko'mir ustidan

iborat. Disklar orasiga esa kontaktli shaybalar oʻrnatilgan. Koʻmir ustuning qarshiligi grafit diskning kichik qarshiligi va disk-shayba oʻtishi asosiy qarshiliklar yigʻindisiga teng. Disk-shayba oʻtishning qarshiligi esa oʻz navbatida disk va shaybalar zichligiga, yaʼni bosish kuchiga bogʻliq.

Koʻmir datchigining qarshiligi:

$$R = R_0 + \frac{a}{F} \quad (2.6)$$

ikkilamchi asboddagi tok esa:

$$I_{o'zg} = \frac{U_{ct}}{R_{o'zg} + R_0 + a/F} \quad (2.7)$$

bu yerda,  $R_{o'zg} + R_0$  – kontakt qarshiligi, Om;

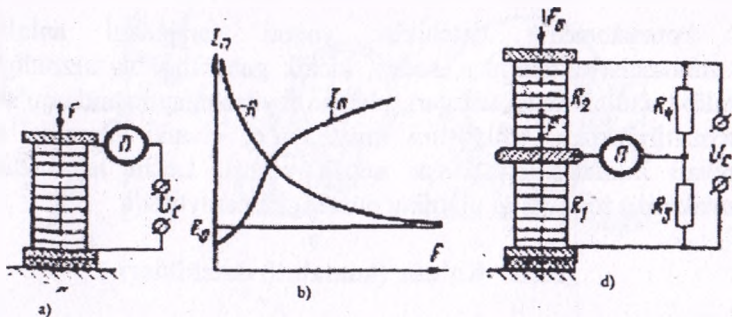
$a$  – kontaktning oʻzgarma koeffitsiyenti, Om·N;

$F$  – kuch, H;

$R_0$  – asbob qarshiligi, Om.

Koʻmir datchikning sezgirligi (Om/H)

$$Kq = \frac{dR}{dF} = a/F^2 \quad (2.8)$$



2.4 - rasm. Koʻmir datchiklarning sxemalari va tavsifnomalari.



Ko'mir datchiklarining sezgirliğini oshirish maqsadida ko'priksimon ulanish sxemalardan foydalaniladi (2.4-rasm, d).  $F$  kirish kuchi ta'sirida ko'priksimon sxemasining yelkasidagi  $R1$  qarshiligi kamayadi, ikkinchi yelkadagi  $R2$  esa oshadi. Bunday datchiklar – differensial datchiklar deyiladi. Ko'mir datchiklarining afzalliklari: sodda, o'lchamlari kichik, arzon.

Kamchiliklari: qarshilikning nostabilligi, gisterezis, mavjudligi va tavsifnomasi noxiziqiligi. Oddiy ko'mir datchikning statik tavsifnomasidan ko'rinib turibdiki (2.4. -rasm, b) noxiziqilik kichik kuchlar chegarasiga to'g'ri keladi. Differensial datchiklarning statik tavsifnomasi esa chiziqilikka yaqin.

### 2.3.3. Tenzometrik datchiklar

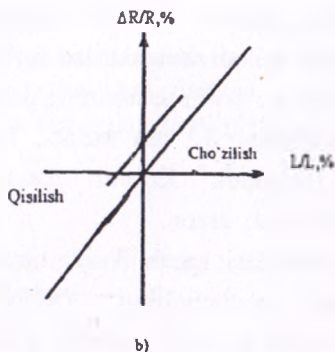
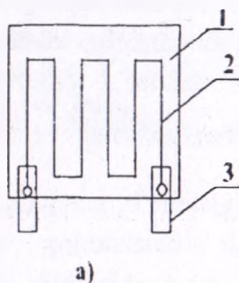
Tenzometrik datchiklarning ish prinsipi tenzoeffekt hodisasiga asoslangan bo'ladi, ya'ni elastik deformatsiya ta'sirida uning qarshiligi o'zgaradi. Tenzodatchik ma'lum usulda o'ralgan va ikkala tomonidan maxsus plyonka yopishtirilgan yupqa simdan iborat. Tenzodatchik deformatsiyasi nazorat qilinayotgan detalga maxsus yelim bilan puxta yopishtiriladi. Detailning deformatsiyasi natijasida simning geometrik o'lchamlari o'zgarilib qarshiligi o'zgaradi. Tenzometrik datchiklarning tavsifnomasi chiziqili bo'ladi va shu sababli ularning sezgirligi deyarli o'zgarmaydi.

Tenzometrik datchiklarning asosiy ko'rsatkichi tenzosezgirlik hisoblanadi va u quyidagicha ifodalanadi:

$$K_r = \frac{\Delta R/R}{\epsilon} \quad (2.9)$$

U yerda,  $\Delta R/R$  – materialning deformatsiya paytida solishtirma qarshiligi;  $\epsilon$  – elastiklik moduli.





**2.5-rasm. Tenzometrik datchikning tuzilishi va tavsifnomasi.**

Tenzodatchiklarning afzalliklari: ular juda sodda, ixcham va arzon. Kamchiliklari: kichik sezgirlik, o'lchov natijalari haroratga bog'liq. Sanoatda 3 xil tenzometrik datchiklar chiqariladi: simli, qog'oz (2PKB turida) va plyonka (2 PKB turida) asosida: folgali. (2FPKP turi) va yarimo'tkazgichli (KTD, KTDM, KTE turlari). Simli tenezozistorlar uchun nominal ish toki  $I_n = 0,5 \text{ A}$  tashkil etadi.

## 2.4. Elektromagnitli va sig'im datchiklari

### 2.4.1. Induktiv va transformator datchiklari

Elektromagnitli datchiklar sodda tuzilishi va puxtaligi bilan avtomatika tizimlarida keng miqyosda qo'llanib kelinmoqda. Elektromagnitli datchiklar kirish kattaligini o'zgarishi bo'yicha induktiv, transformator va magnitoelastik turlariga bo'linadi.

Induktiv va transformator datchiklarning (2.6 - rasm) ish prinsipi po'lat yakorning holati o'zgarilganda po'lat o'zakli cho'lg'amning induktivligi o'zgarishiga asoslangan.

Induktiv va transformator datchiklari o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlab, mikronning undan bir qismidan to bir necha santimetrgacha bo'lgan harakatlarni o'lchaydi va ularni nazorat qiladi.

Oddiy induktiv datchikning sxemasi va uning statik tavsifnomasi 2.6 - rasmda ko'rsatilgan. Datchikning kirish kattaligi havo bo'shlig'i bo'lib, chiqish kattaligi  $I_a$  ikkilamchi asbobdagi tok bo'ladi.  $I_a$  qiymati cho'lg'amning induktiv qarshiligi hamda o'lchov asbobining aktiv

qarshiligiga bog'liq. Cho'lg'amning induktivligi ikkita havo bo'shlig'ini hisobga olgan holda quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$L=2\pi\omega^2S10^{-7}/\delta$$

chiqishdagi tok esa:  $I_{o'zg}=U/Z=U/\sqrt{R^2+(\omega L)^2}$  (2.10)

bu yerda,  $R=R_{ch}+R_{o'zg}$  — cho'lg'amning va o'lchov asbobi qarshiliklarining yig'indisi, Om;

$\omega L$  — cho'lg'amning induktiv qarshiligi, Om;

$\omega$  — cho'lg'amning o'ramlar soni;

$S$  — magnit o'tkazgichning kesim yuzasi, m<sup>2</sup>;

$\delta$  — havo bo'shlig'i, m.

Datchikning sezgirligi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$K_d=dI_{o'zg}/d\delta=U\cdot 10^7/2\pi\omega^2S$$
 (2.11)

Differensial datchiklarda kirish signalining belgisi o'zgarilganda chiqish signalining belgisi ham unga mos ravishda o'zgaradi.

Transformator datchiklarda (2.6- rasm) kirish signali plunjer yoki yakorning harakati bo'lib, chiqish signali esa  $I_1 - I_2$  toklarning geometrik ayirmasi bo'ladi. Yakorning neytral holatida  $I_1 - I_2$  demak, o'lchov asbobida tok yo'qligini bildiradi. Yakorning holati o'zgarilishi bilan cho'lg'amlarning induktivligi o'zgaradi va  $I_1, I_2$  toklarining muvozanatlari o'zgaradi. Natijada o'lchov asbobidan  $\Delta I = I_1 - I_2$  toki oqib o'tadi. Ushbu tokning fazasi yakorning harakatlanish yo'nalishiga bog'liq bo'ladi.

Transformator datchikning sxemasi 2.6.d - rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda kirish kattaligi burchak harakati  $\alpha$  bo'lib, chiqish kattaligi esa ikkilanmchi asboddagi tok bo'ladi. Yakorning neytral holatida, ya'ni  $\alpha_1 = \alpha_2$  o'rta o'zakda EYUK hosil bo'lmaydi, chunki chetlardagi cho'lg'amlar qarama-qarshi yo'nalishda o'ralgan va ular o'zaro teng. Yakorning harakatlanishi bilan cho'lg'amlardan birining magnit

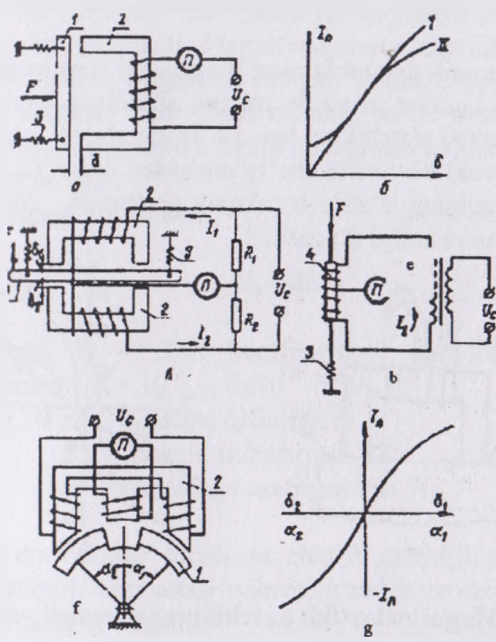
qarshiligi kamayadi, ikkinchisiniki esa oshib ketadi. Natijada o'rtacha cho'lg'amda EYUK hosil bo'lib, ikkilamchi asbobdan tok oqib o'ta boshlaydi.

Ko'rib chiqilgan prinsip asosida amalda ko'pgina o'lchov asboblari, jumladan misol sifatida, induktiv manometr shu prinsip asosida ishlaydi (2.7-rasm).

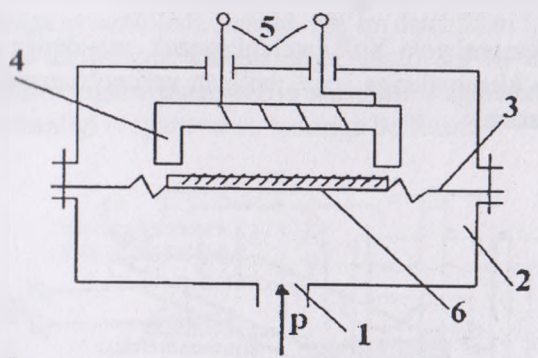
Induktiv manometr sezgir element 3, unga birlashtirilgan yakor 6 va po'lat o'zakli cho'lg'amdan iborat. O'lchanayotgan bosim quvurcha 1 orqali bo'shliq 2 ga kelib, membrana 3 ni bukadi, natijada o'zak 6 cho'lg'am o'zagi 4 ga qarab harakatlanadi. Demak, cho'lg'amning induktivligi o'lchanayotgan bosimga proporsional o'zgariladi. Chiqish signali esa 8 klemmalardan 5 olinadi. Bunday datchiklarning statik tavsifnomasi kichik qismda chiziqli bo'lganligi tufayli ular qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishida juda kam qo'llaniladi. Bunday kamchiliklar differensial datchiklarda bartaraf qilingan. Bundan tashqari differensial datchiklarda kirish signalining belgisi o'zgarilganda chiqish signalining belgisi ham unga mos ravishda o'zgaradi.

Transformator datchiklarda (2.6, b - rasm) kirish signali plunjer yoki yakorning harakati bo'lib, chiqish signali esa  $I_1 - I_2$  toklarning geometrik ayirmasi bo'ladi. Yakorning neytral holatida  $I_1 - I_2$ , demak, o'lchov asbobida tok yo'qligini bildiradi. Yakorning holati o'zgarilishi bilan cho'lg'amlarning induktivligi o'zgaradi va  $I_1, I_2$  toklarining muvozanatlari o'zgaradi. Natijada o'lchov asbobidan  $\Delta I = I_1 - I_2$  toki oqib o'tadi. Ushbu tokning fazasi yakorning harakatlanish yo'nalishiga bog'liq bo'ladi.

Transformator datchikning sxemasi 2.7, d - rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda kirish kattaligi burchak harakati  $\alpha$  bo'lib, chiqish kattaligi esa ikkilamchi asbobdagi tok bo'ladi. Yakorning neytral holatida, ya'ni  $\alpha_1 = \alpha_2$  o'rtacha o'zakda EYUK hosil bo'lmaydi, chunki chetlardagi cho'lg'amlar qarama-qarshi yo'nalishda o'ralgan va ular o'zaro teng. Yakorning harakatlanishi bilan cho'lg'amlardan birining magnit qarshiligi kamayadi, ikkinchisiniki esa oshib ketadi. Natijada o'rtacha cho'lg'amda EYUK hosil bo'lib, ikkilamchi asbobdan tok oqib o'ta boshlaydi.



2.6 - rasm. Induktiv va transformator datchiklarining sxemalari va ularning tavsifnomalari.

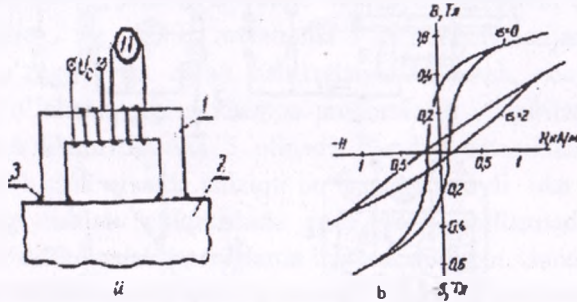


2.7 - rasm. Induktiv manometrning sxemasi.



## 2.4.2. Magnitoelastik datchiklar va Xoll elementi

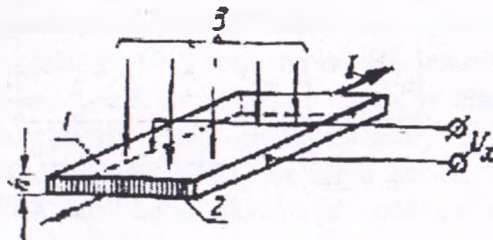
Magnitoelastik datchiklarning ish prinsipi ferromagnit materiallarni yoki mexanik kuchlar ta'sirida magnet singdiruvchanligi o'zgarishiga asoslangan. Ushbu datchiklar har xil ko'rinishdagi o'zaklar va ularga o'ralgan bitta yoki bir necha cho'lg'amlardan iborat (2.8-rasm). F kuchi ta'sirida bir vaqtning o'zida o'zakning geometrik o'lchamlari hamda magnet singdiruvchanligi o'zgariladi.



2.8- rasm. Magnitoelastikli datchikning sxemasi va tavsifnomasi.

2.8 b-rasmda ko'rsatilganidek, magnitoelastik datchiklarning statik tavsifnomalari katta qismda noxiziqli. Shuning uchun ular ish diapazonining 15-20 % ishlatiladi. Bundan tashqari cho'lg'amning toki haroratga bog'liq va temir - nikel eritmalardagi qoldiq deformatsiyaga ega.

Xoll elementi yoki Xoll datchigi magnet maydonga joylashtirilgan to'rt chiqish klemmalariga ega bo'lgan yarimo'tkazgich plastinadan iborat (2.9 -rasm).



2.9- rasm. Xoll elementining sxemasi.

Xoll elementining ish prinsipi quyidagicha. Ikkita chiqish klemmlariga tok uzatiladi. Magnit maydon o'zgarishi bilan elektronlar harakat yo'nalishini o'zgartirib qolgan ikkita chiqishda kuchlanishni hosil qiladi. Shunday qilib kirish kattaligi bo'lib mexanik ta'sirda hosil bo'ladigan magnit maydoni o'zgarishi chiqish kattaligi kuchlanishining o'zgartirilishi bo'ladi.

Chiqishdagi kuchlanish:

$$U_x = kIB/h \quad (2.12)$$

bu yerda,  $K$  – Xoll koeffitsiyenti, har xil yarimo'tkazgich materiallar uchun  $K = 10^{-2} \dots 9 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{A} \cdot \text{s}$

$h$  – plastina qalinligi, m.

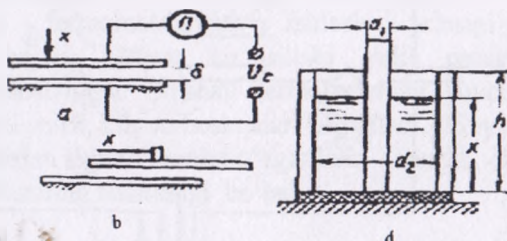
$B$  – magnit induksiyasi, Tl.

$I$  – plastinaga uzatilgan tok, A.

Ushbu datchikalar kirish va chiqish qarshiliklari katta diapazoni, ixchamligi yuqori darajadagi vibroturg'unlik va uzoq muddatli xizmat davri tufayli keng qo'llanadi.

### 2.4.3. Sig'im datchiklari va ularning qo'llanish sohalari

Sig'im datchiklarida xilma-xil kirish kattaliklarni (chiziqli va burchak harakatlarni, mexanik kuchlanish, sath va kabilar) sig'im o'zgarilishiga aylantiriladi. Amalda sig'im datchiklari kondensatorlardan yasaladi. O'lchaydigan kattaliklariga qarab sig'im datchiklari (2.10-rasm) yuzasi o'zgaruvchan, oraliq masofasi o'zgaruvchan va dielektrik singdiruvchanligi o'zgaruvchan turlariga bo'linadi.



2.10- rasm. Sig'im datchiklarining turlari.

Tekis kondensatorning sig'imi quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

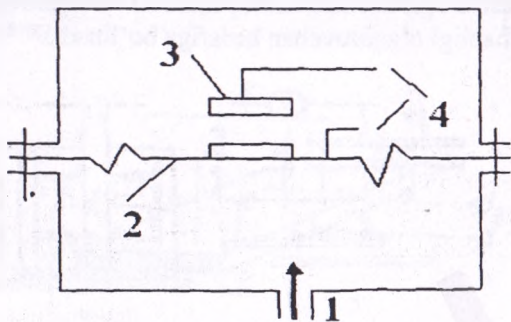
$$C = \epsilon_0 \epsilon S / \delta, \quad (2.13)$$

bu yerda,  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  F/m – vakuumning dielektrik singdiruvchanligi;  $\epsilon$  – kondensatorning plastinalararo muhitining dielektrik singdiruvchanligi; S – plastinalarning yuzasi;  $\delta$  – plastinalararo masofa.

Oraliq masofasi o'zgaruvchan datchiklar (2.10, a-rasm) 0,1...0,01 mkm aniqlikda chiziqli harakatlarni, yuzasi o'zgaruvchan datchiklar (2.10, b-rasm) chiziqli va burchak harakatlarni nazoratida va dielektrik singdiruvchanligi o'zgaruvchan (2.10, b - rasm) namlik, sath, kimyoviy tarkib kabi kattaliklarni o'lchashda qo'llaniladi. O'lchash aniqligini va sezgirligini oshirish maqsadida sig'im datchiklari ko'priksimon sxemalarga ulanadi. Yuqorida ko'rib chiqilgan prinsip asosida sig'im manometrlari ishlaydi.

O'lchash aniqligini va sezgirligini oshirish maqsadida sig'im datchiklari ko'priksimon sxemalarga ulanadi. Yuqorida ko'rib chiqilgan prinsip asosida sig'im manometrlari ishlaydi. (2.11-rasm).

O'lchanayotgan bosim asbobga quvur (1) orqali uzatilib, membrana (2) orqali qabul qilinadi. Membrana o'z navbatida plastina (3) bilan kondensatorni hosil qiladi. Kondensator sxemaga klemma (4) lar yordamida ulanadi. Bosim ta'sirida membrana egilib plastinaga yaqinlashadi va kondensatorning sig'imini o'zgartiradi. Shunday qilib, kondensator sig'imi o'lchanayotgan bosimga proporsionaldir.



2.11-rasm. Sig'im manometrlarining sxemasi.

Sig'im datchiklarining afzalliklari: soddaligi, ixchamligi, arzonligi va kichik inersionligi. Kamchiliklari: chiqish signalining quvvati pastligi, o'lchov natijalari atrof-muhit ko'rsatkichlariga bog'liqligi, ulaydigan simlar va qurilma metall qismlarning sig'imlari turlicha ta'sir qilib, detullarning o'zaro joylashishiga bog'liq.

## 2.5. Harorat datchiklari

Harorat barcha texnologik jarayonlarning muhim ko'rsatkichlaridan biridir. Qishloq va suv xo'jaligida ko'pgina texnologik jarayonlar ular o'tayotgan sharoit haroratiga bog'liq. Jism, suyuqlik yoki gazning harorati nazorat qilayotgan muhitning yoki u bilan issiqlik kontaktida bo'lgan maxsus elementning haroratini o'lchab aniqlanadi.

Amalda harorat datchiklarining sezgir elementlari sifatida issiqlik ta'sirida o'zining fiziko-mexanikaviy xususiyatlarini keng diapazonda o'zgartirib, boshqa kattaliklar (namlik, muhitning tarkibi, havo bosimi ta'sirida xususiyatlarini o'zgartirmaydigan materiallardan foydalaniladi. Harorat datchiklarining sezgir elementlari issiqlik kengayish koeffitsiyenti maksimal ko'rsatkichiga ega bo'lishi kerak.

Ishlash prinsipi jihatdan harorat datchiklari suyuqlik, bimetallik va dilatometrik datchiklariga hamda termoparalar va termorezistorlarga bo'linadi.

### 2.5.1. Suyuqlik datchiklari

Suyuqlik datchiklari  $-200^{\circ}\text{C}$  dan  $+750^{\circ}\text{C}$  gacha oralig'idagi haroratni o'lchashda ishlatiladi. Shisha termometrlarning ishlatish usuli asosida, aniqligi yetarli darajada yuqori va arzon bo'lganligi sababli sanoatda keng tarqalgan.

Suyuqlikli termometrlarning ishlash prinsipi termometr suyuqligining hajmi harorat ko'tarilishi yoki pasayishi tufayli o'zgarilishiga asoslangan. Shishali termometrning suyuqligi sifatida simob, toluol, etil spirti, efir va boshqalar ishlatiladi. Suyuqlikli datchiklarning kirish signali harorat o'zgarilishi  $t$  bo'lib, chiqish signali kapilyardagi ustunning balandligi bo'ladi:

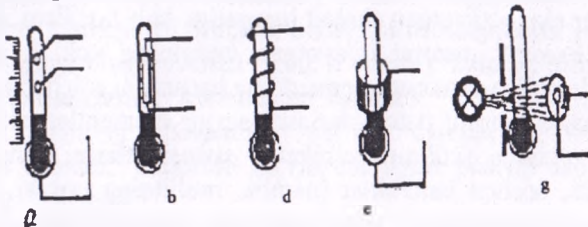
$$\Delta H = \Delta V / S, \quad (2.14)$$

bu yerda,  $\Delta V = V(B - 3 \cdot \Delta Q)$  – suyuqlik hajmining o'zgarilishi;



- S— kapilyarning kesim yuzasi;
- B— suyuqlikning issiqlikka kengayish koeffitsiyenti;
- V— suyuqlikning boshlang'ich hajmi;
- I— kapilyar materialining issiqlikka kengayish koeffitsiyenti.

Suyuqlik termometrlariga qo'shimcha elementlar kiritish natijasida ular avtomatika tizimlarida qo'llanish imkoniyatiga ega bo'ladilar (2.12-rasm). Takomillashtirish natijasida suyuqlikli datchiklarning chiqishida harorat o'zgarilishi bilan aktiv, induktiv, sig'im qarshiliklari yoki nurlar intensivligi o'zgartiriladi.



2.12 - rasm. Suyuqlik datchiklarining turlari:

a – kontaktli; b – aktiv qarshilikli; d – induktiv qarshilikli; e – sig'im qarshilikli; f – nurlar intensivligi.

### 2.5.2. Dilatometrik va bimetallic datchiklar

**Dilatometrik va bimetallic datchiklarning ishlash prinsipi** harorat o'zgarishidagi qattiq jism chiziqli miqdorining o'zgarishiga asoslangan. Harorat o'zgarishiga bog'liq bo'lgan qattiq jism chiziqli miqdorining o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi:

$$L_t = L_0(1 + B \cdot t), \quad (2.15)$$

bu yerda,  $L_t$  — haroratdagi qattiq jismning uzunligi;

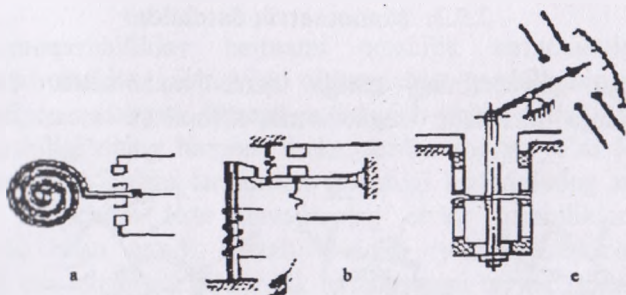
$L_0$  — shu jismning  $0^\circ\text{C}$  dagi uzunligi

$B$  — chiziqli kengayishning o'rtacha koeffitsiyenti ( $0^\circ\text{C}$  dan  $t^\circ\text{C}$  gacha bo'lgan haroratlar intervalida).

2.13-rasmda dilatometrik termometrning tuzilish sxemasi tasvirlangan. Dilatometrik termometrda (2.13, a-rasm) sezgir element sifatida chiziqli kengayishning katta harorat koeffitsiyentiga ega bo'lgan materialdan (jez va mis) tayyorlangan quvurcha qo'llanilgan.

Korpusga kavsharlangan quvurcha ichida o'zak joylashgan. O'zak chiziqli kengayish koeffitsiyenti kichik bo'lgan materialdan (masalan, invar) ishlangan. O'lchanayotgan muhitning harorati ko'tarilishi bilan birga quvurcha uzayadi. Bu hol o'zakning uzayishiga olib keladi. Shunda prujina shaynning bo'sh tomonini pastga tushiradi, o'z navbatida u tortqi va tishli sektor orqali strelkani uning o'qi atrofida aylantiradi. Strelka esa shkalada o'lchanayotgan harorat qiymatini ko'rsatadi va belgilangan holatda kontaktlarni ulaydi.

Dilatometrik termometrlar suyuqliklar haroratini o'lchashda ham haroratni ma'lum darajada avtomatik ravishda saqlash uchun va signalizatsiyada qo'llaniladi. Dilatometrik termometrlar 1.5 va 2.5 aniqlik klassida chiqariladi, ularning yuqori o'lchash chegarasi  $500^{\circ}\text{C}$  gacha bo'ladi.  $150^{\circ}\text{C}$  dan oshmagan haroratlar uchun quvurchalar jezdan, o'zaklar esa invardan ishlanadi, undan yuqori haroratlar uchun quvurchalar zanglamas po'latdan, o'zaklar esa kvardsdan ishlanadi.



2.13-rasm. Dilatometrik va bimetallik datchiklarning sxemalari.

Afzalliklari: ishonchlilik va sezgirlik ko'rsatkichlari yuqori.

Kamchiliklari: asbob o'lchamlarining katta hajmligi, haroratning bir nuqtada emas, hajmda o'lchanishi, issiqlik inersiyasining kattaligi, ko'rsatkichlarni masofaga uzatish imkoniyati yo'qligi kabilar.

Bimetallic termometrlarning sezgir elementi ikki kavsharlangan plastinkadan tayyorlangan prujinadan iborat. Bu plastinkalarning issiqlikdan kengayish harorat koeffitsiyenti turlicha bo'lgan metallardan tayyorlanadi. Haroratning o'zgarishi plastinkalarning uzayishiga olib keladi. Plastinkalar bir-biriga nisbatan siljiy olmaganligi sababli prujina issiqlikdan kengayish harorat koeffitsiyenti kam bo'lgan plastinka tomon og'adi. Plastinkalar uzayishining harorat koeffitsiyenti farqi

qancha katta bo'lsa, prujinaning harorat o'zgarishidagi og'ishi shuncha ko'p bo'ladi.

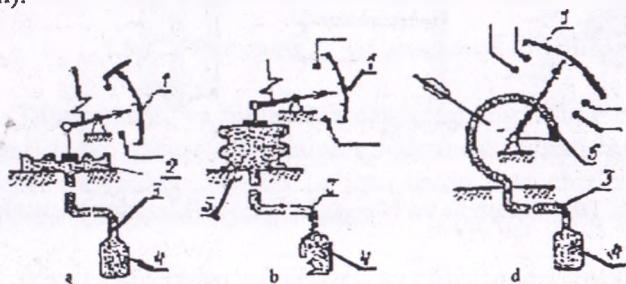
2.13-rasmda yassi plastinkali bimetalli termometrning tuzilish sxemasi ko'rsatilgan. Harorat o'zgarishi bilan bimetall prujina pastga egiladi. Tortqi strelkani o'q atrofida aylantiradi. Strelka shkalada o'lchanayotgan harorat qiymatini ko'rsatadi va belgilangan ko'rsatkichda kontaktlarning holatini o'zgartiradi. Sezgir elementlar sifatida yoysimon yoki vintsimon spirallar qo'llaniladi. Bimetalli termometrlar bilan haroratni o'lchash chegarasi  $-150^{\circ}\text{C}$  dan  $700^{\circ}\text{C}$  gacha, xatosi - 1...1.5%.

Bu turdagi termometrlar haroratni ma'lum darajada avtomatik saqlash va signalizatsiya uchun qo'llaniladi.

Bimetalli termometrlarning kamchiliklari: «charchash» hollari (darajalanishining o'zgarishi, hatto metallarning ajralishi), issiqlik inersiyasining kattaligi, mahalliy sanoq.

### 2.5.3. Manometrik datchiklar

Sezgir elementining turiga qarab manometrik datchiklarni quyidagilarga ajratiladi: manometrik, silfonli va membranali (2.14-rasm).



2.14 - rasm. Manometrik datchiklarning turlari:

a – membranali, b – silfonli, d – manometrik.

Manometrik termometrlar texnikaviy asbob bo'lib, termostatning ish moddasi jihatidan gazli, suyuqlikli va kondensatsion turlariga ajratiladi. Bu asboblarda  $-150^{\circ}\text{C}$  dan  $600^{\circ}\text{C}$  gacha bo'lgan suyuqlik va gazsimon muhitlar haroratini o'lchash uchun qo'llaniladi. Maxsus to'ldirgichli termometrlar esa  $100^{\circ}\text{C}$  dan  $1000^{\circ}\text{C}$  gacha, bo'lgan haroratlarga mo'ljallangan.

Asbobning tizimi (termobalon, kapilyar sig'implari, ish moddasi) asosan gaz (gazli asboblarda) va suyuqlik (suyuqli asboblarda) bilan boshlang'ich bosimda to'ldiriladi. Termobalon isishi bilan ishchi moddaning bosimi oshadi. Buning natijasida asboblardagi membranalar, silfonlar, manometrik quvurchalar harakatlanishi boshlanadi. Sezgir elementlar holati o'zgarilishi natijasida ularga ulangan strelkalar holatini o'zgartirib kontaktlarni ishga tushiradi. Ushbu datchiklarning o'lchash chegaralari ishchi moddaning qaynash va qotish haroratlari bilan cheklanadi.

Gazli manometrik termodatchiklarning o'ziga xos kamchiliklaridan biri issiqlik inersiyasining kattaligidir. Buning sababi: termobalon devorlari bilan uni to'ldirgan gaz o'rtasidagi issiqlik almashish koeffitsiyentining kichikligi va gazning o'tkazish qobiliyatining pastligi.

#### 2.5.4. Termoqarshiliklar

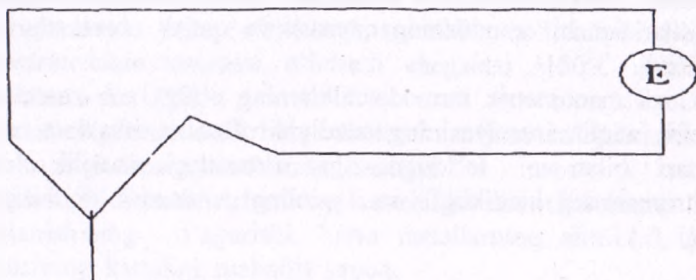
**Termoqarshiliklar** haroratni qarshilik termometrlari bilan o'lchash harorat o'zgarishi bilan o'tkazgichlar qarshiligining o'zgarish xususiyatiga asoslangan. Demak, o'tkazgich yoki yarimo'tkazgichning omik qarshiligi uning harorati funksiyasidan iborat, ya'ni  $R=f(t)$ . Bu funksiyaning ko'rinishi termometr qarshiligi materialining xossalari bog'liq. Ko'pchilik toza metallarning elektr qarshiliklari harorat ko'tarilishi bilan ortadi, metall oksidlar (yarimo'tkazgichlar) ning qarshiligi esa kamayadi. Qarshilik termometrini tayyorlashda quyidagi talablarga javob beruvchi toza metallar qo'llaniladi:

1. Metall o'lchanayotgan muhitda oksidlanmasligi va uning kimyoviy tarkibi o'zgarmasligi kerak.
2. Metallning harorat qarshilik koeffitsiyenti yetarli darajada katta va stabillashgan bo'lishi lozim.
3. Qarshilik harorat o'zgarishi bilan to'g'ri yoki ravon egri chiziqli keskin chetlanishlar va gisterезis holatlarisiz o'zgarishi kerak.
4. Solishtirma elektr qarshilik deyarli katta bo'lishi kerak. Ma'lum haroratlar intervalida yuqoridagi talablarga platina, mis, nikel, temir, volfram kabi metallar javob beradi.

Qarshilik termometrining issiqlik sezgir elementi diametri 0,05...0,07 mm ga teng platina simdan (TSP) yoki diametri 0,1mm ga teng toza mis elektrolit simdan (TSM) ishlanadi. Sanoat ishlab chiqaradigan platali qarshilik termometrlari  $-200^{\circ}\text{C}$  dan  $+650^{\circ}\text{C}$  gacha



bo'lgan haroratlarni o'lchashga mo'ljallangan. Platina sim (2.15-rasm) chetlari tishli slyuda plastinaga induksiyasiz (biflar) o'raladi. Plastinaga o'ralgan platina sim, uning izolatsiyasi va mexanikaviy mustahkamligini ta'minlash uchun, ikki tarafidan slyuda qoplagichlar bilan berkitiladi. Uchala slyuda detal (platina va qoplagichlar) kumush lenta bilan paket hosil qilgan.



**2.15-rasm. Termoqarshilikning sezgirlik elementi.**

Misli qarshilik termometrlarini sanoatda  $-50^{\circ}\text{C}$  dan  $+180^{\circ}\text{C}$  gacha haroratlarni o'lchash uchun chiqariladi. Standart misli qarshilik termometrining emal simi bir necha qavat qilib silindr shaklidagi plastmassa sterjenga o'raladi. Sim lak bilan qoplangan.

## **2.6. Sath, bosim va burchak tezligi datchiklari**

### **2.6.1. Sath datchiklari va ularning ish prinsiplari**

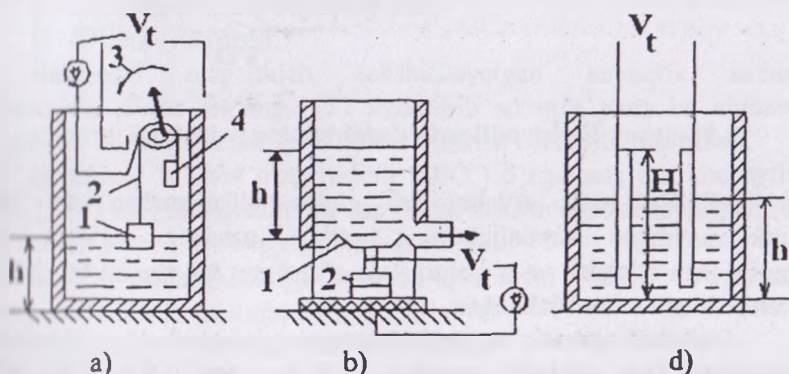
Qishloq va suv xo'jaligida suyuqlik va mahsulotlar sathini aniqlash maqsadida qalqovichli (po'kakli yoki paplavkali) gidrostatik va elektrodli sath datchiklari qo'llaniladi.

**Qalqovichli datchiklar** suyuqlik sathi o'zgarishini qabul qiladigan qalqovichdan va chiqish elektr signaliga o'zgartiradigan elementdan tashkil topgan bo'ladi. O'zgartirgichlar sifatida aktiv yoki induktiv datchiklar ishlatiladi. 2.16, a - rasmda potensimetrik o'zgartirgichli qalqovichli sath datchigining sxemasi ko'rsatilgan. Yengil qalqovichli (1) bilan potensimetrik datchikning (3) bog'lanishi blok (4) orqali o'tkazilgan tros (2) yordamida amalga oshiriladi. Qalqovichning og'irligi yuk (5) bilan moslashtirib boriladi. Suyuqlik sathining har qanday o'zgarishi sath o'lchov birligiga moslangan ikkilamchi o'lchov

asbobidagi (UA) kuchlanish o'zgarishiga proporsional ravishda ta'sir qiladi. Qalqovichli sath datchiklari suyuqlik sathining katta miqdorda o'zgarishlarini o'lchash uchun xizmat qiladi. Ularning asosiy kamchiligi qalqovichning harakatlanib turishidir.

**Gidrostatik datchiklarda** suyuqlik sathini nazorat qilish maxsus silindrik idishdagi suyuqlikning gidrostatik og'irligi o'zgarishiga asoslangan bo'ladi (2.16, b-rasm). Suyuqlik bosimi sathini ( $h$ ) proporsional bo'lib, membranani (1) egilishga ta'sir qiladi va maxsus ko'mir ustun (2) yordamida elektr signalga o'zgartiriladi. Bu signalni sath birligiga mos ravishda o'lchov asbobi (P) yordamida o'lchab boriladi. Qalqovichli (poplovikli) va gidrostatik datchiklar suyuqlikning sathi bo'yicha emas, aslida uning massasi bo'yicha o'lchaydi, shuning uchun haroratning va suyuqlik tarkibining o'zgarishi natijasida o'lchov xatoliklari kelib chiqadi.

**Elektrodli datchiklar** suyuqlik ichiga tushiriladigan bir va bir necha elektrodlardan tashkil topgan bo'ladi. Bunday turdagi datchiklarda suyuqlik sathining o'zgarishi natijasida elektrodlar orasidagi muhitning aktiv va sig'im o'tkazuvchanligi o'zgaradi. Suyuqlik muhitining aktiv o'tkazuvchanligi o'zgarishiga asoslangan elektrodli sath datchigining sxemasi 2.16, d-rasmda keltirilgan.

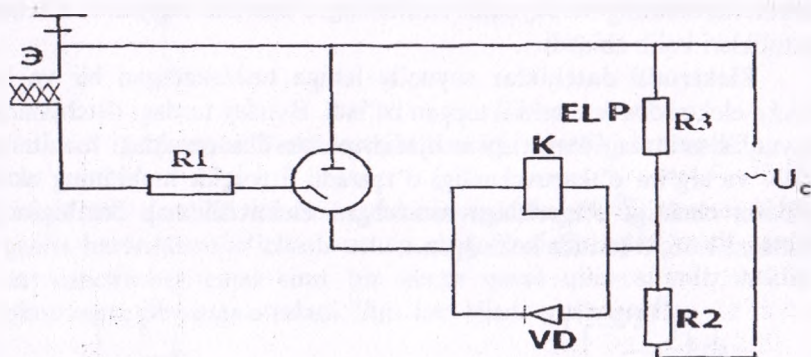


2.16-rasm. Qalqovichli (a), gidrostatik (b) va elektrodli (d) sath datchiklari.

Sochiluvchan mahsulotlarni, shu jumladan, don mahsulotlarining sathini nazorat qilish suyuqlik sathini nazorat qilishga nisbatan anchagina murakkabroqdir, chunki bu mahsulotlar anchagina elektr qo'riqligiga ega hamda ular don bunkerini to'lishi bilan gorizont tekislik

hosil qilmaydi. Bundan tashqari bunkerlarni don bilan to'lishida datchiklarning sezgirlik elementlari shikastlanishi mumkin.

Don sathini elektrodli datchik yordamida nazorat qilishning prinsipial sxemasi 2.17, b-rasmda keltirilgan. Bunday datchikning ishlash prinsipi quyidagicha: elektrodlararo oraliqning (E) don bilan to'lishi natijasida elektrodlar orasidagi o'tkazuvchanlik oshadi, natijada gazorazryadli lampa (YeL) yonadi va releni (R) ishga tushiradi hamda don uzatish liniyasiga signalni uzatadi. Sxemaga R3 va R2 rezistorlardan tashkii topgan kuchlanish taqsimlagichi orqali 220 V o'zgaruvchan kuchlanish beriladi. Bunday datchiklar namligi 13 foizdan yuqori bo'lgan donlar uchun qo'llaniladi.



2.17-rasm. Elektrodli sath datchigining prinsipial sxemasi.

«RUS» sath o'lchagichi elektr o'tkazuvchan va elektr o'tkazmaydigan suyuqliklarning sathini uzluksiz ravishda uzoq masofadan o'lchash va uni chiqishda o'zgarmas tok signali ko'rinishiga keltirish uchun mo'ljallangan.

Bu asbob agressiv va portlash xususiyatiga ega bo'lgan suyuqliklar muhitida ham ishlashi mumkin. «RUS» sath o'lchagichi gidromelioratsiya obyektlarida texnologik jarayonlarni nazorat qilish va boshqarish, shuningdek, ochiq kanallarda sath o'lchash datchigi sifatida ham qo'llaniladi. «RUS» sath o'lchagichi melioratsiya sohasida keng qo'llanilayotgan datchiklardan hisoblanadi, chunki bu asbob yordamida olingan chiqish signali o'zgarmas tok signaliga aylantirilib uni uzoq masofaga uzatish imkonini beradi. Olingan tok signali stasionar o'zgartkich orqali chastotaviy yoki kodlashtirilgan signalga aylantirilib

telemexanik sistema orqali dispecher punktiga uzatilishi mumkin. Ye-832 o'zgartkichi shunday elementlardan biri hisoblanib, u o'zgaras tok signalini chastotaga aylantirib beradi. Ushbu o'zgartkich bilan laboratoriya ishini bajarayotganda tanishish mumkin. Sath o'lchagich tarkibiga birlamchi o'zgartkich (BO') va uzatuvchi o'lchov o'zgartgichi (O'O') kiradi.

«RUS» qurilmasining tarkibiy tuzilish sxemasi 2.18 - rasmda ko'rsatilgan. Birlamchi o'zgartkich (BO') quyidagi elementlardan tashkil topgan: sig'imli sezgir element (I) (yuqori karroziyaga qarshi xususiyatga ega bo'lgan fotoplastik izolatsiyali PNFD nikelli o'tkazgich), sig'imli generator - o'zgartkich (3) kalibrli sig'imlar batareyasi (2) va o'zgaras tok ko'pri sxemasi (4) dan tashkil topgan elektron blok.

Sezgir elementning o'lchash uchun ajratilgan qismigacha bo'lgan sig'im quyidagicha aniqlanadi:

$$S_n = S_{on} + kh/H \quad (2.16)$$

bu yerda,  $S_{ON}$  - o'lchov qismining boshlang'ich sig'imi;  
 $K$  - proporsionallik koeffitsiyenti (sezgir elementning konstruksiyasi va tekshirilayotgan muhit bilan xarakterlanadi);

$h$  - sathning o'zgarayotgan qiymati;

$H$  - o'lchov diapazon;

Birlamchi o'zgartkich tekshirilayotgan suyuqlik sathini o'zgarishini elektr sig'imga ( $S$ ) aylantirib so'ngra yana bu signalni o'zgaras tokli kuchlanishga o'zgartirib berish uchun xizmat qiladi.

Uzatuvchi o'lchov o'zgartkichi (O'O') o'zgaras tok kuchaytirgichi (5) va chiqish signalini bir me'yorga keltiruvchi kuchaytirgich (6) dan tashkil topgan. Bu o'zgartkichning vazifasi:

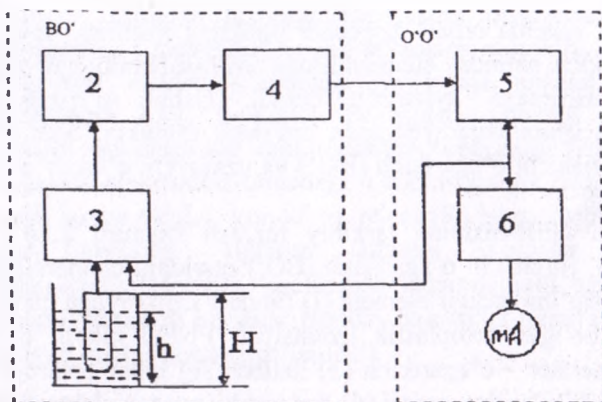
$h$ -sath o'lchagichning barcha qismlarini stabil o'zgaras kuchlanish bilan ta'minlash;

$H$ -qayta bog'lanish signalini hosil qilish;

- bir xil qiymatga ega bo'lgan o'zgaras tokning chiqish signalini hosil qilish.

Sxemadagi qayta bog'lanish chiqishdagi tok signalining o'lchanayotgan suyuqlikning sathiga nisbatan chiziqli bog'lanishini hosil qiladi. Chiqish signalini bir me'yorga keltiruvchi 6 kuchaytirgichdan olingan signal suyuqlik sathining  $h$  holatiga to'g'ri proporsional bo'lib, sath ko'rsatkichi hisoblanadi.





2.18-rasm. «RUS» sath o'lchagichining tarkibiy sxemasi.

### 2.6.2. Bosim datchiklari

Qishloq va suv xo'jaligida qo'llaniladigan bosim datchiklarining turlari ko'p bo'lib, ular suyuqlik va gazlar bosimini o'lchash uchun xizmat qiladi. Ko'pchilik bosim datchiklarining ish prinsiplari bosim kuchini mexanik kuchlarga aylantirib berish prinsipiga asoslangan bo'ladi. Bunday datchiklarning qabul qiluvchi elementlari o'lchanayotgan bosim ta'sirida bo'ladi. Yuqori bosimlarni o'lchashda bosim ta'sirida o'tkazgichning elektr qarshiligi o'zgarishi hodisasiga asoslangan datchiklar qo'llaniladi. Gazlarning kichik bosimlarini nazorat qiladigan datchiklarda esa ularning issiqlik o'tkazuvchanligi, yumshoqligi, ionlanish darajasi kabilar hisobga olinadi.

