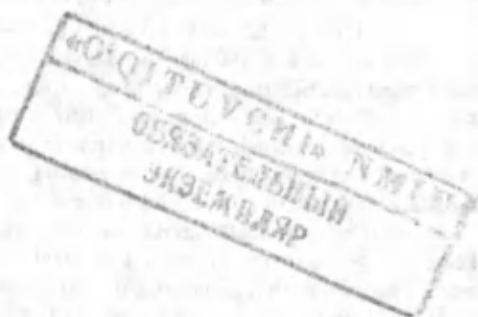


O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
O'RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA'LIMI MARKAZI

S.T. YUNUSOVA

KON AVTOMATIKASI

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma



«Davr nashriyoti»
TOSHKENT – 2012

UDK: 622(075)

KBK 33.Iya722

UDK: 622(075)

KBK 33.Iya722

- КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАНИЕ
- КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАНИЕ

Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi o'quv metodik birlashmalar faoliyatini
muvofiglashtiruvchi Kengash nashrga tavsiya etgan

Taqrizchilar:

prof. *Shipulin Yu.G.* – ToshDTU kaf. «Avtomatlashtirish va boshqaruv»;

dots. *Xolmatov D.S.* – TTESI «Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish
va kompyuterlashtirish»

Yunusova, S. T.

Kon avtomatikasi. Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma. /
S.T. Yunusova. – T.: «Davr nashriyoti». – 72 b.

Qo'llanmada kon avtomatikasi kursi bo'yicha: sezuvchi, signal beruvchi o'lchov
elementlari datchiklarni ishlash prinsiplari, ularni turlari, boshqarish elementlari, signal
kuchaytirgichlar, elektr yuritmalarni, asinxron dvigatellarini boshqarish sxemalaridagi
himoya elementlari, uch fazali asinxron dvigatellarni ishlash prinsiplari, xabarlar va
ma'lumotlar, mantiqiy boshqarish sistemalari, standart elementlardan tuzilgan mantiqiy
boshqarish sxemalarini o'rganishdan iborat.

Har bir bobda sanoatda qo'llaniladigan elementlarning xarakteristikalari, sxemalari
keltirilgan bo'lib, o'quvchi ushbu ma'lumotlar asosida yetarli bilim oladi. Qo'llanma
materiallarini o'zlashtirish uchun o'quvchi oliy matematika, fizika, sanoat elektronikasi
asoslari, elektrotexnika va boshqa o'quv dasturlari bo'yicha yetarli bilimga ega bo'lishlari
lozim.

UDK: 622(075)

KBK 33.Iya722

Y-92

ISBN 978-9943-4018-2-2

Alisher Navoiy

nomidagi

O'zbekiston MK

© «Davr nashriyoti», 2012.

KIRISH

Hozirgi kunda Respublikamizda Xalq xo'jaligi va sanoatni rivojlantirishga katta e'tibor berilmoqda. Fan-texnika taraqqiyotining bu sohasi respublikamizning moddiy-texnika bazasini yaratishda alohida o'rin egallaydi.

Rivojlanish davrida Respublikamizning barcha sanoatini avtomatlashtirishga katta ahamiyat berilmoqda.

Sanoatni avtomatlashtirish energiya materiallar, ma'lumotlarni olish, maqsadga muvofiq o'zlashtirish, uzatish jarayonlarida odamni qisman yoki to'la ishtirok etishdan ozod qila oladigan texnik vositalar, iqtisodiy-matematik usullar hamda boshqarish sistemalarini ishlab chiqarishda qo'llash deb ta'riflanishi Fan-texnika taraqqiyotining bu sohasi juda katta iqtisodiy rivojlanishning asosiy ko'rsatkichlaridandir.

Hozirgi kunda sanoatning barcha sohalarida avtomatlashtirish jadal sur'atda olib borilmoqda. Bunda barcha qo'llaniladigan elementlar, avtomatlashtirilgan mashinalarni ish rejimlarini, dasturlarni tayyorlash muhim ahamiyat kasb etadi.

Ushbu darslik VI bobdan iborat.

I bobda sezuvchi, signal beruvchi o'lchov elementlari (sezgichlar)ning: ishlash prinsiplari, xarakteristikalar, turlari haqida ma'lumot keltirilgan.

II bobda boshqarish elementlari: rele, himoya apparatlari, tiristorlar haqida ma'lumot keltirilgan.