Qishloq va suv xo'jaligida mexanik qabul qilish elementiga ega bo'lgan suyuqlikli, porshenli, membranali hamda silfonli datchiklar qo'llanilib kelinmoqda.

Suyuqlikli bosim datchiklarining U-shaklli (2.19, a-rasm), qo'ng'iroqchali (2.19, b-rasm), gidrostatik (2.19, d-rasm), membranali (2.19, e-rasm), silfonli (2.19, f-rasm), manometrik trubkali (2.19, g-rasm) turlari mavjud.

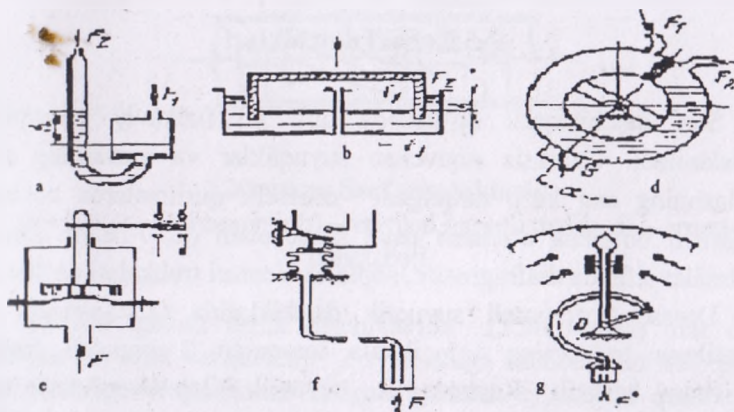
U-shaklli suyuqlik datchiklarida bosimlar farqi  $F = F_1 - F_2$  suyuqlik ustuni og'irligi bilan muvozanatlashadi:

$$\Delta F = \rho g h, \quad (2.17)$$

Bu yerda,  $\eta$  – suyuqlikning solishtirma og‘irligi.

Qo‘ng‘iroqchali tizimlarda bosimlar farqi  $\Delta F = F_1 - F_2$  qo‘ng‘iroqchani aralashuvini hosil qiladi va natijada  $F_1$  bosimni aniqlash imkoniyati tug‘iladi.

Gidostatik tizimlarda halqali tarozili kameraning burilish burchagi bosimlar farqi  $\Delta F = F_1 - F_2$  ga proporsional bo‘ladi.



### 2.19-rasm. Suyuqlikli bosim datchiklarining turlari:

- a) – U-shaklli; b) – qo‘ng‘iroqchali; d) – gidrostatik, e) – membranali, f) – silfonli, g) – manometrik trubkali.

Suyuqlikli bosim datchiklari aniq va bir me‘yorda ishlashi bilan bir qatorda ularning ekspluatatsion noqulayliklari (kichik oraliqlarda o‘lchash sharoitlari, faqatgina vertikal holatda ishlashi, katta o‘lchamlarga ega bo‘lganligi kabilar) sababli oxirgi paytlarda ularni o‘rni takomillashgan datchiklar egallamoqda.

Membranali datchiklarda (2.19,a-rasm) elastik plastina (membrana) nazorat qilinayotgan muhit bosimi ta‘sirida bo‘ladi va kontaktli tizim bilan mustahkam bog‘langan shtokka ta‘sir ko‘rsatadi. Hunday turdagi datchiklar sodda tuzilishi, puxtaligi, o‘lchovlarni yetarlicha aniqlik bilan o‘lchashi sababli ularni qo‘llash yil sayin ko‘payib bormoqda.

Silfonli datchiklar (2.19,b-rasm) egiluvchan materialdan yasalgan gofirovanli yupqa devorli trubkadan tashkil topgan bo'ladi. Tashqi va ichki bosimlar farqini unga ta'sir qilayotgan kuch hosil qiladi. Bu kuch ta'sirida silfonning cho'zilishi va qisilishi hosil bo'ladi. Silfonning bo'sh uchini siljishi ko'rsatkich strelkasi va harakatlanuvchan kontaktlari orqali amalga oshiriladi.

### 2.6.3. Sarf datchiklari

Sarf datchiklarini qo'llashda turli xil fizikaviy prinsiplardan foydalaniladi. Uzluksiz oquvchan suyuqliklar va gazlarning sarfini aniqlashning eng ko'p tarqalgani drosselli qurilmalarda bosimning o'zgarishi bo'yicha o'lchash usuli hisoblanadi (2.20-rasm). Drosselli qurilmalar sifatida diafragmalar, sopl va Venturi trubkalari qo'llaniladi.

Drossel-diafragmali suyuqlik datchiklarida (2.20,a-rasm) unga o'rnatilgan trubkaning 1 ikkala tomonida 2 impulsli trubkalar joylashgan bo'ladi. Rezistor R suyuqlik bilan shuntlanadi hamda bosim va tok o'zgarishini proporsionalligini ta'minlaydi. Ikkilamchi jihozda tok I u quyidagicha aniqlanadi:

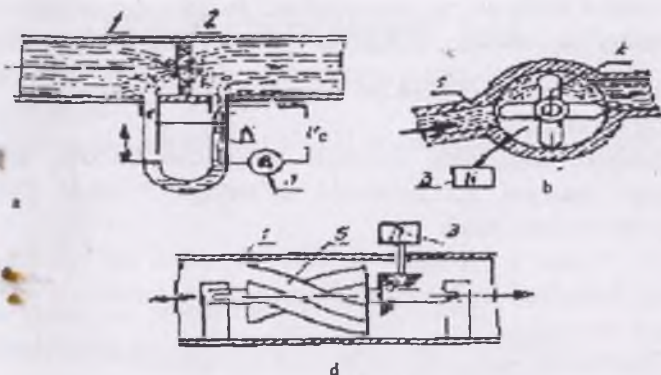
$$I_u = a(P_1 - P_2) = a P. \quad (2.18)$$

Bosim o'zgarishi  $\Delta R$  (N/m) va sarf Q (m/s) orsidagi bog'lanish quyidagi tenglik bilan ifodalanadi:

$$Q = a_s S_0 \alpha \sqrt{\frac{0,2g \cdot \Delta P}{\eta}} \quad (2.19)$$

Bu yerda,  $S_p$ —diafragma teshigi yuzasi,  $m^2$ ;  $a_s$  — sarf koeffitsiyenti;  $\alpha$ —proporsionallik koeffitsiyenti;  $\Delta P$ —bosim o'zgarishi  $N/m^2$ ;  $g$ —erkin tushish tezlanishi,  $m/s^2$ ;  $\eta$ —muhitning zichligi,  $kg/m^3$ ;

Sarfni o'lchovchi tezlik datchiklari suv, suyuq yoqilg'i, gaz va boshqa moddalarni aniqlash schyotchiklarida qo'llanilib kelinmoqda.



2.20-rasm. Sarf datchiklari:

a) – drossel-diafragmalı; b) – vertikal qanotli tezlik, d) – spiral-qanotchali.

Vertikal qanotli tezlik datchiklarida (2.20,b-rasm) ular orqali o'tadigan suyuqlik vertushkani 2 aylanishiga sababchi bo'ladi. Bunda oqim tezligiga proporsional bo'lgan aylanish chastotasi quyidagicha bo'ladi:

$$n = av = aQ/S, \quad (2.20)$$

bu yerda  $a$  – proporsionallik koeffitsiyenti, ayl./min;  
 $v$  – suyuqlik tezligi, m/s  
 $Q$  – suyuqlik sarfi, m<sup>3</sup>/s;  
 $S$  – datchikning ishchi yuzasi, m<sup>2</sup>.

Spiral vertushkali datchiklar (2.20,d-rasm) suyuqlikni katta sarflarini aniqlashda ishlatiladi. Bunday turdagi datchiklar boshqa turdagi datchiklardan farqli o'laroq truboprovodlarning notekis joylarida ham ishlash qobiliyatiga ega. Spiral vertushkaning aylanish chastotasi  $n$  (ayl./s) sarfga  $Q$  (m<sup>3</sup>/s) to'g'ri proporsional va qanot qadamiga  $l$  (m) teskari proporsional bo'ladi:

$$n = a Q / \Delta l. \quad (2.21)$$



## 2.6.4. Burchak tezligi datchiklari

Burchak tezligi datchiklari asosan 3 guruhga bo'linadi: mexanik, gidravlik va elektrik.

Burchak tezligining mexanik markazdan qochma datchigining kinematik sxemasi 2.21,a-rasmda ko'rsatilgan. Bunda yuklanma 1 markazdan qochma kuch.

$F_s = amw r$  ta'sirida prujinani 2 siqadi va valning aylanishi bo'yicha 5 muftani 3 siljitadi. Muftaning siljishi induktiv o'zgartirkichga uzatiladi va aylanish tezligi hisoblanadi.

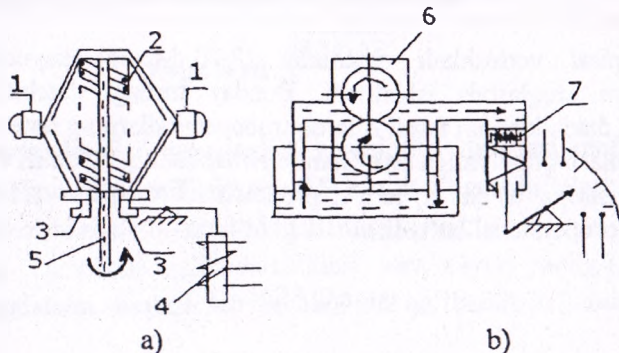
Datchikning sezgirligi quyidagicha aniqlanadi:

$$K_d = dF_s/dw = 2amwr, \quad (2.22)$$

bu yerda  $m$  – aylanayotgan yuklarning massasi;  $r$  – yuklarning aylanish radiusi;  $w$  -- aylanish burchak tezligi.

Mexanik markazdan qochma datchiklar katta xatoliklarga ega va tezlikni faqatgina kichik oraliqlarda o'lchashga mo'ljallangan bo'ladi.

Gidravlik datchiklar (2.21,b-rasm) asosan aylanish chastotasini proporsional ravishda suyuqlik bosimga yoki sarf o'zgarishiga aylantirib berish uchun xizmat qiladi. Bunday turdagi datchiklar nasosdan 1, suyuqlik bosimi o'zgarishini qabul qiluvchi prujinali porshendan 2 hamda aylanish chastotasini ulab boradigan shkalalardan tashkil topgan bo'ladi. Bu turdagi datchiklarning amalda qo'llanilishi ularning murakkab tuzilishi va o'lchovlarni yuqori darajada emasligi sababli anchagina chegaralangan.



2.21-rasm. Mexanik (a) va gidravlik (b) burchak tezligi datchiklari.

Hozirgi davrda elektrik datchiklarning qo'llanilishi keskin ravishda ko'payib bormoqda. Bunday datchiklar odatda o'zgarmas yoki o'zgaruvchan tokli mikrogeneratorlar (taxogeneratorlar) shaklida bajarilgan bo'ladi.

Ularning chiqish kuchlanishi  $U$  aylanish chastotasiga proporsional bo'ladi:

$$U = a \omega, \quad (2.23)$$

Bu yerda,  $a$  – proporsionallik koeffitsiyenti.

Datchikning sezgirligi esa quyidagicha ifodalanadi:

$$K_d = dU/d\omega. \quad (2.24)$$

Chastotali elektrik tezlik datchiklari aylanish tezligini chastotaga yoki tok va kuchlanish amplitudasiga o'zgartirib beradi.

Vaqt-impulsi datchiklarida (2.22,a-rasm) elektr o'tkazuvchan qatlam bilan qoplangan 2 izolatsion barabanning 1 aylanishi natijasida chap yotka navbati bilan elektr zanjirini qo'shib va ochib turadi. Natijada impulslar hosil qilinadi va ularni ikkilamchi asbob  $A$  yozib boradi. Impulslar soni quyidagicha topiladi:

$$N = a \omega, \quad (2.25)$$

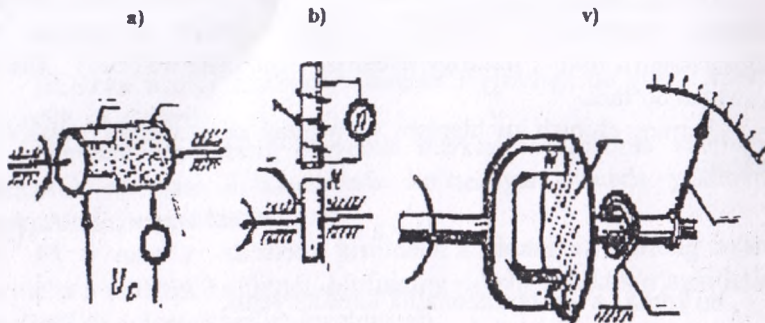
Bu yerda,  $a$  – proporsionallik koeffitsiyenti.

Datchikning sezgirligi (imp. s/rad) esa quyidagicha ifodalanadi:

$$K_d = dN/d\omega. \quad (2.26)$$

Vaqt-impulsi datchiklarining asosiy kamchiligi – ularning kontaktlarini tez ishdan chiqib turishidir.

Induksion tezlik datchiklarida (2.22,b-rasm) o'zgarmas magnitning 2 aylanishi natijasida cho'lg'amda 2 o'zgaruvchan (impulsi) kuchlanish hosil qilinadi va  $u$  valning aylanish tezligiga proporsional bo'ladi.



2.22-rasm. Elektrik tezlik datchiklari:  
 a) – vaqt -impulsi; b va v) – induksion.

## 2.7. Namlik datchiklari

### 2.7.1. Namlik ko'rsatgichlari haqida tushuncha

Mahsulotlar va muhit namliklari asosiy ko'rsatgich bo'lib, ularni texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda boshqarish va vaqti-vaqti bilan nazorat qilish va o'lchab turish kerak bo'ladi. Mahsulot tarkibidagi namligi asosan absolyut (I) va nisbiy (U) namlik ko'rsatgichlari bilan baholanadi.

Absolyut namlik quyidagicha ifodalanadi:

$$N = \frac{M}{M_0} 100, \% \quad (2.27)$$

Bu yerda,  $M$  – mahsulotdagi namlik massasi;

$M_0$  – absolyut quruq mahsulot massasi.

Namlik esa quyidagicha aniqlanadi:

$$\Phi = \frac{M}{M_0 + M} 100, \% \quad (2.28)$$

Nisbiy namlik: 
$$Y = \frac{a_x}{a_m} 10 \quad (2.29)$$

bu yerda,  $a_x$  – haqiqiy absolyut namlik;  
 $a_m$  – maksimal absolyut namlik.

### 2.7.2. Namlik datchiklarining klassifikatsiyasi va ish prinsiplari

Ish prinsipi bo'yicha elektrik namlik datchiklari elektrofizikaviy va elektroparametrik turlariga bo'linadi. Elektrofizikaviy datchiklar radiatsion va magnitoyaderli rezonans datchiklarini o'z ichiga oladi. Radiatsion datchiklarning ish prinsipi nam muhitning infraqizil nurlarni, yuqori chastotali elektromagnit tebranishlarni, - nurlar va neytron nurlanishlarni qabul qilish darajasini o'lchashga asoslangan bo'ladi. Magnitoyaderli rezonans datchiklarining ish prinsipi esa vodorod atomlari yadrosi va namlikning radiochastotali magnit maydonini qabul qilishi prinsipida ishlaydi.

Elektroparametrik datchiklar konduktometrik, dielkometrik va gigrometrik turlarga bo'linadi. Konduktometrik datchiklar elektrokimyoviy o'zgartirgichlar tarkibiga kiradi va ishlash prinsipi muhitning elektr o'tkazuvchanligini o'zgarishi natijasida namlikni aniqlashga asoslangan bo'ladi. Chiqish ko'rsatgichi bo'lib bunda muhit o'tkazuvchanligi hisoblanadi.

Dielkometrik datchiklar dielektrik singdiruvchanlik ( $E=2...10$  - qattiq jismlar uchun;  $E=81$ -suv uchun) yoki dielektrik isrof tangens burchagi qiymatlari bo'yicha namlikni aniqlanadi.

Gigrometrik datchiklar elektronli o'zgartirgichlar guruhiga mansub bo'lib, ularning ishlash prinsipi qo'shimcha gigroskopik zarrachalarning mexanik yoki elektrik xarakteriskalarini o'zgarishiga asoslangan bo'ladi.

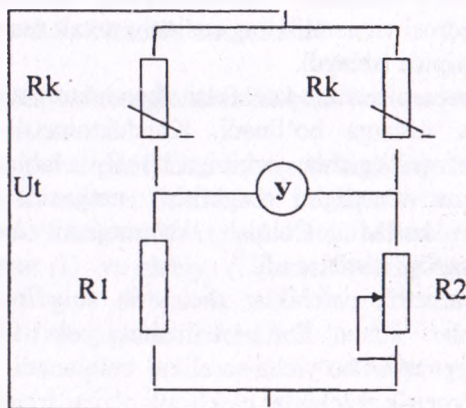
Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida gazlar va havo namliklari datchiklari keng miqyosda qo'llaniladi. Ularning quyidagi turlari mavjud: gigrometrik dilatometrik datchiklar - namlik ta'sirida chiziqli o'lchamlari o'zgarishiga, gigristorlar, elektropsixrometrlar, harorat - muvozzamatli va kondensatsion datchiklar - qarshilik o'zgarishiga hamda radioskopik va infraqizil datchiklar - gaz va havoning fizikaviy xususiyatlarini o'zgarishiga asoslangan bo'ladi.

Havo namligini aniqlashning psixrometrik usuli quruq va suv bilan namlangan ikki termometrlarni qo'llashga asoslangan bo'ladi. Bu



prinsipda namlikni nazorat tizimi datchiklari-elektropsixrometrlar ishlaydi. Elektropsixrometning prinsipial sxemasi 2.23-rasmda keltirilgan.

Muvozanatsiz, ko'priknig ikki yelkasiga ikkita bir xil yarimo'tkazgichli termorezistorlar ulangan bo'lib, ular gigroskopik keramik trubkaga joylashtiriladi. Birlamchi trubkanig bir tomoni suvga tushuriladi, ikkinchi tomoni esa havoda turadi. Ya'ni termorezistor ( $R_g$ ) quruq trubkada joylashadi va uning harorati havo haroratiga teng bo'ladi. Suv bilan namlanadigan ikkilamchi trubkadagi termorezitorning ( $R_n$ ) qarshiligi namning parlanishiga bog'liq bo'ladi va bug'lanish jarayonida haroratning kamayishi hisobiga uning qarshiligi nisbatan yuqori bo'ladi. Havo namligi qanchalik kam bo'lsa, nam trupka sirtidan suvning parlanishi tezroq bo'ladi. Bunda  $R_k$  va  $R_n$  orasidagi farq katta bo'ladi va o'zgartirgichdagi ( $U$ ) chiqish signali kuchliroq bo'ladi.



**2.23-rasm. Elektropsixrometning prinsipial sxemasi.**

Mahsulotlar namligini aniqlaydigan elektrik datchiklar konduktometrik (muhitning elektr o'tkazuvchanligi o'zgarishi), dielkometrik (dielektrik singdiruvchanligi  $E$  o'zgarishi), radioizotopli, elektroabsorbsionli, ultratovush va SVCh (o'ta yuqori chastotali) datchiklarga bo'linadi.

Konduktometrik va dielkometrik datchiklar silindrik yoki tekis havo kondensatorlaridan yasaigan elektrodlardan yoki igolkali

elektrodlardan ham tashkil topgan bo'ldi. Mahsulotni kondensatorasiga joylashtirib, uning namligi aniqlanadi.

## 2.8. Generator datchiklari

Generator datchiklarida bevosita sezgir elementlar kirish signal chiqish signaliga ( $u$ ) o'zgartiriladi. Ushbu o'zgartirish kirish signal energiyasi hisobiga bo'ldi va chiqish signali elektr yurituvchi kuzatishida hosil bo'ldi. Bu turdagi datchiklar juda sodda tuzilishda bo'ldi va qo'shimcha energiya manbaisiga ega bo'lishi shart emas.

Generator datchiklari induksion, fotoelektrik, p'ezoelektrik termoelektrik datchiklari (termoparalar) guruhiga bo'linadi.

### 2.8.1. Induksion datchiklar

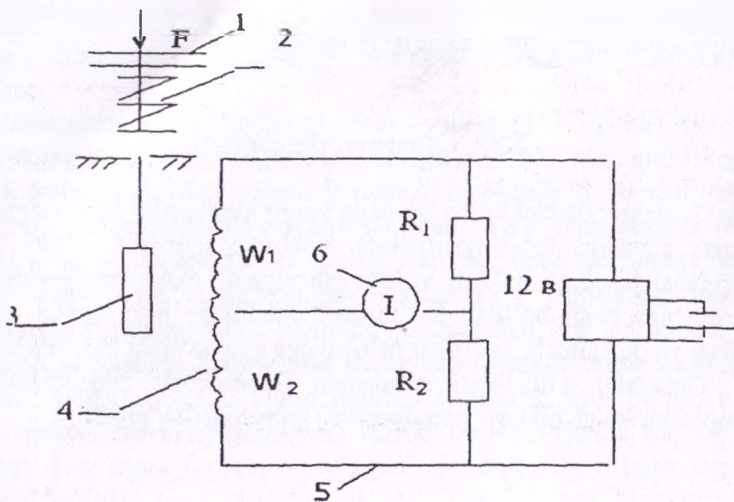
Induksion datchiklarning ish prinsipi elektromagnit induksion qonuniga asoslangan bo'ldi, ya'ni magnit oqimi o'zgartirilayotgan konturda EYUK hosil bo'ldi:

$$E = - W_2 \frac{d\Phi}{dt} \quad (2)$$

Induksion datchiklar 3 xil ko'rinishga ega: 1. Cho'lg'ichli, 2. Ferromagnit detali harakatlanuvchi. 3. Taxogeneratorli.

Induksion datchiklar qishloq va suv xo'jaligi sohasida kuzatish uchun qo'llaniladi. Don o'rish kombayni bunkerini og'irligini induksion datchiklar orqali uzluksiz nazorat qilish sxemasi 2.25-rasmda keltirilgan.

Uning ishlash prinsipi quyidagicha: Bunkerni (1) donni to'lish uchun uning og'irligini o'zgarishi natijasida prujina (2) siqilgan magnitlanmagan po'lat o'zak (3) ketma-ket ulangan cho'lg'amlar ( $W_1$  va  $W_2$ ) iborat g'altak (4) ichida harakatlana boshlaydi. Bu ikki cho'lg'amlar ko'priksiz sxemaning (5) ikki qo'shni yelkasini tashkil etadi. Sxemadagi ko'priksizning bitta diagonaliga o'lchov asbobi ulangan. Ikkinchisiga esa maxsus ta'minlash blokidan o'zgaruvchan kuchlar uzatiladi.

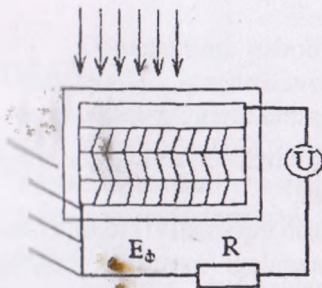


**2.24-rasm. Don o'rish kombayni bunkeri og'irligini induksion datchiklar orqali uzluksiz nazorat qilish sxemasi.**

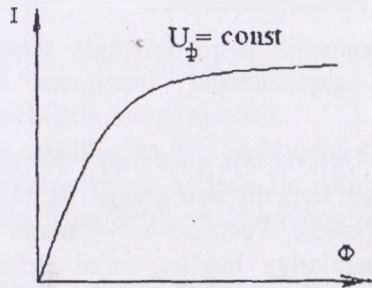
### 2.8.2. Fotoelektrik datchiklar

Fotoelektrik datchiklar guruhiga kiruvchi fotodiodlar va ventilli fotoelementlarning ish prinsipi ichki fotoeffekt hodisasiga asoslangan bo'ladi. Ichki fotoelektrik effekt urug'lik oqimi ta'sirida erkin elektronlar o'zining energetik holatini o'zgartirib, moddaning o'zida qolishi hodisasi bilan xarakterlanadi. Bunda modda ichida ko'cha oladigan erkin zaryadlar hosil bo'ladi. Erkin zaryadlar modda ichida ko'chganda fotoelektr yurituvchi kuchlarni hosil qiladi (ichki fotoeffektli fotoelementlar shu prinsipda qurilgan) yoki elektr o'tkazuvchanlikni o'zgartiradi (fotoqarshiliklar shu prinsipda qurilgan).

Ichki fotoeffektli fotoelementlar ko'pincha ventilli fotoelementlar deb ataladi. Selenli fotoelementlar eng ko'p tarqalgan fotoelementlar hisoblanadi. Selenli fotoelementning tuzilishi va sxemasi 2.25, a-rasmda, uning xarakteristikasi esa 2.25, b-rasmda ko'rsatilgan.



a)



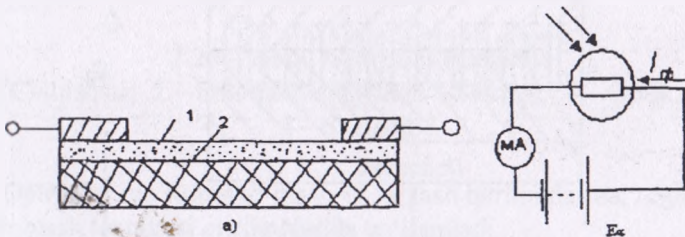
b)

### 2.25-rasm. Fotoelement va uning tavsifnomasi.

Element (2.25,a-rasm) yupqa oltin qatlami 1, berkituvchi qatlam 2, selenli qatlam 3 va po'lat taglik 4 dan iborat. Selenning oltin bilan chegarasida berkituvchi qatlam hosil bo'ladi; bu qatlam detektorlik xususiyatiga ega bo'lib, yorug'lik oqimi bilan urib chiqarilgan elektronlarning orqaga qaytishiga imkon bermaydi. Yorug'lik oqimi oltin qatlamidan o'tib, ventilli fotoeffekt hosil qiladi, shunda elektronlar yoritilgan qatlamdan yoritilmagan (izolatsion berkituvchi qatlam bilan ajratilgan) qatlamlarga o'tadi.

#### 2.8.2.1. Fotorezistorlar

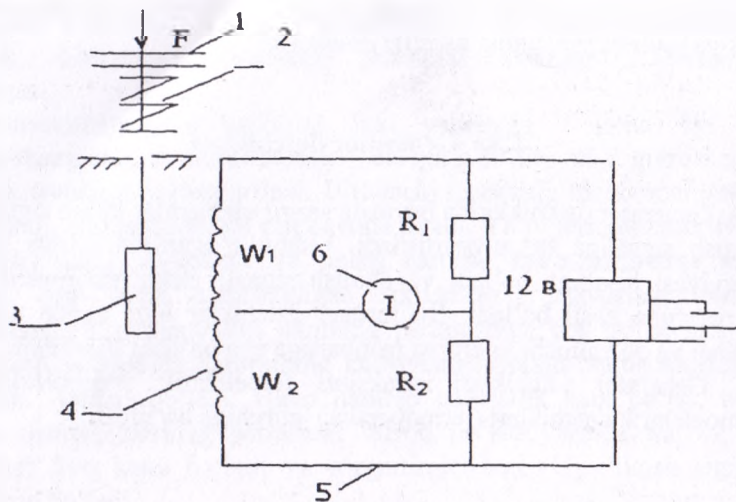
Fotorezistor – yarimo'tkazgich fotoelektrik asbob bo'lib, bunda foto o'tkazuvchanlik hodisasi qo'llaniladi, ya'ni optik nurlanish ta'sirida yarimo'tkazgichni elektr o'tkazuvchanligi o'zgaradi. Fotorezistor tuzilishi quyidagi rasmda ko'rsatilgan.



2.26 - rasm. Fotorezistorning tuzilishi va ulanish sxemasi.

1 – plyonka yoki plastik; 2 – dielektrik material.



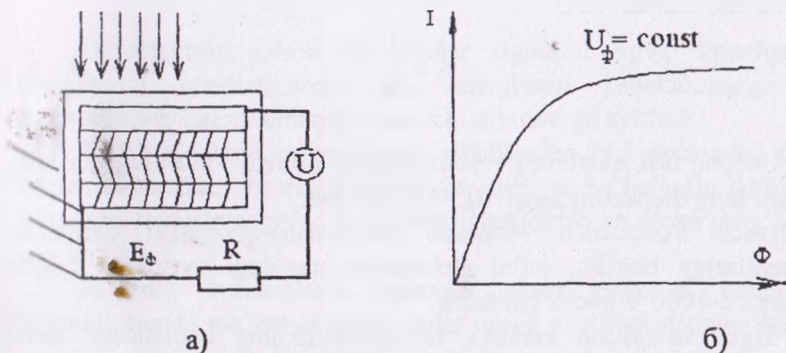


2.24-rasm. Don o‘rsh kombayni bunkeri og‘irligini induksion datchiklar orqali uzluksiz nazorat qilish sxemasi.

### 2.8.2. Fotoelektrik datchiklar

Fotoelektrik datchiklar guruhiga kiruvchi fotodiodlar va ventilli fotoelementlarning ish prinsipi ichki fotoeffekt hodisasiga asoslangan bo‘ladi. Ichki fotoelektrik effekt urug‘lik oqimi ta‘sirida erkin elektronlar o‘zining energetik holatini o‘zgartirib, moddaning o‘zida qolishi hodisasi bilan xarakterlanadi. Bunda modda ichida ko‘cha oladigan erkin zaryadlar hosil bo‘ladi. Erkin zaryadlar modda ichida ko‘chganda fotoelektr yurituvchi kuchlarni hosil qiladi (ichki fotoeffektli fotoelementlar shu prinsipda qurilgan) yoki elektr o‘tkazuvchanlikni o‘zgartiradi (fotoqarshiliklar shu prinsipda qurilgan).

Ichki fotoeffektli fotoelementlar ko‘pincha ventilli fotoelementlar deb ataladi. Selenli fotoelementlar eng ko‘p tarqalgan fotoelementlar hisoblanadi. Selenli fotoelementning tuzilishi va sxemasi 2.25, a-rasmida, uning xarakteristikasi esa 2.25, b-rasmida ko‘rsatilgan.

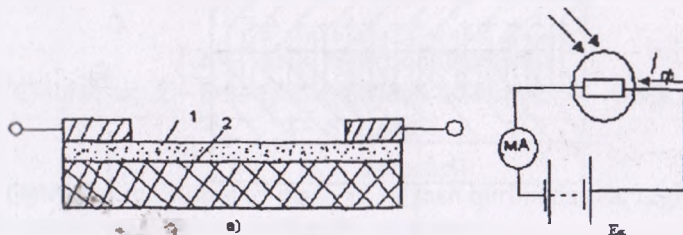


2.25-rasm. Fotoelement va uning tavsifnomasi.

Element (2.25,a-rasm) yupqa oltin qatlami 1, berkituvchi qatlam 2, selenli qatlam 3 va po'lat taglik 4 dan iborat. Selenning oltin bilan chegarasida berkituvchi qatlam hosil bo'ladi; bu qatlam detektorlik xususiyatiga ega bo'lib, yorug'lik oqimi bilan urib chiqarilgan elektronlarning orqaga qaytishiga imkon bermaydi. Yorug'lik oqimi oltin qatlamidan o'tib, ventilli fotoeffekt hosil qiladi, shunda elektronlar yoritilgan qatlamdan yoritilmagan (izolatsion berkituvchi qatlam bilan ajratilgan) qatlama o'tadi.

### 2.8.2.1. Fotorezistorlar

Fotorezistor – yarimo'tkazgich fotoelektrik asbob bo'lib, bunda foto o'tkazuvchanlik hodisasi qo'llaniladi, ya'ni optik nurlanish ta'sirida yarimo'tkazgichni elektr o'tkazuvchanligi o'zgaradi. Fotorezistor tuzilishi quyidagi rasmda ko'rsatilgan.



2.26 - rasm. Fotorezistorning tuzilishi va ulanish sxemasi.  
1 – plyonka yoki plastik; 2 – dielektrik material.

Asosiy kattaliklari:

$$S_s = \frac{I}{\phi}, \quad (2.31)$$

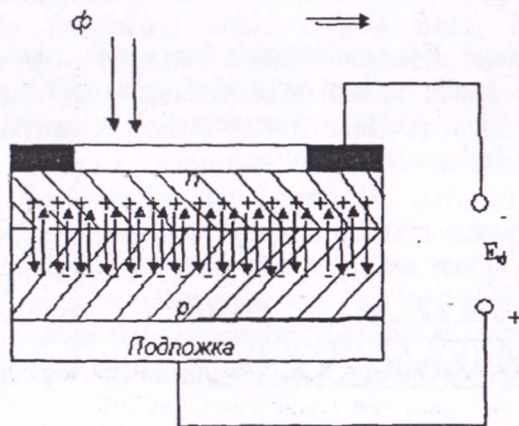
Qorong'ulik qarshiligi – yoritilmagan fotorezistorlarning qarshiligi qiymati teng diapazonga ega  $R_x = 10^2 \div 10^9 \text{ Om}$ ;

Ishchi kuchlanishi – ishchi kuchlanish qiymati fotorezistor o'lchamlariga bog'liq, ya'ni elektronlar orasidagi masofaga bog'liq ravishda 1-1000 V gacha tanlanadi.

Shuni ta'kidlash kerakki, fotorezistorlarning kattaliklari, tashqi muhit ta'sirida o'zgaradi. Fotorezistorlar afzalligi: yuqori sezgirliigi, nurlanishning infraqizil qismida qo'llash mumkinligi, o'lchamlari kichikligi va doimiy tok va o'zgaruvchan tok zanjirlarida qo'llash mumkinligi.

### 2.8.2.2. Fotodiodlar

Fotodiod deb yarimo'tkazgichli fotoelement asbob bo'lib, bitta elektron-kovakli o'tishga va ikkita chiqishga egadir. Fotodiodlar ikki xil rejimda ishlashi mumkin: 1) tashqi elektr energiya manbaisiz (fotogenerator rejimida); 2) tashqi elektr energiya manbai yordamida (fotoo'zgartgich rejimida).



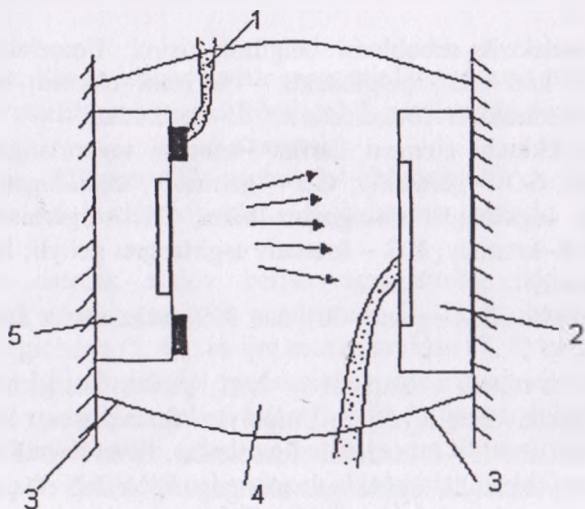
2.27 - rasm. Diodning tuzilishi.

### 2.8.2.3. Optoelektron asboblari

Optoelektron asbob deb elektr signalini optik signalga (nur energiyasi) o'zgartiruvchi, bu energiyani indikatorlarga yoki fotoelektrik o'zgartiruvchilarga uzatuvchi asboblarga aytiladi.

Ko'p tarqalgan optoelektron asboblardan biri optrondir. Optron nurlanish manbasi va qabul qilgichdan tuzilgan bo'ladi. Bu ikkalasi bir korpusga joylashtirilgan va bir-biri bilan optik va elektr bog'liqlikka ega bo'ladi.

Elektron qurilmalarni optronlar aloqa elementi funksiyasini bajaradi, bunda ma'lumot optik nurlar orqali uzatiladi. Buning hisobiga galvanik bog'lanish bo'lmaydi va elektron uskunalarga salbiy ta'sir etuvchi qayta bog'lanishlar bo'lmaydi.



2.28 - rasm. Optronni tuzilishi:

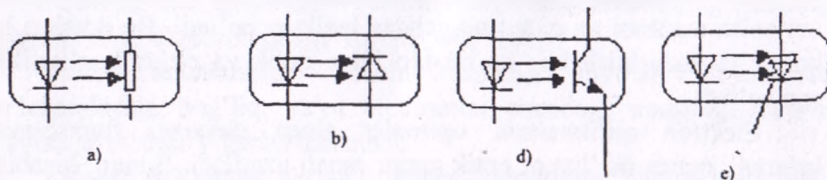
- 1 – Chiqishlar; 2 – Fotoqabul qilgich; 3 – Korpus; 4 – Optik muhit;  
5 – Svetodiod.

Optronlar ma'lumot to'plash va saqlash qurilmalarida, registrlarda va hisoblash texnikasi qurilmalarida qo'llaniladi.



Zamonaviy optoelektronlarda nur chiqaruvchi sifatida svetodiodlar, foto qabul qilgich sifatida esa fotorezistorlar, fototiristorlar qo'llaniladi.

Qo'llanilgan foto qabul qilgich turiga qarab optronlar – fotorezistorli, fotodiodli, fototranzistorli va fototiristorlilarga bo'linadi.



### 2.29 - rasm. Optronlarning shartli grafik belgilanishi.

a) rezistorli; b) diodli; d) fototranzistorli e) fototiristorli.

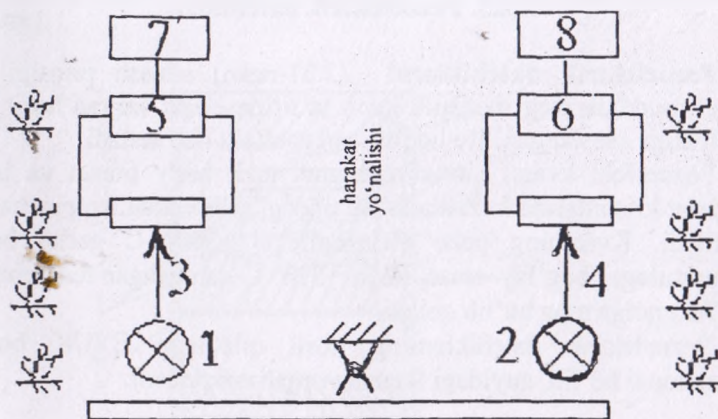
Fotoelektrik asboblarni belgilash tizimi: Fotoelektron asboblarni harf-sonli kod bilan belgilanadi: – birinchi element harflar; asbob guruhini bildiradi; fr–fotorezistorlar, fd–fotodiodlar;

– ikkinchi element harflar –asbobni tayyorlangan materialini ko'rsatadi; GO – germaniy, GB – germaniy, legirlangan brom; GZ – germaniy legirlangan oltingugurt bilan; GK – germaniy kremniyli birikma; K–kremniy; KG – kremniy legirlangan geliyli; RG – arsenidli galliy va h.k.

– uchinchi element –001 dan 999 gacha sonlar ishlab chiqarish nomenklaturasi;

– to'rtinchi element – harf, yarimo'tkazgich fotoasboblarni podgruppasini belgilaydi; u-Unipolyar fotorezistor, B – bipolyar fotorezistorlar, L – kuchkili fotodiodlar. Svsvlvn, FDGZ-001K – fotodiod, germaniyli, legirlangan oltingugurtli, ishlab chiqarilgan nomenklaturasi 001.

Optoelektronik datchiklar qishloq va suv xo'jaligida va sanoatda keng qo'llanilib kelinmoqda. 2.30-rasmda yerga ishlov berish agregatini avtomatik bajarishda o'simliklar qatorini nazorat qilish datchikning sxemasi keltirilgan.



**2.30-rasm. Yerga ishlov berish agregatini avtomatik boshqarish tizimida o'simliklar qatorini fotodatchik yordamida nazorat qilish sxemasi:**

1,2–yorug'lik manbai, 3,4–fotoqarshilik ,  
5,6–kuchaytirgichlar, 7,8–ijro mexanizmlari.

Ushbu datchik ishlov berish agregatining ikki tomonidan joylashtiriladi va ular yorug'lik manbasidan (1, 2), fotoqarshilikdan (3, 4), kuchaytirgichdan (5, 6), va ijro mexanizmidan (7, 8) tashkil topgan. Qurilmaning ishlash prinsipi quyidagicha: agregatning chetga chiqishi sodir bo'lsa, yorug'lik manbasi bilan (1 yoki 2) fotoqarshilik (3 yoki 4) oralig'ini o'simlik to'sib qoladi va bunda yorug'lik nuri fotorezistorga tushmay qoladi. Natijada kuchaytirgich chiqishida (5yoki6) signal holati o'zgaradi va ijro mexanizmini (7 yoki 8) ishlab ketishga sabab bo'ladi, ya'ni ishlov berish agregati avtomatik ravishda harakat qilishini tashkil etadi.

Bugungi kunda fotodatchiklar dalalardagi hashoratlar harakatini va sonini aniqlashda, metroda harakatlarni nazorat qilishda, ko'cha yorug'ligini boshqarish kabi jarayonlarda qo'llanilib kelinmoqda.

### 2.8.3. Pezoelektrik datchiklar

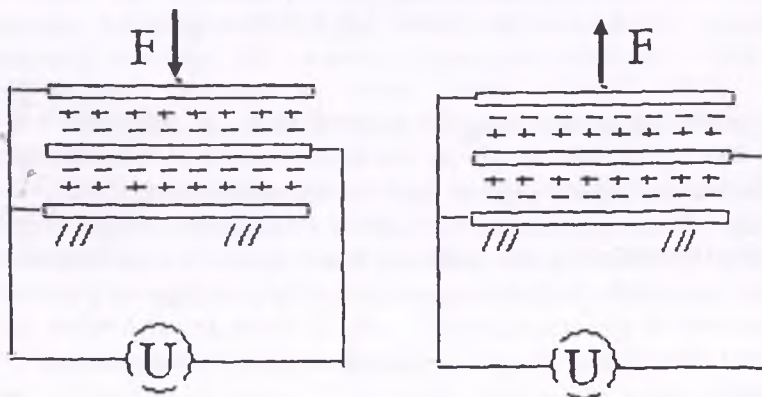
**Pezoelektrik datchiklarni** (2.31-rasm) ishlash prinsipi ba'zi kristall moddalarning mexanik kuch ta'sirida elektr zaryad hosil qilish qobiliyatiga asoslangan. Bu hodisa pyzeoeffekt deb ataladi.

Pezoeffekt kvars, turmalin, segnet tuzi, bariy titanat va boshqa moddalar kristallarida kuzatiladi. Bu tipdagi asboblarda ko'pincha kvars ishlatiladi. Kvarsning pezo elektroeffekti  $+500^{\circ}\text{C}$  gacha bo'lgan temperaturaga bog'liq emas, lekin  $+570^{\circ}\text{C}$  dan oshgan temperaturada bu effekt nolga teng bo'lib qoladi.

Pezoelektrik datchiklarning hosil qiladigan EYUK bosimga proporsional bo'lib, quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$U = \frac{a_0 F_x}{C} \quad (2.32)$$

bu yerda,  $S$  – datchikning umumiy sig'imi;  
 $F_x$  – mexanik bosim;  
 $a_0$  – proporsionallik koeffitsiyenti.

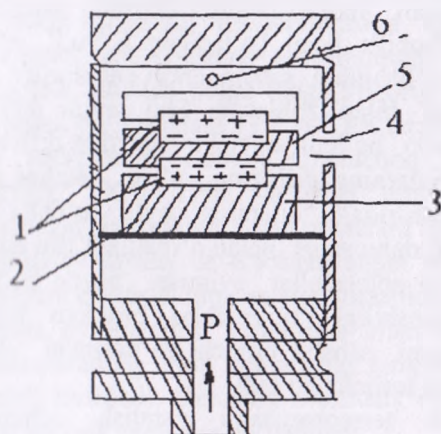


2.31-rasm. Pezoelektrik datchikning sxemasi.

Ushbu datchikning sezgirligi:

$$K_d = \frac{\Delta U}{\Delta F_x} \quad (2.33)$$

Ko'rib chiqilgan prinsipda pezelektrik manometrlar ishlaydi (2.3.2-rasm).



#### 2.32-rasm. Pezelektrik manometrning sxemasi:

1—bosim membranasi; 2,5—metall qistirmalar; 3—potensial qistirma;  
4—izolatsion o'tkazgich; 6—sharik.

Pezokvars manometrning tuzilish sxemasi 4-rasmda keltirilgan. O'lchanayotgan bosim membrana 1 orqali kvars plastinkalar 7 ga ta'sir qiladi. Bu plastinkalarning metall qistirma 2 ga tegib turgan ichki tomonida bir xil ishorali zaryadlar paydo bo'ladi. Plastinkalarning ichki tomonidagi potensial qistirma 3 bilan ulangan va izolatsiyalangan o'tkazgich 4 orqali olinadi, plastinkalarning uski tomonidagi potensial esa korpus, metall qistirmalar 2 va 5, membrana 1 va sharik 6 orqali olinadi. O'lchanayotgan bosimga proporsional bo'lgan potenciallar farq plastinalardan olinib, kuchaytiruvchi lampa setkasiga uzatiladi.

#### 2.8.4. Termoelektrik datchiklar (termoparalar)

Haroratni o'lchashning termoelektrik usuli termoelektrik termometrning (termoparaning) termoelektrik yurituvchi kuchi (termo e.yu.k.) haroratiga bog'liqligiga asoslangan. Bu asbob  $-200^{\circ}\text{C}$  dan  $2500^{\circ}\text{C}$  gacha bo'lgan haroratlarni o'lchashda texnikaning turli sohalari va ilmiy tekshirish ishlarida keng qo'llaniladi.



Termoelektrik termometrlar yordamida haroratni o'lchash 1821-yilda Zeebek tomonidan kashf etilgan termoelektrik hodisalarga asoslangan. Bu hodisalarning haroratlarni o'lchashda qo'llanilishi ikki xil metall simdan iborat zanjirda ularning kavsharlangan joyida haroratlar farqi hisobiga hosil bo'ladigan E.Yu.K. effektidan iborat. T.E.Yu.K. hosil bo'lishining sababi erkin elektronlar zichligi kamroq metallga diffuziyasi bilan izohlanadi. Shu paytda ikki xil metallning birikish joyida paydo bo'ladigan elektr maydon diffuziyaga qarshilik ko'rsatadi. Elektronlarning diffuzion o'tish tezligi paydo bo'lgan elektr maydon ta'siridagi ularning qayta o'tish tezligiga teng bo'lganda harakatli muvozanat holati o'rnatiladi. Bu muvozanatda A va V metallar orasida potentsiallar ayirmasi paydo bo'ladi. Elektronlar diffuziyasining intensivligi o'tkazgichlar birikkan joyning haroratiga ham bog'liq bo'lgani sababli birinchi va ikkinchi ulanmalarda hosil bo'lgan e.y.u.k. ham turlicha bo'ladi.

Termoelektrik termometrlarni yaratish uchun ishlatiladigan termoelektrod materiallar bir qator xususiyatlarga ega bo'lishi shart, chunonchi: issiqqa chidamlilik va mexanikaviy mustahkamlik; kimyoviy inertlik; termoelektr bir xillik; stabillik va termoelektr xarakteristikani tiklash; t.e.yu.k.ning temperaturaga bo'lgan (chiziqli xarakteristikasiga yaqin va bir ishorali) bog'lanishi; yuqori sezgirlik.

Termoparalarning quyidagi turlari mavjud:

1. Platinarodiy - platina termopara (TPP) – neytral va oksidlanadigan muhitda ishonchli ishlaydi, ammo tiklanish atmosferasida, ayniqsa, metall oksidlari termoparaga yaqin joylashgan yerda tez ishdan chiqadi. Metall bug'lari va uglerod (ayniqsa, uning oksidi) platinaga zararli ta'sir ko'rsatadi.

2. Platinarodiy (30%- rodiy)- platinarodiy, (6%- rodiy) termopara (TPR-306 tip). Bu termoparalarning asosiy xususiyati 1800<sup>0</sup>C gacha temperaturani o'lchash va kichik t.e.yu.k. ga ega bo'lishdir.

3. Xromel – alyumel (TXA tip) termopara nodir bo'lmagan metallardan tayyorlangan termoparalar orasida eng turg'uni hisoblanadi. Musbat elektrod-xromel (89% Ni; 9,8% Cr; 1% Fe; 0.2% Mn) qotishmadan, manfiy elektrod-almel esa (94% Ni; 2% Al; 2,5% Mn; 1% Si; 0,5% Fe) qotishmadan iborat. TXA termopara 1300<sup>0</sup>C gacha bo'lgan temperaturani o'lchash uchun qo'llaniladi.

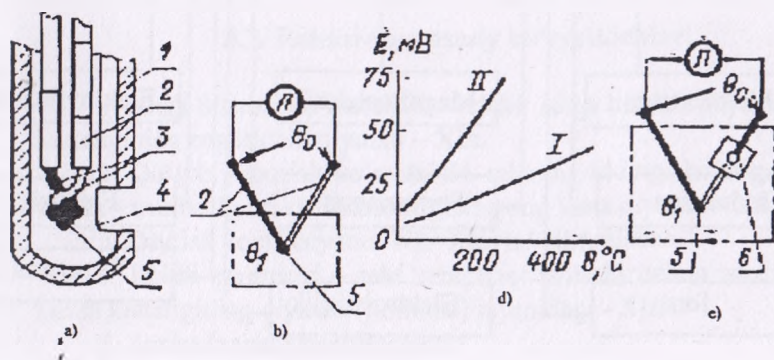
4. Xromel–kopel termopara (TXK) – turli muhitlarning temperaturasini o'lchash uchun ishlatiladi. Manfiy elektrod - kopel mis va nikel qotishmasidan (59% Cu; 44% Ni) iborat. TXK termopara 800<sup>0</sup>

C gacha temperaturani o'lchash uchun ishlatiladi, uning t.e.yu.k. boshqa termoparalarnikiga qaraganda ancha katta.

5. NK - SA qotishmalaridan tayyorlangan (TNS tipidagi) termopara erkin uchining temperaturasiga tuzatish kiritishni talab qilmaydi, chunki  $200^{\circ}\text{C}$  gacha temperaturani o'lchaydigan termoparaning t.e.yu.k. amalda nolga teng. Yuqorigi temperatura chegarasi  $1000^{\circ}\text{C}$ . Platina gruppasidagi TPP va TPR termoparlari 0,5 yoki 1mm diametrda tayyorlanib, chinni munchoq yoki trubka bilan izolatsiyalanadi. TXA, TXK va TNS termoparalar 0,7...3,2 mm diametrlik simdan tayyorlanib, sopol munchoq bilan izolatsiya qilinadi.

Mexanikaviy tayziq va o'lchanayotgan muhit ta'siridan saqlash uchun termopara elektrodi himoya armaturasi ichiga olinadi.

Yuqorida aytilganidek, termopara bilan temperaturani o'lchash paytida termoparaning erkin uchlaridagi temperaturaning o'zgarishiga qarab tuzatish kiritiladi. Sanoatda avtomatik ravishda tuzatish kiritish uchun elektr ko'prik sxemalar qo'llaniladi.



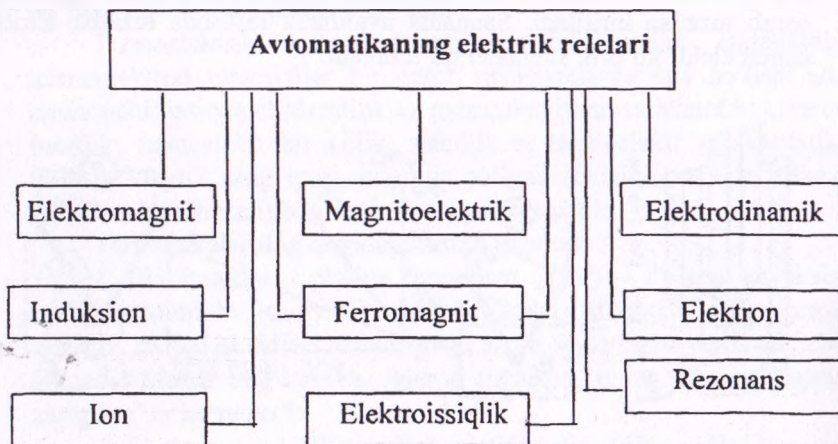
2.33-rasm. Termoelektrik termometrning prinsipial sxemasi.

### 3-bob. AVTOMATIKA RELELARI

#### 3.1. Relelar haqida tushuncha va ularning klassifikatsiyasi

Rele deb ma'lum bir kirish signali o'zgarib chiqish signali sakrashimon o'zgaruvchi moslamaga aytiladi. Rele qishloq xo'jalik avtomatikasida eng ko'p qo'llaniladigan elementlardan biri hisoblanadi. Ta'sir qiladigan fizik kattaliklariga qarab ular elektrik, mexanik, magnit, issiqlik, optik, radioaktiv, akustik va kimyoviy relelarga bo'linadi.

Ish prinsipi bo'yicha elektrik relelar o'z navbatida 9-turga bo'linadi (3.1-rasm).



3.1-rasm. Elektrik relelarning klassifikatsiyasi.

**Elektromagnit** relelarida chulg'andan o'tayotgan tok ta'sirida magnit maydon hosil bo'lib yakorning va kontaktlarning holati o'zgartiriladi.

**Magnitoelektrik** relelarda chulg'am ramka ko'rinishida bajarilib o'zgarib magnit maydonida joylashtirilgan. Chulg'andan tok utayotganda ramka prujinani kuchini yengib harakatga keladi va kontaktlarning holatini o'zgartiradi.

**Elektrodinamik** rele ish prinsipi bo'yicha magnitoelektrik rele o'xshash lekin undagi magnit maydoni maxsus uyg'otish cho'lg'ani bilan hosil etiladi.

**Induksion** relening ish prinsipi relening cho'lg'ami hosil qiladigan o'zgaruvchan magnit oqimi va harakatlanuvchan diskda hosil bo'ladigan tok o'zaro ta'siriga asoslangan.

**Ferromagnit** relelar magnit kattaliklari (magnit oqim magnit maydoni kuchlanganligi) yoki ferrodinamik materiallarining magnit tavsifnomalari o'zgarilishi ta'sirida ishlaydi.

**Elektron va ion** relelari bevosita kuchlanish yoki tok kuchlanish natijasida hosil bo'ladigan sakrashsimon o'zgarishlar ta'sirida ishlaydi.

**Elektroissiqlik** relelari harorat ta'sirida ishlaydi. Ularning ish prinsipi yuqorida ko'rib chiqilgan bimetallik va bilatomitrlar datchiklarning ish prinsipiga o'xshash bo'ladi.

**Rezonans** relelari ish prinsipi elektrik tebranish tizimlarda hosil bo'ladigan rezonansga asoslangan.

### 3.2. Relelarning asosiy ko'rsatkichlari

1. Ishga tushish ko'rsatkichi – relelar ishga tushish paytidagi kirish kattaligining eng kichik qiymati – **Xi.t**.

2. Qo'yib yuborish ko'rsatkichi–rele ning oldingi holatiga qaytish uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining eng katta qiymati - **Xk.yu**.

3. Qaytish koeffitsiyenti– $Kk = Xk.yu / Xi.t$  nisbati.

4. Ishchi parametri – rele uzoq vaqt ishlashi uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining qiymati (nominal) rejimidagi - **Xish**.

5. Zaxira (zapas) koeffitsiyenti:  
ishga tushishi

$$K_{r.i.m.} = \frac{X_{ish}}{X_{i.m.}} \geq 1,5$$

qo'yib yuborish

$$K_{r.k.yu.} = \frac{X_{k.yu.}}{X_{i.sh.}} \leq 1,0$$

6. Kuchaytirish koeffitsiyenti – kontaktlardagi quvvatning kirish signalidagi quvvatga nisbati

$$K_x = \frac{P_{kont}}{P_{ish}}$$

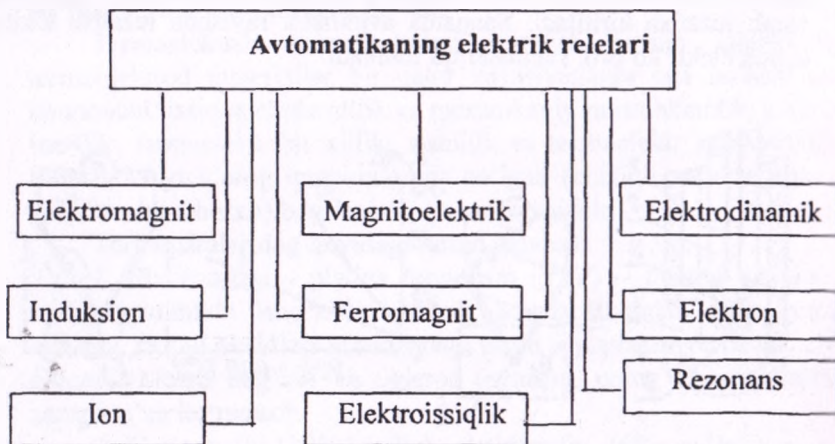


### 3-bob. AVTOMATIKA RELELARI

#### 3.1. Relelar haqida tushuncha va ularning klassifikatsiyasi

Rele deb ma'lum bir kirish signali o'zgarib chiqish signali sakrashiimon o'zgaruvchi moslamaga aytiladi. Rele qishloq xo'jalik avtomatikasida eng ko'p qo'llaniladigan elementlardan biri hisoblanadi. Ta'sir qiladigan fizik kattaliklariga qarab ular elektrik, mexanik, magnet, issiqlik, optik, radioaktiv, akustik va kimyoviy relelarga bo'linadi.

Ish prinsipi bo'yicha elektrik relelar o'z navbatida 9-turga bo'linadi (3.1-rasm).



3.1-rasm. Elektrik relelarning klassifikatsiyasi.

**Elektromagnit** relelarida chulg'andan o'tayotgan tok ta'sirida magnet maydon hosil bo'lib yakorning va kontaktlarning holati o'zgartiriladi.

**Magnitoelektrik** relelarda chulg'am ramka ko'rinishida bajarilib o'zgaras magnet maydonida joylashtirilgan. Chulg'andan tok utayotganda ramka prujinani kuchini yengib harakatga keladi va kontaktlarning holatini o'zgartiradi.

**Elektrodinamik** rele ish prinsipi bo'yicha magnitoelektrik rele o'xshash lekin undagi magnit maydoni maxsus uyg'otish cho'lg'ari bilan hosil etiladi.

**Induksion** relening ish prinsipi relening cho'lg'ami hosil qiladigan o'zgaruvchan magnit oqimi va harakatlanuvchan diskda hosil bo'ladigan tok o'zaro ta'siriga asoslangan.

**Ferromagnit** relalar magnit kattaliklari (magnit oqim magnit maydoni kuchlanganligi) yoki ferrodinamik materiallarining magnit tavsifnomalari o'zgarilishi ta'sirida ishlaydi.

**Elektron va ion** relalari bevosita kuchlanish yoki tok kuch natijasida hosil bo'ladigan sakrashsimon o'zgarishlar ta'sirid ishlaydi.

**Elektroissiqlik** relalari harorat ta'sirida ishlaydi. Ularning ish prinsipi yuqorida ko'rib chiqilgan bimetallik va bilatomitri datchiklarning ish prinsipiga o'xshash bo'ladi.

**Rezonans** relalari ish prinsipi elektrik tebranish tizimlarda hosil bo'ladigan rezonansga asoslangan.

### 3.2. Relalarning asosiy ko'rsatkichlari

1. Ishga tushish ko'rsatkichi – relalar ishga tushish paytidagi kirish kattaligining eng kichik qiymati – **Xi.t**.

2. Qo'yib yuborish ko'rsatkichi–relening oldingi holatiga qaytish uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining eng katta qiymati – **Xk.yu**.

3. Qaytish koeffitsiyenti–**Kk=Xk.yu./ Xi.t** nisbati.

4. Ishchi parametri – rele uzoq vaqt ishlashi uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining qiymati (nominal) rejimidagi - **Xish**.

5. Zaxira (zapas) koeffitsiyenti:  
ishga tushishi

$$K_{r.i.m.} = \frac{X_{ish}}{X_{i.m.}} \geq 1,5$$

qo'yib yuborish

$$K_{r.k.yu.} = \frac{X_{k.yu.}}{X_{i.sh}} \leq 1,0$$

6. Kuchaytirish koeffitsiyenti – kontaktlardagi quvvatning kirish signalidagi quvvatga nisbati

$$K_k = \frac{P_{kont}}{P_{ish}}$$

Relelarning yana bir muhim parametrlaridan (3.2- rasm) biri – ularning ishga tushish va qo‘yib yuborish vaqtlari. Cho‘lg‘amga kuchlanish berilganda u shu vaqtning o‘zida ishga tushmasdan, balki bir oz vaqtdan keyin ishga tushadi. Ushbu  $T_{i.t}$  vaqt ishga tushish vaqti deb ataladi. Kuchlanish cho‘lg‘amidan ajratilganda ham qo‘yib yuborish ma‘lum bir vaqt ichida amalga oshadi -  $T_{k 10}$ . Bu vaqt quyib yuborish vaqti deyiladi. Ushbu inersionlik chulg‘amning katta induktivlik bilan tushuntiriladi. Grafikdagi 0 nuqtasi chulg‘amni manbaga ulanishiga to‘g‘ri keladi.  $T$  siljish vaqti mobaynida relening harakatlanuvchi qismlari tinch holatda bo‘ladi. Tok esa  $I$  toki qiymatigacha o‘sadi.  $T=T$  vaqt mobaynida relening harakatlanuvchi qismlari bir turg‘un holatdan ikkinchi turg‘un holatga o‘tishadi. Shundan keyin tok o‘zining nominal ko‘rsatkichi –  $I_n$  gacha oshadi.

Kuchlanish ajratilishi bilan relening toki  $T$  gacha kamayadi. Bu vaqtda yakor o‘zining eski holatiga qaytadi. Demak, relening ajralishi  $T$  vaqt mobaynida amalga oshadi.

Ishga tushish vaqtiga qarab relelar tez harakatlanuvchi ( $T=50-150$  ms), o‘rta harakatlanuvchi ( $T=1-50$  ms) va sekin harakatlanuvchi ( $T=0,15-1$  s). Agar  $T = 1$  sek bo‘lsa, bunday rele vaqt relesi deyiladi.

### 3.3. Rele kontaktlarining ekspluatatsion kattaliklari

Relelarning puxtaligi va kontaktlarining kommutatsion xususiyatlari asosan kontaktlarga bog‘liq. Relelarning kontaktlari quyidagi ekspluatatsion ko‘rsatkichlar bilan tavsiflanadi.

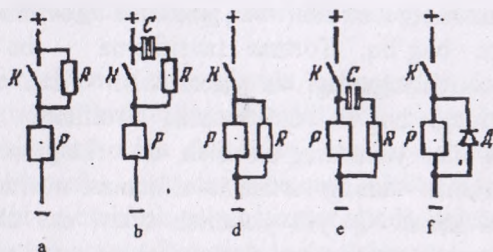
Ruxsat etilgan chegaraviy tok –  $I_{r.e.}$ . Bu ko‘rsatkich kontaktlar qizib o‘zining fiziko-mexanikaviy xususiyatlarini yo‘qotmaydigan harorat bilan aniqlanadi. Ruxsat etilgan chegaraviy tokni oshirish uchun kontaktlarning qarshiligini kamaytirib, ularning sovitish yuzasini oshirish kerak.

Ruxsat etilgan chegaraviy kuchlanish- $U_{r.e.}$  Kontaktlar o‘rtasidagi izolatsiyani va kontaktlararo masofada teshib o‘tish kuchlanishi bilan aniqlanadi.

Ruxsat etilgan chegaraviy quvvat –  $R_{r.e.}$  Bu ko‘rsatkich kontaktlar ajralish jarayonida turg‘un - yoyni (dugani) hosil qilmaydigan zanjirning quvvati bilan aniqlanadi.

Kontaktlarning ish rejimini yengillashtirish maqsadida kontaktlarga (3.2 - rasm, a, b) yoki cho‘lg‘amga (3.2 - rasm, d, e, f) shunt sifatida qo‘shimcha elementlar ulash maqsadga muvofiqdir.

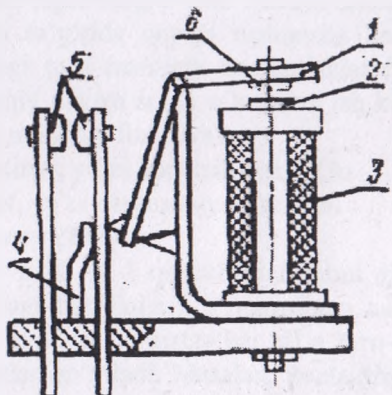
Cho'lg'amning induktivligi hisobiga yig'ilgan magnet energiyasi kontaktlararo masofada sarflanmasdan, rezistor va kondensator yoki cho'lg'amning o'zida sarflanadi. Rezistor qarshiligi cho'lg'amning aktiv qarshiligidan 5-10 barobar katta bo'lishi kerak. Kondensatorning sig'imi esa  $S = 0,5 - 2,0$  mkf.



3.2 -rasm. Rele kontaktlari ishini yengillashtiruvchi sxemalar.

### 3.4. Elektromagnitli relelar

Yuqorida aytilgan relarning orasida qishloq xo'jaligi avtomatikasida eng keng qo'llaniladigani elektromagnit relelaridir. Eng oddiy elektromagnit relesining sxemasi 3.3 -rasmda ko'rsatilgan.



3.3-rasm. Elektromagnitli relening sxemasi.

Cho'lg'amdagi (3) kuchlanish ta'sirida hosil bo'lgan magnet maydon harakatlanuvchi yakorni (1) qo'zg'almas o'zakka (2) tortadi. Yakor-



ning harakati natijasida kontaktlar (5) ulanadi. Kuchlanish ajratilsa prujina (4) ta'sirida kontaktlar eski holatiga qaytadi. Qoldiq magnit oqimi ta'sirida yakor tez ajratish maqsadida uzoqqa nomagnitik materialdan bajarilgan shtift qotiriladi. Cho'lg'amdagi tokning ko'rinishi bo'yicha elektromagnit relelar o'zgarmas hamda o'zgaruvchan tok sanoat va yuqori chastotali relelarga ajratiladi. Relelarning to'g'ri va puxta ishi ularning tortish va mexanik tavsifnomalari o'zaro moslanganlikka bog'liq. Tortma tavsifnoma – bu cho'lg'amning elektromagnit kuchlanganligi va yakor bilan o'zak o'rtasidagi havo oralig'i oralaridagi bog'liqlik. Mexanik tavsifnoma esa prujinaning kuchlanganligi bilan yakorning so'rilish oralaridagi ochiqlilik relening ishga tushish sharti – uning tortish tavsifnomasi mexanik tavsifnomasi ustida bo'lishi kerak. Qo'yib yuborish sharti esa aksincha. Tortish tavsifnomalari minimumdan maksimumgacha o'zgarilayotganda har xil amper - o'ramlar soni uchun gepper bolalar oilasidir. Relening qo'yib yuborishi e.k.yu. nuqtasida amalga oshadi. Tok oshishi bilan yakor 4 nuqtasida siljiydi lekin uzoqqa faqat 3 nuqtasida e.i.t. nuqtasida yopishadi.

## 4-bob. MANTIQUIY ELEMENTLAR

### 4.1. Mantiq algebrasining asosiy tushunchalari

Xalq xo'jaligining hamma tarmoqlarida mehnat unumdorligi bilan mos ravishda avtomatlashtirish darajasining o'sishi elektr qurilmalari sxemalarining murakkablashuviga olib keladi. Bu sxemalardagi asosiy qurilma rele hisoblanadi. U qoidaga binoan, elektr signallarining ko'payishi, kuchayishi va bloklash uchun xizmat qiladi. Relelar ishining ishonchligi esa yuqori emas. Relening qo'zg'aluvchan elementlari deyiladi, tebranishdan vintli birikmalarning mexanik mustahkamligi buziladi, kontaktlar kuyadi va hokazo. Shuningdek tashqi omillar, ya'ni haroratning ko'tarilishi, chang, agressiv muhit ta'siri metall narsalarning oksidlanishiga, elektr ulanishning buzilishiga olib keladi. Bundan tashqari rele juda hajmdor qurilma. U ishlayotganda shovqin va tebranishlar tarqatadi. Ular katta og'irlikka va inersionlikka ega.

Zamonaviy elektronkada rele qurilmalari o'miga ularning vazifasini to'la bajara oladigan kontaktsiz elementlar qo'llaniladi. Releli va kontaktsiz sxemalarda signalning o'tishi maxsus matematik apparat yordamida yoziladi. Bu to'g'rida quyida tushuncha beriladi. Mantiq algebrasi fikrlar orasidagi turli mantiqiy bog'lanishlarni o'rganadi va faqat ikkita qiymat haqiqiy «I» va soxta «O» bilan ish ko'radi. Mantiq algebrasida uchta asosiy mantiqiy funksiya bor.

1. Mantiqiy ko'paytiruv, ya'ni konyunksiya «VA».
2. Mantiqiy qo'shuv, ya'ni dizyunksiya «YO'KI».
3. Mantiqiy inkor «YO'Q».

Logika algebrasi – bu 0 va 1 qiymatlarini qabul qilib, o'zgaruvchan kattaliklar o'rtasidagi bog'liqlikni o'rganadigan analiz va sintez matematik apparatidir. Bu ikkita qiymatga har xil o'zaro qarama-qarshi hodisalar, shart va holatlar qo'yiladi. Masalan, kontaktning ulanishi-1, kontaktning ajralishi-0: signal mavjudligi-1, signalning yo'qligi-0: yopiq zanjir-1, ochiq zanjir-0. Bu yerda shuni nazarda tutish kerakki, 0 va 1 miqdorlari miqdoriy nisbatni anglatmaydi va son ham emas, balki ular simvol hisoblanadi.

Logik o'zgaruvchi deb faqat ikkita 0 va 1 qiymatlarini qabul qiluvchi kattalikka aytiladi. Logik funksiya deb, argumentlari kabi faqat 0 va 1 qiymatlarni qabul qiluvchi funksiyaga aytiladi.

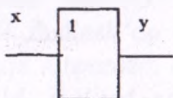
Logik funksiyalarda kirishdagi va o'zgaruvchi qiymatlarning turli xil amallari termalar deyiladi. Kirishdagi o'zgaruvchilar qiymatlari va logik funksiyalar qiymatlari termasi funksiyaning haqiqiylik jadvali deyiladi. Jadvaldan foydalanishning afzalligi shundaki, funksiyaning matematik yozuvi, uning tarkibini hamma vaqt ham yaqqol ko'rsatavermaydi. Quyida asosiy funksiyalar to'g'risida bayon berilgan.

## 4.2. Mantiqiy elementlar bajaradigan funksiyalar

### 1. «TAKRORLOVCHI»

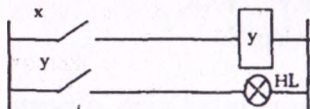
«TAKRORLOVCHI» funksiyasining matematik ko'rinishi  $y = k \cdot x$  bo'lib, bu ifoda logik elementning chiqish signali  $y$  kirish signali  $x$  dan  $k$  marta farq qilishini anglatadi.

Bunda ularning ishoralari bir xil. Bunday elementlar kirish signalini kuchaytiruvchi va bo'luvchilar hisoblanadi.



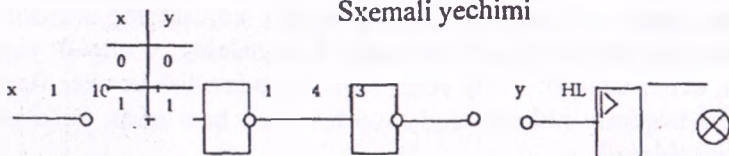
Prinsipial sxema bo'yicha belgilanishi

#### Haqiqiylik jadvali



Rele ekvivalent sxemasi

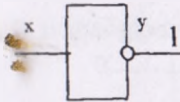
#### Sxemali yechimi



4.1- rasm.

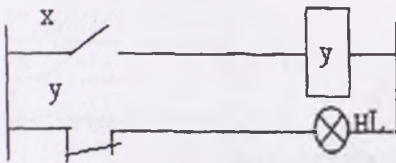
## 2. «EMAS»

«EMAS» funksiyasi logik inkor deyiladi va matematik ko'rinishi quydagicha:  $y = \bar{x}$ . Bu ifoda elementning chiqishdagi  $y$  signali, kirishdagi  $x$  signali bo'lmaganda mavjudligini va aksincha bo'lishini anglatadi.



Prinsipial sxemada belgilanishi

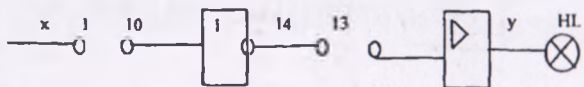
Haqiqiylik jadvali



x	y
0	0
1	1

Rele ekvivalent sxemasi

Sxemali yechimi

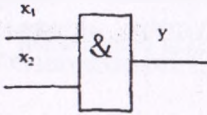


4.2 - rasm.

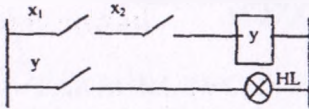


### 3. «VA»

«VA» funksiyasi logik ko'paytirish yoki konyuksiya deyiladi va matematik  $y = x_1 \cdot x_2$  ko'rinishda ifodalanadi. Bu funksiya logik elementning kirishdagi  $x_1$  va  $x_2$  signallari faqat bir vaqtda paydo bo'lgandagina, chiqishdagi  $y$  signali hosil bo'lishini anglatadi.



Prinsipial sxemada belgilanish

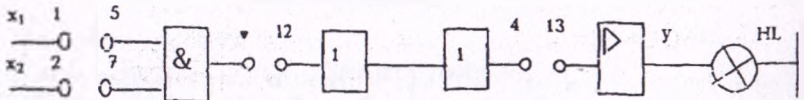


Rele ekvivalent sxemasi

Haqiqiylik jadvali

$X_1$	$X_2$	$Y$
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

Sxemali yechimli:



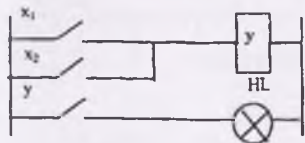
4.3 - rasm.

#### 4. « YOKI »

«YoKI» funksiyasi logik qo‘shish yoki dizyunksiya deyiladi va matematik ifodalanishi quyidagachi:  $y = x_1 \vee x_2$ . Bu ifoda logik elementning kirishda hech bo‘lmaganda  $x_1$  yoki  $x_2$  mavjud bo‘lsa, chiqishdagi  $y$  signali paydo bo‘lishini anglatadi.  $\vee$  -mantiqiy qo‘shuv.



Prinsipial sxemada belgilanishi

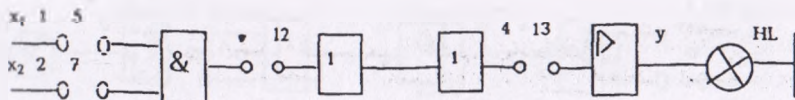


Rele ekvivalent sxemasi

Haqiqiylik jadvali

$X_1$	$X_2$	$Y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

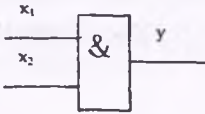
Sxemali yechimi



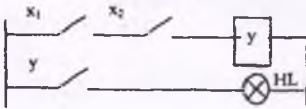
4.4 - rasm.

### 3. «VA»

«VA» funksiyasi logik ko'paytirish yoki konyuksiya deyiladi va matematik  $y = x_1 \cdot x_2$  ko'rinishda ifodalanadi. Bu funksiya logik elementning kirishdagi  $x_1$  va  $x_2$  signallari faqat bir vaqtda paydo bo'lgandagina, chiqishdagi  $y$  signali hosil bo'lishini anglatadi.



Prinsipial sxemada belgilanish

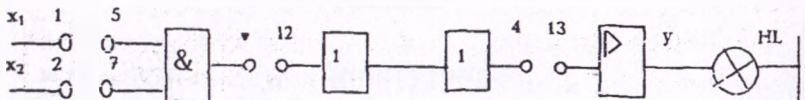


Rele ekvivalent sxemasi

Haqiqiylik jadvali

$X_1$	$X_2$	$Y$
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

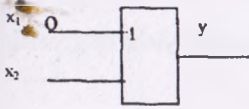
Sxemali yechimli:



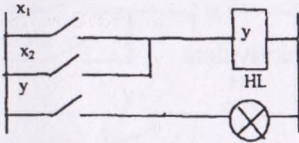
4.3 - rasm.

#### 4. « YOKI »

«YOKI» funksiyasi logik qo‘shish yoki dizyunksiya deyiladi va matematik ifodalanishi quyidagachi:  $y = x_1 \vee x_2$ . Bu ifoda logik elementning kirishda hech bo‘lmaganda  $x_1$  yoki  $x_2$  mavjud bo‘lsa, chiqishdagi  $y$  signali paydo bo‘lishini anglatadi.  $\vee$ -mantiqiy qo‘shuv.



Prinsipial sxemada belgilanishi

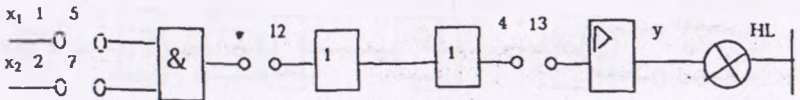


Rele ekvivalent sxemasi

Haqiqiylik jadvali

$X_1$	$X_2$	$Y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Sxemali yechimi

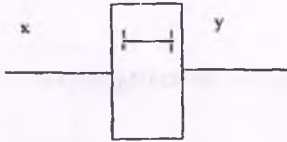


4.4 - rasm.

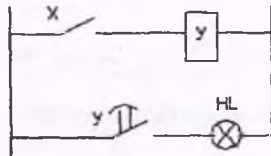


## 7. «USHLAB TURISH»

«USHLAB TURISH» funksiyasi matematik  $y=x(t-r)$  ko'rinishida ifodalanadi. Bu funksiya logik elementning chiqishdagi  $y$  signali ko'rinishida  $x$  ga signal berilganda  $r$  vaqt o'tgandan keyin hosil bo'lishini anglatadi.

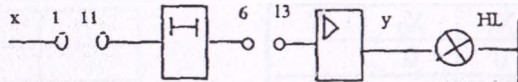


Prinsipial sxemada belgilanishi



Rele ekvivalent sxemasi

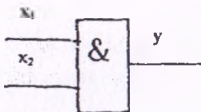
Sxemali yechimi



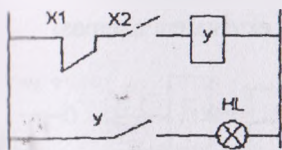
4.7 - rasm.

## 8. «MAN QILMOQ»

«MAN QILMOQ» funksiyasi matematik  $y=\bar{x}_1 \cdot x_2$  ko'rinishida ifodalanadi va u logik elementning chiqishdagi  $y$  signali faqat kirishdagi  $x_2$  signalining mavjudligi va man qiluvchi  $x_1$  signalining yo'qligi paytida hosil bo'lishini anglatadi.



Prinsipial sxemada belgilanishi

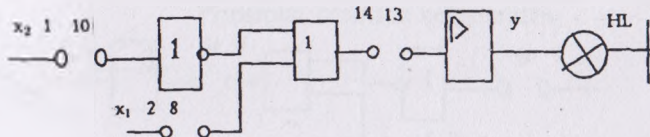


Rele ekvivalent sxemasi

Haqiqiylik jadvali

$X_1$	$X_2$	Y
1	1	1
0	1	0
1	0	0
1	0	0

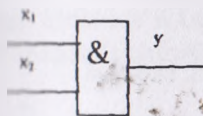
Sxemali yechimi



4.8- rasm.

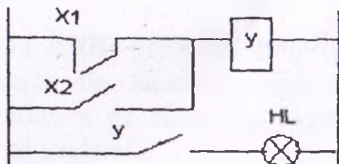
## 9. «IMPLIKATSIYA»

«IMPLIKATSIYA» funksiyasi matematik  $y = \bar{x}_1 \vee x_2$  ko'rinishida ifodalanadi. U logik elementning chiqishidagi y signali kirishdagi  $x_2$  signali yo'q bo'lsa yoki  $x_1$  signali bor bo'lsa mavjud ekanligini anglatadi.



Prinsipial sxemada belgilanishi

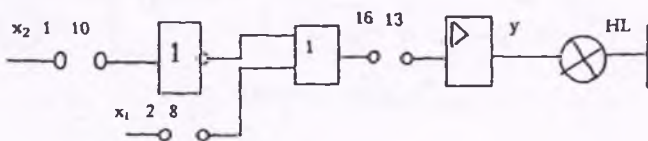
### Rele ekvivalent sxemasi



### Haqiqiylik jadvali

X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y
1	1	1
0	1	0
1	0	1
0	0	0

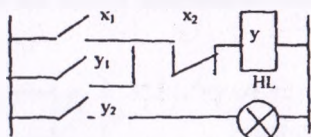
### Sxemali yechimi



4.9 - rasm.

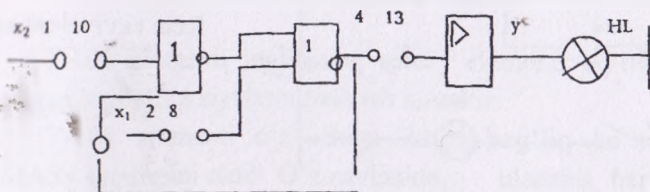
## 10. «XOTIRA»

«XOTIRA» funksiyasi matematik  $y_2 = (x_1 \vee y_1) \bar{x}_2$  ko'rinishida ifodalanadi. Bu funksiya quyidagini anglatadi: logik elementning kirishdagi  $x_1$  ga signal berilsa (xotirani ulash), to'g'ridagi chiqishda signal hosil bo'ladi. Bu holat kirishdagi  $x_2$  ga signal berguncha (xotirani o'chirish), saqlanadi va kirishdagi  $x_1$  ning holatiga bog'liq emas.



### Rele ekvivalent sxemasi

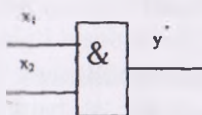
## Sxemali yechimi



4.10 - rasm.

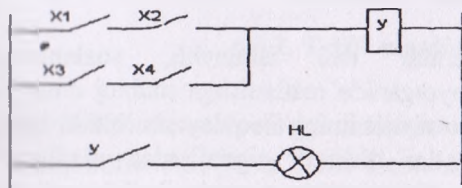
## 11. «VA-YOKI»

«VA-YoKI» funksiyasi  $y = x_1 x_2 \vee x_3 x_4$ . matematik ko'rinishida ifodalanadi va u quyidagini anglatadi: mantiq elementining chiqishida signal kirishdagi signallar  $x$  va  $x$  yoki  $x$  va  $x$  bir vaqtning o'zida bo'lganda paydo bo'ladi.



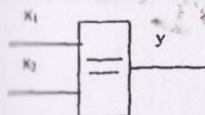
Prinsipial sxemada belgilanishi

Rele ekvivalent sxemasi



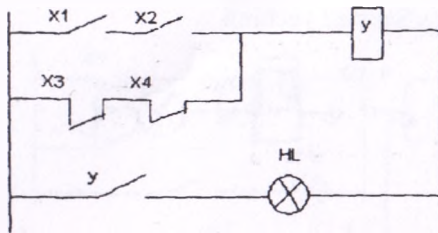
## 12. «EKVIVALENTLIK»

«EKVIVALENTLIK» funksiyasi  $y = x_1 x_2 \vee x_3 x_4$ . matematik ko'rinishida ifodalanadi va u quyidagini anglatadi: mantiqiy elementining kirishida ikkala  $x$  va  $x$  da bir xil paytda signal bo'lganda yoki bo'lmaganda chiqish signali paydo bo'ladi.



Prinsipial sxemada belgilanishi





Relé ekvivalent sxemasi

### 4.3. Asosiy mantiqiy elementlar

T seriyasi 19 ta elementdan iborat bo'lib, 4 ta guruhga bo'lingan. 1 ta logik element, 3 ta funksional element, 4 ta vaqt elementi, 5 ta kirish kuchaytirgichlari.

Umumiy texnik ko'rsatkichlar. 40 ming soatlik xizmat muddati, nuqsonsiz ishlash ehtimolligi  $r = 0,9$  li ulanishlar soniga bog'liq emas.

Elementlar quyidagi shartlarda normal ishni ta'minlaydi:

- ☞ iste'moldagi kuchlanish xatoligi nominal qiymatdan 10-15% bo'lganda;
- ☞ tashqi muhit harorati - 40° dan + 50° C gacha bo'lganda;
- ☞ atrof-muhitning nisbiy namligi 90% gacha va harorati 25° C bo'lganda;
- ☞ 4d gacha tezlanish chastotasi 5-200 Gs diapazonidagi tebranishlar.

Tranzistorli elementlar ishi ishonchli, sozlanishga va tayyorlanayotganida, ishlayotganida rostlanishga muhtoj emas, kuzatib turishni talab qilmaydi, atrof-muhitning noqulay sharoitida ham ishlay oladi. Ko'pchilik elementlar diskretli signallardan oladigan ikkita darajadagi kuchlanishlarda ishlash uchun xizmat qiladi (shartli «0» bilan belgilangan kichik daraja «1» bilan belgilangan katta daraja). «0» signali o'zgarmas tokda 1 volt dan oshmasligi, «1» signali o'zgarmas tokda 1 volt dan kam bo'lmasligi zarur. Signallarning qutbiyligi manfiy. T seriyali elementlar kontaktsiz va kontaktli datchiklar bilan ishlashi mumkin. Elementlarning iste'mollaydigan kuchlanishi -minus 12 va 24 volt. Siljish kuchlanishi - plyus 6V. Kirish signali «1» -4...12 V, kirish signali «0» -0..1 V.

### 4.3.1. T-101 mantiqiy elementi

T-101 elementi logikaning asosiy elementi bo'lib, u yordamida ulangan logik funksiyalarni bajarish mumkin.

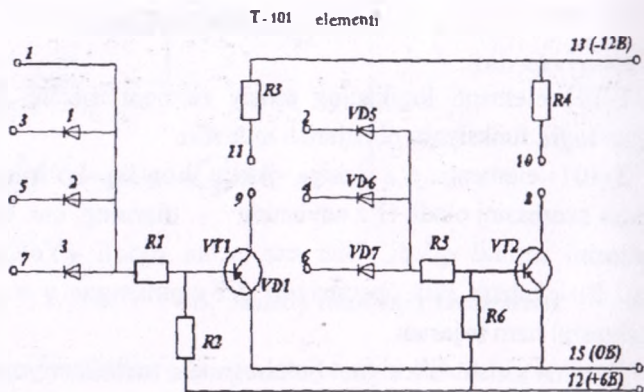
T-101 elementi o'z ichiga ikkita bog'liq bo'lmagan «YoKI-EMAS» sxemasini oladi. O'z navbatida ularning har biri «EMAS» inventori tashkil qiladi. Ular esa uchta diodli «YoKI» kirishidan iborat. Bu element Pirs operatsiyasi deb nomlangan  $y = x_1 \vee x_2 \vee x_3$  funksiyasini ham bajaradi.

Hamma kirishlarda signal bo'lmaganda, tranzistor yopiq bo'ladi va uning chiqishida «1» deb qabul qilingan manfiy potensial mavjud bo'ladi. Hech bo'lmaganda biron bir kirishga «1» berilganda, tranzistor ochiladi va chiqishda signal yo'qoladi.

Birinchi sxemaning kirishlari-1, 2, 5, 7 chiziqlari, kirishi esa 9 chizig'i, ikkinchi sxemaning kirishlari-2, 4, 6 chiziqlari, chiqishi- 8 chizig'i hisoblanadi. Elementning ish paytida boshqa elementlarning (T-107 elementidan tashqari) kirishiga 9 va 11, 8 va 10 chiziqlarini ulash zarur. Bunda T-101 elementning chiqishiga «YoKI-EMAS» sxemasidan uchtadan ortig'ini ulamaslik ma'qul.

### 4.3.2. T-107 mantiqiy elementi

T-107 elementi «VA» funksiyani bajarish uchun xizmat qiladi. Tashqi kommutatsiyasiz T-107 elementi ikkita «VA»sxemasini bajaradi: bitta 10 chiqishi bilan 4 ta kirishga (2, 4, 6, 8 chiqishlari), ikkinchisi 11 dagi chiqish bilan 2 ta kirishga (5, 7 chiqishlari). V5 va V6 diodlirining tashqi kommutatsiya yordamida 4ta kirish bilan ikkita «VA» sxemasi yoki 6 ta kirish bilan bitta «VA» sxemasi va 2 ta kirish bilan «VA» sxemasini bajarish mumkin. 9 va 13 chiziqlari o'rtasiga ulangan tashqi rezistor yordamida 4 ta kirish bilan bitta «VA» sxemasiga, 2 ta kirish bilan ikkita «VA» sxemasini bajarish mumkin.



4.11-rasm. T-101 rusumli yarimo'tkazgichli mantiqiy elementning sxemasi.

### 4.3.3. T-303 mantiqiy elementi

T-303 elementi istalgan bir kirishga (1, 7, 5) - signal bergandan so'ng chiqish signalini (r vaqt ushlab turish bilan) hosil bo'lishini ta'minlaydi. Kirish signali yo'qolishi bilan chiqishdagi signal ham yo'qolib ketadi. Sxemaning ishini ko'rib chiqamiz. Chekka kaskad ikkita kirish bilan YoKI-EMAS elementi rolini bajaradi: bir kirish diodli, ikkinchisi-rezistorli.

Rezistorli kirish zanjiri: tranzistor kollektori  $V_1$ ,  $R_4$  rezistori,  $V_4$  tranzistor bazasi. Diodli kirishning zanjiri: tranzistor  $V_3$  kollektori,  $V_1$  diodi,  $V_4$  tranzistor bazasi. Chekka kaskal chiqishdagi signal ikkala kirishdagi signallar yo'qolganida paydo bo'ladi, ya'ni  $V_1$  va  $V_3$  tranzistorlari bir vaqtda to'yinadi.

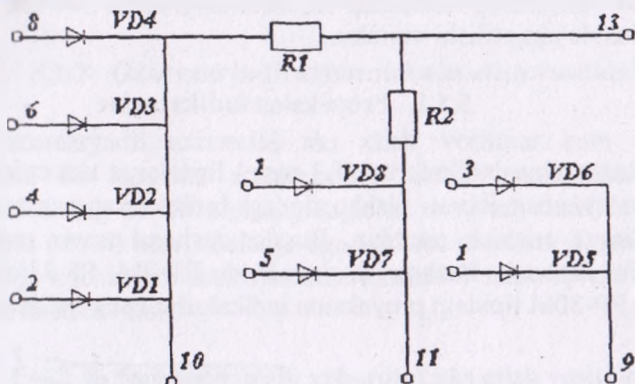
Elementning ishga tushirish vaqtining stabillashuvini oshirish uchun  $R_5$  va  $R_6$  rezistorlari orqali oldindan zaryadlab qo'yilgan  $C_1$  kondensatorni qaytadan zaryadlash prinsipi qo'llanilgan. Kirish signali bo'lmagan taqdirda  $V_1$  tranzistorni kollektoridagi kuchlanish iste'moldagi kuchlanishga yaqin bo'ladi, chunki

$$R_4 \ll R_n = \frac{R_{12} * R_3}{R_{12} + R_3} \quad (4.1)$$

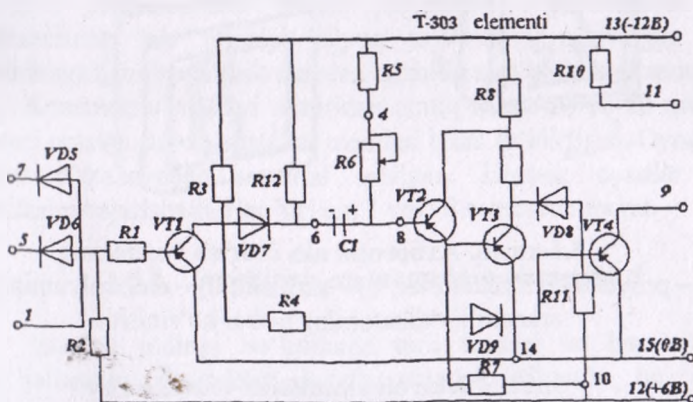
$V_2$  tranzistori bazasidagi kuchlanish nolga yaqin, chunki  $V_2$  tranzistori to'yingan bo'lib, emitter o'tishida kuchlanishning kamayishi past. Bu holda kondensatorning qutblaridagi kuchlanish manbadagi kuchlanishga yaqin bo'ladi (6 chiziqdagi potensial chiziq 2 dagi potensialga nisbatan musbat).

$V_1$  va  $V_3$  tranzistorlari kuchaytirish koeffitsiyentini oshirish maqsadida tashkiliy tranzistor rolini bajarishadi.

T-107 elementi



4.12-rasm. T-107 rusumli yarimo'tkazgichli mantiqiy elementning sxemasi.



4.13-rasm. T-303 rusumli yarimo'tkazgichli mantiqiy elementning sxemasi.



## 5-bob. AVTOMATIKANING FUNKSIONAL ELEMENTLARI

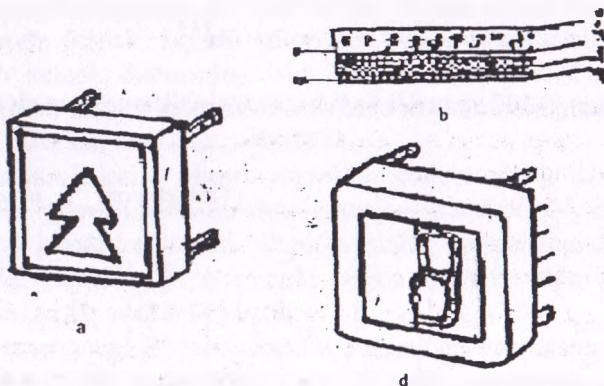
### 5.1. Axborotni aks etish vositalari

Axborotni qabul qilib uning vizual formaga aylantirib maxsus ekranlarda aks etuvchi vositalar axborotni aks etish vositalari deyiladi.