III bobda signal kuchaytirgichlar: magnitli signal kuchaytirgichlar, gidravlik signal kuchaytirgichlar va pnevmatik signal kuchaytirgichlarning ishlash rejimlari, sxemalari, xarakteristikalar keltirilgan.

IV bobda elektr yuritmalarini boshqarish, asinxron dvigatellarning ishlash rejimlari, turlari keltirilgan.

V bobda xabarlar va ma'lumotlar, ularning tavsifi, impuls, spektr, axborotlarni uzatish chastota oraliqlari to'g'risida tushunchalar keltirilgan.

VI bobda mantiqiy boshqarish sistemalari, mantiqiy elementlar, standart elementlardan tuzilgan mantiqiy boshqarish sxemalari, mantiqiy operatorlarni tuzish, holatlar jadvali va ulanishlar to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

I BOB.

SEZUVCHI, SIGNAL BERUVCHI O'LCHOV ELEMENTLARI

Datchiklarning ishlash prinsiplari, xarakteristikasi va turlari

Boshqarish protsessining sifati samaradorligi ko'p jihatdan texnologik protsess haqidagi informatsiyalarni to'g'ri va yuqori aniqlikda aks ettiradigan o'lchov asboblari sezgichlarining bo'lishini talab qiladi. Sezgichlardan olingan ma'lumotlar boshqaruvchi elektron hisoblash mashinalari sistemasiga, undan ijro etuvchi elektr sistemasiga ta'sir qiladi.

Texnologik jarayonlarning o'tishini o'zgarishsiz nazorat qilish har xil mashina va asboblarni ishlash rejimlarida o'zgaruvchan elementlar, ya'ni datchiklardan foydalaniladi.

Datchik – birlamchi sezgir element bo'lib, o'lchanadigan fizik kattaliklarni sezuvchi va uzatishga qulay bo'lgan shaklga keltiruvchi elementdir. Datchik o'lchanadigan ma'lumotning xabarini uzatish yoki kelgusida o'zgarish uchun qulay, lekin kuzatuvchi tomonidan bevosita qabul qilinmaydigan shaklda ishlab chiqarish uchun mo'ljallangan o'lchov vositasidir.

Datchik ishlash prinsipi bo'yicha quyidagi sinflarga bo'linadi:

1. Kirish qiymati ko'rinishiga qarab texnologik elektr kattaliklar bo'lmaganlarni elektr kattaliklarga aylantiradi (bosimni, haroratni, aylanish burchagini).

Bir elektr qiymatidan ikkinchi elektr qiymatga aylantirib beradi. (Tok kuchi, kuchlanish, kuchaytirgich, fazosezgich sxemasi).

O'zgartirgich ko'rinishi bo'yicha – analogik (potensial tok, chastota faza), diskret ko'rinishda (amplituda impulsli, vaqt impulsli) bo'ladi.

Datchiklar parametrik datchiklarga va generatorli datchiklarga bo'linadi. Parametrik datchiklarga quyidagi datchiklar kiradi: Potensiometr, tenzometrik, induktiv datchik, sig'im datchik, transformatorli datchiklar. Generatorli datchiklarga esa induksion fotodiod, termometrik, pezometrik va hokazo.

Parametrik datchiklarni signallari kichik bo'lganligi uchun ko'priksimon sxemalar qo'llaniladi.

,b

Ko'rsatkichli datchiklar – bu elektrik bo'lmagan kirish kattaligini chiqish kattaligiga istalgan elektr ko'rsatkichlarini o'zlashtirish mumkin. Bu kattaliklar aktiv qarshilik, induktivlik va sig'im.

Kirish kattaliklarini chiqish kattaliklariga xarakteristikasi bo'yicha o'zgaradi. Bunga generatorli datchik va potensiometr datchik misol bo'la oladi.

To'ldiruvchi datchiklar – bu kirish kattaligi chiqish kattaligida uzluksiz to'ldiruvchi signallarni hosil qiladi. Bu teskari aloqa zanjiridan foydalaniladi.