Axborot televizion tasvir, rasm, grafik, harf yoki raqam ko'rinishida aks etilishi mumkin.

#### 5.1.1. Proyeksion indikatorlar

Proyeksion indikatorlar (5.1-rasm) linzalarga aks ettirilgan raqam va xira oynadan iborat. Ushbu tipdagi indikatorlar yordamida har xil simvollarga erishish mumkin. Bundan tashqari tasvir rangli bo'lishi mumkin. Operativ boshqarish tizimlarida PT-2M, PP-21M, PP-21MA hamda PP-30M tipidagi proyeksion indikatorlar keng qo'llaniladi.



5.1-rasm. Axborotni aks ettirish vositalari:

a) – proyeksion indikatorlar; b) – tuzilishi; d) – elektrolyuminiscentli raqamli indikatorning tashqi ko'rinishi.

#### 5.1.2. Elektrolyuminiscent indikatorlar

Elektrolyuminiscent indikatorlar (5.2-rasm) tasviri bo'yicha harf-raqamli, mnemonik hamda belgi indikatorlarga ajratiladi. Harf-raqamli

elektrolyuminissent indikatorlar eng keng qo'llaniladigan axborotni aks etish vositalardan biridir. Belgi va raqamlar ularda har xil konfiguratsiyadagi segmentlardan iboratdir. O dan 9 gacha raqamlarni aks etish uchun 7, 8, 9, segmentli elektrolyuminissent indikatorlar qo'llaniladi. 19 segmentli elektrolyuminissent indikatorlar esa hamma arab raqamlari va lotin hamda rus alfavit harflari aks etadi.

Elektrolyuminissent indikatorlarning ish prinsipi qattiq moddani o'zgaruvchan elektr maydonda yorug'lik tarqatishga asoslangan. Ularning konstruksiyasi quyidagicha: oynaga 1 tiniq elektr o'tkazuvchan 2, metallik 4 va elektrolyuminissent qatlamlari qotirilgan.

### **5.1.3. Gazorazryadli axborotni aks etish vositalari**

Gazorazryadli axborotni aks etish vositalar ham juda keng tarqalgan. Bu lampalar arzon bo'lib kichik inersionlikka ega. Bu indikatorlarning ish prinsipi quyidagicha: anod tok shaklida bajarilgan, katod esa har xil ko'rinishlarga ega bo'lishi mumkin. Tanlangan katod va anodga kuchlanish ulansa katodni formasini takrorlovchi miltillanma razryad hosil bo'ladi

### **5.1.4. Suyuq kristalli axborotni aks etish vositalari**

Suyuq kristalli axborotni aks etish vositalari rang indikatorlari bo'lib xonadagi normal yorug'likda ishlayveradi. Bu indikatorlar eng past energiya manbalaridan ishlab perspektiv hisoblanadi. Ushbu indikatorning ish prinsipi suyuq kristallarni o'tayotgan nurlarni sindirishga hamda elektrik maydon ta'sirida xira bo'lishiga asoslangan.

Konstruktiv nuqtayi nazaridan oraliq masofasi 10-20 mkm ikkita oynani orasiga suyuq kristallar moddasi bilan to'ldirilgan. Oynalarga esa elektr o'tkazuvchan material sepilgan. Demak, oynalar elektrod vazifasini bajarishadi. Har biri esa 7 yoki 8 sektordan iborat.

## **5.2. Topshirish va taqqoslash elementlari**

Bundan oldingi bo'limlarda turli tipdagi va har xil ishlarga mo'ljallangan datchiklar ko'rib chiqildi. Shunda bu datchiklar rostlanuvchi miqdorni o'lchash uchun, qaysi obyektida ishlatilishidan qat'i nazar alohida olib ko'rildi.

Shuni qayd qilish kerakki, yuqorida bayon etilgan datchiklar va turli elektrik o'zgartkichlarning xillari juda ko'p, jumladan elektrolitik, magnitostriksion, elektrokinetik, polyarografik va boshqa o'zgartkichlar ko'rib chiqilmadi. Bular maxsus adabiyotlarda yoritilgan.

Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda ARS larda nazorat qilinayotgan kattaliklarni topshirilgan sathda; yoki kattaliklarni topshirilgan funksiya bo'yicha o'zgartirish yoki kirish signali o'zgarilishi bilan boshqarish signallarini hosil qilish uchun tizimlardan topshirish va taqqoslash vositalari keng qo'llanadi.

Topshirish vositasi (zadatchik) — boshqarilayotgan kattalikni topshirilgan belgiga o'rnatish uchun xizmat qiladi.

Topshiruvchi qurilmalar beradigan signalning xarakteriga qarab ikki asosiy sinfga: analogli va raqamli qurilmalarga bo'linadi. Analogli qurilmalar o'z navbatida, uzluksiz va diskret topshiruvchi qurilmalarga ajraladi. Diskretlik vaqt bo'yicha ham, ishlab chiqiladigan signalning qiymati bo'yicha ham bo'lishi mumkin. Raqamli topshiruvchi qurilmalar diskretli signallar ishlab chiqaradi.

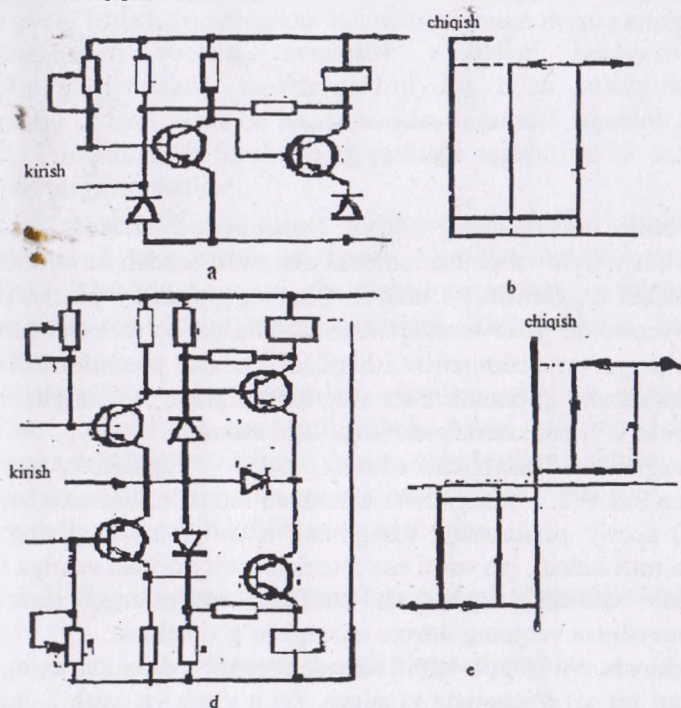
Bundan tashqari, topshiruvchi qurilmalar ishlab chiqiladigan signallar energiyasining turiga qarab ham farqlanadi. Elektrik, pnevmatik, gidravlik va mexanikaviy (ko'chishlar yoki kuch tarzida) signallar ishlab chiqaruvchi topshiruvchi qurilmalar ishlatilmoqda.

Rostlagich tomonidan realizatsiya qilinishi lozim bo'lgan programma yoki topshirilgan funksional bog'lanish turlicha olinishi mumkin. Masalan, uzluksiz ishlaydigan topshiruvchi qurilmalarda ko'pincha qulachokli mexanizmlar (bikr va rostlanuvchi), funksional potensiometrler, qog'ozga yozilgan diagramma va richagli mexanizmlar ishlatiladi. Diskret ishlaydigan topshiruvchi qurilmalarda programma elitgich sifatida ko'p zanjirli almashlab ulagichlar, perfokartalar, magnitli plyonkalar, kino plyonkalar va hokazolar ishlatilmoqda.

Barcha tipdagi topshiruvchi qurilmalarni ko'rib chiqish qiyin. Misol tariqasida qator elektrik programma tashigichlarini va funksional bog'lanishlarni ko'rib chiqamiz. 5.2-rasmda turli funksional o'zgartkichlar ko'rsatilgan.

Amalda yassi karkasli profilli potensiometrler va seksiyalari bo'yicha shuntlangan potensiometrler keng ko'lamda ishlatilmoqda. Seksiyalari bo'yicha shuntlangan potensiometrlerde yumaloq karkaslarga joylashtirilgan o'ramlardan simlarning uchlari chiqariladi. Karkaslarning kesimi yassi (balandligining qalinligiga nisbati juda katta)

yoki yumaloq bo'lishi mumkin. Potensiometrlarning cho'tkalari turli burchakka burilishi mumkin.



5.2-rasm. Nol-indikatorli taqqoslash elementining sxemalari va xarakteristikalari.

Topshirilgan bog'lanish  $r = f(\alpha)$  ni qarshilik  $r$  ning polzunchaning vaziyatini aniqlovchi  $\alpha$  burchakka bog'liqligini ta'minlash uchun karkasning uzunligi  $l$  quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$l = \frac{l}{D} \cdot \frac{d}{R} \cdot \frac{dr}{d\alpha} - (b+2d), \quad (5.1)$$

bu yerda,  $D$  — potensiometr karkasining diametri;  
 $\alpha$  — polzunchaning burilish burchagi;  
 $d$  — o'ram simining diametri;  
 $R$  — o'ram simining uzunlik birligidagi qarshiligi;  
 $b$  — karkasning qalinligi.



Ko'pchilik hollarda karkasning qalinligi va simning diametri karkasning balandligiga nisbatan kichikligi hisobga olinsa, u holda quyidagicha yozish mumkin.

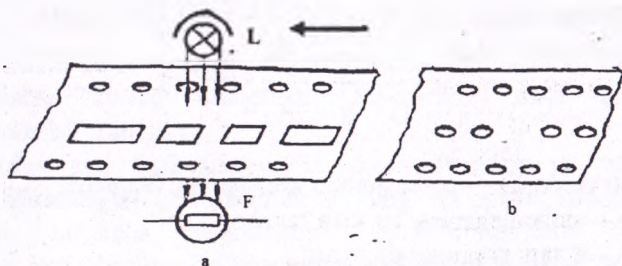
$$l \approx \frac{d}{D} \frac{dr}{R \alpha} \quad (5.2)$$

Profilli reostatlarining asosiy kamchiliklari shundaki, karkasga simni o'rash qiyin va potensiometrni almashtirmasdan turib, funksional bog'lanishni o'zgartirib bo'lmaydi. Shuning uchun ko'pincha poranali profilli reostatlar yoki tarmoqlarining o'rtasiga qo'shimcha rezistorlar kavsharlangan potensiometrlar ishlatiladi. Bunday potensiometrlar faqat nagruzka qarshiligi potensiometrning qarshiligidan 100 va bundan ko'p marta ortiq bo'lgan sxemalarda ishlatilishi mumkin.

Programma tashigich sifatida, aytib o'tilganidek, perforatsiyalangan lenta (5.3- rasm) ham ishlatilishi mumkin. Birinchi holda (5,3 a-rasm) asosiy perforatsiya teshigining uzunligi ish vaqtining davom etishiga mos keladi, ish vaqti esa fotoelementni yoritish vaqtiga bog'liq; bo'ylama qatordagi yondosh teshiklar o'rtasidagi masofa ish bajarilmaydigan vaqtning davom etishiga to'g'ri keladi.

Ikkinchi u h (5 3, b-rasm) lentadagi asosiy perforatsiyaning barcha teshiklari bir xil o'lchamda yasalgan. Bu h ulash va uzish komandalari teshiklar o'rtasidagi masofaga qarab va bu teshiklarni tegishli gruppalariga ajratib aniqlanadi.

Lentaga istalgan komandani yozish (shifrovkalash), binobarin, boshqaruvchi signallarni olish mumkin. Boshqaruvchi signallar keyinchalik programma rostdash sistemasiga uzatiladi.



5.3.-rasm. Perforatsiyalangan lenta.

Perforatsiyalangan lentadan tashqari, ayrim uchastkalari elektr o'tkazuvchanligi, tiniqligi yoki qaytaruvchanlik xususiyatlari bilan farqlanuvchi lenta ham ishlatilishi mumkin.

Taqqoslash vositasi, avtomatik tizimdagi boshqarilayotgan kattalikning qiymatini topshirilgan qiymat bilan solishtiradi va qiymatlarni farqi hosil bo'lsa, u haqida birlamchi signalni ARS ga uzatadi. Funktsional va struktura sxemalarda topshirish va taqqoslash vositalari birga ko'rsatiladi.

Diskret chiqishi taqqoslash vositalarda elektrik kattaliklarning taqqoslashni 2 ta prinsipi qo'llanadi: absolyut qiymati va fazalar bo'yicha. Absolyut qiymati bo'yicha taqqoslash o'zgarmas va o'zgaruvchan tok uchun amalga oshiriladi. Ikkita elektrik kattaliklar uchun qo'llanadi.

Analog va raqam taqqoslash vositasi sifatida avtomatikada hisoblash qurilmalari ham qo'llaniladi. Misol sifatida elektrik va elektromexanik taqqoslash vositalardan quyidagilarni keltirsa bo'ladi: ko'prik sxemalar, yarimo'tkazgich elementlardan, sxemalar, elektromagnit qurilmalar, selsin juftliklari va boshqalar.

### 5.3. Raqam-analogli va analog-raqamli o'zgartkichlar

#### 5.3.1. Raqam-analogli o'zgartirgichlar

Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishini avtomatlashtirishda, oxirgi vaqtda zamon talabiga javob beradigan raqamli uskunalar keng qo'llanilmoqda. Ushbu uskunalarda raqamli hadni analog signaliga yoki aksincha analog signalini raqamli kodga o'zgartirish vazifasini RAU va ARU lar bajarishadi.

Raqam-analog o'zgartkichlari raqamli kod ko'rinishdagi signalni unga proporsional bo'lgan tok yoki kuchlanishga aylantirishda xizmat qiladi. Ular teleo'lchash tizimlaridagi raqam ko'rinishdagi axbarotni analog signalga o'zgartirib ushbu signalni maxsus asboblarga uzatadi, yoki raqamli EHM lar va analog elementlar orasida aloqani amalga oshiradi.

RAU larning ish prinsipi kirish raqam razryadlariga proporsional bo'lgan analog signallarni qo'shishcha asoslangan. RAU da analog chiqish signali  $U_{\text{chiq}}$  kirish raqam signali bilan quyidagicha bog'langan:

$$U_{\text{chiq}} = U_{\text{et}} \cdot S \quad (5.3)$$

bu yerda,  $U_{et}$  — etalon kuchlanish;

$S$  — ma'lum miqdorda ikkilamchi razryadlardan iborat.

$$S = a_1 2^{-1} + a_2 2^{-2} + \dots + a_n 2^{-n} \quad (5.4)$$

bu yerda,  $a_1, a_2, a_n - 1$  yoki  $0$  qabul qiluvchi ikkilamchi razryadlarni koeffitsiyentlari,  $n$  — ikkilamchi razryadlarning umumiy soni.  $a_1 = 1$  bo'lganda  $S$  ning qiymati  $1$  ga yaqinlashib undan  $2^{-n}$  farq qiladi.

RAU ning ish prinsipini ko'rib chiqamiz (5.4-rasm).

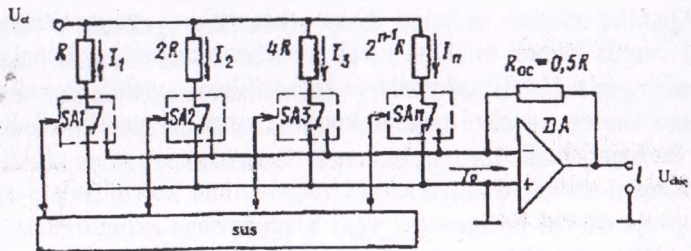
Bu yerda razryad  $I_1, I_2 \dots I_n$  toklari vazn rezistorlar yordamida tekshiriladi. Sxemadan ko'rinib turibdiki, katta razryaddan kichik razryadga o'tgan sari tok miqdori  $2$  barobar kamayadi, chunki har bir katta razryadning rezistori keyingi kichik razryadning rezistorining qarshiligiga nisbatan  $2$  barobar katta.

Raqamli boshqarish sxema RBS — hisoblagich yoki rezistr bo'lib uning signallari ikkilamchi razryadlarga mos ravishda kontaktsiz kalitlarning  $SA_1, SA_2 \dots SA_n$  holatlarini topshiradi shunda kalitlarning holati mos razryadlarning qiymatlariga bog'liq.

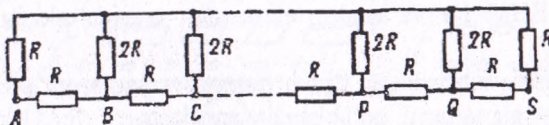
Kalitning har biri vazn rezistorini operatsion kuchaytirgichning inventori kirishi yoki no! shinasini bilan bog'lab turibdi.

Shunday qilib kuchaytirgichning kirishiga kirish signallari  $a_i = 1$  bo'lgan razryadlarning umumiy toki uzatiladi.

$$I_0 = \frac{2U_{et}}{R} (a_1 2^{-1} + a_2 2^{-2} + \dots + a_n 2^{-n}) \quad (5.5)$$



a)



b)

#### 5.4-rasm. Raqam-analogli o'zgartirgich

a) — og'irlik rezistorlari bilan, b) — pcc'onalni tok topshirish zanjiri.

Kuchaytirgich DA  $I_0$  tokini  $U_{\text{chiq}}$  kuchlanishiga aylantirib beradi.

$$U_{\text{chiq}} = -I_0 R_{0c} = U_{\text{et}} (a_1 2^{-1} + a_2 2^{-2} + \dots + a_n 2^{-n}) \quad (5.6)$$

Bu yerda ko'rinib turibdiki, ikkilamchi razryadlarni ma'lum sonida  $n$   $U_{\text{chiq}} 2^n$  diskret qiymatlarga,  $0 - U_{\text{chiq max}}$  diapazoniga ega bo'lishi mumkin.

### 5.3.2. Analog-raqam o'zgartkichlari (ARO')

Avtomatik boshqarish, rostlash va boshqa tizimlarida datchiklarning axboroti analog ko'rinishida olinadi. Ushbu axborotni raqamli boshqarish qurilmalarga yoki EHM larga kiritish uchun ARO' lar xizmat qiladi.

Ko'pincha ARO' lar kuchlanish yoki tok ko'rinishidagi kirish signalini parallel yoki ketma-ket ko'rinishdagi ikkala yoki ikki-o'nli raqamli kodga o'zgartiradi.

Uzluksiz o'lchanayotgan kattalikni uning ma'lum vaqt  $\Delta t$  ichida o'rtiq qiymati bilan almashtirish vaqt bo'yicha kvantlash deb ataladi.  $\Delta t$  vaqt intervali kvantlash qadami deb ataladi, o'zgartirish chastotasi esa  $f = 1/\Delta t$  kvantlash chastotasi.

Kvantlash qadami ikki qismga bo'linadi. Birinchi qism davrida analog signali raqam ko'rinishiga o'zgartiriladi, ikkinchi davrida esa rezistrga yozilib undan moslamani boshqa qismlariga uzatiladi. Bu yerda bu kirish signali haqidagi qiymat axborotga aylantiriladi.

Analog signalini raqam signaliga o'zgartirishi o'zgartgichining razryadlar maksimal soni bilan aniqlanuvchi darajada erishish mumkin. Bu tamoyil sath bo'yicha kvantlash deb ataladi.

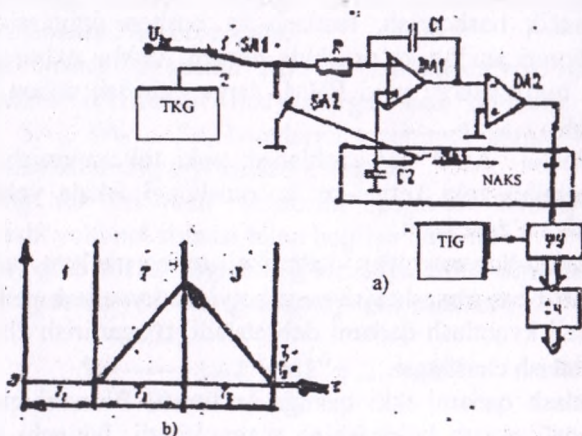
Ko'p tarqalgan ARO' lardan biri integrallash usulida ishlaydigan o'zgartkich. O'z navbatda bu usullni yana bir necha guruhga ajratsa bo'ladi: bir qiyalik, ikki qiyalik ARU lar (5.5 -rasm).

Bu ARO' chiziqli tavsifnoma va kichik narxga ega. Uning ish sikli 3 davrga ega; birinchi — nolning korreksiyasi ikkinchi — kirish signalning integrallash va uchinchi — tayanch kuchlanishini integrallash. Birinchi davrda siljish kuchlanishini rostlash yo'li bilan signalning avtomatik korreksiyasi amalga oshiriladi. Shu davrning o'zida SA2 kalit yordamida o'zgartgichning kirishi massa bilan tutashadi va xato haqidagi axborot S2 kondensator yordamida xotiraga kiritiladi.



Ikkinchi davr mobaynida kirish signali integrallanadi va takli impuls larni bir nechasi hisoblanadi. Bu davrning oxirida DA1 integratorning chiqishida kirish signalning qiymatiga proporsional signal hosil bo' ladi.

Uchinchi davrda DA1 integratorning kirishiga kirish signalning o' miga teskari qutbli tayanch kuchlanishi uzatiladi. Buning natijasida integratorning chiqish kuchlanishi kamayadi. Shu vaqtning o' zida takli impuls larning soni hisoblanadi. Kuchlanishning kamayishi DA2 komparator belgilagan kuchlanishigacha davom etadi.



### 5.5 - rasm. Ikki qiyalik integrallash ARO' si:

a–prinsipial sxemasi, b–vaqt diagrammasi.

TKG-tayanch kuchlanish generatori NAKS-nolning avtomatik korreksiya sxemasi. TIG-takt impuls larning generatori. BK- boshqarish qurilmasi. IX- impuls larning hisoblagichi.

Agar  $T_2$  birinchi intervalning davomiyligi  $T_3$  ikkinchi intervalning davomiyligi chiqish signalning raqam qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$U_{kir} = T_3/T_2 \cdot U_t \quad (5.7)$$

Ushbu ARU larning aniqligi faqat tayanch kuchlanishning stabililigiga bog' liq.

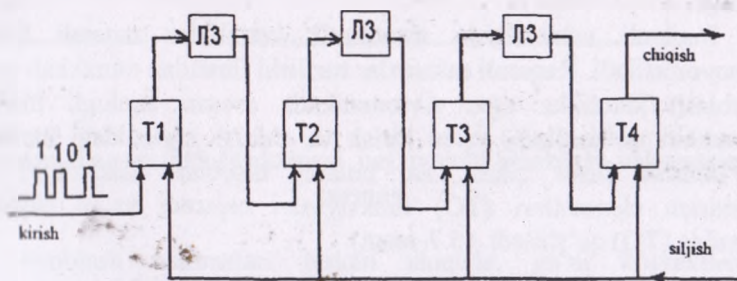
## 5.4. Avtomatik eslab qolish uskunalari

Avtomatik eslab qolish uskunalari (AEU) signalini yozish, saqlash va tarqatish uchun xizmat qiladi. Eslab qolish uskunalari barcha ma'lumotlar hisoblashning ikkilik sistemasiga o'zgartiriladi va saqlanadi.

Eng oddiy eslab qolish uskunalari perfokartalar va perfolentalar hisoblanadi. Bu uskunalarda eslab qolish va yozish tezligi juda past, taxminan 100 sifr/sek. Shu sababli bunday uskunalarda hozirgi kunda qiymatlarni hisobga olish va hisoblash natijalarini olish uchungina xizmat qiladi.

Magnitli motorlarda ma'lumotlarni yozish uchun magnetli ovoz yozish usulidan foydalaniladi. Bu usulda yozish signali magnet lentasini yaqinda joylashadigan magnetli galovkaga uzatiladi. Lentaning bir qismi magnetlanadi va magnetlanish holati signal to'xtagandan keyin ham saqlanib turadi. Impulsning qutblanish holatiga qarab turlicha qutblangan yo'lakcha hosil qilinadi, ya'ni «0» va «1» sonlariga mos keladi. Magnet lentasining magnetlangan qismidagi qatori magnet yo'lakchasini hosil qiladi, hisoblash esa magnetli galovka orqali amalga oshiriladi. Bu vaqtda cho'lg'amda e.y.u.k hosil qilinadi, ya'ni «0» va «1» sonlariga mos keladi. Bu usulning afzalliklari: katta miqdorda saqlash qobiliyatiga ega va saqlash muddati chegaralanmagan. Kamchiliklari: harakatlanuvchi qismlarini mavjudligi, kerakli ma'lumotlarni olishda kutish holati.

Katta ma'lumotlarni olish, yozish va saqlash uchun triggerlar ishlatiladi (trigger-2ta elektron lampadan va 2ta tranzistorlardan tashkil topgan bo'ladi.). Trigger yordamida eslab qolish qurilmasining sxemasi 5.6-rasmda keltirilgan.



5.6-rasm. Triggerli registr sxemasi.

Bu sxema (registr) 4-ta triggerlardan (T1...T4) va 3ta kechikish liniyasi (L3-liniya zaderjka)dan va L3 rezistorlar va kondensatorlar zanjiridan tuzilgan bo'ladi. Masalan registorda 13-sonini yozish kerak. Ikkilik sistemasida 1101 shaklida va o'nlik sistemasida  $(1*2^3+1*2^2+0*2^1+1*2^0)$  ko'rinishida almashtiriladi. Registrga sonni kiritishdan oldin registrdan oldingi yozuvlar o'chiriladi, har bir triggerning chiqishida «0» raqami o'rnatiladi.

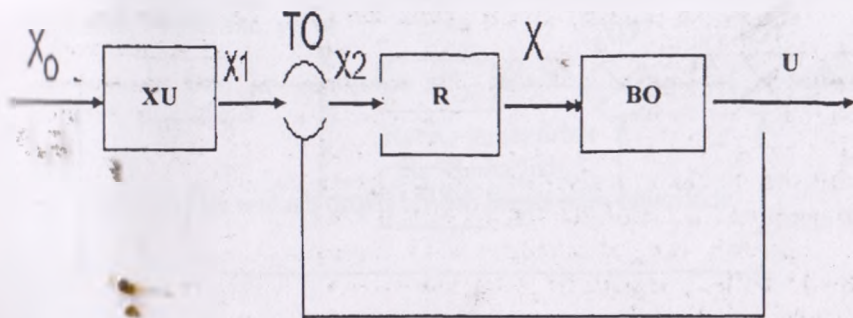
Birinchi razryad uzatilganda T1 triggerini chiqishida «1» raqami paydo bo'ladi, registr bo'yicha esa «1000». So'ng kirishga «siljish» impulsi keladi va T1 trigger chiqishida yana «0» paydo bo'ladi. «1» ni yozish paytida T1 chiqishida musbat impuls hosil bo'ladi va bu impuls T2 ga ta'sir ko'rsatmaydi. Siljish impulsi ta'sirida esa manfiy impuls hosil bo'ladi va L3 (kechikish liniyasi) orqali T2 triggerini kirishiga ta'sir qiladi va uni chiqishida «1» raqamini yozadi (endi registrda «0100» yoziladi). Keyingi etapda T1 holati o'zgarmaydi va kelayotgan siljish impulsi sonni bir razryad o'ngga siljitadi, ya'ni («0010»)<sup>3</sup>.

Keyingi uchinchi impuls «1» T1 registrga 1 raqamini yozadi («0010»)<sup>3</sup> siljish impulsi esa 1 raqamini T1 va T3 triggerlaridan T2 va T3 triggerlariga o'tkazadi, ya'ni («0010»)<sup>3</sup>. Nihoyat oxirgi impuls T1 triggerga yoziladi va registrda kerakli son «1101», ya'ni 13 raqami paydo bo'ladi.

## 5.5. Avtomatik hisoblash uskunalari

Hozirgi kunda elektromexanik va elektron hisoblash qurilmalari ishlab chiqarish jarayonlarida keng qo'llanilmoqda. Ular asosan 2 ta sinfga bo'linadi: analogli va raqamli. Analogli hisoblash qurilmalarida matematik kattaliklar fizik analoglar bilan hosil qilinadi (kuchlanish orqali).

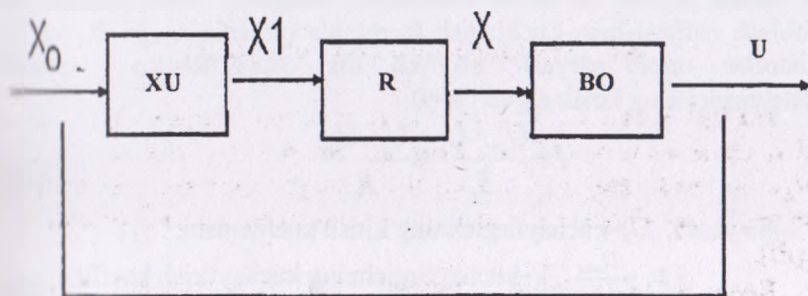
Raqamli uskunalarda matematik kattaliklar raqamli formada namoyon etiladi. Raqamli uskunalar tuzilishi jihatidan murakkab va kam hisoblash xatolikka ega. Avtomatikada asosan analogli hisoblash uskunalari qo'llaniladi, ya'ni kirish va chiqish signalidagi matematik bog'lanishni hosil qiladi. Bu holatda hisoblash uskunalari (HU) topshirish elementlari (TO) funksiyasini bajaradi va u taqqoslash organiga (TO) qo'shiladi. (5.7-rasm).



**5.7-rasm. Topshirish funksiyasi vazifasini bajaruvchi hisoblash uskunasi sxemasi.**

Bu sxema asosida programmali boshqarish tizimlari ishlaydi. Boshqa holatlarda hisoblash qurilmalari (HU) taqqoslash organi (TO) funksiyalarini bajaradi. (5.8-rasm).

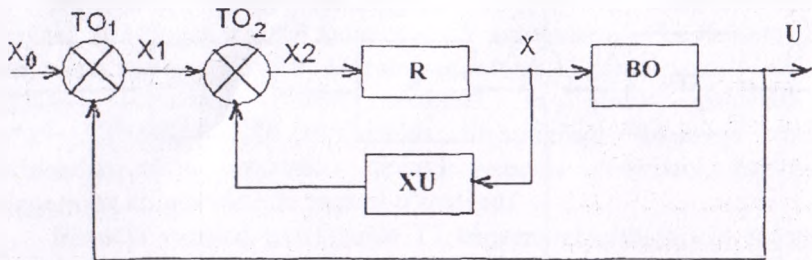
Bu sxemada HU har doim hisoblash jarayonini boshqarib boradi va rostlagich (R) boshqarish obyektiga (BO) rostlash ta'sirini o'tkazadi.



**5.8-rasm. Taqqoslash funksiyasi bajaruvchi hisoblash uskunasi sxemasi.**

Hisoblash uskunalari teskari aloqada, ya'ni koorektirovka xarakterida ham ishlaydi (5.9-rasm).





5.9-rasm. Teskari aloqa funksiyali bajaruvchi hisoblash uskunasi sxemasining sxemasi.

Asosiy hisoblash uskunalarini quyidagilar hisoblanadi:

–qo‘shish va ayirish uskunalarini, –ko‘paytirish va bo‘lish uskunalarini. Bu uskunalarida asosiy qism hal qiluvchi kuchaytirgich hisoblanadi. 5.10-rasmida hal qiluvchi kuchaytirgichlarning sxemalari keltirilgan.

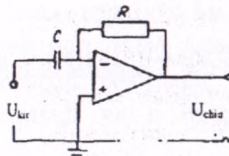
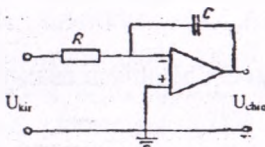
Kuchaytirish kaskadi sxemada uch burchak shaklida belgilanadi va kirish signali x rezistor R yoki kondensator S orqali uzatiladi, manfiy teskari aloqa chiqish signalidan kirish signaliga R yoki S orqali uzatiladi. Masalan, ko‘paytirish yoki bo‘lish rejimi: (5.10,b-rasm).

Kirish signali bu yerda kuchlanish formasida ( $V_{kir}$ ) beriladi va hisoblash natijasi ham kuchlanish formasida olinadi. ( $V_{chiq}$ ):  $R_1$  va  $R_0$  rezistorlar orqali deyarli bir xil tok o‘tadi:  $IR=IR_0$  chunki kuchaytirgichning kirish signali  $I_s=0$ .

$$I = \frac{U_{kir} - U_s}{R_1} = \frac{U_s - U_{kir}}{R_0} \quad (5.8)$$

Bu yerda,  $U_s$ –kuchaytirgichning kirish kuchlanishi;

$$U_s = \frac{U_{chiq}}{k}, \quad k\text{–kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyent:}$$



5.10 - rasm. Kirish signalini integrallovchi (a) va differensiallovchi (b) kuchaytirgich sxemalari.

Umuman  $U_{\text{chliq}} \cdot 100$  V oshmaydi, kuchaytirish koeffitsiyenti esa bir necha 10000 dan, ya'ni

$$U_{\text{zbr}} = \frac{R_0}{R_1} * U_{\text{kir}} \quad (5.9)$$

$R_0 > R_1$  - kuchaytirish

$R_0 < R_1$  - bo'lish

$R_0$  va  $R_1$  lar tanlash orqali bo'lish orqali ham bajariladi.

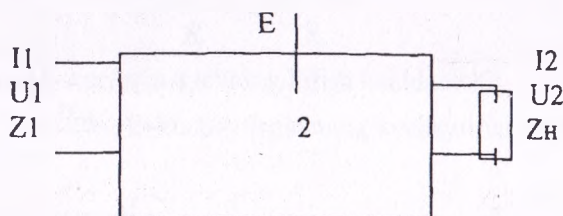
## 6-bob. AVTOMATIKA KUCHAYTIRGICHLARI

### 6.1. Avtomatika kuchaytirgichlari haqida umumiy ma'lumotlar va ularga qo'yiladigan asosiy talablar

Avtomatika tizimlarining datchiklari beradigan signallar quvvati odatda rostlovchi organi boshqarish uchun yetarli bo'lmaydi. Datchiklarning chiqish quvvati ko'pchilik hollarda vattning mingdan bir ulushlarini tashkil etadi, va holatki, rostlovchi organ uchun zarur bo'lgan quvvat o'nlab va yuzlab kilovattni tashkil etishi mumkin. Rostlovchi organi boshqarish uchun yetarli quvvatga ega bo'lish va quvvatli datchiklar ishlatmaslik uchun avtomatika tizimlarida kuchaytirgichlardan foydalaniladi.

Kuchaytirgichlar chiqish quvvatining qiymatiga; kuchaytirgichga keltiriladigan yordamchi energiyaning turiga kuchaytirish koeffitsiyentiga; ishlash prinsipiga; chiqish va kirish miqdorlari o'rtasidagi bog'lanishni ko'rsatuvchi xarakteristikaning shakliga ko'ra bir-biridan farq qiladi. Avtomatika tizimlarida ishlatiladigan hozirgi kuchaytirgichlarning chiqish quvvati vattning bir necha ulushidan o'nlab va undan ortiq kilovattgacha boradi.

Kuchaytirgichlarini aktiv 4 qutblik deb faraz qilish mumkin (6.1-rasm).



6.1- rasm. Avtomatika kuchaytirgichlarini 4 qutblikda umumiy belgilanishi.

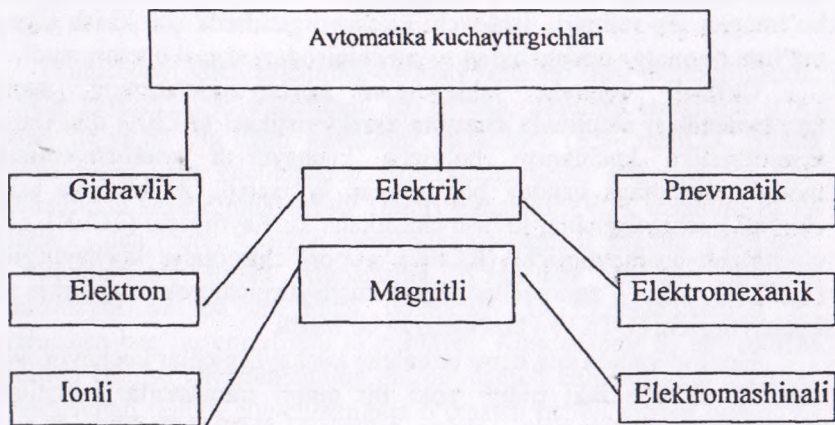
4 qutblik element kirishiga quvvat signali berilganda:  $P_1=U_1 \times I_1$ , uning chiqishida kuchaytirilgan quvvat olinadi:  $P_2=U_2 \times I_2$ . Bunda kirish

signalini kuchaytirish qo‘shimcha manba energiyasi (E) hisobiga amalga oshiriladi.

Chiqish ko‘rsatkichlarini kirish ko‘rsatkichiga nisbati kuchaytirgich ko‘effitsiyenti deb yuritiladi.

Quvvat bo‘yicha kuchaytirgich ko‘effitsiyenti:  $K_p = P_2:P_1$ ;  
 Kuchlanich bo‘yicha kuchaytirgich ko‘effitsiyenti:  $K_u = U_2:U_1$ ;  
 Tok bo‘yicha kuchaytirgich ko‘effitsiyenti:  $K_i = I_2:I_1$ ;

Kuchaytirgichlarga keltiriladi gap yordamchi energiyaning turiga qarab elektrik, elektromexanikaviy, magnitli, elektron, gidravlik, pnevmatik va kombinatsiyalashgan kuchaytirgichlar bo‘ladi. Qishloq xo‘jalik obyektlarining avtomatikasida elektrik, elektromexanikaviy, magnitli, elektron va gidravlik kuchaytirgichlar keng ko‘lamda ishlatilmoqda (6.2-rasm).



6.2- rasm. Avtomatika kuchaytirgichlarining klassifikatsiyasi.

Kuchaytirish ko‘effitsiyentiga qarab signalni ming, yuz ming va undan ortiq marta kuchaytiruvchi kuchaytirgichlar bo‘ladi. Elektrik kuchaytirgichlar quvvatni, kuchlanishni yoki tok kuchini kuchaytirishi mumkin. Tavsifnomaning shakli jihatdan chiziqli va nochiziqli tavsifnomali kuchaytirgichlar bo‘ladi. Chiziqli kuchaytirgichlarda chiqish miqdori rostdashning barcha intervallarida kirish miqdoriga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi. Nochiziqli kuchaytirgichlarda kirish bilan chiqish o‘rtasida proporsionallik bo‘lmaydi. Nochiziqli tavsifnoma-



larning shakli turlicha bo'ladi. Avtomatika tizimlarining kuchaytirgichlariga quyidagi talablar qo'yiladi.

1. Chiqish quvvati rostlovchi organni boshqarish uchun yetarli bo'lishi.

2. Xarakteristikasi mumkin qadar to'g'ri chiziqqa yaqin kelishi.

3. Nosexgirliigi yo'l qo'yiladigandan ortiq bo'lmasligi.

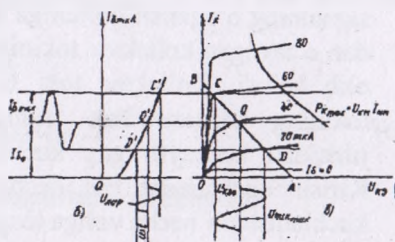
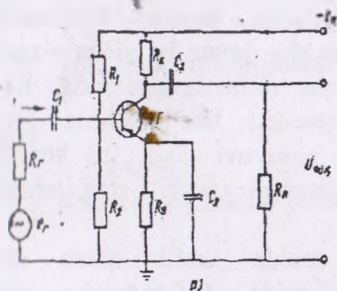
4. Signalni uzatishda kechikish harakati minimal bo'lishi va yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqmasligi.

Kuchaytirgich qurilmasi kuchaytiruvchi element, rezistor, kondensator, chiqish zanjiridagi doimiy kuchlanish manbai hamda iste'molchidan iborat. Bitta kuchaytiruvchi elementi bo'lgan zanjir kaskad deb ataladi. Kuchaytiruvchi element sifatida qanday element ishlatishiga qarab kuchaytirgichlar elektron, magnitli va boshqa xillarga bo'linadi. Ish rejimiga ko'ra, ular chiziqli va nochiziqli kuchaytirgichlarga bo'linadi. Chiziqli ish rejimida ishlovchi kuchaytirgichlar kirish signalining shaklini o'zgartirmasdan kuchaytirib beradi. Chiziqli bo'lmagan ish rejimida ishlovchi kuchaytirgichlarda esa kirish signali ma'lum qiymatga erishganidan so'ng chiqishdagi signal o'zgarmaydi.

Chiziqli rejimda ishlaydigan kuchaytirgichlarning asosiy xarakteristikasi amplituda chastota xarakteristikasi (AChX) dir. Ushbu xarakteristika kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyentining moduli chastotaga qanday bog'liqligini ko'rsatadi. AChX siga ko'ra chiziqli kuchaytirgichlar tovush chastotalar kuchaytirgichi (TChK), quyi chastotalar kuchaytirgichi (KChK), yuqori chastotalar kuchaytirgichi (YuChK), sekin o'zgaruvchan signal kuchaytirgichi yoki o'zgarmas tok kuchaytirgichi (UTK) va boshqalarga bo'linadi.

Hozirgi vaqtda eng keng tarqalgan kuchaytirgichlar kuchaytiruvchi element sifatida ikki qutbli yoki bir qutbli tranzistorlar ishlatiladi. Kuchaytirish quyidagicha amalga oshiriladi. Boshqariladigan element (tranzistor) ning kirish zanjiriga kirish signalining kuchlanishi ( $U_{kr}$ ) beriladi. Bu kuchlanish ta'sirida kirish zanjirida kirish toki hosil bo'ladi. Bu kichik kirish toki chiqish zanjiridagi tokda o'zgaruvchan tashkil etuvchini hamda boshqariladigan elementning chiqish zanjiridagi kirish zanjiridagi kuchlanishdan ancha katta bo'lgan o'zgaruvchan kuchlanishni hosil qiladi. Boshqariladigan elementning kirish zanjiridagi tokning chiqish zanjiridagi tokka ta'siri qancha katta bo'lsa, kuchaytirish xususiyati shuncha kuchliroq bo'ladi. Bundan tashqari chiqish tokining chiqish kuchlanishiga ta'siri qancha katta bo'lsa, (ya'ni  $R_i$  katta), kuchaytirish shuncha kuchliroq bo'ladi.

6.3 - rasmda umumiy emmitterli (UE) kuchaytirish kaskadining sxemasi hamda kirish va chiqish xarakteristikalari ko'rsatilgan. Kuchaytirish kaskadlari UE, UB, UK sxemalar bo'yicha yig'iladi. Umumiy kollektorning (UK) sxema tok va quvvat bo'yicha kuchaytirish imkoniyatiga ega.



6.3- rasmda Umumiy emmitterli (UE) kuchaytirish kaskadining sxemasi.

Chiqishdagi kuchlanishning qiymati katta bo'lishi talab etilganda, mazkur kaskaddan foydalaniladi. Ko'pincha, umumiy emmitterli (UE) sxema bo'yicha yig'ilgan kaskadlar ishlatiladi (6.3- rasmda). Bunda kaskad tokni ham kuchlanishni ham kuchaytirish imkoniyatiga ega. Kuchaytirish kaskadining asosiy zanjiri tranzistor (VT), qarshilik  $R_k$  va manba  $E_k$  dan iborat. Qolgan elementlar yordamchi sifatida ishlatiladi.  $C_1$  kondensator kirish signalining o'zgarish tashkil etuvchisi o'tkazmaydi va ba'zan tinch holatidagi  $U_{bd}$  kuchlanishning  $R_g$  qarshilikka bog'liq emasligini ta'minlaydi. Kondensator  $S_2$  iste'molchi zanjiriga chiqish kuchlanishining doimiy tashkil etuvchisiga o'tkazmay o'zgaruvchan tashkil etuvchisining o'tkazish uchun xizmat qiladi.  $R_1$  va  $R_2$  rezistorlar kuchlanish bo'lgich vazifasini o'tab kaskadning boshlang'ich holatini ta'minlab beradi.

Kollektor dastlabki toki ( $I_{kd}$ ) bazaning dastlabki toki  $I_{bd}$  bilan aniqlanadi. Rezistor  $R_1$  tok  $I_{bd}$  ning o'tish zanjirini hosil qiladi va  $R_2$  bilan birgalikda manba kuchlanishining musbat qutbi bilan baza orasidagi kuchlanish  $U_{bd}$  ni yuzaga keltiradi.

Rezistor  $R_c$  manfiy teskari bog'lanish elementi bo'lib, dastlabki rejimning temperatura o'zgarishiga bog'liq bo'lmashini ta'minlaydi. Kaskadning kuchaytirish koeffitsiyenti kamayib ketmasligi uchun qarshilik  $R_c$  rezistorga parallel qilib kondensator  $S_c$  ulanadi. Kondensator  $S_c$  rezistor  $R_c$  ni o'zgaruvchan tok bo'yicha shuntlaydi.

Sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanish ( $U_{kir}=U_{kir\ max}\sin\omega t$ ) kondensator S orqali baza-emmitter sohasiga beriladi. Bu kuchlanish ta'sirida, boshlang'ich baza toki  $I_{bd}$  atrofida o'zgaruvchan baza toki hosil bo'ladi.  $I_{bd}$  ning qiymati o'zgarmas manba kuchlanishi  $Y_{ek}$  va qarshilik  $R_1$  ga bog'liq bo'lib, bir necha mikroampelni tashkil qiladi. Berilayotgan signalning o'zgarish qonuniga bo'ysunadigan baza toki iste'molchi ( $R_2$ ) dan o'tayotgan kollektor tokining ham shu qonun bo'yicha o'zgarishiga olib keladi. Kollektor toki bir necha milliamperga teng. Kollektor tokining o'zgaruvchan tashkil etuvchisi iste'molchida amplituda jihatidan kuchaytirilgan kuchlanish pasayuvi  $U_{(chik.)}$  ni hosil qiladi. Kirish kuchlanishi bir necha millivoltni tashkil etsa, chiqishdagi kuchlanish bir necha voltga tengdir.

Kaskadning ishini grafik usulda tahlil qilish mumkin. Tranzistorning chiqish xarakteristikasida AV-nagruzka chizig'ini o'tkazamiz (6.3 rasm b). Bu chiziq  $U_{ke}=Y_{ek}$ ,  $I_k=0$  va  $U_{ke}=0$ ,  $I_k=E_1/R_1$  koordinatali A va V nuqtalardan o'tadi. AV chiziq  $I_{k\ max}$ ,  $U_{ke\ max}$  va  $R_k=U_{k\ max}*I_{k\ max}$  bilan chegaralangan sohaning chap tomonida joylashishi kerak. AV chiziq chiqish xarakteristikasini kesib o'tadigan qismda ish uchastkasini tanlaydi. Ish uchastkasida signal eng kam buzilishlar bilan kuchaytirilishi kerak. Nagruzka chizig'ining S va D nuqtalar bilan chegaralangan qismi bu shartga javob beradi. Ish nuqtasi O, shu uchastkaning o'rtasida joylashadi. DO kesmaning absissalar o'qidagi proyeksiyasi kollektor kuchlanishi o'zgaruvchan tashkil etuvchisini amplitudasini bildiradi. SO kesmaning ordinatalar o'qidagi proyeksiyasi kollektor tokining amplitudasini bildiradi. Boshlang'ich kollektor toki ( $I_{ko}$ ) va kuchlanishi ( $U_{keo}$ ) O nuqtaning proyeksiyalari bilan aniqlanadi. Shuningdek, O nuqta boshlang'ich tok  $I_{bo}$  va kirish xarakteristikasida O ish nuqtasini aniqlab beradi. Chiqish xarakteristikasidagi S va D nuqtalarida kirish xarakteristikasidagi S' va D' nuqtalari mos keladi. Bu nuqtalar kirish signalining buzilmasdan kuchaytiriladigan chegarasini aniqlab beradi. Kaskadning chiqish kuchlanishi

$$U_{chik}=I_k * R_i \quad (6.1)$$

Kaskadning kirish kuchlanishi

$$U_{kir}=I_b * R_{kir}; \quad (6.2)$$

Bu yerda  $R_{kir}$  – tranzistorning kirish qarshiligi.

Tok  $i_k \gg I_b$  va qarshilik  $R_H \gg R_{kir}$  bo'lgani uchun sxemaning chiqishdagi kuchlanish kirish kuchlanishidan ancha kattadir. Kuchaytirgichning kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti  $K_i$  quyidagicha aniqlanadi:

$$K_i = U_{chik\ max} / U_{kir\ max} \quad (6.3)$$

yoki garmonik signallar uchun

$$K_i = U_{chik} / U_{kir} \quad (6.4)$$

Kaskadning tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti

$$K_i = I_{chik} / I_{kir} \quad (6.5)$$

bu yerda,  $I_{chik}$  – kaskadning chiqish tomonidagi tokning qiymati;  $I_{kir}$  – kaskadning kirish tomonidagi tokning qiymati. Kuchaytirgichning quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti:

$$K_r = R_{chik} / R_{kir}, \quad (6.6)$$

bu yerda  $R_{chik}$  – iste'molchiga beriladigan quvvat;  $R_{kir}$  – kuchaytirgichning kirish tomonidagi quvvat. Kuchaytirish texnikasida bu koeffitsiyentlar logarifmik qiymat – detsibellda o'lchanadi.

$$K_i(\text{dB}) = 20 \lg K_i \text{ yoki } K_i = 10^{K_i(\text{dB})/20};$$

$$K_r(\text{dB}) = 20 \lg K_r \text{ yoki } K_r = 10^{K_r(\text{dB})/20};$$

$$K_r(\text{dB}) = 10 \lg K_r \text{ yoki } K_r = 10^{K_r(\text{dB})/10}$$

Odamning eshitish sezgirligi signalni 1dB ga o'zgarishini ajrata olgani uchun ham shu o'lchov birligi kiritilgan. Har bir kuchaytirgich kuchaytirish koeffitsiyentlaridan tashqari quyidagi parametrlarga ham egadir.

Kuchaytirgichning chiqish quvvati (iste'molchiga signalni buzmasdan beriladigan eng katta quvvat):

$$R_{chik\ max}^2 / R_H \quad (6.7)$$

Kuchaytirgichning foydali ish koeffitsiyenti



$$\eta = R_{\text{chik}}/R_{\text{um}}, \quad (6.8)$$

bu yerda,  $R_{\text{um}}$  – kuchaytirgichning hamma manbalardan iste'mol qiladigan quvvati. Kuchaytirgichning dinamik diapazoni kirish kuchlanishining eng kichik va eng katta qiymatlarining nisbatiga teng bo'lib, dB da o'lchanadi:

$$D = 20 \lg U_{\text{kir max}}/U_{\text{kir min}} \quad (6.9)$$

Chastotaviy buzilishlar koeffitsiyenti  $M(f)$  o'rtacha chastotalardagi kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti  $K_{i0}$  ning ixtiyoriy chastotadagi kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyentiga nisbatidir:

$$M(f) = K_{i0}/K_{uf} \quad (6.10)$$

Chiziqli bo'lmagan buzilishlar koeffitsiyenti  $\gamma$  yuqori chastotalar garmonikasi o'rtacha kvadratik yig'indisining chiqish kuchlanishining birinchi garmonikasiga nisbatidir:

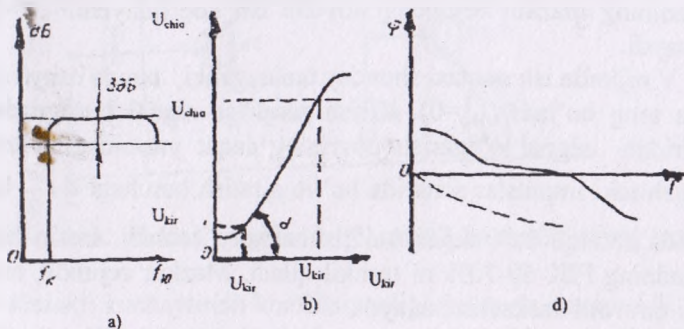
$$\gamma = \frac{\sqrt{U_{m\text{chiq}}^2 + U_{m\text{chiq}}^2 + \dots + U_{m\text{chiq}}^2}}{U_{m\text{chiq}}}, \quad \gamma \leq 15\%. \quad (6.11)$$

Kuchaytirgichning shovqin darajasi shovqin kuchlanishining kirish kuchlanishiga nisbatini ko'rsatadi. Bulardan tashqari, kuchaytirgichlar amplituda, chastota va amplituda-chastota xarakteristikalarini bilan ham baholanadi.

Amplituda xarakteristikasi chiqish kuchlanishining kirish kuchlanishiga qanday bog'langanligini ko'rsatadi ( $U_{\text{chik}} = f \times (U_{\text{kir}})$ ). 6.4-rasmda kuchaytirgichning amplituda, amplituda-chastota va fazoviy chastota xarakteristikalarini ko'rsatilgan. Bu xarakteristikalar o'rtacha chastotalarda olinadi. Haqiqiy kuchaytirgichning amplituda xarakteristikasi ideal kuchaytirgichnikidan shovqin mavjudligi ( $\Delta$  nuqtaning chap qismidagi uchastka) va chiqish kuchlanishining chiziqli emasligi ( $V$  nuqtaning o'ng qismidagi uchastka) bilan farq qiladi (6.4-rasm, a).

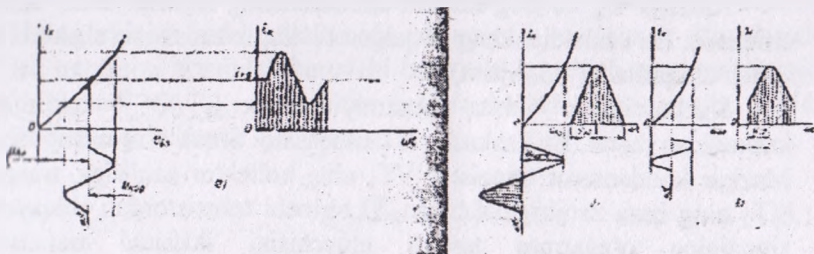
Kuchaytirgichning chastota xarakteristikasi kuchaytirish koeffitsiyentining chastotaga bog'liqligini ko'rsatuvchi egri chiziqdir. Mazkur xarakteristika logarifmik masshtabda quriladi (6.4-rasm, b).

Kuchaytirgichning faza-chastota xarakteristikasi kirish va chiqish kuchlanishlari orasidagi siljish burchagi  $\varphi$  ning chastotaga qanday bog'langanligini ko'rsatadi (6.4-rasm, d). Bu xarakteristika kuchaytirgich tomonidan kiritilgan fazaviy buzilishlarni baholaydi.



6.4 - rasm. Kuchaytirgichning faza-chastota xarakteristikasi.

Ish nuqtasining kirish xarakteristikasida qanday joylashishiga qarab kuchaytirgichlar A, V, va AV rejimlarda ishlashi mumkin. 6.5-rasmda kuchaytirgichning ish rejimlariga oid grafiklar ko'rsatilgan. A rejimda, asosan, boshlang'ich kuchaytirish kaskadlari ishlaydi. Bu rejimda ishlaydigan kaskadning bazaga berilgan siljish kuchlanishi ( $U_{beo}$ ) ish nuqtasining dinamik o'tish xarakteristikasi chiziqli qismining o'rtasida joylashishini ta'minlab beradi.



6.5-rasm. Kuchaytirgichning ish rejimlariga oid grafiklar.

Bundan tashqari, kirish signalining amplitudasi siljish kuchlanishidan kichik ( $U_{kir} < U_{beo}$ ) bo'lishi va boshlang'ich kollektor toki  $I_{k0}$  chiqish toki o'zgaruvchan tashkil etuvchisining amplitudasidan katta

yoki tengligi ( $I_{k0} \geq I_{kt}$ ) shartiga anal qilinadi. Natijada kaskadning kirishiga sinusoidal kuchlanish berilganda chiqish zanjiridagi tok ham sinusoidal qoida bo'yicha o'zgaradi. A rejimda signalning chiziqli bo'lmagan buzilishlari eng kam bo'ladi. Ammo kuchaytirgich kaskadining mazkur rejimdagi foydali ish koeffitsiyenti 20-30% dan oshmaydi.

V rejimda ish nuqtasi shunday tanlanganki, bunda *osoyishtalik toki* nolga teng bo'ladi ( $I_{k0}=0$ ). Kirish zanjiriga signal berilganda chiqish zanjiridan signal o'zgarish davrining faqat yarmidagina tok o'tadi. Chiqish toki impulslar shaklida bo'lib ajratish burchagi  $\theta = \frac{\pi}{2}$  bo'ladi. V rejimda chiziqli bo'lmagan buzilishlar ko'p bo'ladi. Lekin bu rejimda kaskadning FIK 60-70% ni tashkil qiladi. Mazkur rejimda, asosan ikki taktli quvvatli kaskadlar ishlaydi.

AV rejimi A va V rejimlar oralig'idagi rejim bo'lib, chiqishda katta quvvat olish, shuningdek, chiziqli bo'lmagan buzilishlarni kamaytirish maqsadida qo'llaniladi.

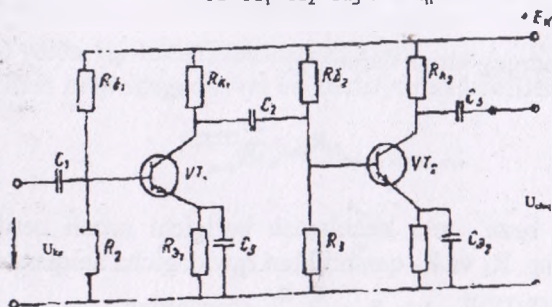
Kuchaytirgichlar  $U=10^{-7}$  V kuchlanish va  $I=10^{-14}$  A toklarni kamaytira oladi. Bunday signallarni kuchaytirib berish uchun bitta kaskad yetarli bo'lmagani uchun bir nechta kaskad ishlatiladi. Ular bir nechta dastlabki kuchaytirish kaskadi (kaskad kuchlanishni kuchaytirib beradi) va quvvatni kuchaytiruvchi chiqish kaskadlaridan iboratdir. Kaskadlar bir-biri bilan rezistor (rezistiv bog'lanish), transformator (transformatorli bog'lanish), sig'im va rezistor (rezistif-sig'im bog'lanish) va boshqa elementlari yordamida ulanishi mumkin.

Rezistiv sig'im bog'lanishli kaskadlarning ishlashi bilan tanishib chiqamiz. Bu kaskadlar keng tarqalgan bo'lib, mikrosxema shaklida ham ishlab chiqariladi (6.6 - rasm).

Kuchaytirgich ikkita umumiy emitterli (UE) kuchaytirish kaskadidan iborat. Bu kaskadlar S kondensator orqali o'zaro bog'langan. Mazkur kondensator tranzistor  $VT_1$  ning kollektor zanjiriga, tranzistor  $VT_2$  ning baza zanjiriga ulangan. U birinchi tranzistordan chiqayotgan signalning o'zgarish tashkil etuvchisini ikkinchi tranzistorga o'tkazmaydi. Tranzistorlarning ish nuqtalarini  $R_{e1}$  va  $R_{e2}$  qarshiliklar ta'minlab beradi. Ish nuqtalarining stabililigini rezistor va kondensatorlar ( $R_{E1}, S_{E1}$  va  $R_{E2}, S_{E2}$ ) ta'minlab beradi.

Bir nechta kaskadli kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti har bir kaskad kuchaytirish koeffitsiyentlarining ko'paytmasiga teng:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \dots K_n \quad (6.12)$$



6.6 - rasm. Rezistiv sig'im bog'lanishli kaskadlarning tuzilishi.

Kerakli kuchaytirish ko'effitsiyentiga ko'ra va har bir UE li kaskad kuchlanish bo'yicha 10-20 marta, quvvat bo'yicha esa 100-400 marta kuchaytirib berishini hisobga olib, kaskadlar soni aniqlangandan keyin har bir kaskad alohida hisoblanadi. Dastlabki kuchaytirish kaskadlari A rejimida ishlaydi. Kaskadni hisoblash quyidagi tartibda bajariladi. Manba kuchlanishi  $Y_{ek}$  va iste'molchining qarshiligiga qarab:

$$U_{max} \geq (1,1 \div 1,3) E_k \quad I_{max} > 2 I_{max} = 2 \frac{U_{max}}{R_k} \text{ ye}$$

bu yerda, k.e.j –kollektor-emmitter o'tishdagi kuchlanishning qiymatidir;  $I_{kj}$ -kollektor zanjiridagi tokning qiymati.

Yuqoridagi shartlarni qanoatlantiradigan tranzistor tanlanadi. Uning chiqish xarakteristikasida ish nuqtasi aniqlanadi. Shu dastlabki ish nuqtasini ta'minlab beruvchi baza toki  $I_{b0}$  o'tish xarakteristikasidan aniqlanadi va  $R_b$  qarshilikka bog'liq bo'ladi. Bu qarshilik quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$R_b = \frac{U_{b0} - (I_{b0} + I_{E0}) R_e}{I_{b0}} \quad (6.13)$$

$R_k$  va  $R_e$  qarshiliklarni aniqlash uchun chiqish xarakteristikalaridan  $R_{uni} = R_k + R_e$  aniqlanadi.  $R_{uni} = Y_{ek} / I_k$ ,  $R_e = (0,15 - 0,25) R_k$  deb hisoblab,

$$R_k = \frac{R_{uni}}{1,1 + 1,25} \quad (6.14)$$



yoki tengligi ( $I_{k0} \geq I_{kt}$ ) shartiga amal qilinadi. Natijada kaskadning kirishiga sinusoidal kuchlanish berilganda chiqish zanjiridagi tok ham sinusoidal qoida bo'yicha o'zgaradi. A rejimda signalning chiziqli bo'lmagan buzilishlari eng kam bo'ladi. Ammo kuchaytirgich kaskadining mazkur rejimdagi foydali ish koeffitsiyenti 20-30% dan oshmaydi.

V rejimda ish nuqtasi shunday tanlanganki, bunda *osoyishtalik toki* nolga teng bo'ladi ( $I_{k0}=0$ ). Kirish zanjiriga signal berilganda chiqish zanjiridan signal o'zgarish davrining faqat yarmidagina tok o'tadi. Chiqish toki impulslar shaklida bo'lib ajratish burchagi  $\theta = \frac{\pi}{2}$  bo'ladi. V rejimda chiziqli bo'lmagan buzilishlar ko'p bo'ladi. Lekin bu rejimda kaskadning FIK 60-70% ni tashkil qiladi. Mazkur rejimda, asosan ikki taktli quvvatli kaskadlar ishlaydi.

AV rejimi A va V rejimlar oralig'idagi rejim bo'lib, chiqishda katta quvvat olish, shuningdek, chiziqli bo'lmagan buzilishlarni kamaytirish maqsadida qo'llaniladi.

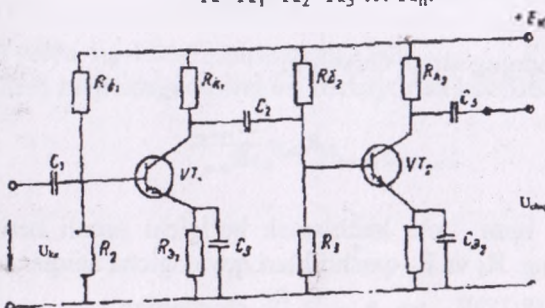
Kuchaytirgichlar  $U=10^{-7}$  V kuchlanish va  $I=10^{-14}$  A toklarni kamaytira oladi. Bunday signallarni kuchaytirib berish uchun bitta kaskad yetarli bo'lmagani uchun bir nechta kaskad ishlatiladi. Ular bir nechta dastlabki kuchaytirish kaskadi (kaskad kuchlanishni kuchaytirib beradi) va quvvatni kuchaytiruvchi chiqish kaskadlaridan iboratdir. Kaskadlar bir-biri bilan rezistor (rezistiv bog'lanish), transformator (transformatorli bog'lanish), sig'im va rezistor (rezistif-sig'im bog'lanish) va boshqa elementlari yordamida ulanishi mumkin.

Rezistiv sig'im bog'lanishli kaskadlarning ishlashi bilan tanishib chiqamiz. Bu kaskadlar keng tarqalgan bo'lib, mikrosxema shaklida ham ishlab chiqariladi (6.6 - rasm).

Kuchaytirgich ikkita umumiy emitterli (UE) kuchaytirish kaskadidan iborat. Bu kaskadlar S kondensator orqali o'zaro bog'langan. Mazkur kondensator tranzistor  $VT_1$  ning kollektor zanjiriga, tranzistor  $VT_2$  ning baza zanjiriga ulangan. U birinchi tranzistordan chiqayotgan signalning o'zgarish tashkil etuvchisini ikkinchi tranzistorga o'tkazmaydi. Tranzistorlarning ish nuqtalarini  $R_e$  va  $R_e$  qarshiliklar ta'minlab beradi. Ish nuqtalarining stabiligini rezistor va kondensatorlar ( $R_{E1}$ ,  $S_{E1}$  va  $R_{E2}$ ,  $S_{E2}$ ) ta'minlab beradi.

Bir nechta kaskadli kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti har bir kaskad kuchaytirish koeffitsiyentlarining ko'paytmasiga teng:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \dots K_n. \quad (6.12)$$



6.6 - rasm. Rezistiv sig'im bog'lanishli kaskadlarning tuzilishi.

Kerakli kuchaytirish koeffitsiyentiga ko'ra va har bir UE li kaskad kuchlanish bo'yicha 10-20 marta, quvvat bo'yicha esa 100-400 marta kuchaytirib berishini hisobga olib, kaskadlar soni aniqlangandan keyin har bir kaskad alohida hisoblanadi. Dastlabki kuchaytirish kaskadlari A rejimida ishlaydi. Kaskadni hisoblash quyidagi tartibda bajariladi. Manba kuchlanishi  $Y_{ek}$  va iste'molchining qarshiligiga qarab:

$$U_{max} \geq (1,1 + 1,3)E_k \quad I_{max} > 2I_{umax} = 2 \frac{U_{umax}}{R_k} \text{ ye}$$

bu yerda, k.e.j –kollektor-emmitter o'tishdagi kuchlanishning qiymatidir;  $I_{kj}$ -kollektor zanjiridagi tokning qiymati.

Yuqoridagi shartlarni qanoatlantiradigan tranzistor tanlanadi. Uning chiqish xarakteristikasida ish nuqtasi aniqlanadi. Shu dastlabki ish nuqtasini ta'minlab beruvchi baza toki  $I_{bo}$  o'tish xarakteristikasidan aniqlanadi va  $R_b$  qarshilikka bog'liq bo'ladi. Bu qarshilik quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$R_b = \frac{U_{in} - (I_{em} + I_{e})R_e}{I_{bo}} \quad (6.13)$$

$R_k$  va  $R_e$  qarshiliklarni aniqlash uchun chiqish xarakteristikalaridan  $R_{um} = R_k + R_e$  aniqlanadi.  $R_{um} = Y_{ek}/I_k$ ,  $R_e = (0,15 - 0,25)R_k$  deb hisoblab,

$$R_k = \frac{R_{um}}{1,1 + 1,25} \quad (6.14)$$

$$R_c = R_{um} - R_k \quad (6.15)$$

Kaskadning kirish qarshiligi

$$R_{\text{kir}} = \frac{2U_{\text{skizmax}}}{2I_{\text{skizmax}}} \quad (6.16)$$

Agar baza toki kuchlanish bo'lgichi orqali beriladigan bo'lsa, bo'lgichning  $R_1$  va  $R_2$  qarshiliklari quyidagicha aniqlanadi:

$$R_{12} \geq (8:12)R_{\text{kir}} \text{ va } R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \text{ shartlardan}$$

$$R_1 = \frac{E_k \cdot R_{12}}{I_{\text{skiz}} R_2}; \quad R_2 = \frac{R_1 \cdot R_{12}}{R_1 - R_{12}} \text{ larni aniqlaymiz.}$$

Ajratuvchi kondensatorning sig'imi quyidagicha aniqlanadi:

$$C = \frac{1}{2f_k R_{\text{um}} \sqrt{M_k^2 - 1}} \quad (6.17)$$

bu yerda,  $M_k$  - quyi chastotalardagi chastotali buzilishlar koeffitsiyenti;  $f_k$  - quyi chastotalar chegarasi;  $R_{\text{chik}} = R_k + R_1$ . Kondensatorning sig'imi quyidagicha aniqlanadi:

$$C_3 \geq \frac{10}{2\pi f_k R_3} \quad (6.18)$$

\* Kaskadning kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti:

$$K_u = \frac{U_{\text{chikmax}}}{U_{\text{skizmax}}} \quad (6.19)$$

Kuchlanishning kaskadi chiqish kaskadidir Kaskadning chiqishdagi signal transformator orqali kichik qarshilikka ega bo'lgan iste'molchiga uzatiladi. Kollektordagi kuchlanish o'z induksiya EYUK hisobiga  $Y_{ke}$  dan ikki marta katta bo'lishi mumkin. Shuning uchun

$$Y_{ke} \leq U_{ke} / 2 \quad (6.20)$$

qilib olinadi.

Kaskadning chiqishdagi quvvati:

$$R_{\text{chikmax}} = 0,5 U_{k \text{ max}} \cdot I_{k \text{ max}} \cdot \eta_{\text{tr}} \quad (6.21)$$

bu yerda,  $\eta_{\text{tr}}$ —transformatorning FIKi.

Kirish zanjiridagi quvvat va kuchaytirish koeffitsiyenti:

$$R_{\text{kir}} = 0,5 I_{\text{bmax}} U_{\text{bemax}}; \quad (6.22)$$

$$K_p = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{exp}}} \quad (6.23)$$

Transformator kaskad chiqish qarshiligining iste'molchining kirish qarshiligiga mos tushishini va quvvatning uzatilishi uchun eng yaxsh sharoit yaratilishini ta'minlaydi. Transformatorning transformatsiya koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$n = \sqrt{\frac{R_{\text{max}}}{R_{\text{e}}}} \quad (6.24)$$

Agar kuchaytirgich chiqishidagi quvvat 20Vt dan ortiq bo'lsa, ikki taktli simmetrik sxemalardan foydalaniladi. Bu sxemadagi ikki tranzistorning har biri V rejimda ishlaydi. Bunday sxemalarning FIKi 70-75% ga yetadi. Tinch holatda  $I_B=0$  va boshlang'ich holatda sxema iste'mol qiladigan quvvat

$$R_0 = 2E_{\text{ke}} I_{\text{bo}}. \quad (6.25)$$

Birinchi yarim davrda birinchi tranzistor, ikkinchi yarim davrda esa ikkinchi tranzistor ishlaydi. Bitta tranzistorning chiqishdagi quvvati:

$$P'_{\text{max}} = \frac{U_{\text{k max}} \cdot I_{\text{max}}}{2} = \frac{(I_{\text{max}} - I_{\text{bo}}) E_{\text{ke}}}{4} \quad (6.26)$$

Ikki taktli kaskadning chiqishdagi quvvat:

$$P_{\text{max}} = 2P'_{\text{max}} = \frac{E_{\text{ke}} (I_{\text{k max}} - I_{\text{bo}})}{2} \quad (6.27)$$

Ko'pincha, kuchaytirgichning barqaror ishlashini ta'minlash uchun teskari bog'lanishdan foydalaniladi. Chunki zanjirdagi signal ma'lum



qismining kirish zanjiriga uzatilishi *teskari bog'lanish* deb ataladi. Teskari bog'lanish manfiy va musbat bo'lishi mumkin. Musbat teskari bog'lanish generator kaskadlarida qo'llaniladi. Kuchaytirish kaskadlarida manfiy teskari bog'lanishdan foydalaniladi (musbat teskari bog'lanish kuchaytirgichlar uchun zararlidir). Teskari bog'lanish kuchlanishi chiqish kuchlanishining ma'lum qismini tashkil qiladi va teskari bog'lanish koeffitsiyenti ( $\beta$ ) bilan xarakteralanadi. Teskari bog'lanish kuchaytirgichlarda:

$$K = \frac{U_{\text{uzr}}}{U_{\text{mux}}} \quad (6.28)$$

$$U_{\text{sign}} = U_{\text{kir}} - U_{\text{fb}} = U_{\text{kir}} - \beta U_{\text{chik}} = U_{\text{kir}}(1 - \beta K). \quad (6.29)$$

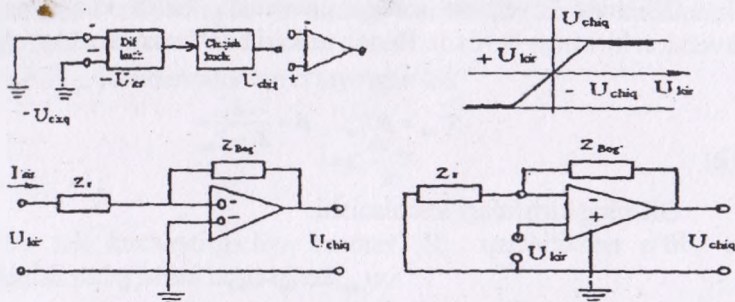
$$\text{Demak, } K_{\text{ud}} = \frac{KU_{\text{uzr}}}{U_{\text{mux}}} = \frac{KU_{\text{uzr}}}{U_{\text{uzr}}(1 - \beta K)} = \frac{K}{1 - K} \quad (6.30)$$

Teskari bog'lanish manfiy bo'lganda  $\beta < 0$  bo'ladi va  $K_{\text{ud}} = \frac{K}{1 + \beta K}$ , ya'ni kuchaytirish koeffitsiyenti kamayadi. Lekin kuchaytirgichning chastota va faza buzilishlari kamayadi.

$R_e$  qarshiligi teskari bog'lanish zanjiri bo'lib chiqish zanjiridagi kuchlanishni qisman kirish zanjiriga uzatadi. Shuning hisobiga boshlang'ich ish nuqtasining parametrlari stabillashadi. Yuqorida ko'rib chiqilgan kaskadlarning barchasi sinusoidal o'zgaruvchan kuchlanishni kuchaytirib beradi. Ayrim hollarda yo'nalish jihatdan o'zgarmay, faqat qiymati sekin o'zgaruvchi signallarni ham kuchaytirish talab qilinadi. Bunday hollarda galvanik bog'langan o'zgarmas tok kuchaytirgichlaridan foydalaniladi.

Kuchaytirgich uch kaskaddan iborat. Har bir kaskad UE sxema bo'yicha yig'ilgan. Ajratuvchi kondensatorlar bo'lmagani uchun har bir kaskadning o'zgarmas tashkil etuvchisi keyingi kaskadning bazasiga uzatiladi va shuning uchun mazkur tashkil etuvchi kompensatsiyalanishi kerak. Oldingi kaskadning o'zgarmas tashkil etuvchisini kompensatsiyalash uchun keyingi kaskadning  $R_E$  qarshiligidan olinuvchi o'zgarmas kuchlanishdan foydalaniladi. Tranzistorlar ( $VT_2$  va  $VT_3$ ) ning baza-emitter normal kuchlanishlarini  $R_{E2}$  va  $R_{E3}$  qarshiliklar ta'minlab beradi. Tranzistor  $VT_1$  ning osoyishtalik rejimini  $R_1$  va  $R_2$  kuchlanish bo'lgich va  $R_{E1}$  qarshiliklar ta'minlaydi.

Kuchaytirilganda bir xil tranzistorlarni topish juda qiyin. Shu sababdan mikrosxema asosida tuzilgan differensial kuchaytirgich kaskadlaridan foydalaniladi. K118UL1 shunday sxemalarning namunasi bo'la oladi. O'zgarmas tok kuchaytirgichlari asosida turli matematik operatsiyalarni bajaruvchi operatsion kuchaytirgichlar qurish mumkin. Operatsion kuchaytirgichlar (OK) yuqori kuchaytirish koeffitsiyenti, katta kirish va chiqish qarshiligi bilan xarakterlanadi.



6.7 - rasm. Operatsion kuchaytirgichlarning sxemasi.

Operatsion kuchaytirgichlar kirish differensial kuchaytirgichlaridan iboratdir (6.7-rasm). Kuchaytirgich inventarlovchi (-) va inversion (+) kirishga egadir. Sxemalarda OK uchburchak tarzidan ifodalanadi (6.7-rasm, a). Signal qaysi kirishga berilganiga qarab OK inventarlovchi yoki inversion usullarda ulanadi.

Inventarlovchi usulda kirish kuchlanishi OK ning inversion kirishiga beriladi, inversion kirish esa nol potentsialga egadir.

Kirish toki:

$$I_{\text{kir}} = \frac{U_{\text{kir}} - 0}{Z_1} \quad (6.31)$$

Chiqish kuchlanishi:

$$U_{\text{chiq}} = -I_{\text{kir}} Z_{\text{bog}} \quad (6.32)$$

Kuchlanish uzatish koeffitsiyenti:

$$K(p) = \frac{U_{\text{max}}}{U_{\text{vop}}} = \frac{-I_{\text{vop}} Z_{\text{faz}}}{I_{\text{vop}} Z_1} = -\frac{Z_{\text{faz}}}{Z_1} \quad (6.33)$$

Bunday uzatish koeffitsiyenti ideallashtirilgan OK ga xosdir.  $R_{\text{kir}} = \infty$ ,  $R_{\text{chik}} = 0$  va kuchlanishni kuchaytirish koeffitsiyenti  $K = \infty$  deb hisoblasak, OK ideallashtirilgan bo'ladi. Aslida, real OK larning uzatish koeffitsiyenti  $K(r)$  ideal OK ning  $K(r)$  idan taxminan 0,03% ga farq qiladi.

OK ning inversion usulda ulanganda kirish kuchlanishi uning inversion kirishiga beriladi. Bunda teskari bog'lanish kuchlanishi:

$$U_{\text{inf}} = \beta U_{\text{vop}}, \quad \beta = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_{\text{faz}}} \quad (6.34)$$

OK ning kirishdagi kuchlanishi:

$$U_{\text{vop}} = U_{\text{vop}} - U_{\text{inf}} \quad (6.35)$$

Chiqishdagi kuchlanishi:

$$U_{\text{max}} = K(U_{\text{vop}} - \beta U_{\text{max}}) \quad (4.43) \text{ yoki } U_{\text{max}} = \frac{KU_{\text{vop}}}{1 + \beta K} \quad (6.36)$$

Kuchaytirish koeffitsiyenti:

$$K = \frac{U_{\text{max}}}{U_{\text{vop}}} = \frac{KU_{\text{vop}}}{(1 + \beta K)U_{\text{vop}}} = \frac{K}{1 + \beta K} = \frac{1}{\frac{1}{K} + \beta} = \frac{1}{\beta} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{\beta K}} \quad (6.37)$$

$\beta K \gg 1$  bo'lganida  $K = \frac{1}{\beta}$

OK lar yordamida signallarni qo'shish, differensiallash, integrallash va ular ustida boshqa matematik operatsiyalar bajarish mumkin. Kirish signalini integrallovchi sxemani ko'rib chiqamiz. Kirish zanjiriga rezistorni, teskari bog'lanish zanjiriga esa kondensator ulaymiz. Rezistordan o'tayotgan tok:

$$i = \frac{U_{\text{vop}}}{R} \quad (6.38)$$

Bu tok kondensatordan o'tib, uni zaryadlaydi va  $u_c$  kuchlanishni hosil qiladi (ushbu kuchlanish chiqish kuchlanishidir):

$$u_c = -\frac{1}{RC} \int_0^t u_{\text{kir}} dt \quad (6.39)$$

Differensiallovchi kuchaytirgichda kirish zanjiriga kondensator S ni, bog'lanish zanjiriga rezistor R ni ulaymiz. Kirish kuchlanishi kondensatorni zaryadlaydi va undagi kuchlanish kirish kuchlanishiga teng bo'ladi:

$u_c = u_{\text{kir}}$ . Kondensatordan o'tayotgan tok

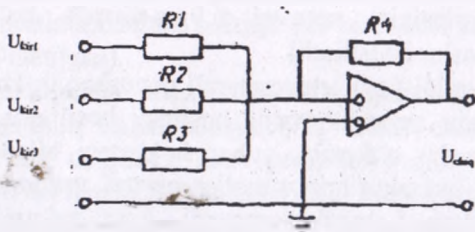
$$i = C \frac{du_c}{dt} \quad (6.40)$$

Bu tok kuchaytirgichga bormay, R qarshilikdan o'tib, unda kuchlanish pasayishini hosil qiladi:

$$u_{\text{max}} = -iR = -RC \frac{du_c}{dt} \quad (6.41)$$

OK summator sifatida ishlatilganda bir nechta kirish kuchlanishlarining yig'indisini aniqlash operatsiyasini bajaradi. Bunda OK ning inventarlovchi kirishiga qo'shiladigan signallar beriladi, chiqishdan esa ularning yig'indisi olinadi. 6.8-rasmda jamlovchi OK ning sxemasi ko'rsatilgan. Kirxgofning birinchi qonuniga binoan A tugundagi toklar yig'indisi 0 ga teng:

$$i_{\text{kir1}} + i_{\text{kir2}} + i_{\text{kir3}} - i_{\text{kir4}} = 0. \quad (6.42)$$



6.8 - rasm. Jamlovchi OK ning sxemasi.



Toklarni kuchlanishlar orqali ifodalasak,

$$\frac{U_{exp1}}{R_1} + \frac{U_{exp2}}{R_2} + \frac{U_{exp3}}{R_3} = \frac{U_{max}}{R_4} = 0 \quad (6.43)$$

Bundan,

$$U_{max} = \frac{U_{exp1}}{R_1} \cdot R_4 + \frac{U_{exp2}}{R_2} \cdot R_4 + \frac{U_{exp3}}{R_3} \cdot R_4 \quad (6.44)$$

Bundan tashqari, OK lar logarifmlash, potensirlash va boshqa operatsiyalarni ham bajara oladi. Ular radioelektronika sxemalarida ham keng qo'llaniladi. OK ning teskari bog'lanish zanjiriga ikkilangan T-simon RC-ko'priqli zanjir o'rnatilsa, sxema yuqori chastota ajratish xususiyatiga ega bo'ladi. Sozlash chastotasi deb ataluvchi  $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$  chastotada kuchlanishni uzatish koeffitsiyenti  $\beta = \frac{U_{max}}{U_{exp}}$  kamayib ketadi.

Bunda teskari bog'lanish ta'siri kamayib, kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti ( $K_{i\text{ tb}}$ ) shu kaskadning teskari bog'lanishda bo'imagandagi koeffitsiyenti ( $K_{i\text{ max}}$ ) ga tenglashadi.

## 6.2. Gidravlik kuchaytirgichlar

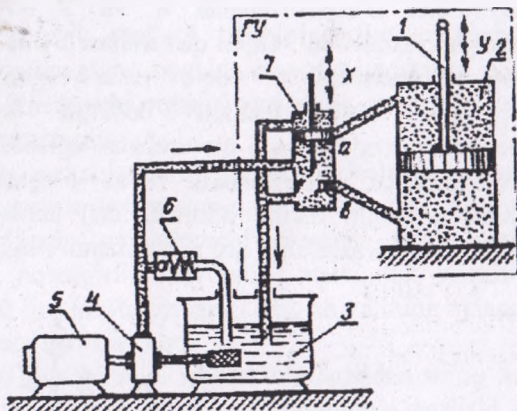
Gidravlik kuchaytirgichlar avtomatika tizimlarida keng ishlatilmoqda. Ayniqsa, zolotnik bilan boshqariladigan porshenli gidravlik kuchaytirgichlar eng ko'p tarqalgan. Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishidagi avtomatika tizimlarida gidravlik kuchaytirgichlar pnevmatik kuchaytirgichlarda nisbatan ko'proq ishlatiladi. Ular mobil mashinalarning avtomatika tizimlarida (o'rnatma agregatlarni boshqarish uchun) va traktorlar hamda kombaynlarni avtomatik haydash (boshqarib borish) tizimlarida ishlatilmoqda.

Zolotnik bilan boshqariladigan porshenli gidravlik kuchaytirgichning prinsipial sxemasi 6,9 a-rasmda ko'rsatilgan (odatda porshenli nasoslar ishlatiladi).

Ish suyuqligi yoki temperaturali qovushoqlik koeffitsiyenti kichik bo'lgan maxsus suyuqliklarning bosimini hosil qiladi va bu bosimni saqlaydi. Bosim o'tkazib yuborish klapani bilan rostlanadi. Kuch silindri 4 ga birlashtirilgan kanallar neytral vaziyatda to'liq yopilgan bo'ladi. Porshen 5 harakatlanmaydi. Agar zolotnik 3 ga yuqoriga yo'nalgan kirish ta'siri x berilsa, u holda zolotnik yuqoriga harakatlanib, teshiklarni ochadi, shunda kuch silindrining yuqori bo'shlig'iga bosim

ostidagi moy kiradi, pastki bo'shlik esa ayni vaqtda qaytarib to'kish trubasiga tutashadi. Nasos 1 ishlab, bak 6 dagi moyni kuch silindri ichiga haydagani uchun yuqori bo'shliqdagi bosim oshadi va porshen 5 pastga siljiydi. Porshenning harakati tezligi - silindrga kelayotgan va undan ketayotgan moy miqdoriga bog'liq, bu esa o'z navbatida teshiklarning ochilish qiymatiga bog'liq.

Gidravlik kuchaytirgichlarning statikaviy xarakteristikasi 6,9 b-rasmda ko'rsatilgan.



6.9 -rasm. Zolotnikli gidravlik kuchaytirgichning sxemasi va uning statik tavsifnomasi.

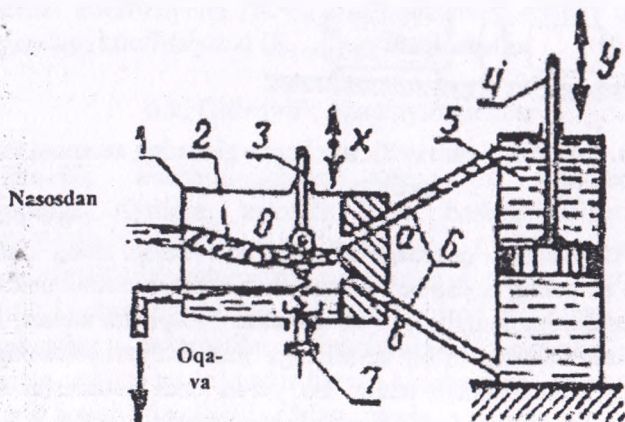
Xarakteristikada quyidagi zonalar bor: 2a ga teng nosezgirlar zonasi. Bu zonaning paydo bo'lishiga sabab shuki, zolotnik belbog'ining kengligi teshikning kengligidan bir oz katta - to'yinish zonasi. Bu zona zolotnik teshiklarning to'liq ochilishiga mos bo'ladi, shuning uchun porshenning harakatlanish tezligi bu yerda endi kattalasha olmaydi. Agar zolotnik siljiganda (6.9-rasm) topshiriqlar to'liq ochiladigan holatga ( $X_{max}$ ) yeta olmasa va nosezgirlik zonasi e'tiborga olinmasa, statik xarakteristikasini taxminan chiziqli deb hisoblash mumkin (rasmda punktir bilan ko'rsatilgan).

Gidrokuchaytirgichlar teskari aloqasiz va gidrosilindr porshenning vaziyati bo'yicha biki teskari aloqali qilib ishlab chiqariladi. Hidrokuchaytirgichlarning chiqishida katta quvvatlarni olish uchun kaskadli birlashtirish usuli qo'llaniladi, shunda birinchi kuchaytirgichning ijrochi organi navbatdasisining rostlovchi organiga ta'sir etadi.

Gidrokuchaytirgichlarning chiqish quvvati bir, o'n, yuz va bundan ortiq kilovattni tashkil etishi mumkin, kuchaytirish koeffitsiyenti juda katta (3.10. — 3.10. ) bo'lib, kuchaytirgichi juda tezkor.

### 6.3. Oqim quvurchali gidravlik kuchaytirgichlari

Ushbu turdagi kuchaytirgichning sxemasi 6.10-rasmda ko'rsatilgan. Mumdshtukdan 3 tezlik bilan oqib chiqarilgan suyuqlikning bosimi uning holati neytralidan o'zgartirilganda 4 va 5 quvurchalarda o'zgaruvchan bosimga aylantiriladi. Oqim quvurchasi 2 olib beruvchi 1 quvurga ulangan. Mumdshtukdan oqib chiqayotgan suyuqlik quvurchalarni birisiga o'tib tezlikni bosimga aylantiriladi. Mumdshtukni neytral holatida 4 va 5 quvurchalardagi bosim teng va porshen 7 harakatlanmaydi. Mumdshtukni holati o'zgarilishi bilan quvurchalarni bittasida bosim oshib, ikkinchisida kamayib ketadi. Buning natijasida porshen harakatlanib ijro mexanizmni ishga tushiradi.



6.10 - rasm. Oqim quvurchali gidravlik kuchaytirgichning sxemasi.

## 7-bob. AVTOMATIKANING IJRO MEXANIZMLARI

### 7.1. Ijro mexanizmlari haqida tushuncha va ularning turkumlanishi

Avtomatik rostlash tizimining ijro mexanizmi deb rostlovchi organi uzatilayotgan signalga muvofiq harakatga keltiruvchi moslamaga aytiladi. Rostlovchi organi vazifasini drossellar, to'sqichlar, klapanlar, shiberlar bajaradi.

Ijro mexanizmlarining asosiy ko'rsatkichlari: chiqish validagi aylanish momentining nominal qiymati yoki chiquvchi shtokdagi ta'sir etuvchi kuch; aylantiruvchi moment yoki kuchlarning maksimal qiymati; nosezgirlik maydoni; inersionlik vaqtini ko'rsatuvchi vaqt doimiysi; ijro mexanizmlarini chiqish valining aylanish vaqti yoki uning shtokining surilish vaqti.

Ijro mexanizmini ishdan to'xtagandan so'ng turg'unlashgan rejim vaqtida ishlab turganda chiqish organining surilishi yugurish holati deb ataladi. Bu holat rostlash sifatiga ta'sir ko'rsatadi.

Ijro mexanizmlarining asosiy ko'rsatkichlari – ularning statik va dinamik tavsifnomalari hisoblanadi. Dinamik xususiyatlariga ko'ra ijro mexanizmlari integrallovchi zvenolar guruhiga kiradi:  $W(p) = 1 / T_{im} \cdot r$  bu yerda,  $T_{im}$  – maksimal chiqish signali vaqtida IM chiqish organining to'liq surilish vaqti.

Ijro mexanizmlarini quyidagi asosiy belgilariga ko'ra sinflarga ajratish mumkin: foydalanilgan energiya turiga ko'ra, chiquvchi organing harakat xarakteriga ko'ra; foydalanilgan yuritma turiga ko'ra hamda chiquvchi organing harakatlanish tezligiga ko'ra.

Foydalanilgan energiya turiga ko'ra IM lar elektrik, pnevmatik, gidravlik turlariga ajratiladi (7.1-rasm). Chiquvchi organ harakat xarakteriga qarab IM lar aylanuvchan va to'g'ri harakatlanuvchan guruhlarga ajratiladi. Aylanuvchan IM lar bir marta aylanuvchan va ko'p marta aylanuvchan bo'lishi mumkin.

Foydalanilgan elektr yuritma ko'rinishiga qarab IM lar elektr yuritma, elektromagnitli, porshenli va membranali bo'lishi mumkin.



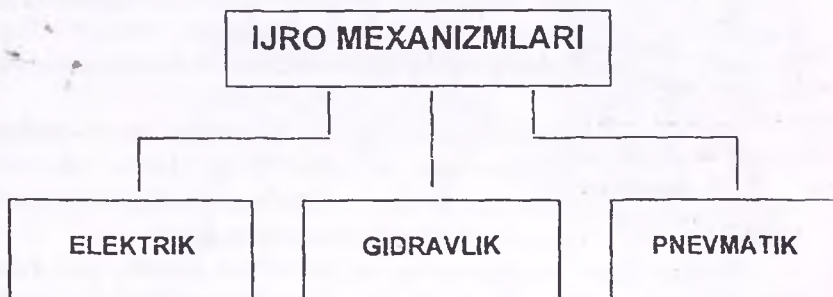
Chiquvchi organning harakatlanish tezligiga ko'ra IM lar doimiy tezlikka ega bo'lgan hamda chiquvchi organning surilish tezligi chiquvchi signalga proporsional bo'lgan IM larga ajratiladi.

Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishida elektrik IM lar keng tarqalgan. Ularni 2 ta asosiy guruhga ajratish mumkin: elektr dvigatelli va elektromagnitli (7.2-rasm).

Birinchi guruhga elektr yuritmalı IM lar kiradi. Elektr yuritmalı IM lar odatda elektr yuritma, reduktor va tormozdan tashkil topadi (oxirgisi bo'lmasligi ham mumkin). Boshqaruv signali bir vaqtning o'zida yuritma va tormozga beriladi, mexanizm to'xtay boshlaydi va yuritma chiquvchi organni harakatga keltiradi. Signal yo'qolganda yuritma ishdan to'xtaydi, tormoz mexanizmini to'xtatadi.

Ikkinchi guruhga solenoidli IM larni kiritish mumkin. Ular turli xil rostlovchi klapanlar, vintellar, zolotniklar va boshqa elementlarni boshqarish uchun qo'llanilishi mumkin. Bu guruhga elektromagnitli muftalarni kiritish mumkin. Solenoidli mexanizmlar odatda faqat ikki pozitsiyali rostlash tizimlarida qo'llaniladi.

Elektr yuritmalı IM lar odatda elektr yuritma, reduktor va tormozdan tashkil topadi (oxirgisi bo'lmasligi ham mumkin). Boshqaruv signali bir vaqtning o'zida yuritma va tormozga beriladi, mexanizm to'xtay boshlaydi va yuritma chiquvchi organni harakatga keltiradi. Signal yo'qolganda yuritma ishdan to'xtaydi, tormoz mexanizmini to'xtatadi.



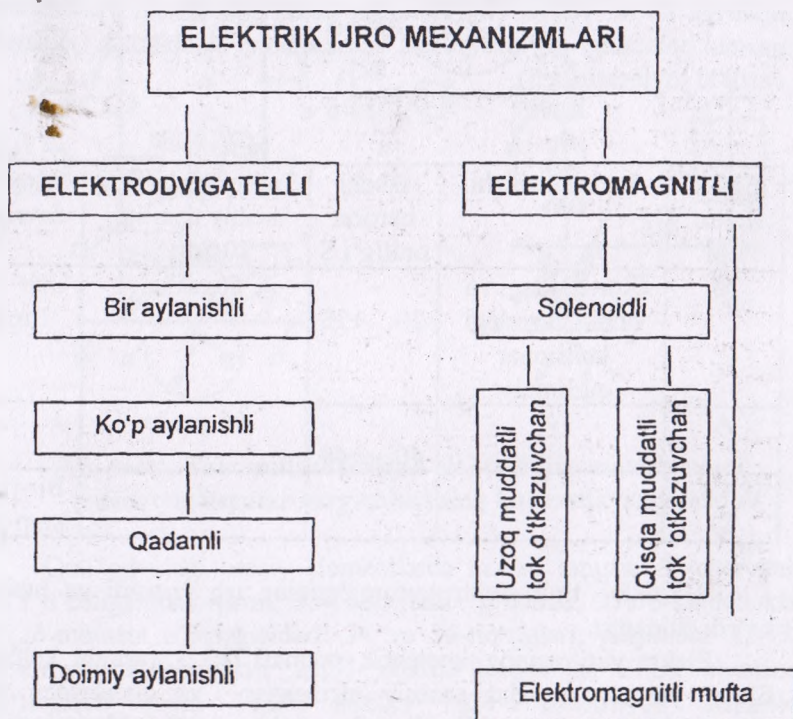
7.1-rasm. Ijro mexanizmlarining energiya turiga qarab turlanishi.

## 7.2. Elektrik ijro mexanizmlari

Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarishida statsionar qurilmalar va jarayonlarni avtomatlashtirishda asosan elektrik ijro mexanizmlari,

harakatlanuvchi mashinalarda esa gidravlik va pnevmatik ijro mexanizmlari qo'llaniladi.

Chiquvchi organning xarakteriga qarab elektrik ijro mexanizmlarining turkumlanish sxemasi 7.2-rasmda ko'rsatilgan.



7.2-rasm. Chiquvchi organning xarakteriga qarab elektrik ijro mexanizmlarining turkumlanishi.

### 7.3. Takomillashtirilgan elektrik ijro mexnizmlari

Takomillashtirilgan elektrik ijro mexnizmlari ko'p aylanishli quvurli atnaturani distansion boshqaruvi uchun qo'llanadi. Bu ijro mexanizmlari M, A, B, V, G, D rusumli elektr yuritmalari nomini olgan bo'lib, ular gidromelirrativ tizimlarining avtomatlashtirilgan nasos stansiyalarida qo'llaniladi. Ular bir-biridan maksimal aylanish momenti, reduktorining tuzilishi, gabarit ulanish o'lchamlari va ba'zi

konstruktiv elementlari bilan farqlanadi. Elektr yuritmalarining barcha konstruktiv elementlari maksimal darajada unifiksiyalangan, yuritma validagi ruxsat etilgan momentni chegaralovchi maxsus qurilmalari va boshqaruv sxemalariga ega elektr yuritmalarini ekspluatatsiya sharoitlariga ko'ra normal holatda ishlashi uchun 71-jadvalda ularni tiplariga ko'ra texnik ma'lumotlar keltirilgan. Elektr yuritmalarining normal holatidagi joylashtirilishi vertikal holat hisoblanadi (yuritma vali vertikal joylashtiriladi).

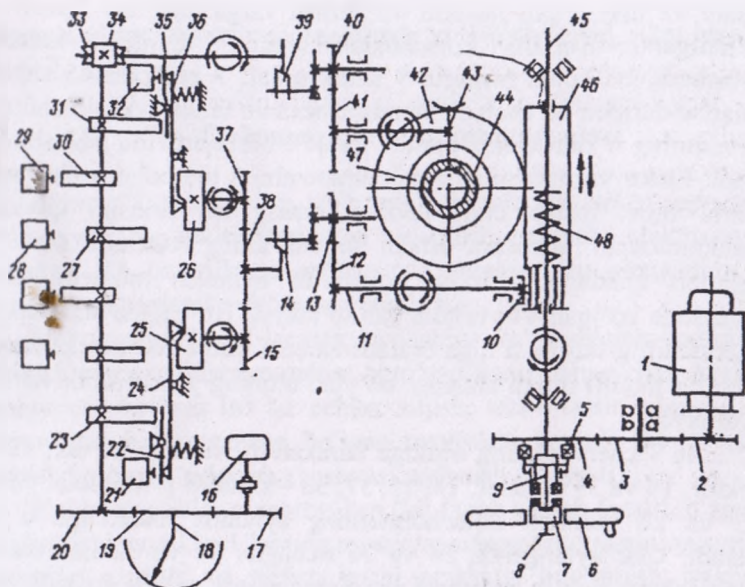
71-jadval

Elektr motor tipi	Joylashtirilishi	Ishchi harorat oralig'i S	Tashqi muhitning nisbiy namligi 20 Sda %	Moylash davriyligi
M	Xonalardagi va ochiq havodagi statsionar qurilmalar	- 20...+35	80gacha	Uch oyda 1 marta
A	-	- 40...+40	95 gacha	
B,V,G, D				Bir yildan kam emas

B,V,G,D tipli elektr yuritmalarining ish prinsipi va tuzilishini ko'rib chiqamiz.

Elektr yuritmaning knematik sxemasi 7.3 - rasmda keltirilgan. Elektr yuritma quyidagi asosiy elementlar va qismlardan tashkil topgan: korpus chervyakli silindrik reduktor, qo'l dubleri qismi elektr motori yo'l va moment o'chirgichlari qutilari.

Yo'l va moment o'chirgichlari qutilari korpusga mahkamlanadi. Korpusga podshipnikiardagi 46-chervyakli 45 shlikli val montaj qilingan. Shirikli valda aylantiruvchi momentni chegaralovchi musta joylashgan. 6-maxovikli qo'l dublerlari sharikli valni oxiriga ulangan. Shu yerda bo'sh qilib kulachokli 4-silindirik g'ildirak joylashtirilgan. Korpusga xuddi shunday ravishda yo'l va moment o'tkazgichlari qutisiga aylanishni uzatuvchi 43-chervyakli g'ildirakka ega bo'lgan va 40, 41-silindrik shestrnyalari bilan piita ulangan.



**7.3- rasm. Takomillashtirilgan elektrik ijro mexnizmlari (elektr yuritmalar surgichlar)ning knematik sxemasi.**

Quti quyidagi asosiy elementlarda tashkil topgan. 34-chervyakli yo'l o'chirgichlari qismi, 33-chervyakli g'ildirak, 27,30-kulochoklar, 25,26-moment o'tkazgichlari: 24 va 36-richaglari, purjinalar 22, 35-blokirovka kulochoklari 23,31- mikro'otkazgichlar 21,32 shestmalik ko'rsatkich qismi 19,20: strelka 18, 17-shestnyali distansion ko'rsatkichlar qismi, 16-potensioner.

Elektr motori ishga tushirilganda elektr yuritma quyidagicha ishlaydi. Aylanma harakat elektr motoridan 2,3,4-silindirik g'ildirak va 5-kulachokli mufta orqali 45 sharikli valga uzatiladi. 46 chervyak g'ildirak orqali aylantiruvchi moment ishchi organning (surg'ich) yuritma valiga uzatiladi. Bundan tashqari, 47 chervyak 43 chervyakli g'ildirak, 41 va 40- silindirik shestmalar orqali harakat 39-vilka, 33 va 34 chevyak jufti 0,19 shestnya 18 ko'rsatkich strelkasi va 17 shesterna orqali 16-potensiometr valikiga uzatiladi. Elektr motorini ishida aylanish momentini maxovikka uzatish mumkin emas, chunki maxovikni 7- kulochokli vtulkasi ajratilgan holatda bo'ladi. Bu vaqtda 5 muftoning kulochalari 5-silindirik g'ildirak kulochlari bilan bog'lanib



qoladi va ular orqali harakat 45 shlitli valga uzatiladi. Elektr motori qo'shilganda 6-mufta kulachoklari bilan 4 g'ildirak kulachoklari birlashadi, bu holda 5-mufta 9 shtok orqali 7 vtulkani 45 shpitli val kulachoklaridan bo'shatadi. Bunday mexanik blokirovka 45 shlitli valni birvaqtning o'zida elektr motori va qo'l boshqaruvida ishlashini oldini oladi. Elektr yuritmalar aylanish momentini 3 tomonlama chegaralovchi mufta bilan ishlab chiqariladi. Ularning ish prinsipi quyidagicha: mahkamlovchi armatura ishchi organi uning «Ochiq» va «Yopiq» holatlari qandaydir. Oraliq holatlarida aylanish momenti maksimal qiymatida bo'lgan 44 yuritma vali to'xtaydi. Bu vaqtda 46 chervyak, 42 chervyakli g'ildirak o'qiga uraladi va buni natijasida harakatlanayotgan 1 elektr motori orqali shtitslar bo'ylab o'qning yo'nalishida harakatlana boshlaydi.

46 - chervyakning oldinga harakati 10 richag, 11, uk, 12 - tishli sektor, 14 va 39 vilkalar, 13, 15, 37, 38 – silindri g'ildiraklar yordamida 25 va 26 moment kulachoklarining aylanma harakatiga o'zgartirib beradi. Ular aylanganda 24 va 36 richaglar 21 va 32 mikroalmashlab ulagichlarni qo'yib yuboradi va elektr motor zanjiri uziladi. M va A tiplaridagi elektr motorlari tuzilishi jihatidan B,V,G va D tipidagi elektr motorlaridan farq qiladi. Ularda chervyakli reduktor o'rniga silindri reduktor qo'llaniladi. Yana bir qancha kinematik bo'g'inlarda ma'lumot o'zgarishlar bor, lekin motorlarining barcha turlarining ish prinsipi bir xil.

Maksimal tok relesiga ega bo'lgan elektr yuritmalar. Elektr motorlarni yuklamalardan himoyalash va mahkamlovchi armaturani mahkamlab yopish maqsadida ish tipdagi elektr yuritmalar statorining fazalaridan biriga tok relesi bilan ta'minlanadi.

Elektr motori validagi qarshilik momenti ortishi bilan ishchi tok taxminan aylanish momenti kvadratiga proporsional ravishda ortadi. Shuni hisobga olib, aylanish momentini chegaralovchi mufta o'rniga tok relesini qo'llash mumkin. Shu maqsadda elektr motorini ta'minlovchi kuch tarmog'ining fazalaridan biriga oniy harakatli maksimal tok relesi ulanadi. Uning ajratuvchi kontakti esa reversiv magnit ishga tushirgich g'altagi zanjiriga ulanadi.

Maksimal tok relesini qo'llash elektr yuritma konstruksiyasini soddalashtirish, uning massasi va gabarit o'lchamlarini kamaytirish imkoniyatini beradi, lekin bu holda boshqaruv sxemasi birmuncha murakkablashadi. Maksimal tok relesi bo'lgan elektr motorlari faqat so'rg'ichlarda o'rnatiladi. Shpindel armaturasidagi aylanish momenti

siljiganda elektr motori rele yordamida yo'l o'chirgichi bilan harakatga keladi.

#### 7.4. Elektromagnitli ijro mexanizmlari

Avtomatik rostlash va boshqarish tizimlarida elektr energiyasini ishchi organing tekis harakatiga aylantirib beruvchi elektromagnitli uzatmalar IM lar sifatida qo'llanishi mumkin. Bu elementlar yana solenoidli mexanizmlar deb ham yuritiladi.

Elektromagnitli IM lar tipi, tuzilishiga ko'ra chiqish koordinatasi ko'rinishlarga ajratilishi mumkin: noto'g'ri harakatlanuvchan rostlovchi organga ega bo'lgan IM lar uchun: siljish, tezlik ta'sir qiluvchi kuch; aylanuvchan harakatga ega bo'lgan rostlovchi organli IM lar uchun: aylanish burchagi, aylanish chastotasi, aylanish momenti.

Elektromagnitlar o'zgaruvchan (bir fazali va uch fazali), o'zgarmas tokli bo'lishi mumkin. Ularning asosiy tavsifnomasi: yakorning surilishi; yakorning surilishi va tortish kuchi orasidagi bog'lanish; yakorning surilishi va elektroenergiya sarfi, ishga tushish vaqti orasidagi bog'lanish.

Yakorning maksimal surilishiga qarab qisqa yurishli va uzun yurishli elektromagnitlar ajratiladi.

Elektromagnitlar qo'yidagi talablarga javob berishi kerak:

1. Tanlanayotgan konstruksiya siljish uzunligi, tortish kuchi va berilgan tortish tavsifnomasiga mos kelishi kerak;

2. Tez harakatlanuvchan tizimlar uchun shixtalangan magnitli o'tkazgichga ega bo'lgan elektromagnitlar, sekin harakatlanuvchan tizimlar uchun shixtalanmagan magnit o'tkazgichga ega bo'lgan hamda massivli mis gilzali elektromagnitlar qo'llanilishi mumkin.

3. Ishga tushish sikllari soni yo'l qo'yilgandan kam bo'lishi kerak.

4. Bir xil mexanik ishlar uchun o'zgaruvchan tok elektromagnitlari o'zgarmas tokda ishlovchi elektromagnitlarga nisbatan ko'proq elektroenergiya talab qiladi.

5. Elektromagnitlar ishlatish uchun qulay va oddiy bo'lishi kerak.

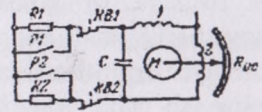
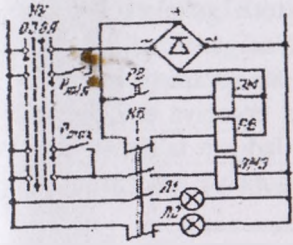
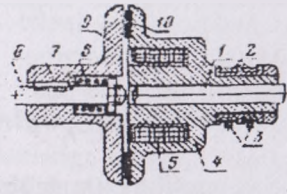
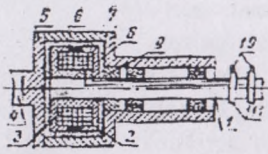
Elektromagnitlarni kuchlanish, tok va quvvat kattaliklari orqali tanlash mumkin. Elektromagnit tanlangandan so'ng uning cho'lg'amlari qizishga nisbatan hisoblanadi. Bu holda ruxsat etilgan qizish harorati  $85...90^{\circ}\text{C}$  hisobida olinadi.

## 7.5. Elektromagnitli muftalar

Muftalar — uzatma va ishchi mexanizmlar orasidagi bog'lovchi zveno hisoblanadi. Ularning ishi prinsipi bog'lovchi elementlarning elektromagnit xususiyatlariga asoslangan.

Elementlarning bog'lanishi ko'rinishiga qarab muftalar funksiyali quruq ishqalanuvchan, qovushoq ishqalanuvchan va siljish muftalarga ajratiladi. Quruq ishqalanish muftasi (7.4, a-rasm) 3 va 9 vallarga bog'langan 5, 6 - ikkita yarim mufta holda 2 halqa va 4 shetkalardan kuchlanish qabul qiluvchi 1 cho'lg'amdan tashkil topgan. 6- yarim muftaning boshqariluvchi qismi 8- shponkaning o'qi bo'yicha harakatlanadi, u ishchi mexanizmning 9-vali bilan bog'langan. Boshqariluvchi 6 mufta 7 prujina yordamida 5 boshqaruvchi muftaga nisbatan siqiladi. Cho'lg'amlarga elektr toki berilishi bilan hosil bo'lgan elektromagnit maydon 7 prujina kuchini yengib, boshqariluvchi 6 muftani tortadi. Ishqalanish kuchlari hisobiga 5 va 6 yarim muftalarda hosil bo'ladigan aylantiruvchi moment boshqaruvchi valdagi boshqariluvchi valiga o'tkaziladi. Uzatilayotgan aylantiruvchi momentni kattalashtirish uchun muftalarni ko'p diskli ko'rinishda tayyorlanadi.

Qovushoq ishqalanuvchi muftalar (7.4 b-rasm) ferroparo-shakli yoki magnitli emulsiyali tarkibiga ega bo'lib, boshqariluvchi va boshqaruvchi elementlarda bog'lovchi qatlam hosil bo'ladi. Bunday muftalarning xarakterli tomoni shundaki, magnit oqimi ortib borishi bilan uzatiluvchi aylantiriluvchi moment ortib boradi. Bunday muftalar yuklamalarga nisbatan chidamli bo'lib, tez harakatlanuvchan IM lardan hisoblanadi (vaqt doimiysi  $T=0,005... 0,008$  s), ularning uzatish koeffitsiyenti  $K=3500$ . Bu muftalar konstruktiv tuzilmasiga ko'ra g'altaklarning joylashishi, soni, ishchi yuzasining shakliga, tok o'tkazgichlarining ko'rinishi va boshqa belgilariga ko'ra farqlanadi.



7.4-rasm. Quruq ishqalanish va qovushoq ishqalanish muftasining konstruktiv va elektr sxemalari.



## 8-bob. AVTOMATIKA ROSTLAGICHLARI

### 8.1. Avtomatik rostlagichlar haqida tushuncha va ularning turlari

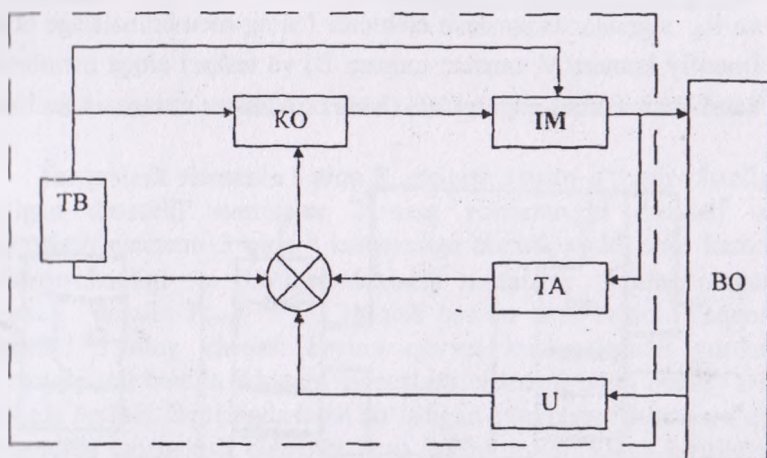
Avtomatik rostlagichlar sanoatning turli sohalarida texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishda keng ishlatiladigan texnikaviy vositalar hisoblanadi. Rostlagichlarni klassifikatsiyalash rostlanuvchi miqdorning turi, rostlagichning ish usuli, ishlatiladigan energiya turi, ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organiga ko'rsatiladigan ta'sirning xarakteri, rostlagich ishining tavsifnomasi (rostlash qonuni) kabi xususiyatlarga asoslanadi.

Rostlanuvchi miqdorning turiga ko'ra rostlagichlar quyidagilarga bo'linadi: bosim, sarf, sath, namlik va kabi rostlagichlar. Ishlash usuliga ko'ra bevosita va bilvosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar mavjud. Ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organini ishga tushirish uchun rostlanuvchi obyektдан olingan energiyaning o'zi bilan ishlovchi rostlagichlar **bevosita ta'sir qiluvchi rostlagich** deb ataladi. Agar ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organini ishga tushirish uchun qo'shimcha energiya kerak bo'lsa, **bilvosita ta'sir qiluvchi rostlagichlar** ishlatiladi. Foydalaniladigan energiya turiga ko'ra rostlagichlar elektr, pnevmatik, gidravlik va aralash (elektr-pnevmatik, pnevmo-gidravlik va hokazo) rostlagichlarga bo'linadi.

Ijro etuvchi mexanizmning rostlovchi organiga ko'rsatiladigan ta'sirning xarakteri jihatidan rostlagichlar uzlukli va uzluksiz ishlovchi bo'ladi. **Uzlukli ishlovchi** rostlagichlarda ijro etuvchi mexanizmning faqat rostlovchi organi rostlanuvchi miqdorning uzluksiz muayyan qiymatida harakat qiladi. Rostlanuvchi miqdorning o'zgarishi va rostlovchi ta'sir o'rtasidagi bog'lanish (yoki ijro etuvchi mexanizm rostlovchi organining harakati), ya'ni rostlash qonuni nazarda tutilgan ish tavsifnomasiga ko'ra rostlagichlar pozitsion, integral (astatik), proporsional (statik), izodrom (proporsional-integral), proporsional-differinsial (oldindan ta'sir etuvchi statik), proporsional-integral-differinsial (oldindan ta'sir etuvchi izodrom) bo'ladi. Rostlanuvchi miqdorni vaqt davomida talab qilingan chegarada saqlab turish jihatidan rostlagichlar stabillovchi, programmali va kuzatuvchi rostlagichlarga bo'linadi. Stabillovchi rostlagichlar rostlanuvchi miqdorning berilgan

qilymatga (ma'lum darajadagi xato bilan) tenglashishini ta'minlaydi. Programmali rostlagichlar maxsus programmali topshiriq bergich yordamida rostlanuvchi miqdorning vaqt bo'yicha avvaldan ma'lum bo'lgan programma (qonun) bo'yicha o'zgarishini ta'minlaydi. Bu programma texnologik reglament talablariga muvofiq tuzilgan bo'ladi. Kuzatuvchi rostlagichlarda rostlanuvchi miqdorning vaqt bo'yicha o'zgarishi rostlagich topshiriq bergichga bilvosita ta'sir qiluvchi boshqa kattalikning o'zgarishiga mos bo'ladi.

Avtomatik rostlagichlarning harorat misolidagi funksional-strukturaviy sxemasi 8.1-rasmda keltirilgan.



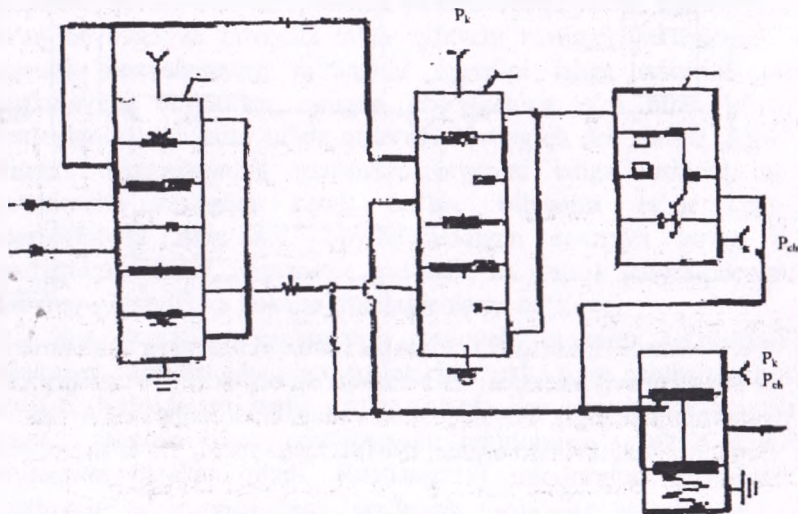
8.1-rasmd. Haroratni avtomatik rostlagichlarning funksional-strukturaviy sxemasi: BO-boshqarish obyekti, U-o'zgartirgich (harorat datchigi), TO-taqqoslash va topshirish organi, TA-teskari aloqa, KO-kuchaytirish organi, IM-Ijro mexanizmi, TB-ta'minot bloki.

## 8.2. Proporsional rostlagichlar

Proporsional rostlagichlar deganda rostlovchi organning rostlanuvchi parametri va topshirilgan miqdor orasidagi farqqa nisbatan proporsional siljishi tushuniladi. Rostlanuvchi parametning vaqt bo'yicha o'zgarishi ya rostlovchi organning siljishi bir qonun bo'yicha amalga oshadi. Rostlanuvchi parametning har bir miqdoriga rostlovchi organning ma'lum bir holatiga mos keladi.

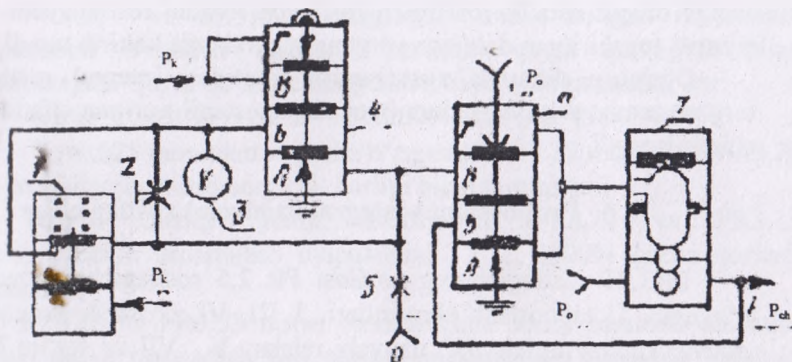
**PR 2.5 proporsional rostlagich.** PR 2.5 rostlagich rostlanuvchi parametрни berilgan kattalikda ushlab turish maqsadida ijro etuvchi mexanizmga ta'sir etuvchi uzluksiz signal olish uchun mo'ljallangan. Asbob ikkilamchi asbobning qo'l bilan topshiriq bergichi yoki standart pnevmatik signalli boshqa qurilmadan masofadan turib topshiriq oluvchi rostlagichdan iborat (8.1-rasm).

Rostlagich ikkita taqqoslash elementlari 1 va 3, drosselli summator 2, quvvat kuchaytirgichi 4, uchiruvchi rele 5, qo'l bilan topshiriq bergich 6 lardan iborat. Topshiriq bergich va o'lchov asboblaridan kelgan  $R_1$  va  $R_3$  signallar taqqoslash elementi 1 ning membranalariga ta'sir etadi (manfiy kamera V, musbat kamera B) va teskari aloqa membranalarida havo bosimi hosil qilgan kuch (kamera A) bilan muvozanatlashadi.



8.1-rasm. PR 2.5 proporsional rostlagichning prinsipial sxemasi.





8.2 -rasm. Avvaldan ta'sir rostlagichi sxemasi – PF-2.1

Taqqoslash elementi 1 ning  $R^1$  chiqish bosim o'tkazuvchanligi  $\beta$  bo'lgan drosselli summator 2 ning rostlanuvchi drosseli orqali taqqoslash elementi 3 ning a kamerasiga boradi, xuddi shu kamera o'tkazuvchanligi  $\alpha$  bo'lgan drosselli summator 2 ning o'zgaras drosseli orqali  $R_{chiq}=R^{IV}$  chiqish bosimi ham keladi. Taqqoslash elementi 3 ning chiqish bosimi quvvat kuchaytirgichi yordamida kuchaytiriladi hamda ikkinchi taqqoslash elementi bilan manfiy teskari aloqada bo'ladi. Sistemada hosil bo'ladigan avtotebranishlarni yo'qotish maqsadida taqqoslash elementi 3 ga ikkita teskari aloqa kiritilgan: V kamera manfiy va B kamera musbat. Sistema muvozanati buzilgan hollarda ro'y beradigan avtotebranishlar musbat teskari aloqa yo'liga o'rnatilgan o'zgaras drossel bilan to'xtatiladi. Qo'l bilan boshqarishga o'tish maqsadida rostlagichni uzish uchun o'chiruvchi rele 5 dan foydalaniladi. PR2.5 rostlagich PV10.1E, PV10.1P, PV10.2E, PV.2P, PV3.2 tipidagi ikkilamchi asboblardan birgalikda ishlaydi.

### 8.3. Integral rostlagichlar

Integral (astatik) rostlagichlar deb rostlanayotgan parametr topshirilgan qiymatdan chetga chiqarish rostlovchi organing rostlanuvchi parametr chetga chiqishiga proporsional tezlikda harakat qilishiga aytiladi. Astatik rostlagichlar ishlatilganda rostlanuvchi parametarning muvozanat qiymati nagruzkaga bog'liq emas va statik xato nolga teng bo'ladi. Agar rostlanayotgan kattalik berilgan qiymatidan



chetga chiqsa astatik rostlagich rostlovchi organi rostlanuvchi kattalik qiymati topshirilgan darajaga yetguncha harakatga keltirib turadi.

O'zining dinamik xususiyatlari jihatidan integral rostlagichlar turg'un emas, shuning uchun ham ular mustaqil qurilma sifatida ishlab chiqarilmaydi.

#### 8.4. Proporsional-integral (izodrom) rostlagichlar

PR3.21 rostlagichning vazifasi PR 2.5 rostlagichning vazifasiga o'xshash. U taqqoslash elementlari I, III, VI, drosselli summator II, quvvat kuchaytirgich IV, uzuvchi relelar V, VII va sig'im VIII dan iborat (8.2- rasm). Bu rostlash bloki ikkita: proporsional va integral qismlardan tuzilgan. Ularning kirishiga datchikdan rostlanayotgan kattalikning pnevmatik signali  $R_n$  va ikkilamchi asbobga o'rnatilgan topshiriq bergichdan rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymati kelib,  $0,2 \dots 1 \text{ kg/sm}^2$  oraliqda bo'ladi. Blokning proporsional qismi g'alayonlanishdan so'ng harakatga kelib, uning o'zi esa summator I, III va drosselli summator II dan tuzilgan. PR3.21 rostlovchi blokining integral qismi summator VI va kuchaytirish koeffitsiyenti  $K=1$  bo'lgan birinchi darajali aperoidik zvenodan tuzilgan bo'lib, pnevmatik integrallovchi zvenodan iborat. Proporsional va integral qismlarning chiqish signallari yacheyka II da qo'shiladi. Buning uchun integrallovchi zvenoning chiqishi yacheyka II ning I va III summatorlari kirishiga berilishi lozim.

Sozlash parametrlarining (kuchaytirish koeffitsiyenti -  $K_r$ , izodrom vaqti -  $T_i$ ) o'zaro bog'liq emasligi blokning muhim afzalligidir. Kuchaytirish koeffitsiyenti ( $K_r$ ) drosselli summatoridagi o'zgaruvchi drosselning o'tkazuvchanligini o'zgartirib o'atiladi, drossellash diapozoni  $DD=3000 \dots 5$  chegarada o'zgaradi, bu esa kuchaytirish koeffitsiyentining qiymati  $0,03 \dots 20$  bo'lishiga mos keladi. Izodrom vaqti  $T_i$  aperiodik zveno tarkibiga kirgan o'zgaruvchi drosselning o'tkazuvchanligini o'zgartirib o'atiladi va u 3 sekunddan 100 minutgacha bo'lishi mumkin. PR3.21 rostlagich ham PR2.5 rostlagichi ishlaydigan ikkilamchi asboblardan birgalikda ishlaydi.

Mahalliy topshiriq bergich PR3.22 rostlagichi PR3.21 dan asbob kirishining topshiriq liniyasida qo'l bilan topshiriq bergich borligi bilan farqlanadi.

PR3.26 va PR3.29 rostlagichlari kerak bo'lgan drossellash diapozonini o'rnatish imkonini beruvchi qayta qo'shgich bilan ta'minlangan. Qayta qo'shgichning uchta qayd qilingan holati bor:

I. DD=2 ... 50% . II. DD=50 ...200% . III. DD=200 ... 800% .

$T_{\text{q}}=0,025$  minutdan  $\infty$  gacha o'zgaradi. PR3.29 rostlagichi PR3.26 dan mahalliy topshiriq bergichi borligi bilan farq qiladi.

To'g'ri chiziqli statik tavsifnomali PR3.21 va PR3.32 rostlagichlarida drossellash diapozonini 2 ... 3000% gacha sozlash mumkin.

PR3.23 va PR3.33 nisbat rostlagichlari ikkita parametr nisbatini ushlab turish maqsadida ijro etuvchi mexanizmga boruvchi uzluksiz rostlash ta'sirini olish uchun xizmat qiladi. Rostlagichlarda nisbat zvenosi bo'lib, unga doimiy drossel, rostlovchi drossel va topshiriq bergichlar kiradi. Nisbatni sozlash chegarasi 1:1 dan 5:1 gacha yoki 1:1 dan 10:1 gacha. PR3.24 va PR3.34 nisbat rostlagichlari ikkita parametr nisbatini uchinchi parametr bo'yicha to'g'rilash bilan ushlab turish maqsadida ijro etuvchi mexanizmga boruvchi uzluksiz rostlash ta'sirini olish uchun xizmat qiladi.

### 8.5. Proporsional-differensial rostlagichlar

Agar rostlash obyektida yuklanishning o'zgarishi tez va keskin shuningdek, kechikish katta bo'lsa izodrom rostlagichlar talab etilgan rostlash sifatini ta'minlay olmaydi, ya'ni bu holda ularda katta dinamik havo hosil bo'ladi. Rostlash jarayonini parametrning o'zgarish tezligiga bog'liq bo'lgan qo'shimcha kirish signali vositasida yaxshilash mumkin. Kechikishi sezilarli bo'lgan obyektlarda texnologik jarayonlarni rostlash uchun PD- rostlagichlarni ishlatish maqsadga muvofiqdir.

Agar differensial qism rostlovchi ta'sirning boshqa qismlariga qo'shilsa to'g'ri (avvaldan ta'sir), ayirilgan holda esa teskari avvaldan ta'sir bo'ladi. To'g'ri avvaldan ta'sir rostlagichi PF2.1 rostlash zanjiriga berilgan kattalikdan parametrning chetga chiqish tezligiga mos ta'sir kiritish uchun mo'ljallangan (8.3-rasm).

Siqilgan hajmdagi havoning kirish signali (rostlagich yoki datchikdan) taqqoslash elementi IV ning V va G kameralariga boradi hamda inersion zveno (rostlanuvchi drossel II va sig'im III) orqali o'sha elementning V kamerasiga berilayotgan ta'minlovchi havo bosimi bilan muvozanatlashadi. Chiqish kamerasi A kuzatuvchi sistema sxemasi asosida ulangan. Agar parametrning chetga chiqish tezligi nol yoki nolga

yaqin bo'lsa, taqqoslash elementi IV ning chiqishida kirish signali  $R_{k1}$  kuzatiladi. Agar bosim o'zgarish boshlansa, masalan, o'zgarish tezlikda ortsa, u holda B kameraning oldida drossel-qarshilik II borligi tufayli V va G kamera membranasidagi bosimlar yig'indisi B va A kameraning membranalaridagi kuchlanishdan katta bo'ladi. Natijada taqqoslash elementi IV dagi  $S_1$  soplo berkilib, A kamerada bosim keskin oshadi. Chiqishda kirishdagi bosimdan ilgarilovchi signal paydo bo'ladi. Ilgarilash kattaligi kirishda bosimning o'zgarish tezligi va avvaldan ta'sir drosselining qanchalik ochiqlikiga bog'liq. Taqqoslash elementi IVdan chiqqan signal element V va quvvat kuchaytirgichi VI dan tashkil topgan kuchaytirgichning kirishiga boradi. U taqqoslash elementi kuchaytirgichning xatosini yo'qotishga xizmat qiladi. Uchirish relesi I avvaldan ta'sir drosselini berkitishga mo'ljallangan. Buyruq bosimi  $R_k=0$  bo'lganda  $S_2$  soplo yopiq bo'lib, B kameraga havo avvaldan ta'sir drosseli orqali o'tadi. Rostlagichni o'chirish uchun ikkilamchi asbobdan buyruq bosimi  $R_k$  berilib, bunda  $S_2$  soplo ochiladi va kirish signali ( $R_{k1}$ ) bevosita B kameraga keladi. Bu holda taqqoslash elementi IV ga keluvchi uchala signal o'zaro teng, chiqishdagi bosim esa kirishdagiga teng bo'ladi. Avvaldan ta'sirni 0,05 ... 10 minutgacha oraliqda sozlash mumkin.

## 8.6. Gidravlik rostlagichlar

Gidravlik rostlagichlarda suvdan olinadigan energiya hisobiga suvni tarqatish jarayonini avtomatik rostlash va oqimni me'yorlashni amalga oshirish mumkin.

Sug'orish tizimlarida suv tarqatishni avtomatlashtirishda qo'llanuvchi zatvor avtomatlarning bir necha turi mavjud, sarfni zatvor avtomatik, «Neymik» tipidagi zatvor avtomatlar, qilinarli, to'g'ri harakatlanuvchi avtomatik zatvorlar va boshqalar.

«Neyrpik» tipidagi avtomatik zatvorlarga bir xil holatga o'atilgan gidravlik zatvor-rostlagichlar bo'lib, bu holda zatvorni holati rostlanuvchi sathga mos keluvchi nuqta atrofida bo'ladi.

Bu zatvorlar yordamida 3 xil usulda sathni rostlash mumkin. Yuqorida b'ef bo'yicha rostlashni amalga oshiruvchi avtomat-zatvor pastki be'f bo'yicha rostlashni amalga oshiruvchi hamda aralash rostlashni amalga oshiruvchi zatvor avtomatlarni sxemasi 8.4 - rasmda berilgan.

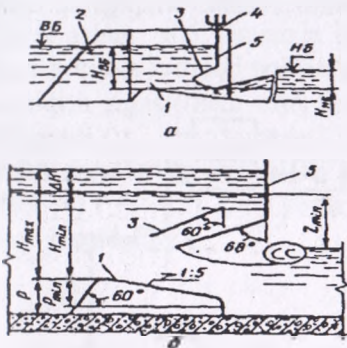


Yuqorida b'ef bo'yicha roslashda bitta datchik o'ratilgan bo'lib, o'ratilgan sathda zatvor bir tarafdin qarama-qarshi, lekin bir-biriga teng momentlar ta'mirida, ya'ni zatvorni og'irligidan hosil bo'luvchi moment va qarshi yuk momenti hisobiga ikkinchi tarafdin sath datchikiga ko'rsatiluvchi gidrostatik bosim ta'sirida o'z holatida, ya'ni balans holatida bo'ladi.

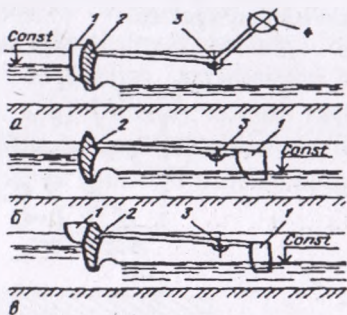
Agar zatvor oldidagi sath ko'tarilsa yoki pasaysa tenglik yo'qoladi va zatvor berilgan sath o'z holiga qaytishi uchun zarur bo'lgan kattalikka ochiladi. Rostlash jarayonida turli tebranishlarni yo'qotish maqsadida zatvorlar tarkibiga moyli amortizatorlar kiritiladi.

Pastki b'ef bo'yicha sathni stabellash zatvori ham shu tartibda harakatlanadi, lekin sath datchigi pastki b'ef tarafdin o'ratiladi.

Aralash rostlovchi avtomat zatvor normal ish jarayonida pastki sath bo'yicha roslashni amalga oshiradi, agar suv sathi yuqori b'ef bo'yicha ko'tarilib ketsa, yoki suv yetishmasligi natijasida kelsa, suv qurib qolishi kuzatilsa, avtomatik ravishda yuqori b'ef bo'yicha roslash amalga oshiriladi. Bunday zatvorlar maxsus kameraga joylashtirilgan ikkita sath datchigiga (membranali po'kak) ega: ularning biri yuqori, ikkinchisi pastki b'ef bilan bog'langan. Yuqori b'ef datchigi belgilangan sath yuqoriga ko'tarilganda zatvorni ochadi, shuningdek, sath minimal qiymatga erishganda uni yopadi. Bir vaqtni o'zida pastki b'ef kamerasidagi datchik uning belgilangan sathini ushlab turadi.



8.3-rasm. Suv sarfini avtomatik to'sqich sxemasi: a) bitta to'sqichli; b) qushaloq to'sqichli; 1- suv chiqaruvchi qisim; 2- suv tagidagi devorlar; 3- qo'shaloq egilgan kaziroklar; 4- ko'taruvchi mexanizim; 5- suriluvchi to'sqich.



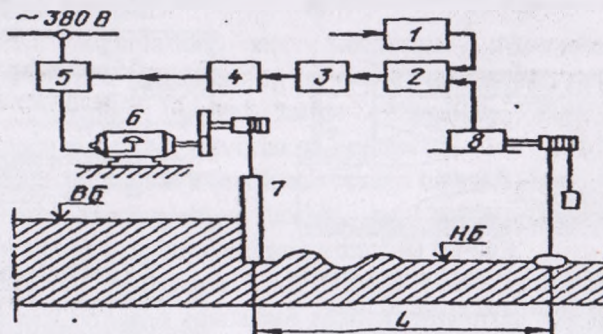
8.4-rasm. Suvni sathini me'yorlovchi «Neyrpik» tipidagi gidravlik to'sqichlarning sxemasi: a) yuqori b'ef bo'yicha; b) pastki b'ef bo'yicha; v) aralash rostlovchi; 1-qalqovchi; 2-to'sqich; 3-aylanish o'qi; 4-qarshi yuk.



GIIlarni avtomatlashtirishda suvning sathini tekis zatvorlar yordamida pastki b'ef bo'yicha stabillovchi regulatorning tarkibiy sxemasini ko'rib chiqamiz (8.6.-rasm). Suvni berilgan sathi 1-topshiriq bergach (zadatchik) yordamida belgiladi va 2-elementda amalda mavjud sath bilan solishtiriladi.

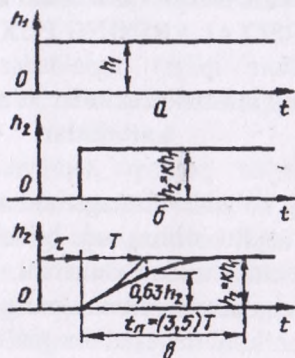
Agar belgilangan sathdan chetga chiqish mavjud bo'lsa 2-solishtirish elementi 3-kuchaytirish bloki (nol-organ) yordamida 5-ishga tushirgich orqali 6-elektir yuritilgani harakatga keltiradi. Buni natijasida sath o'zgarishi qiymati ishorasiga ko'ra 7-zatvor tengsizlik yo'qotilguncha va belgilangan sath o'rnatilguncha ochiladi yoki yopiladi.

Sxemadan ko'rinadiki, yopiq zanjirli rostlash tizimi tarkibiga kanalning o'lchash va rostlash elementlari 8-sath datchigi va 7-zatvor orasidagi masofaga ega bo'lgan qismi kiradi. Bu masofa bir necha o'n yoki yuzlab metr masofani o'z ichiga olishi mumkin. Shuning uchun bu holda 8-datchik oraligi bilan o'lchangan masofa bilan 7-zatvor oralig'idagi boshlang'ich masofa oralig'ida kechikish vaqti paydo bo'ladi va rostlash sxemasiga proporsional-impulsli rostlovchi organ - 4 kiritilishi maqsadga muvofiqdir. Bu rostlagich rostlash vaqtida kechikish vaqtini yo'qotishga xizmat qiladi. Bunday oraliqda rostlash jarayoni to'xtatiladi va zatvorning elektr yuritmasi o'chiriladi. Bunday rostlagich proporsional - integral rostlagich deb yuritiladi, chunki bu holda berilgan impuls vaqti kelishmaslik vaqtiga proporsional ravishda o'zgaradi.



8.5 - rasm. Suvni sathi pastki b'ef bo'yicha stabillovchi regulatorning tartibiy sxemasi.

Shunday qilib, bunday suv tarqatishni avtomatik boshqaruv tizimlarida boshqaruv obyekti sof kechikish vaqtiga ega bo'lgani uchun impulsli ARSlarini qo'llash maqsadga muvofiqdir.



8.6-rasm. Kanaldagi sug'orish tizimi rostlanuvchi parametrining o'zgarish tavsifnomasi.

Sug'orish kanali boshqaruv obyekti sifatida sof kechikishdan tashqari inersion kechikishga ega. Shuning uchun u kechikish vaqtiga ega bo'lgan davriy inersion bo'g'in ko'rinishida berilishi mumkin ( $T$  - vaqt doimisi). Bu holda vaqti tavsifnomalari kanalni sathini rostlash tizimi uchun 8.6 - rasmda keltirilgan ko'rinishda berilishi mumkin. Agar  $n$ -kirish kattaligi noldan birgacha sakrashsimon ravishda o'zgarsa, 2-chiqish signali ham toza kechikish vaqti bilan sakrashsimon tarzda o'zgaradi ( $t$  - vaqti bilan) (8.6-rasm, a, b). Umumiy rostlash vaqti  $t$  u kirish signalining o'rnatilgan vaqtigacha bo'lgan kattalikni o'z ichiga oladi ( $v$ )  $t + (3 \dots 5) T$ , bu yerda ikkinchi qo'shiluvchi inersion kechikish vaqti hisoblanadi.

---

## 9- bob. AVTOMATIK BOSHQARISH TIZIMLARI VA TEXNIK VOSITALARINING PUXTALIGI

### 9.1. Puxtalik haqida tushunchalar va unga ta'sir qiladigan kattaliklar

Parametrlarning ko'zda tutilmagan nominaldan og'ishi va ayniqsa, rostlash tarkibidagi hech bo'lmaganda bir elementning ishdan chiqishi ARS ning nominal ishini izidan chiqaradi, ko'pincha butun sistemani ishdan chiqaradi. Elementar parametrlarning o'zgarish sabablari har xil. Har bir elemen ma'lum material va ma'lum (nominal) ish sharoiti uchun hisoblanadi, shuning uchun elementar parametrlarning olinadigan qiymatlari ayrim shartlarni hisobga olmaganda aniq va bir xil bo'ladi. Ammo elementlarni tayyorlash jarayonida elementlarning haqiqiy parametrlari hisoblangan qiymatlardan farq qiladi, bu esa parametrdagi nomoslik sababi bo'ladi. Ayniqsa, elementlarni ishlatish vaqtida katta og'ishlar paydo bo'lish mumkin, bu og'ishlarning qiymati shunchalik katta bo'lishi mumkinki, normal ish nuqtayi nazaridan yo'l qo'yilgan chegaradan chiqadi.

Masalan ARS ga kiradigan kuchaytirgichning kuchaytirishi ko'effitsiyentining kamayishi statik xatoning kattalashishiga sabab bo'ladi va aksincha, kuchaytirish ko'effitsiyenti ortiqcha kattalashganda turg'unlikning yo'qolishiga va hatto rostlash sifatining yomonlashuviga olib keladi.

Elementlar parametrlarning sochilish sabablari texnologik va ekspluatatsion sabablariga bo'linadi.

Texnologik sabablarga turli ruxsatlar tufayli kelib chiqqan chetga chiqishlar kiradi: 1) element tayyorlagan materialning xossalari tufayli bo'lgan ruxsat, masalan, o'tkazgichning solishtirma qarshiligi yoki ferromagnit materialning magnit kirituvchanligi ma'lum qiymatga ega bo'la olmaydi. Ular odatda nominaldan ortiq yoki kam tomonga ruxsat bilan beriladi: 2) elementar detallarning o'lchamlariga beriladigan ruxsat, masalan, mexanikaviy zvenolar srasidagi bo'shliklarga beriladigan ruxsat va hokazo.

Ko'rsatilgan sabablarning ta'sirini kamaytirish uchun elementlarning konstruksiyasida rostlash moslamalari (o'zgaruvchan

qarshiliklar, sig'im va hokazolar) bo'lishi mumkin: bular elementning parametrlarini ma'lum chegarada o'zgartirish va zarur qiymatni o'rnatishga imkon beradi. Shuni muhimki, sistemani bunday rostlash parametrlarga bo'lgan ruxsatlarni faqat ma'lum tashqi sharoitlaridagina qisqartira oladi.

Ekspluatatsion sabablarga: tashqi muhitning ta'siri, energiya manbai holatining ta'siri, xizmat ko'rsatish sifati, eskirish va yoyilish kiradi.

Tashqi muhit, ayniqsa, qishloq xo'jalik ishlab chiqarishida elementlarni va butun sistemani ishlatish vaqtida muhit harorati, havoning zichligi, namligi, gaz tarkibi o'zgaradi. Bularning hammasi avvalo alohida detallar va butun element parametrlarning (o'tkazgichlar solishtirma qarshiligining ish suyuqligi qovushoqligining va hokazolarning) o'zgarishiga sabab bo'ladi.

Sistemani ta'minlovchi energiya manbaining holati ham element parametrlariga jiddiy ta'sir etadi. Masalan, manba kuchlanishining ko'tarilishi relening yoki magnit ishga tushurgichning ishga tushish vaqtini qisqartiradi, suyuqlik bosimining oshuvi esa gidravlik kuchaytirgich porshenning siljish tezligini oshiradi.

Avtomatik sistemalarning elementlarini to'g'ri ishlatish uchun yuqori malakali xizmat ko'rsatuvchi xodimlar talab etiladi.

Elementlarning parametrlari ularning eskirishi va yeyilishi natijasida ham nominaldan chetga chiqadi. Detaillar nisbatan sekin eskiradi va yeyiladi. Elementlar ishlatishning boshlang'ich davrida eskiradi, shuning uchun turli vazifalarni bajaruvchi muhim detallar (masalan, elektron lampalar) zavvodan chiqarilishidan oldin «sun'iy eskirtiriladi».

Har bir elementga kafolatli ishlash muddati belgilanadi, bu muddat tugagach eskirish tezlashadi va u haqiqiy holati qandayligidan qat'i nazar, almashtirilishi lozim.

## **9.2. Elementlarning puxtaligini aniqlash va mustahkamligini oshirish yo'llari**

Element yoki detalning puxtaliligi deyilganda element detalning ma'lum davr ichida (masalan, profilaktik remontlararo davrda) buzilmay (radsiz) ishlash ehtimolligi tushiniladi. Elementlarning va butun ARS ning puxtaligi umuman quyidagi miqdorlar: ishlamay qo'yish xavfi, o'rtacha ish vaqti, ikki rad orasidagi o'rtacha ish vaqti, radsiz ishlash ehtimoli bilan xarakterlanadi. Rad deganda element yoki detal



parametrlarning yo'l qo'yilgan chegaradan kutilmaganda chetga chiqishi yoki ularning to'la ishdan chiqishi tushuniladi.

Bir tipli elementlar rad etishining xavfiligi yoki ko'rib chiqilayotgan vaqt intervali boshlanmasdan ishdan chiqqan detallar umumiy sonining rad etmay ishlashni davom ettirayotgan elementlar soniga nisbati bilan aniqlanadi:

Egri chiziq uch davrga bo'linadi: birinchi davr  $t$  vaqtga teng bo'lib, bundan rad etish ortiq darajada xavfli bo'ladi va bu vaqtda barcha ishlab chiqarish nuqsonlari hamda xatolari aniqlanadi;  $t_2$  vaqtga mos ikkinchi davrda radlar soni nisbatan kam bo'ladi va bu son amalda o'zgarimasdan qolib, sistema normal ishlaydi;  $t_3$  vaqtga mos uchinchi davrda elementlarning qonuniy yeyilishi va eskirishi tufayli sodir bo'ladigan rad etishlar xavfi oshadi.

Bir tipli elementlar rad etishining xavfiligi yoki ko'rib chiqilayotgan vaqt intervali boshlanmasdan ishdan chiqqan detallar umumiy sonining rad etmay ishlashni davom ettirayotgan elementlar soniga nisbati bilan aniqlanadi:

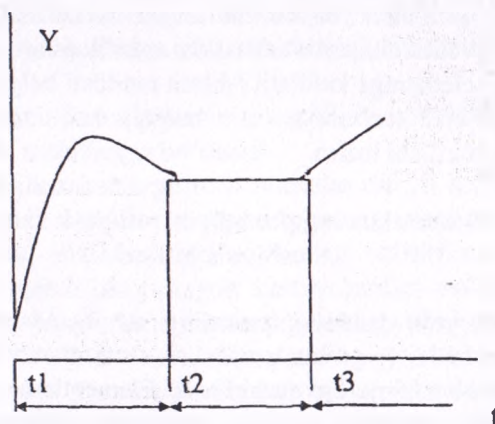
$$Y_i = \frac{..n_i}{(N_0 - n_i)} \times t_1 \quad (9.1)$$

Bunda,  $..n_1$  – vaqt intervalida rad etgan detallar soni;

$N_0$  – detallarning dastlabki soni;

$N_0 - n_i$  – ko'rib chiqilayotgan vaqt intervali boshlanganda tuzukligicha qolgan detallar soni.

Elementlar rad etish xavfiligi  $Y_i$  ning vaqt  $t$  ga bog'liqligi 19.1-rasmda ifodalangan.



9.1-rasm. Elementlar rad etish xavfiligining bog'lanish grafigi.

Egri chiziq uch davrga bo'linadi: birinchi davr  $t$  vaqtga teng bo'lib, bundan rad etish ortiq darajada xavfli bo'ladi va bu vaqtda barcha ishlab chiqarish nuqsonlari hamda xatolari aniqlanadi;  $t_2$  vaqtga mos ikkinchi davrda radlar soni nisbatan kam bo'ladi va bu son amalda o'zgarmas qolib, sistema normal ishlaydi;  $t_3$  vaqtga mos uchinchi davrda elementlarning qonuniy yeyilishi va eskirishi tufayli sodir bo'ladigan rad etishlar xavfi oshadi.

Har qaysining uzilma ishlash vaqti  $t_1, t_2, \dots, t_n$  bo'lgan  $R$  detallarning o'rtacha buzilmay ishlash vaqti quyidigicha aniqlanadi:

$$t_{\text{urt.}} = (t_1 + t_2 + t_3 + t_n) / P \quad (9.2)$$

Rad etishlarning haqliyligi bilan ikkinchi davr uchun o'rtacha buzilmay ishlash vaqti orasida quyidigi bog'lanishni yozish mumkin ( $C = \text{const}$ , deb hisoblanadi).

Qo'shni ikki rad etish orasidagi o'rtacha vaqt quyidagicha aniqlanadi:

$$t_{\text{urt.}} = (t_1 + t_2 + t_3 + t_n) / n \quad (9.3)$$

bunda,  $t_1$  – birinchi rad etishgacha ishlash vaqti;

$t_2$  – birinchi va ikkinchi rad etishlar orasida ishlash vaqti;

$t_n$  –  $n-1$  va  $n$  – rad etishlar orasida ishlash vaqti;

$n$  – rad etishlarning umumiy soni.

Buzilmay ishlash ehtimolligi deganda sistema (detal, element) belgilangan davr ichida ma'lum rejim sharoitida ishlatilganda rad etishning sodir bo'lmaslik ehtimolligi tushuniladi.

Ayrim detallarning puxtaligini ularning yuklamasi (elektrik mexanikaviy termik yuklamasini) kamaytirish hisobiga ham, takomillashgan materiallar, texnologiyadan foydalanish va tayyor buyumlarni sinchiklab nazorat qilish hisobiga ham oshirish mumkin. Bu tadbirlar yoki gabaritlarni kattalashtirish bilan yoxud narxni ancha oshirish bilan bog'liq. Puxtalilikni oshirishning ikkinchi yo'li rezervlashdir. Umumiy va ayrim rezervlash bo'ladi.

Umumiy rezervlashda har qaysi rostlagich yoki uning biror qismi xuddi shunday rostlagich yoki uning qismi bilan rezervlanadi. Rezerv rostlagichlar soni rostlagichning vazifsigacha qarab istalgancha bo'lishi mumkin. Rezerv rostlagichni ishga tushirish uchun avtomatik qurilma bo'lishi shart. Asosiy rostlagich ishdan chiqqanda bu qurilma avtomatik tarzda ishga tushishi lozim.

Ayrim rezervlashda rostlagich elementlarining har biri yoki uning qismlari xuddi shunday elementlar bilan mustaqil rezervlanadi.

Sistemaning puxtaliligini oshirishda avtomatikaning elektr sxemalarni takomillashtirish va soddalashtirish ham muhim ahamiyat kasb etadi. Bu usul keng qo'llaniladi, chunki qurilmalarning puxtaliligini oshiradi, vaznini, gabaritlarini va narxini kamaytiradi. Muhim ARS larda rad etishlarning oqibatini cheklovchi sxemalar qo'llaniladi, shuning uchun har qanday element ishdan chiqqanda ham avariya sodir bo'lmaydi.

## «AVTOMATIKANING TEXNIK VOSITALARI»

fanidan

«TEST» savollari

1. Texnika tarixida barinchi ma'lum bo'lgan avtomatik qurilma kim tomonidan va qachon yaratilgan?

- a) I.Polzunov, 1765-y, v) F.Maksvell, 1868-y,  
s) I.Nyuton, 1773-y, d) Popov, 1904-y, e) Sharl, 1878-y.

2. Avtomatik rostlashning asosiy prinsiplari kim tomonidan va qachon yaratilgan?

- a) I.Polzunov, 1765-y, v) F.Maksvell, 1868-y, s) I.Nyuton, 1773-y,  
d) Popov, 1904-y, ye) Sharl, 1878-y.

3. Qishloq va suv xo'jaligini avtomatlashtirish jarayoni nechta davrga bo'linadi? a) 1, v) 2, s) 3, d) 4, e) 5.

4. Avtomatikaning funksional sxemalari nimalarni ifodalaydi?

a) avtomatik tizimlarni dinamik xususiyatlarini, v) qurilma va elementlarni bog'liqligini, s) qurilmani alohida elementlarini elektr bog'lanishini, d) qurilmalar orasidagi bog'liqlikni, e) qurilmaning ketma-ketligini.

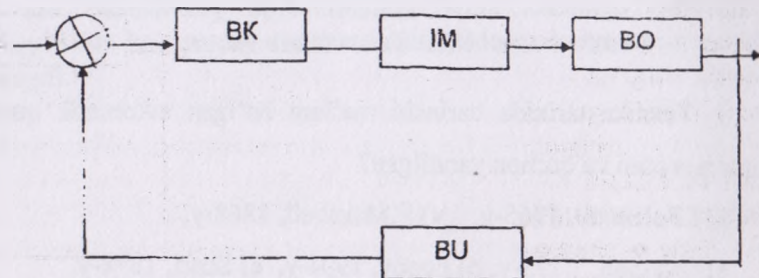
5. Avtomatikaning strukturaviy sxemalari nimalarni ifodalaydi?

a) avtomatik tizimlarni dinamik xususiyatlarini, v) qurilma va elementlarni bog'liqligini, s) qurilmani alohida elementlarini elektr bog'lanishini, d) qurilmalar orasidagi bog'liqlikni, e) qurilmaning ketma-ketligini.

6. Quyidagi rasmda qanday turdagi avtomatika sxemasi ko'rsatilgan?

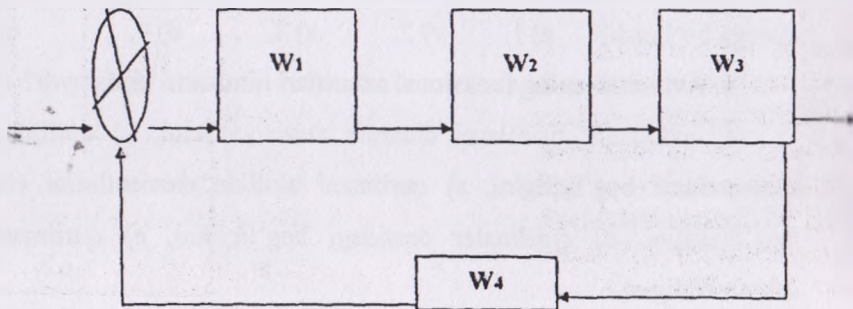


- a) funksional, v) strukturaviy, s) prinsipial, d) montaj,  
e) texnologik.



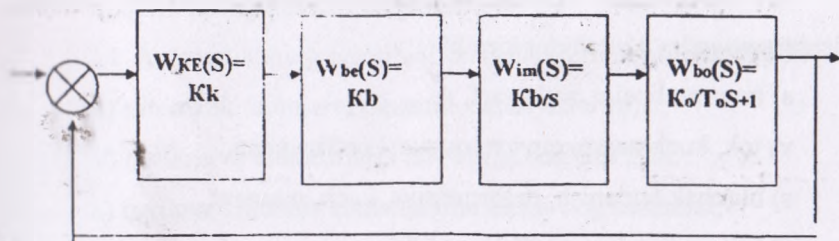
7. Quyidagi rasmda qanday turdagi avtomatika sxemasi ko'rsatilgan?

- a) funksional, v) strukturaviy, s) prinsipial, d) montaj,  
e) texnologik.



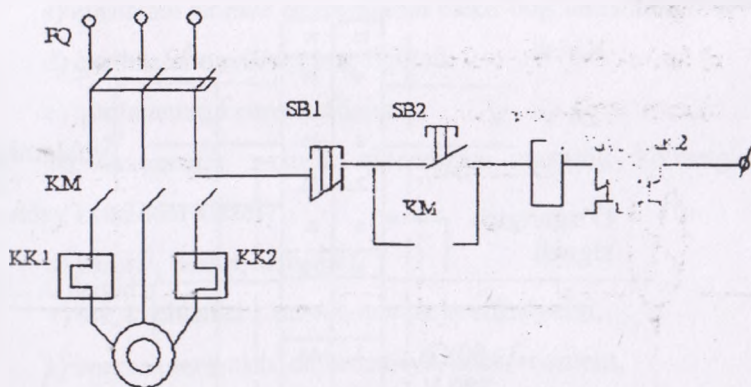
8. Quyidagi rasmda qanday turdagi avtomatika sxemasi ko'rsatilgan?

- a) funksional, v) strukturaviy, s) prinsipial, d) montaj,  
e) texnologik.



9. Quyidagi rasmda qanday turdagi avtomatika sxemasi ko'rsatilgan?

- a) funksional, v) strukturaviy, s) prinsipial, d) montaj,
- e) texnologik



10. Avtomatik nazorat qilinadigan teploenergetik ko'rsatgichlarga qanday kattaliklar kiradi?

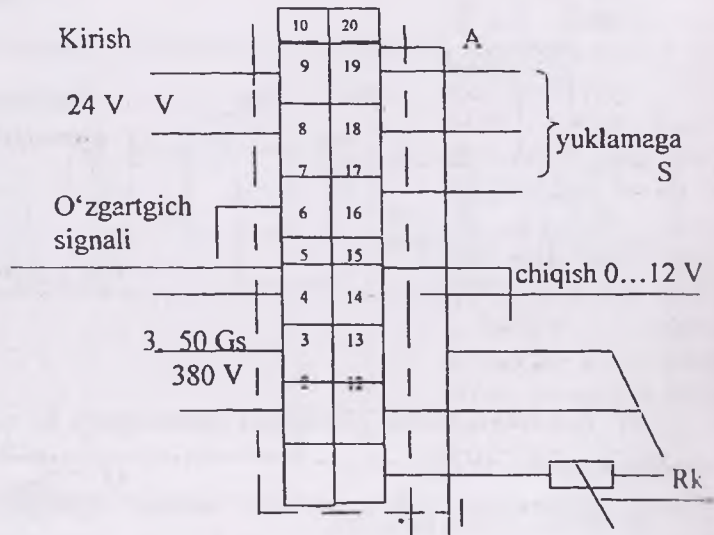
- a) harorat, bosim, sath, sarf,
- v) tok, kuchlanish, quvvat, quvvat koeffitsiyenti,
- s) burchak tezlanish, defarmatsiya, kuch, moment,
- d) konsentratsiya, tuzilishi, tarkibi,
- e) namlik, zichlik, yoritilganlik, elektr o'tkazuvchanlik.

11. Avtomatik nazorat qilinadigan elektroenergetik ko'rsatgichlarga qanday kattaliklar kiradi?

- a) harorat, bosim, sath, sarf,
- v) tok, kuchlanish, quvvat, quvvat koeffitsiyenti,
- s) burchak tezlanish, deformatsiya, kuch, moment,
- d) konsentratsiya, tuzilishi, tarkibi,
- ye) namlik, zichlik, yoritilganlik, elektr o'tkazuvchanlik.

12. Quyidagi rasmda qanday turdagi avtomatika sxemasi ko'rsatilgan?

- a) funksional, v) strukturaviy, s) prinsipial, d) montaj,
- e) texnologik.



13. Avtomatikaning texnologik sxemalari nimalarni ifodalaydi?

- a) avtomatik tizimlarni dinamik xususiyatlarini,
- v) qurilma va elementlarni bir -biriga bog'liqligini,
- s) qurilmani alohida elementlarini elektr bog'lanishini,
- d) qurilmalar orasidagi bog'liqlikni,

e) qurilmaning ketma-ketligini.

14. Avtomatikaning prinsipial sxemalari nimalarni ifodalaydi?

a) avtomatik tizimlarni dinamik xususiyatlarini,

v) qurilma va elementlarni bir-biriga bog'liqligini,

s) qurilmani alohida elementlarini elektr bog'lanishini,

d) qurilmalar orasidagi bog'liqlikni,

e) qurilmaning ketma-ketligini.

15. Avtomatikaning montaj sxemalari nimalarni ifodalaydi?

a) avtomatik tizimlarni dinamik xususiyatlarini,

v) qurilma va elementlarni bir-biriga bog'liqligini,

s) qurilmani alohida elementlarini elektr bog'lanishini,

d) qurilmalar orasidagi bog'liqlikni,

e) qurilmaning ketma-ketligini.

16. Avtomatik nazorat qilinadigan mexanik ko'rsatgichlarga qanday kattaliklar kiradi?

a) harorat, bosim, sath, sarf,

v) tok, kuchlanish, quvvat, quvvat koeffitsiyenti,

s) burchak tezlanish, deformatsiya, kuch, moment,

d) konsentratsiya, tuzilishi, tarkibi,

e) namlik, zichlik, yoritilganlik, elektr o'tkazuvchanlik.

17. Avtomatik nazorat qilinadigan kimyoviy ko'rsatgichlarga qanday kattaliklar kiradi?

a) harorat, bosim, sath, sarf,

v) tok, kuchlanish, quvvat, quvvat koeffitsiyenti,

s) burchak tezlanish, deformatsiya, kuch, moment,

d) konsentratsiya, tuzilishi, tarkibi,



e) namlik, zichlik, yoritilganlik, elektr o'tkazuvchanlik.

18. Avtomatik nazorat qilinadigan fizikaviy ko'rsatgichlarga qaysi kattaliklar kiradi?

a) harorat, bosim, sath, sarf,

v) tok, kuchlanish, quvvat, quvvat koeffitsiyenti,

s) burchak tezlanish, deformatsiya, kuch, moment,

d) konsentratsiya, tuzilishi, tarkibi,

e) namlik, zichlik, yoritilganlik, elektr o'tkazuvchanlik.

19. Qishloq va suv xo'jaligida qo'llaniladigan o'zgartirgichlar qaysi guruhga bo'linadi?

a) 2, v) 4, s) 6, d) 8, e) 10.

20. Aniqlik darajasi bo'yicha datchiklar qanday sinflarga muvofiq bo'ladi?

a) 0,1-0,2-0,5-0,7-0,9-1,1

v) 0,24-0,4-0,6-1-1,5-2.5-4

s) 0,5-1,2-2-3-5-7

d) 0,5-0,7-0,8-0,9-1,1-1,3

e) 0,3-0,7-1,1-1,6-1,8-2-3

21. Datchik deb qanday vositaga aytiladi?

a) nazorat qilinayotgan kattalikni elektr signaliga aylantirib beruvchi,

v) boshqarilayotgan kattalikni talab qilingan kattalikka o'zgartiradigan,

s) kirish signalini fizik tabiatini o'zgartirmay kuchaytirib beriladigan,

d) chiqish kattaligini bir xilda ushlab turadigan vosita,

e) fizik holatini o'zgartiradigan vosita.

22. Tenzodatchik qaysi prinsip asosida ishlaydi?

a) deformatsiyaga bog'liq ravishda ichki qarshiligi o'zgarishi asosida,

v) hajmning o'zgarishi asosida,

s) induktivlikning o'zgarishi asosida,

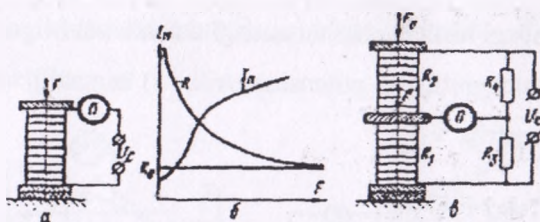
d) sig'imning o'zgarishi asosida,

e) isiqqlik ta'sirida ichki qarshiligini o'zgarishi asosida,

23. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

a) induktiv, v) ko'mir, s) magnitoelastik, d) sig'im,

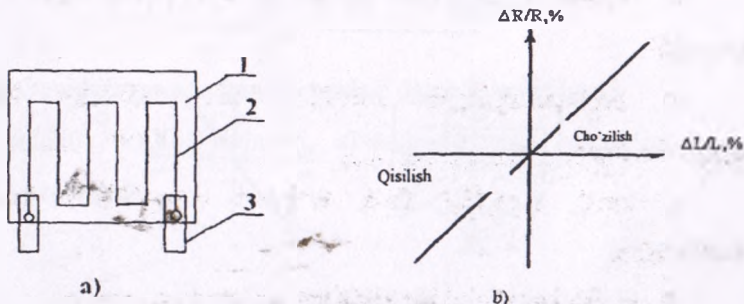
e) tenzometrik.



24. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

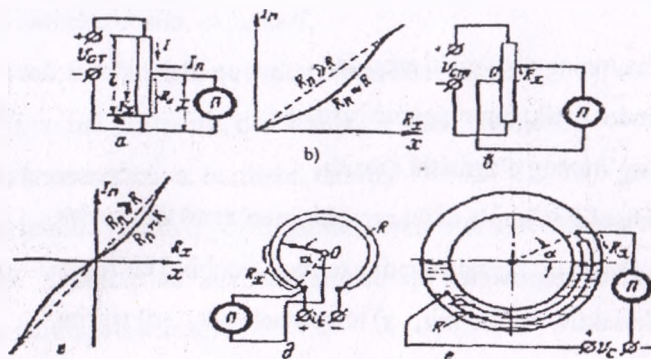
a) induktiv, v) potensiometrik, s) magnitoelastik, d) sigim,

e) tenzometrik.



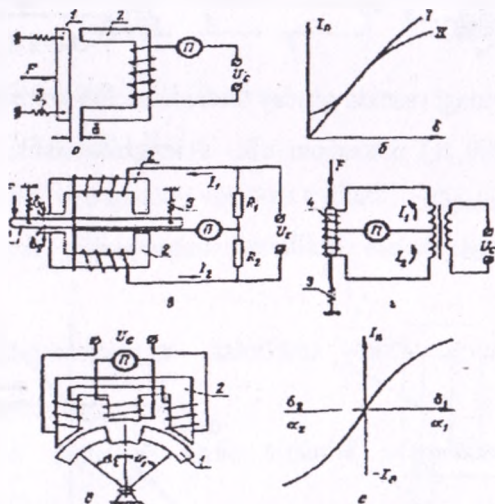
25. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) induktiv, v) potensiometrlik, s) magnitoelastik, d) sig'imi,  
e) tenzometrik.



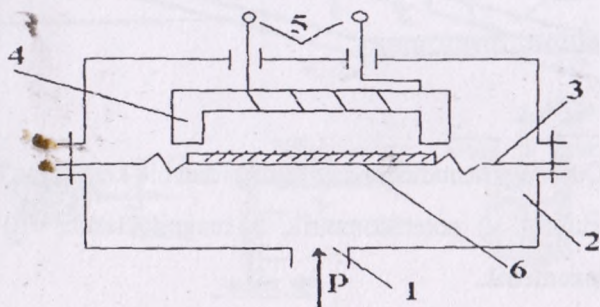
26. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) elektromagnitli, v) potensiometrlik, s) kontaktli, d) sig'imi,  
e) tenzometrik.



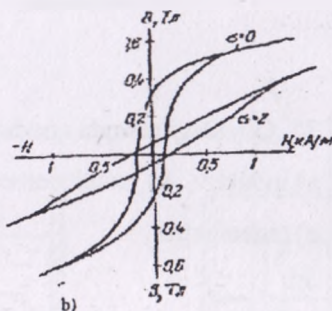
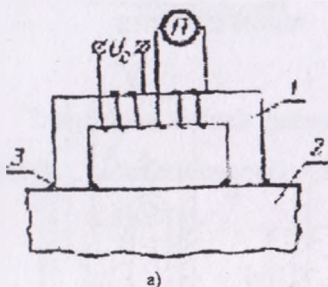
27. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) induktiv monometrik, v) potensiomertik, s) magnitoelastik,  
d) sig'im, e) tenzometrik.



28. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

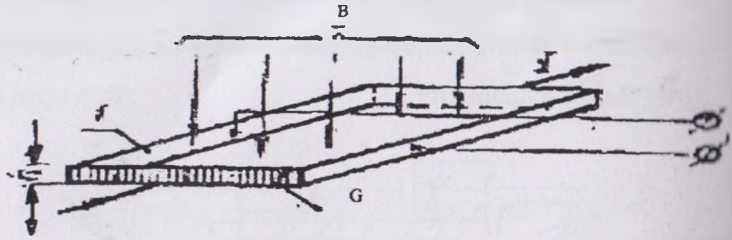
- a) induktiv, v) potensiomertik, s) magnitoelastik, d) sig'im,  
e) tenzometrik.



29. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

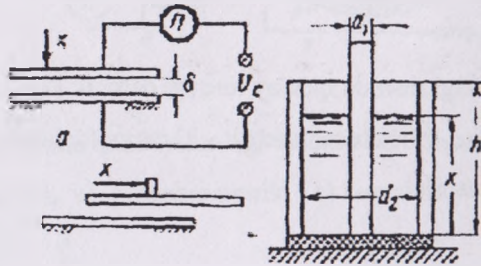
- a) induktiv, v) Xoll elementi, s) magnitoelastik, d) sig'im,  
e) tenzometrik.





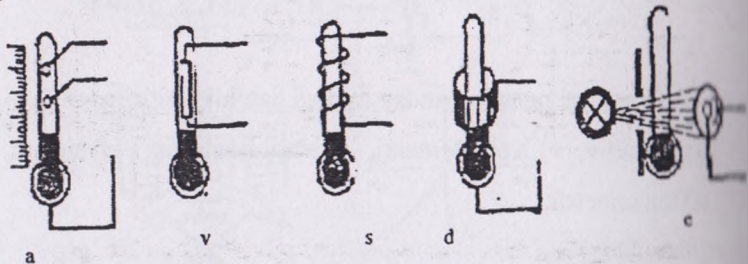
30. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) induktiv, v) potensiometrik, s) magnitoelastik, d) sig'imi,
- e) tenzometrik.



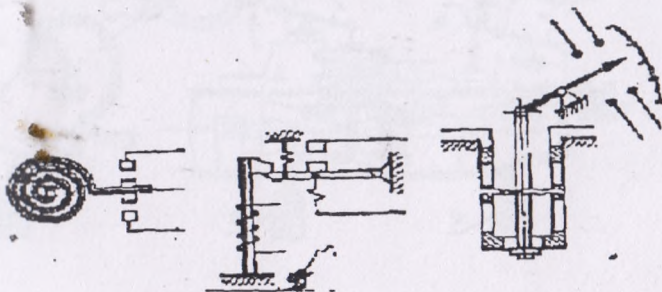
31. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) induktiv, v) potensiometrik, s) magnitoelastik, d) harorat,
- e) tenzometrik.



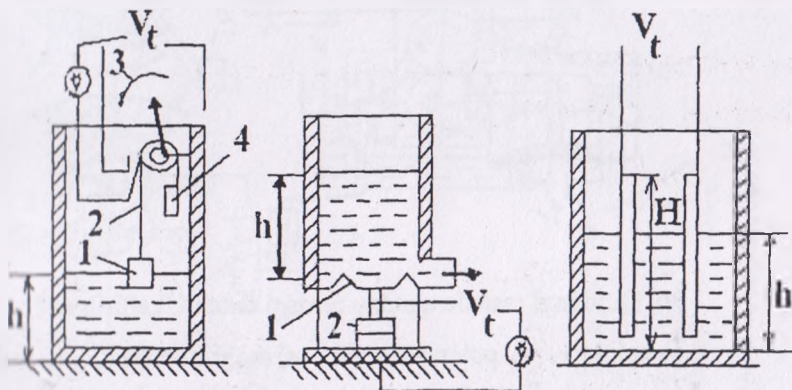
32. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) induktiv, v) dilotometrik va bimetallik, s) magnitoelastik,  
d) sig'im, e) tenzometrik.



33. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

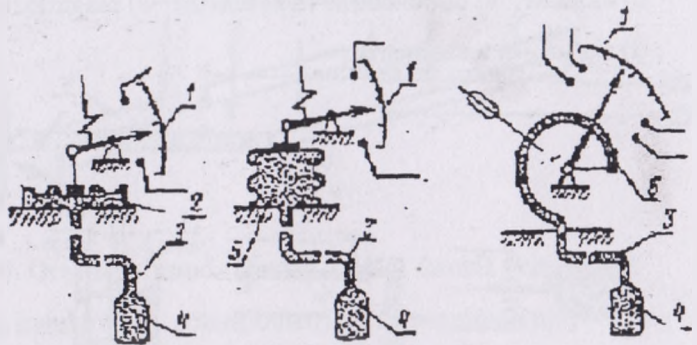
- a) induktiv, v) potensiometrik, s) magnitoelastik, d) sath,  
e) tenzometrik.



34. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

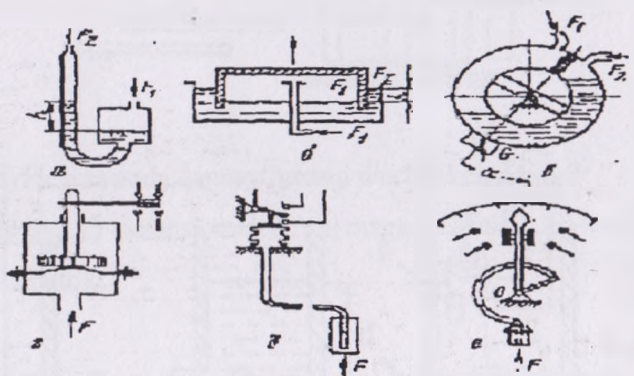
- a) induktiv, v) manometrik, s) magnitoelastik, d) sig'im,

e) tenzometrik.



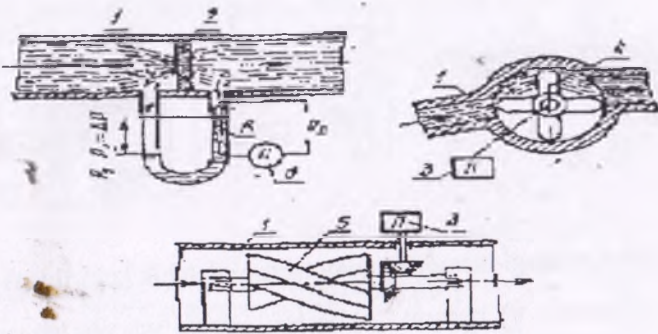
35. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) induktiv, v) potensiometrik, s) magnitoelastik, d) bosim,  
e) tenzometrik.

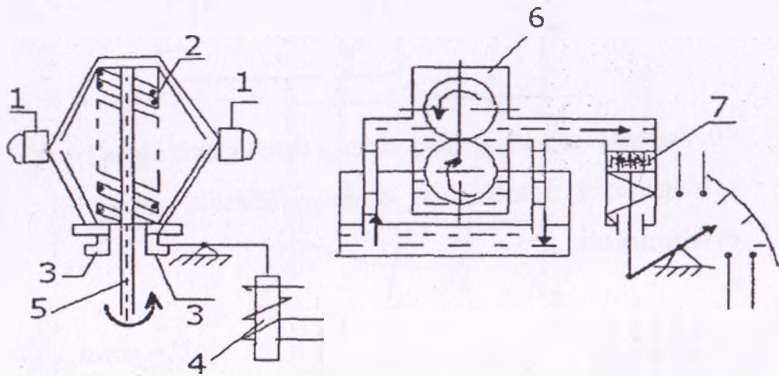


36. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) induktiv, v) potensiometrik, s) magnitoelastik, d) sarf,  
e) tenzometrik.

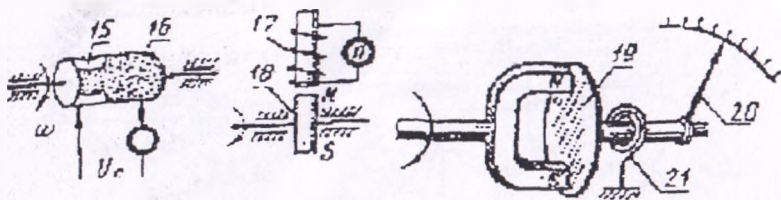


37. Quydagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?  
 a) induktiv, v) potensiometrlik, s) magnitoelastik, d) burchak tezligi, e) tenzometrik.



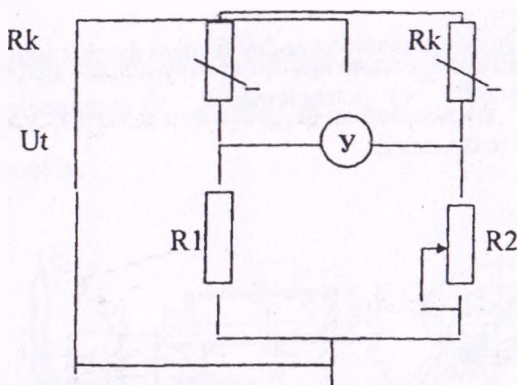
38. Quydagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?  
 a) elektrik-tezlik, v) potensiometrlik, s) magnitoelastik, d) sig'im, e) tenzometrik.





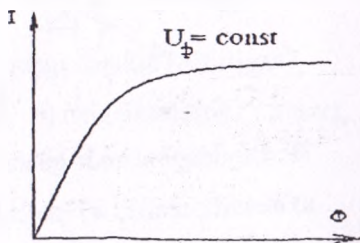
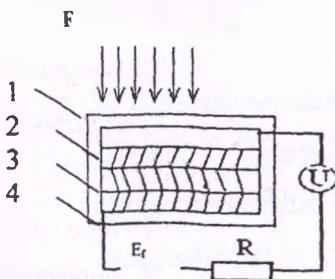
39. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) namlik, v) harorat, s) bosim, d) sig'im, e) tenzometrik.



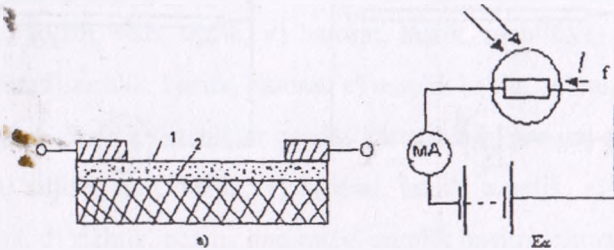
40. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) induktiv, v) fotoelektrik, s) magnitoelastik, d) sig'im, e) tenzometrik.



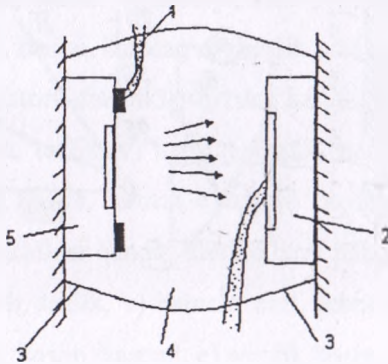
41. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) fotoelektrik, v) potensiometrik, s) magnitoelastik, d) sig'im,  
e) fotorezistorli.



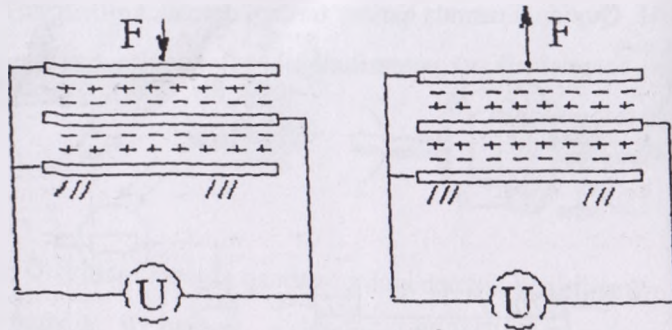
42. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) fatoptron, v) potensiometrik, s) magnitoelastik, d) sig'im,  
e) tenzometrik.



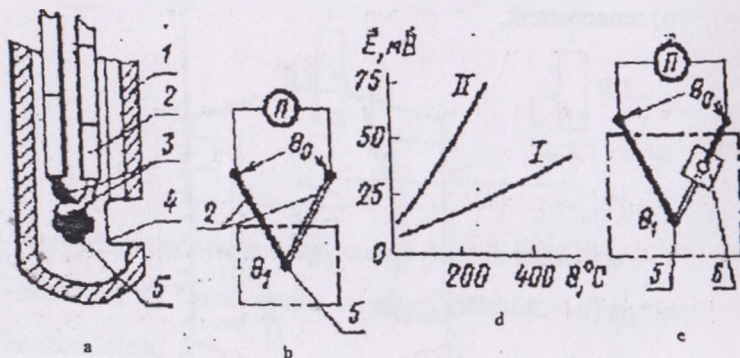
43. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) fatoptron, v) potensiometrik, s) magnitoelastik,  
d) induksion, e) pezoelektrik.



44. Quyidagi rasmda qanday turdagi datchik keltirilgan?

- a) termoelektrik, v) potensiometrlik, s) magnitoelastik,  
 d) induksion, e) pezoelektrik.



45. Potensiometrlik datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi

- a) siljish, sath, sarf, v) harorat, sarf, tebranish, s) kuch, bosim, moment,  
 d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

46. Termoelektrik datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, sath, tezlik, v) harorat, tezlik, namlik, s) kuch, bosim, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

47. Fotoelektrik datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, sath, tezlik, v) harorat, tezlik, namlik, s) kuch, bosim, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

48. Gidravlik datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, sath, tezlik, v) harorat, tezlik, namlik, s) kuch, bosim, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

49. Induktiv datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, sath, tebranish, v) harorat, sarf, tebranish, s) kuch, bosim, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

50. Tenzometrik datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, sath, tezlik, v) harorat, sarf, tebranish, s) kuch, bosim, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

51. Termorezistorli datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, sath, tezlik, v) harorat, tezlik, namlik, s) kuch, bosim, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

52. Sig'im datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, kuch, tezlik, v) harorat, sarf, tebranish, s) kuch, bosim, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

53. Fotorezistorli datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, sath, tezlik, v) harorat, sarf, tebranish, s) kuch, sarf, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

54. Fotoelektrik datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, moment, tezlik, v) harorat, sarf, tebranish, s) kuch, sarf, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.



55. Elektron datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, kuch, bosim, v) harorat, sarf, tebranish, s) kuch, sarf, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

56. Induksion datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, sath, tezlik, v) harorat, sarf, tebranish, s) kuch, sarf, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) tezlanish, bosim, tebranish.

57. Termoelektrik datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, sath, tezlik, v) harorat, namlik, zichlik, s) kuch, sarf, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

58. Xoll datchiklari qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, kuch, bosim, v) harorat, sarf, tebranish, s) kuch, sarf, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

59. Gidravlik datchiklar qanday kattaliklarni nazorat qiladi?

a) siljish, sath, tezlik, v) harorat, sarf, tebranish, s) kuch, sarf, moment, d) zichlik, bosim, harorat, e) namlik bosim, tebranish.

60. Monometrik harorat datchiklari qanday prinsipda ishlaydi?

a) material qarshiligi uning deformatsiyasiga bog'liq,

v) gaz yoki suyuqlik temperaturasiga bog'liq,

s) magnit sistemasida induktivlik o'zgarishi holatiga bog'liq,

d) materialning elektr qarshiligi uning temperaturasiga bog'liq,

e) elektr o'tkazuvchanlikka bog'liq.

61. Bosim kattaligini o'lchash uchun qanday turdagi datchiklar qo'llaniladi?

a) potensiomertik, fotorezistorli, induksion,

v) termorezistorli, induksion, fotoelektrik,

s) mexanik, gidravlik, sig'im,

- d) ko'mir, termorezistorli, induksion,
- e) fotoelektrik, termoelektrik, fotorezistorli.

62. Namlikni o'lchash uchun qanday turdagi datchiklar qo'llaniladi?

- a) potensiometrlik, fotorezistorli, induksion,
- v) termorezistorli, induksion, fotoelektrik,
- s) ko'mir, termorezistorli, induksion,
- d) mexanik, gidravlik, sig'im,
- e) termorezistorli, sig'im, termoelektrik.

63. Tezlikni o'lchash uchun qanday turdagi datchiklar qo'llaniladi?

- a) potensiometrlik, fotorezistorli, induksion,
- v) termorezistorli, induksion, fotoelektrik,
- s) ko'mir, termorezistorli, induksion,
- d) mexanik, gidravlik, sig'im,
- e) termorezistorli, sig'im, fotoelektrik.

64. Tezlanishni o'lchash uchun qanday turdagi datchiklar qo'llaniladi?

- a) potensiometrlik, fotorezistorli, induksion,
- v) termorezistorli, induksion, fotoelektrik,
- s) ko'mir, termorezistorli, induksion,
- d) mexanik, tenzometrik, pezoelektrik,
- e) termorezistorli, sig'im, termoelektrik.

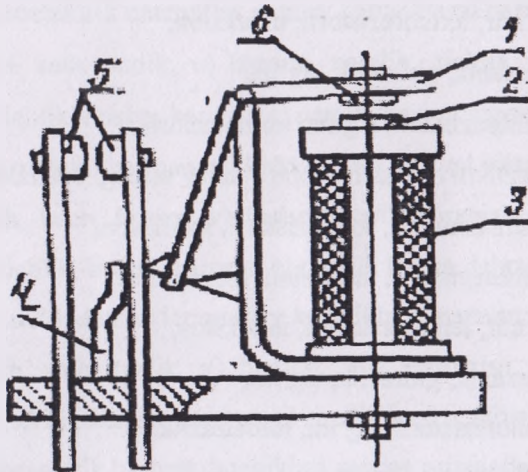
65. Haroratni o'lchash uchun qanday turdagi datchiklar qo'llaniladi?

- a) potensiometrlik, fotorezistorli, induksion,
- v) termorezistorli, induksion, fotoelektrik,

- s) ko'mir, termorezistorli, induksion,
- d) mexanik, gidravlik, sig'im.
- e) termorezistorli, sig'im, termoelektrik.

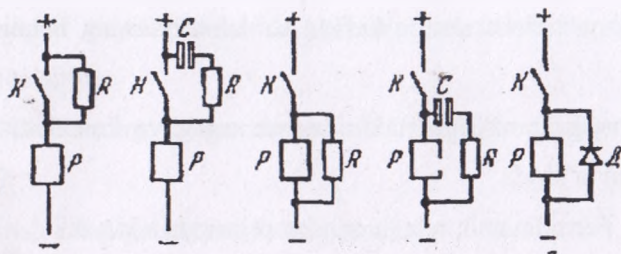
66. Quyidagi rasmda qanday turdagi rele ko'rsatilgan?

- a) magnitoelektrik, v) induksion, s)ferrodinamik,
- d) elektromagnitli, e) elektronion.



67. Quyidagi rasmda qanday sxemalar keltirilgan?

- a) Rele kontaktlari ishini yengillashtiruvchi sxemalar, v) datchik kontaktlari ishini yengillashtiruvchi sxemalar, s) kuchaytirgich kontaktlari ishini yengillashtiruvchi sxemalar, d) mantiqiy element kontaktlari ishini yengillashtiruvchi sxemalar, e) ijro mexanizmlari kontaktlari ishini yengillashtiruvchi sxemalar.



68. Elektromagnitli relelar qanday prinsipda ishlaydi?

- a) harorat ta'sirida,
- v) magnit xarakteristikalarining o'zgarishi ta'sirida,
- s) harakatlanuvchi diskda hosil bo'ladigan tokning o'zaro tasirida,
- d) ramkani harakatga kelishi va kontaktlarning holati o'zgarishi asosida,
- e) magnit maydoni ta'sirida yakorning va kontaktlarning holati o'zgarishi ta'sirida.

69. Magnitoelektrik relelar qanday prinsipda ishlaydi?

- a) harorat ta'sirida,
- v) magnit xarakteristikalarining o'zgarishi ta'sirida,
- s) harakatlanuvchi diskda hosil bo'ladigan tokning o'zaro ta'sirida,
- d) ramkani harakatga kelishi va kontaktlarning holati o'zgarishi asosida,
- e) magnit maydoni ta'sirida yakorning va kontaktlarning holati o'zgarishi ta'sirida.

70. Induksion relelar qanday prinsipda ishlaydi?

- a) harorat ta'sirida,
- v) magnit xarakteristikalarining o'zgarishi ta'sirida,
- s) harakatlanuvchi diskda hosil bo'ladigan tokning o'zaro ta'sirida,



d) ramkani harakatga kelishi va kontaktlarning holati o'zgarishi asosida,

e) magnit maydoni ta'sirida yakorning va kontaktlarning holati o'zgarishi ta'sirida.

71. Ferrodinamik relelar qanday prinsipda ishlaydi?

a) harorat ta'sirida,

v) magnit xarakteristikalarining o'zgarishi ta'sirida,

s) harakatlanuvchi diskda hosil bo'ladigan tokning o'zaro ta'sirida,

d) ramkani harakatga kelishi va kontaktlarning holati o'zgarishi asosida,

e) magnit maydoni ta'sirida yakorning va kontaktlarning holati o'zgarishi ta'sirida.

72. Elektron-ion relelari qanday prinsipda ishlaydi?

a) sakrashsimon o'zgarishlar ta'sirida,

v) magnit xarakteristikalarining o'zgarishi ta'sirida,

s) harakatlanuvchi diskda hosil bo'ladigan tokning o'zaro ta'sirida,

d) ramkani harakatga kelishi va kontaktlarning holati o'zgarishi asosida,

e) magnit maydoni ta'sirida yakorning va kontaktlarning holati o'zgarishi ta'sirida.

73. Rezonans relelari qanday prinsipda ishlaydi?

a) elektrik tebranish tizimlarida hosil bo'ladigan rezonans ta'sirida,

v) magnit xarakteristikalarining o'zgarishi ta'sirida,

s) harakatlanuvchi diskda hosil bo'ladigan tokning o'zaro ta'sirida,

d) ramkani harakatga kelishi va kontaktlarning holati o'zgarishi asosida,

e) magnit maydoni ta'sirida yakorning va kontaktlarning holati o'zgarishi ta'sirida.

74. Relelarning ishga tushish ko'rsatgichi qanday ma'noni anglatadi?

- a) kirish kattaligining eng katta qiymati,
- v) kirish kattaligining eng kichik qiymati,
- s) rele uzoq vaqt ishlashi uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining qiymati,
- d) kontaktlardagi quvvatning kirish siganlidagi quvvatga nisbati,
- e) kirish kuchlanishini chiqish kuchlanishiga nisbati.

75. Relelarning quyib yuborish ko'rsatgichi qanday ma'noni anglatadi?

- a) kirish kattaligining eng katta qiymati,
- v) kirish kattaligining eng kichik qiymati.
- s) rele uzoq vaqt ishlashi uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining qiymati,
- d) kontaktlardagi quvvatning kirish siganlidagi quvvatga nisbati,
- e) kirish kuchlanishini chiqish kuchlanishiga nisbati.

76. Relelarning qaytish ko'rsatgichi qanday ma'noni anglatadi?

- a) kirish kattaligining eng katta qiymati,
- v) kirish kattaligining eng kichik qiymati,
- s) rele uzoq vaqt ishlashi uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining qiymati,
- d) kontaktlardagi quvvatning kirish siganlidagi quvvatga nisbati,
- e) qo'yib yuborish ko'rsatgichini ishga tushish ko'rsatgichiga nisbati.

77. Relelarning ishchi parametri qanday ma'noni anglatadi?

a) kirish kattaligining eng katta qiymati,

v) kirish kattaligining eng kichik qiymati,

s) rele uzoq vaqt ishlashi uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining qiymati,

d) kontaktlardagi quvvatning kirish siganlidagi quvvatga nisbati,

e) kirish kuchlanishini chiqish kuchlanishiga nisbati.

78. Relelarning kuchaytirish koeffitsiyenti qanday ma'noni anglatadi?

a) kirish kattaligining eng katta qiymati,

v) kirish kattaligining eng kichik qiymati,

s) rele uzoq vaqt ishlashi uchun zarur bo'lgan kirish kattaligining qiymati,

d) kontaktlardagi quvvatning kirish signalidagi quvvatga nisbati,

e) kirish kuchlanishini chiqish kuchlanishiga nisbati.

79. Vaqt relesining ishga tushish vaqtini aniqlang?

a)  $T=50-150$  ms, v)  $T=1-50$  ms, s)  $T=0,15-1$ ms,

d)  $T=150-200$  ms, e)  $T=1$ s.

80. Tez harakatlanuvchan relesining ishga tushish vaqtini aniqlang?

a)  $T=50-150$  ms, v)  $T=1-50$  ms, s)  $T=0,15-1$ ms,

d)  $T=150-200$  ms, e)  $T=1$ s.

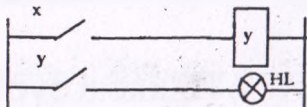
81. O'rta harakatlanuvchan relesining ishga tushish vaqtini aniqlang?

a)  $T=50-150$  ms, v)  $T=1-50$  ms, s)  $T=0,15-1$ ms,

d)  $T=150-200$  ms, e)  $T=1$ s.

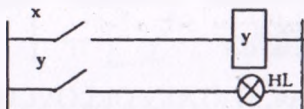
82. Quyidagi prinsipial ekvivalent sxema qanday turdagi mantiqiy funksiyani belgilaydi?

- a) «EMAS», v) «VA», s) «TAKRORLOVCHI», d) «YOKI»,  
e) «VA-EMAS».



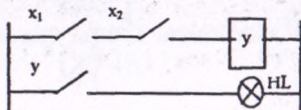
83. Quyidagi prinsipial ekvivalent sxema qanday turdagi mantiqiy funksiyani belgilaydi?

- a) «EMAS», v) «VA», s) «TAKRORLOVCHI», d) «YOKI»,  
e) «VA-EMAS».



84. Quyidagi prinsipial ekvivalent sxema qanday turdagi mantiqiy funksiyani belgilaydi?

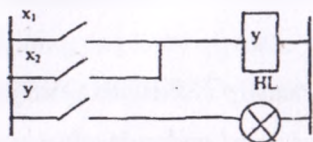
- a) «EMAS», v) «VA», s) «TAKRORLOVCHI», d) «YOKI»,  
e) «VA-EMAS».



85. Quyidagi prinsipial ekvivalent sxema qanday turdagi mantiqiy funksiyani belgilaydi?

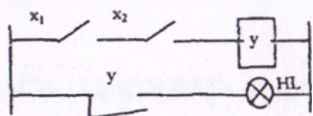
- a) «EMAS», v) «VA», s) «TAKRORLOVCHI», d) «YOKI»,  
e) «VA-EMAS».





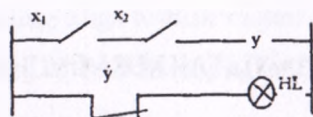
86. Quyidagi prinsipial ekvivalent sxema qanday turdagi mantiqiy funksiyani belgilaydi?

- a) «EMAS», v) «VA», s) «TAKRORLOVCHI», d) «YOKI»,
- e) «VA-EMAS».



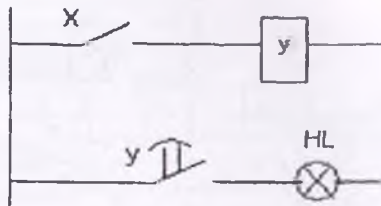
87. Quyidagi prinsipial ekvivalent sxema qanday turdagi mantiqiy funksiyani belgilaydi?

- a) «EMAS», v) «VA», s) «TAKRORLOVCOI», d) «YOKI»,
- e) «VA-EMAS».



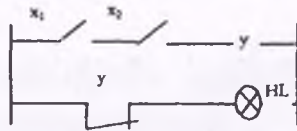
88. Quyidagi prinsipial ekvivalent sxema qanday turdagi mantiqiy funksiyani belgilaydi?

- a) «EMAS», v) «VA», s) «TAKRORLOVCHI», d) «YOKI»,
- e) «USHLAB TURISH».



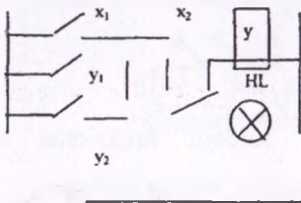
88. Quyidagi prinsipial ekvivalent sxema qanday turdagi mantiqiy funksiyani belgilaydi?

- a) «EMAS», v) «VA», s) «TAKRORLOVCHI», d) «YOKI», e) «MAN QILMOQ».



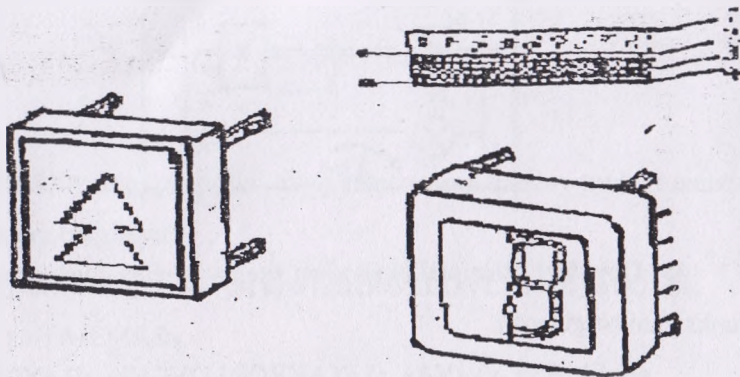
89. Quyidagi prinsipial ekvivalent sxema qanday turdagi mantiqiy funksiyani belgilaydi?

- a) «EMAS», v) «IMPLIKATSIYA», s) «TAKRORLOVCHI», d) «XOTIRA», e) «MAN QILMOQ».



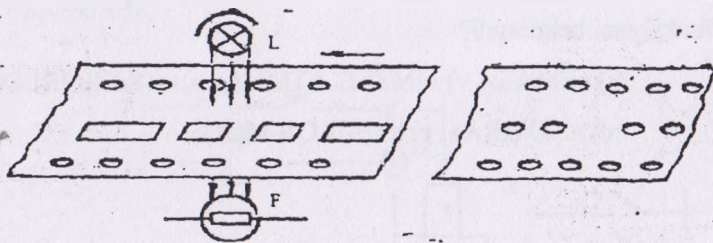
91. Quyidagi rasmda qanday turdagi funksional element ko'rsatilgan?

- a) axboromi aks ettirish, v) topshirish va taqqoslash, s) raqam-analogli, d) mayetikiy, e) xotria va eslab qolish.



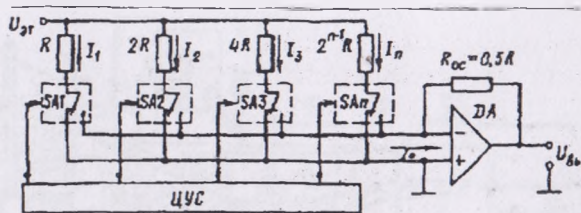
92. Quyidagi rasmda qanday turdagi funksional element ko'rsatilgan?

- a) axborotni aks ettirish, v) topshirish va taqqoslash, s) raqam-analogli, d) mayetikiy, e) xotira va eslab qolish.

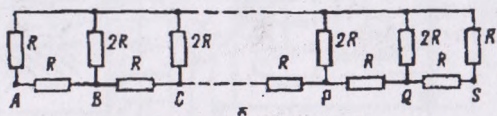


93. Quyidagi rasmda qanday turdagi funksional element ko'rsatilgan?

- a) axborotni aks ettirish, v) topshirish va taqqoslash, s) raqam-analogli, d) mayetikiy, e) xotira va eslab qolish.

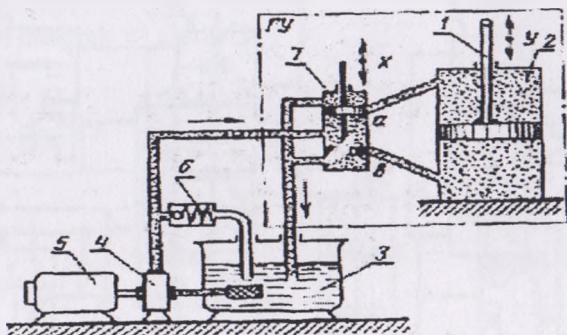


а



94. Quyidagi rasmda qanday turdagi avtomatika kuchaytirgichi ko'rsatilgan?

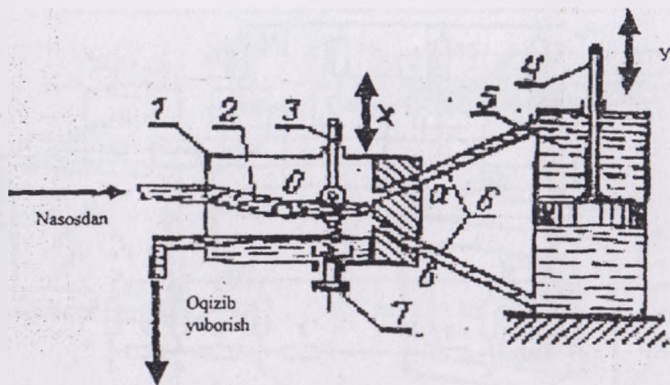
a) pnevmatik, v) elektrik, s) zolotnikli kuchaytirgich, d) oqim quvurchali kuchaytirgich, e) rostlagich.



96. Quyidagi rasmda qanday turdagi avtomatika kuchaytirgichi ko'rsatilgan?

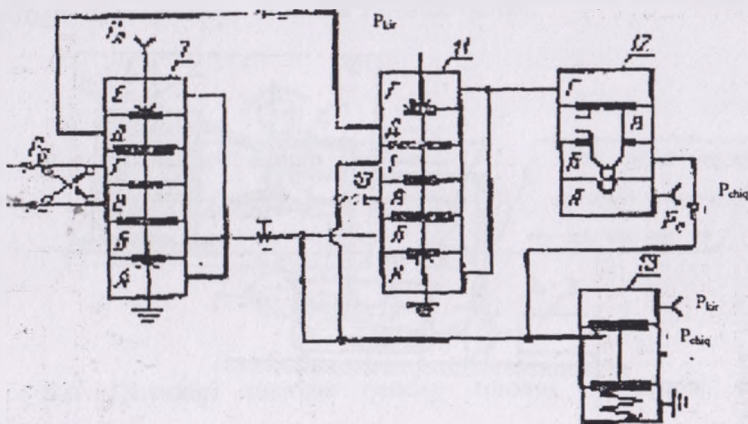
a) pnevmatik, v) elektrik, s) zolotnikli kuchaytirgich, d) oqim quvurchali kuchaytirgich, e) rostlagich.





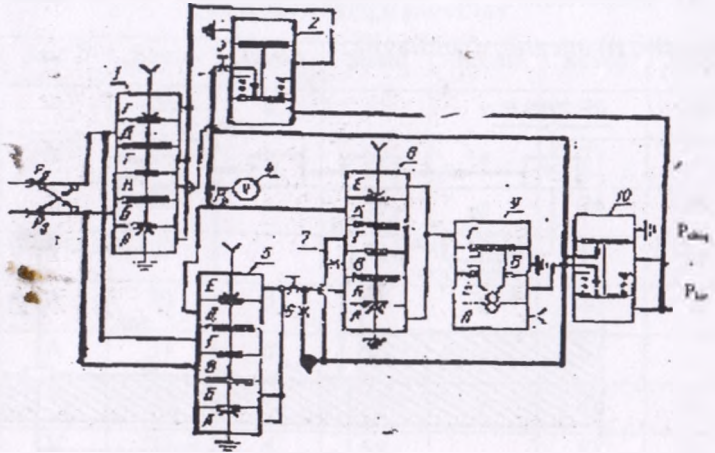
97. Quyidagi rasmda qanday turdagi avtomatika rostlagichlari ko'rsatilgan?

- a) proporsional, v) proporsional-integral, s) avvaldan ta'sir rostlagichi, d) integral, e) gidravlik.



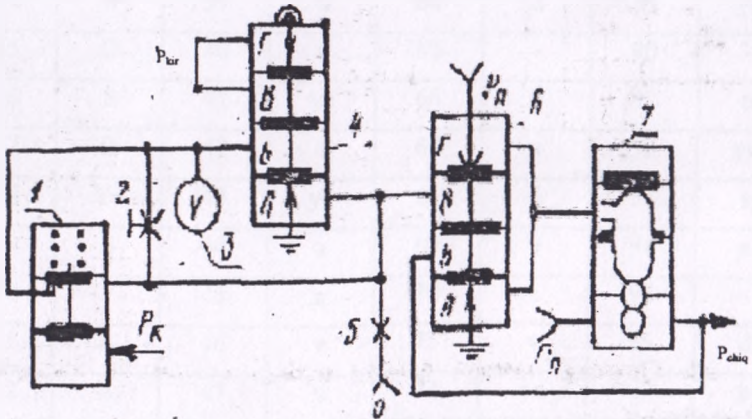
98. Quyidagi rasmda qanday turdagi avtomatika rostlagichlari ko'rsatilgan?

- a) proporsional, v) proporsional-integral, s) avvaldan ta'sir rostlagichi, d) integral, e) gidravlik.



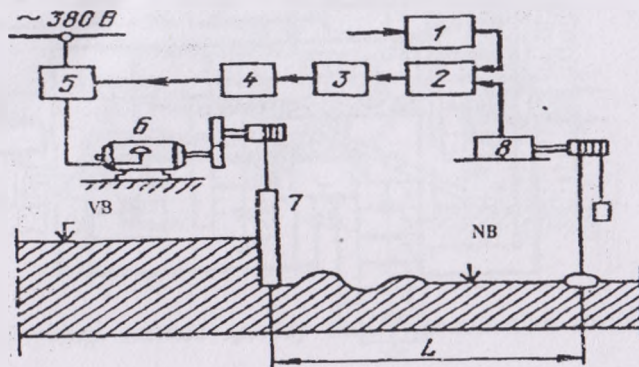
99. Quyidagi rasmda qanday turdagi avtomatika rostlagichlari ko'rsatilgan?

a) proporsional, v) proporsional-integral, s) avvaldan ta'sir rostlagichi, d) integral, e) gidravlik.



100. Quyidagi rasmda qanday turdagi avtomatika rostlagichlari ko'rsatilgan?

a) proporsional, v) proporsional-integral, s) avvaldan ta'sir rostagichi, d) integral, e) gidravlik.



### Test savollariga javoblar

Savol	Javob	Savol	Javob	Savol	Javob	Savol	Javob
1	A	26	a	51	v	76	ye
2	V	27	a	52	a	77	s
3	S	28	s	53	s	78	d
4	V	29	v	54	a	79	ye
5	A	30	d	55	a	80	a
6	A	31	d	56	-	81	v
7	V	32	v	57	v	82	s
8	V	33	d	58	-	83	s
9	S	34	v	59	a	84	v
10	A	35	d	60	v	85	d
11	V	36	d	61	s	86	ye
12	D	37	d	62	ye	87	ye
13	D	38	a	63	d	88	v
14	S	39	a	64	d	89	ye
15	D	40	v	65	-	90	-
16	S	41	ye	66	d	91	a
17	D	42	a	67	a	92	ye
18	Ye	43	ye	68	d	93	s
19	S	44	a	69	v	94	s
20	V	45	a	70	s	95	-
21	A	46	v	71	v	96	d
22	A	47	v	72	ye	97	a
23	V	48	a	73	a	98	v
24	Ye	49	s	74	v	99	s
25	V	50	s	75	s	100	ye



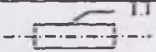
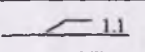
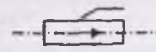
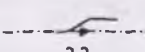
## Avtomatik boshqarish sxemalarida shartli belgilanishlar

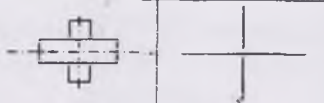


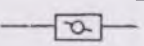
1-jadval. Avtomatlashtirish sxemalarining shakli va turlari

№	Sxemalar ko'rinishi (vidi)	Shifri	№	Sxemalar turlari (tipi)	Shifri
1	Elektrik	E	1	Strukturaviy	1
2	Gidravlik	G	2	Funksional	2
3	Pnevmatik	P	3	Prinsipial	3
4	Kinematik	K	4	Bog'lanish (montaj)	4
5	Optik	L	5	Ulanish	5
6	Vakuimli	V	6	Umumiy	6
7	Gazli	X	7	Joylashish	7
8	Avtomatik	A	8	Boshqa sxemalar	8
9	Aralash	S	9	Birlashgan	0

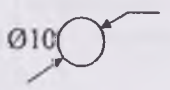

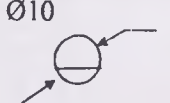
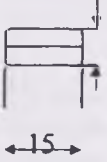
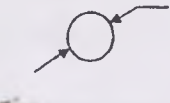

Masalan, elektrik bog'lanish sxemasi quyidagicha shifrlanadi:  
E4 (Elektrik, 4 – bog'lanish (montaj)).

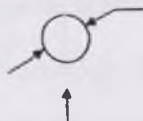







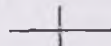


2-jadval. Truboprovodlarning funksional sxemalarda shartli belgilanishlari

№	Nomlanishi	Belgilanishi		Izoh
		Soddalashtir	Shartli	
1	Truboprovod		 (yashil)	1.1- uzatiladigan muhit (ichimlik suvi) rangi yashil. 2.2 – bug'
2	Oqim yo'ralishini ko'rsatuvchi truboprovod		 2.2 (puti)	

3	Truboprovodlarning bog'lanishsiz o'tishi			
4	Krestovina			
5	Veni			
6	Zadvijka			

3-jadval. Funktsional sxemalarda asbob va vositalarning shartli grafik belgilanishlari

No	Nomlanishi	Shartli belgilanishi	Izoh
1	Texnologik quvurlari, apparatlarida o'rnatiladigan birlamchi o'zgartir-gichlar (o'lchov, rostdash, nazorat, signal beruvchi) va boshqalar		
2	Shit va boshqarish pultlarida o'rnatiladigan birlamchi o'zgartirgichlar		
3	Ijrochi mexanizm		

4	Rostovchi o'chadigan mexanizm	organni ijrochi		
5	Rostovchi berkitadigan mexanizm	organni ijrochi		
6	Rostovchi o'zgaras saqlaydigan mexanizm	organni holatda ijrochi		
7	Qo'shimcha qo'l yuritmalijrochi mexanizm			
8	Aloqa liniyalari			
9	Aloqa liniyalarini bog'lanishsiz kesishishi			
10	Aloqa liniyalarini bog'lanishli kesishishi			
11	Rostash organi			

3

4-jadval. Avtomatikaning funksional sxemalarida o'lchanadigan kattaliklarni xarfli belgilanishlari va asboblarning bajaradigan funksiyalari

Harfli belgilanishi	O'lchanadigan kattalik	Asbob bajaradigan funksiya	Izoh
A	-	Signalizatsiya	
C	-	Rotlash, boshqarish	
D	Zichlik	-	Farq, o'zgarish
E	Har qanday elektrik kattalik	-	
F	Sarf, miqdor	-	Nisbat, qism
G	O'lchov, holat, harakat	-	
H	Qo'l bilan ta'sir	-	O'lchanayotgan kattalikni yuqori qiymati
I	-	Ko'rsatish	
J	Avtomatik qayta qo'shgich	-	
K	Vaqt, vaqtli programma	-	
L	Sath	-	O'lchanayotgan kattalikni pastki qiymati
M	Namlik	-	
P	Bosim, vakuum	-	
Q	Sifat tarkib va konsentratsiya	-	Jamlash vaqti bo'yicha



			qo'shish
R	Radioaktivlik	Qayd qilish	
S	Tezlik, chastota		
T	Harorat		
V	Qovushqoqlik		
W	Massa (og'irlik)		
U	Bir nechta har xil o'lchanayotgan kattalik		
X	Taklif etilmaydigan zaxira harf		
B,N, O,Y,Z	Taklif etiladigan zahiradagi xarflar		

5-jadval. Prinsipial sxemalarda elementlar va vositalarning harf-raqam belgilanishlari

Bir harfli kodi	Element va vositalar turining guruhi	Element va vositalar turlari	Ikki harfli kodi
A	Qurilma (umumiy belgilanishi)	Tok rostlagichi	AA
V	Birlamchi o'zgartgichlar	Blok rele	AK
		Qattiq gapirgich	VA
		Magnitostriksion element	VV
		Detektor	VD
		Selsin - qabul qilgich	VE
		Selsin - datchik	BG
		Telefon	BF

		Termopara, issiqlik datchigi	BK
		Fotoelement	BL
		Mikrofon	BM
		Bosim datchigi	BP
		Pezoelement	BQ
		Tezlik datchigi	BV
		Aylanish chastotasi datchigi	BR
S	Kondensatorlar	Kondensatorning kuch batareyasi	CB
D	Mantiqiy elementlar, mikroshemalar	Kondensatorlar bloki	CG
		Ma'lumotlarni saqlash	DS
		Integral – analogli sxema	DA
		Integral – raqamli sxema	DD
E	Har xil elektrik elementlar	Yoritish lampasi	HL
F	Razryadniklar, predoxranitel va himoya vositalari	Qizdirish elementi	EK
		Ortiqcha yuklanishdan himoya elementlari	FV
		Birdan ta'sir qilish tokidan himoya elementi	FA
		Inersion ta'sirli tokdan himoya elementi	FP
		Predoxranitel (saqlagich)	FV
		Razryadli element	FR

G	Generatorlar va energiya ta'minot manbalari	Batareyalar	GB
H	Indikatorli va signal elementlari	Ovoz signali asbobi	HA
		Simvolli indikator	HG
		Yorug'lik signali asbobi	HL
K	Rele, kontaktorlar va puskatellar	Ko'rsatish relesi	KH
		Tok relesi	KA
		Elektr issiqlik relesi	KK
		Kontaktor, magnitli puskatel	KM
		Vaqt relesi	KT
		Kuchlanish relesi	KV
R	Asboblari	Ampermetr	PA
		Impulsi schetchik	PC
		Chastota o'lchagich	PF
		Ommetr	PR
		Reaktiv energiya schetchigi	PK
		Aktiv energiya schetchiki	PJ
		Yozish instrumenti	PS
		Soat, vaqt o'lchagich	PT
		Volmetr	PV

		Vattmetr	PW
Q	Viklyuchatel va razyedinitellar	Avtomatik viklyuchatel	QF
		Razyedinitel	QK
		Korotkozamikatel	QS
R	Rezistorlar	Termorezistor	RK
		Potensiometr	RP
		O'lchov shunti	RS
S	Kommutatsion uskunalar	Viklyuchatel	SA
		Knopkali viklyuchatel	SB
		Avtomatik viklyuchatel	SF
		Sath viklyuchateli	SL
		Bosim viklyuchateli	SP
		Holat viklyuchateli	SQ
		Burlak tezligi viklyuchateli	SR
		Harorat viklyuchateli	SK
T	Transformatorlar, avtotransformatorlar	Kuchlanish transformateri	TV



## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. I. Karimov. Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O'zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo'llari – T.: «O'qituvchi», 2009.
2. Mirahmedov D.A. Avtomatik boshqarish nazariyasi. Oliy texnika o'quv yurti talabalari uchun darslik. – T.: «O'qituvchi», 1993. - 285 b.
3. Бородин И.Ф. Основы автоматике. – М.: Колос, 1987, 320 с.
4. Бородин И.Ф., Недилко Н.М. Автоматизация технологических процессов. – М.: Агропромиздат, 1986. -386
5. Мартиненко И.И. и др. Автоматика и автоматизация производственных процессов. – М.: Агропромиздат, 1985 - 335 с.
6. Бородин И.Ф., Андреев С.А. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления. – М.: Колос, 2006 г., 352 с.
7. Бородин И.Ф. Технические средства автоматике. – М.: Агропромиздат, 1982. 303 с.
8. Kolesov L.V. va boshqalar Qishloq xo'jalik agregatlari hamda ustanovkalarining elektrik jihozlari va avtomatlashtirish. – T.: «O'qituvchi», 1989.
9. Бохан Н.И. и др. Средства автоматике и телемеханики. – М.: Агропромиздат, 1992.
10. Бохан Н.И., Нагорский Автоматизация механизированных процессов в растениеводстве. – М.: Колос, 1982, 176 с.
11. Теория автоматического управления. Под редакцией В.В. Яковлева. – М.: Высшая школа, 2005 г., 567 с.
12. Д. Фрайден. Современные датчики. Справочник. – М.: Техносфера, 2006 г., 590 с.
13. Ястребенский М.А. Надежность технических средств в АСУ технологическими процессами. – М.: Энергоиздат, 1982. 232 с.

## MUNDARIJA

Kirish.....	3
<b>1-bob. Avtomatikaning texnik vositalari va funksional elementlari haqida umumiy tushunchalar.....</b>	<b>6</b>
1.1. Avtomatik nazorat qilinadigan kattaliklar haqida tushuncha.....	6
1.2. Avtomatika elementlari va ularning asosiy ko'rsatkichlari.....	7
1.3. Avtomatikaning boshqarish sxemalari .....	11
Qishloq va suv xo'jaligi ishlab chiqarish jarayonlarini	
1.4. avtomatlashtirish xususiyatlari.....	14
<b>2-bob. Avtomatika datchiklari.....</b>	<b>16</b>
2.1. Datchiklar haqida tushuncha va ularning klassifikatsiyasi	16
2.2. Datchiklarning asosiy ko'rsatkichlari .....	19
2.3. Rezistiv datchiklar.....	20
2.3.1 Potensiometrik datchiklar.....	20
2.3.2. Ko'mir (kontaktli) datchiklari.....	21
2.3.3. Tenzometrik datchiklar .....	23
2.4. Elektromagnitli va sig'im datchiklari .....	24
2.4.1. Induktiv va transformator datchiklari.....	24
2.4.2. Magnitoelastik datchiklar va Xoll elementi .....	28
2.4.3. Sig'im datchiklari va ularning qo'llanish sohalari.....	29
2.5. Harorat datchiklari .....	31
2.5.1. Suyuqlik datchiklari .....	31
2.5.2. Dilatometrik va bimetallik datchiklar .....	32
2.5.3. Manometrik datchiklar .....	34

2.5.4. Termoqarshiliklar .....	35
2.6. Sath, bosim va burchak tezligi datchiklari.....	36
2.6.1. Sath datchiklari va ularning ish prinsiplari .....	36
2.6.2. Bosim datchiklari .....	40
2.6.3. Sarf datchiklar.....	42
2.6.4. Burchak tezligi datchiklari.....	44
2.7. Namlik datchiklari .....	46
2.7.1. Namlik ko'rsatgichlari haqida tushuncha.....	46
2.7.2. Namlik datchiklarining klassifikatsiyasi va ish prinsiplari	47
2.8. Generator datchiklari .....	49
2.8.1. Induksion datchiklar .....	49
2.8.2. Fotoelektrik datchiklar .....	50
2.8.2.1. Fotorezistorlar .....	51
2.8.2.2. Fotodiodlar .....	52
2.8.2.3. Optoelektron asboblari.....	53
2.8.3. Pezoelektrik datchiklar .....	56
2.8.4. Termoelektrik datchiklar (termoparalar) .....	57
<b>3-bob. Avtomatika relolari .....</b>	<b>60</b>
3.1. Relolar haqida tushuncha va ularning klassifikatsiyasi....	60
3.2. Relolarning asosiy ko'rsatkichlari .....	61
3.3. Rele kontaktlarining ekspluatatsion kattaliklari .....	62
3.4. Elektromagnitli relolar .....	63
<b>4-bob. Mantiqiy elementlar.....</b>	<b>65</b>
4.1. Mantiq algebrasining asosiy tushunchalari .....	65
4.2. Mantiqiy elementlar bajaradigan funksiyalar .....	66
4.3. Asosiy mantiqiy elementlar .....	76

4.3.1. T-107 mantiqiy elementi .....	77
4.3.2. T-101 mantiqiy elementi .....	77
4.3.3. T-303 mantiqiy elementi .....	78
<b>5-bob. Avtomatikaning funksional elementlari .....</b>	<b>80</b>
5.1. Axborotni aks etish vositalari .....	80
5.2. Topshirish va taqqoslash elementlari .....	81
5.3. Raqam-analogli va analog-raqamli o'zgartkichlar .....	85
5.3.1. Raqam-analogli o'zgartirgichlar .....	85
5.3.2. Analog-raqam o'zgartirgichlari (ARO') .....	87
5.4. Avtomatik eslab qolish uskunalari .....	89
5.5. Avtomatik hisoblash uskunalari .....	90
<b>6-bob. Avtomatika kuchaytirgichlari .....</b>	<b>94</b>
6.1. Avtomatika kuchaytirgichlari haqida umumiy ma'lumotlar va ularga qo'yiladigan asosiy talablar.....	94
6.2. Hidravlik kuchaytirgichlar .....	110
6.3. Oqim quvurchali gidravlik kuchaytirgichlari .....	112
<b>7-bob. Avtomatikaning ijro mexanizmlari.....</b>	<b>113</b>
7.1. Ijro mexanizmlari haqida tushuncha va ularning turkumlanishi .....	113
7.2. Elektrik ijro mexanizmlari .....	114
7.3. Takomillashtirilgan elektric ijro mexnizmlari .....	115
7.4. Elektromagnitli ijro mexanizmlari .....	119
7.5. Elektromagnitli muftalar .....	120
<b>8-bob. Avtomatika rostlagichlari.....</b>	<b>122</b>
8.1. Avtomatik rostlagichlar haqida tushuncha va ularning turlari .....	122



2.5.4. Termoqarshiliklar .....	35
2.6. Sath, bosim va burchak tezligi datchiklari.....	36
2.6.1. Sath datchiklari va ularning ish prinsiplari .....	36
2.6.2. Bosim datchiklari .....	40
2.6.3. Sarf datchiklar.....	42
2.6.4. Burchak tezligi datchiklari.....	44
2.7. Namlik datchiklari .....	46
2.7.1. Namlik ko'rsatgichlari haqida tushuncha.....	46
2.7.2. Namlik datchiklarining klassifikatsiyasi va ish prinsiplari	47
2.8. Generator datchiklari .....	49
2.8.1. Induksion datchiklar .....	49
2.8.2. Fotoelektrik datchiklar .....	50
2.8.2.1. Fotorezistorlar .....	51
2.8.2.2. Fotodiodlar .....	52
2.8.2.3. Optoelektron asboblari.....	53
2.8.3. Pezoelektrik datchiklar .....	56
2.8.4. Termoelektrik datchiklar (termoparalar) .....	57
<b>3-bob. Avtomatika relelari .....</b>	<b>60</b>
3.1. Relelar haqida tushuncha va ularning klassifikatsiyasi....	60
3.2. Relelarning asosiy ko'rsatkichlari .....	61
3.3. Rele kontaktlarining ekspluatatsion kattalıkları .....	62
3.4. Elektromagnitli relelar .....	63
<b>4-bob. Mantiqiy elementlar.....</b>	<b>65</b>
4.1. Mantiq algebrasining asosiy tushunchalari .....	65
4.2. Mantiqiy elementlar bajaradigan funksiyalar .....	66
4.3. Asosiy mantiqiy elementlar .....	76

4.3.1.	T-107 mantiqiy elementi .....	77
4.3.2.	T-101 mantiqiy elementi .....	77
4.3.3.	T-303 mantiqiy elementi .....	78
	<b>5-bob. Avtomatikaning funksional elementlari .....</b>	<b>80</b>
5.1.	Axborotni aks etish vositalari .....	80
5.2.	Topshirish va taqqoslash elementlari .....	81
5.3.	Raqam-analogli va analog-raqamli o'zgartkichlar .....	85
5.3.1.	Raqam-analogli o'zgartirgichlar .....	85
5.3.2.	Analog-raqam o'zgartkichlari (ARO') .....	87
5.4.	Avtomatik eslab qolish uskunalari .....	89
5.5.	Avtomatik hisoblash uskunalari .....	90
	<b>6-bob. Avtomatika kuchaytirgichlari .....</b>	<b>94</b>
6.1.	Avtomatika kuchaytirgichlari haqida umumiy ma'lumotlar va ularga qo'yiladigan asosiy talablar.....	94
6.2.	Gidravlik kuchaytirgichlar .....	110
6.3.	Oqim quvurchali gidravlik kuchaytirgichlari .....	112
	<b>7-bob. Avtomatikaning ijro mexanizmlari.....</b>	<b>113</b>
7.1.	Ijro mexanizmlari haqida tushuncha va ularning turkumlanishi .....	113
7.2.	Elektrik ijro mexanizmlari .....	114
7.3.	Takomillashtirilgan elektrik ijro mexanizmlari .....	115
7.4.	Elektromagnitli ijro mexanizmlari .....	119
7.5.	Elektromagnitli muftalar .....	120
	<b>8-bob. Avtomatika rostlagichlari.....</b>	<b>122</b>
8.1.	Avtomatik rostlagichlar haqida tushuncha va ularning turlari .....	122

8.2.	Proporsional rostlagichlar.....	123
8.3.	Integral rostlagichlar .....	125
8.4.	Proporsional-integral (izodrom) rostlagichlar .....	126
8.5.	Proporsional-differensial rostlagichlar .....	127
8.6.	Gidravlik rostlagichlar .....	128
	<b>9 - bob. Avtomatik boshqarish tizimlari va texnik vositalarining puxtaligi .....</b>	<b>132</b>
9.1.	Puxtalik haqida tushunchalar va unga ta'sir qiladigan kattaliklar .....	132
9.2.	Elementlarning puxtaligini aniqlash va mustahkamligini oshirish yo'llari .....	133
	«Avtomatikaning texnik vositalari» fanidan «TEST» savollari .....	137
	Foydalanilgan adabiyotlar .....	178

## О Г Л А В Л Е Н И Е

<b>Введение.....</b>	<b>3</b>
<b>1- часть. Общие понятия о технических средствах автоматике и функциональных элементах.....</b>	<b>6</b>
1.1. Понятия о величинах автоматического контроля.....	6
1.2. Элементы автоматике и их основные параметры.....	7
1.3. Схемы автоматического контроля.....	11
1.4. Особенности автоматизации сельского и водного хозяйства.....	14
<b>2- часть. Датчики автоматике.....</b>	<b>16</b>
2.1. Понятия о датчиках и их классификация.....	16
2.2. Основные параметры датчиков.....	19
2.3. Резистивные датчики.....	20
2.3.1. Потенциометрические датчики.....	20
2.3.2. Угловые (контактные) датчики.....	21
2.3.3. Тензометрические датчики.....	23
2.4. Электромагнитные и емкостные датчики.....	24
2.4.1. Индуктивные и трансформаторные датчики.....	24
2.4.2. Магнитоэластические датчики И элемент Холла.....	28
2.4.3. Ёмкостные датчики и их применены в различных траслях.....	29
2.5. Датчики температуре.....	31
2.5.1. Жидкостные датчики.....	31
2.5.2. Дилатометрические и биметаллические датчики.....	32
2.5.3. Манометрические датчики.....	34
2.5.4. Термосопротивления.....	35



2.6.	Датчики уровня, давления и угловой скорости.....	36
2.6.1.	Принцип работы датчиков уровня.....	36
2.6.2.	Датчики давления.....	40
2.6.3.	Датчики расхода.....	42
2.6.4.	Датчики угловой скорости.....	44
2.7.	Датчики влажности.....	46
2.7.1.	Понятия о параметрах влажности.....	46
2.7.2.	Принцип работы датчиков влажности и их классификация.....	47
2.8.	Генераторные датчики.....	49
2.8.1.	Индукционные датчики.....	49
2.8.2.	Фотоэлектрические датчики.....	50
2.8.2.	Фоторезисторы.....	51
2.8.2.2	Фотодиоды.....	52
2.8.2.3.	Оптоэлектронные приборы.....	53
2.8.3.	Пьезоэлектрические датчики.....	56
2.8.4.	Термоэлектрические (термопара) датчики.....	57
	<b>3-часть. Реле автоматики.....</b>	<b>60</b>
3.1.	Понятия о реле и их классификация.....	60
3.2.	Основные параметры реле.....	61
3.3.	Эксплуатационные величины контактов реле.....	62
3.4.	Электромагнитные реле.....	63
	<b>4-часть. Логические элементы.....</b>	<b>65</b>
4.1.	Основные понятия о алгебре логики.....	65
4.2.	Функции, выполняемые логическими элементами....	66
4.3.	Основные логические элементы.....	76

4.3.1. Логические элементы Т-101.....	77
4.3.2. Логические элементы Т-107.....	77
4.3.3. Логические элементы Т-303.....	78
<b>5-часть. Функциональные элементы автоматик.</b>	<b>80</b>
5.1. Средства выдачи информации.....	80
5.2. Задание сравнивающие элементы.....	81
5.3. Цифровые – аналоговые и аналого-цифровые преобразователи.....	85
5.3.1. Цифровые - аналоговые преобразователи.....	85
5.3.2. Аналого - цифровые преобразователи.....	87
5.4. Устройства хранения информации.....	89
5.5. Автоматические счетные устройства.....	90
<b>6-часть. Усилители автоматик.</b>	<b>94</b>
6.1. Сведения о автоматических усилителях и требования предъявляемые к ним.....	94
6.2. Гидравлические усилители. Золотниковые.....	110
6.3. Гидравлические усилители. Со струйной трубкой....	112
<b>7-часть. Исполнительные элементы автоматик.</b>	<b>113</b>
7.1. Понятия о исполнительных элементах автоматик....	113
7.2. Электрические исполнительные механизмы.....	114
7.3. Сложные электрические исполнительные механизмы.....	115
7.4. Электромагнитные исполнительные механизмы.....	119
7.5. Электромагнитные муфты.....	120
<b>8-часть. Регуляторы автоматик.</b>	<b>122</b>
8.1. Общие понятия и виды регуляторов автоматик.....	122

8.2.	Пропорциональные регуляторы.....	123
8.3.	Интегральные регуляторы.....	125
8.4.	Пропорционально-интегральные регуляторы.....	126
8.5.	Пропорционально-дифференциальные регуляторы....	127
8.6.	Гидравлические регуляторы.....	128
<b>9-часть. Надежность технических средств и автоматических систем управления.....</b>		
9.1.	Понятие надежности и влияющие на надёжность величины.....	132
9.2.	Определение и повышение надежности элементов.	133
	<b>Тестовые вопросы по предмету «Технические средства автоматизации».....</b>	<b>137</b>
	<b>Использованная литература.....</b>	<b>178</b>

## CONTENTS

<b>Introduction</b> .....	3
<b>Chapter I. About general means of automation and about their functional means</b> .....	6
1.1. About means of automatic control value.....	6
1.2. Elements of automation and their general parameters ....	7
1.3. Automatic control schemes .....	11
1.4. General properties of automation and processing agricultural and irrigation .....	14
<b>Chapter II Automatic datchics</b> .....	16
2.1. Main idea about datchics and their classification .....	16
2.2. Main parameters of datchics .....	19
2.3. <b>Rezitional datchics</b> .....	20
2.3.1 Potentiometer datchics .....	20
2.3.2. Coal datchics .....	21
2.3.3. Tenzometr datchics .....	23
2.4. <b>Electromagnetic and capacity datchics</b> .....	24
2.4.1. Induction and transformation datchics.....	24
2.4.2. Magneto elastic datchics and elements of Hull .....	28
2.4.3. Capacity datchics and their usage .....	29
2.5. <b>Datchics of temperature</b> .....	31
2.5.1. Datchics of liquid .....	31
2.5.2. Dilatometer and bimetal datchics .....	32
2.5.3. Manometer datchics .....	34
2.5.4. Termoresista .....	35



2.6.	Speeds of level, pressure, and angle datchics.....	36
2.6.1.	Level datchics and their principles .....	36
2.6.2.	Pressure datchics .....	40
2.6.3.	Expenditure datchics .....	42
2.6.4.	Angle speed datchics .....	44
2.7.	<b>Damp datchics</b> .....	46
2.7.1.	Damp indexes .....	46
2.7.2.	Classification of damp datchics and their principles .....	47
2.8.	<b>Generator datchics</b> .....	49
2.8.1.	Induction datchics .....	49
2.8.2.	Photoelectric datchics .....	50
2.8.2.1.	Photo resistors .....	51
2.8.2.2.	Photodiodes .....	52
2.8.2.3.	Opto electric datchics .....	53
2.8.3.	Pero electrical datchics .....	56
2.8.4.	Termo electric datchics .....	57
	<b>Chapter III. Reels of automatiration</b> .....	60
3.1.	Main idea about rile and their classification .....	60
3.2.	General indexes of reels .....	61
3.3.	Contacts of rile and their expluatation.....	62
3.4.	Electromagnetic rile .....	63
	<b>Chapter IV. logical elements</b> .....	65
4.1.	Main idea about logics .....	65
4.2.	Functions of logical elements .....	66
4.3.	Main logical elements.....	76
4.3.1.	T-101 logical element .....	77

4.3.2	T- 107 logical element .....	77
4.3.3.	T- 103 logical element .....	78
	<b>Chapter V. Functional elements of automatization.....</b>	<b>80</b>
5.1.1	Means of visualization.....	80
5.2.	Elements of compare .....	81
5.3.	Numeral-analogue and analogue-numeral elements .....	85
5.3.1	Elements of numeral analogue .....	85
5.3.2.	Analogue numeral elements .....	87
5.4.	Automatic remember functions .....	89
5.5.	Automatic .....	90
	<b>Chapter VI. Automatic motors .....</b>	<b>94</b>
6.1.	Main ideas about automatic motors and their general principles .....	94
6.2.	Gidravlic motors .....	110
6.3.	liquid channel gidravlic motors.....	112
	<b>Chapter VII. Role mechanisms of automatic .....</b>	<b>113</b>
7.1.	Main idea of role mechanisms and their varicosity .....	113
7.2.	Electric role mechanisms .....	114
7.3.	Modern electro role mechanisms .....	115
7.4.	Electromagnetic role mechanisms .....	119
7.5.	Electromagnetic drivers .....	120
	<b>Chapter VIII. Automatic regulators .....</b>	<b>122</b>
8.1.	Main idea about automatic regulators .....	122
8.2.	Proportional regulators .....	123
8.3.	Integral regulators .....	125
8.4.	Proportional integral regulators .....	126

8.5.	Proportional diferensional regulators .....	127
8.6.	Gidravlic regulators.....	128
	<b>Chapter IX. Automatic regulation systems and technical principles .....</b>	<b>132</b>
9.1.	Main idea about quantity and their value.....	132
9.2.	Value of elements and finding new quantities.....	133
	<b>Test variants about technical means of autoim-</b>	
	<b>munization .....</b>	<b>137</b>
	<b>Literature.....</b>	<b>178</b>

**VAXIDOV ABDUNABI XUDOYBERDIYEVICH,  
ABDULLAYEVA DILBAROY AMANBAYEVNA**

# **AVTOMATIKANING TEXNIK VOSITALARI**

**Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2012**

Muharrir:	M.Hayitova
Tex. muharrir:	M. Xolmuhamedov
Musahhih:	F.Ismoilova
Musavvir:	H.G'ulomov
Kompyuter sahifalovchi:	N.Hasanova

**Nasr.lits. AIN№149, 14.08.09. Bosishga ruxsat etildi 15.08.2012.  
Bichimi 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Timez Uz» garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.  
Shartli bosma tabog'i 11,75. Nashriyot bosma tabog'i 12,0.  
Tiraji 300. Buyurtma №74.**