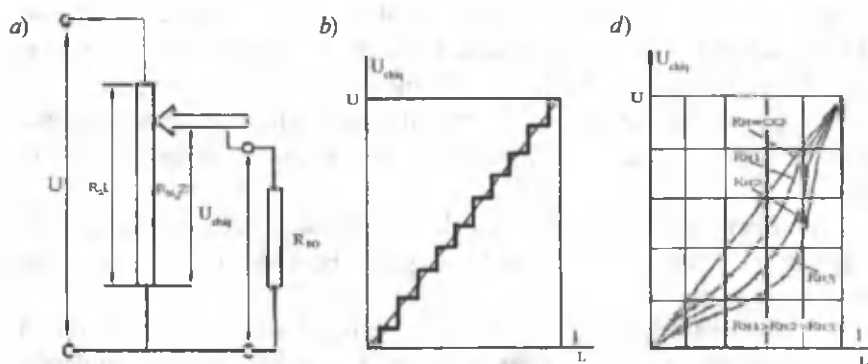
Chastotali datchik – bu kirishda har xil fizik kattaliklar va o'zgaruvchan tok chastotasiga ega bo'ladi. Ular tezlik, sarf va h.k. kattaliklarni aniqlaydi.

Kompensatsion datchik – bu datchik ketma-ket ulangan o'zgartirgichlarga uzatib beradi va chiqishda ularni parametrlari masofa, tezlik, yuklama, bosim va boshqa elektr kontaktli va kontaktsiz elementlarni ishga tushiradi.

Potensiometrik datchiklar

Potensiometrik datchiklar (PD) o'zida kuchlanishni bo'luvchi sxema-siga ulangan oddiy qarshilikni namoyish etadi. U chiqish kuchlanishidagi chiziqli va burchak ko'chishni o'lchash uchun qo'llaniladi. Avtomatika qurilmalarida simdan tayyorlangan tutash o'ramli PD lar keng qo'llaniladi. U o'zida karkas, qaysiki o'rami bir qator izolatsiyalangan yuqori solishtirma qarshilikli simdan bo'lgan va harakatlanuvchi kontakt (surilgich) – sim o'ramlari bo'yicha sirpanuvchi kontaktdan iborat qurilmani namoyon etadi. Karkas tekstolit, ebonit va boshqalar kabi dielektrik materiallardan tayyorlanadi, yoki oksidlangan alumin kabi metallardan. Chulg'am uchun konstanta, manganin, nixromdan, shuningdek platina, kumush kabi qimmatbaho metallar asosida olingan qotishmalardan tayyorlangan ingichka sim ishlatiladi. Simning diametri prezizion datchiklar uchun 0,03–0,1 mm atrofida, quyi aniqlik sinfidagi datchiklar uchun 0,3–0,4 mm atrofida tanlanadi. Cho'tka tutgichga mustahkamlangan plastinka yoki 2–3 ta ingichka sim ko'rinishida harakatlanuvchi kontakt tayyorlanadi. To'g'ri chiziqli harakatlanuvchi kontaktli PD lar karkasning konstruktiv tayyorlanishga qarab, yassi va silindrik, shuningdek halqasimon va spiralsimon turlarga ajratiladi.

Harakatlanuvchi kontakti to'g'ri chiziqli siljuvchi bir kontaktli PD da (1, a-rasm) kiruvchi miqdor harakatlanuvchi kontaktning ko'chishi l ,



1-rasm. Bir taktli PD (a) va uning xarakteristikalari (b, d).

chiquvchisi R_n yuklama qarshiligiga mos U_{chiq} kuchlanish hisoblanadi. $U_{chiq} = \varphi(l)$ bog'liqlik PD ning statik xarakteristikasi hisoblanadi.

Salt ishlash ($R_n = \infty$, $I_n = 0$) da datchik chiqishidagi kuchlanish PD uchastkasidagi R_x qarshilikka mos kuchlanish tushuviga teng (1, a-rasm): $U_{chiq} = IR_x = (U/R)R_x$, bu yerda I potensiometr zanjiridagi tok, R -potensiometrning umumiy qarshiligi.

Silindrik karkasli va simning bir kesimiga to'g'ri keluvchi o'ramli PD lar uchun

$$U_{chiq} = UR_x/R = U/lL = S_l l. \quad (1.1)$$

Bu yerda $S_l = U/lL$ – datchikning kuchlanish bo'yicha sezgirligi; L – potensiometrning to'la uzunligi.

Salt ishlash va chiqish kuchlanishining bir tekis o'zgarishida kiruvchi l ko'chish chiziqli funktsiya hisoblanadi. Biroq ko'p o'ramli sezgir PD larda bo'ladigan kontaktning o'ramdan o'ramga ko'chishida kuchlanishning pog'onasimon o'zgarishini o'rganish lozim. Shuning uchun, $U_{chiq} = \varphi(l)$. Real bog'liqlik bunday datchiklar uchun pog'onasimon xarakteristika ko'rinishida namoyon bo'ladi (1, b-rasm), pog'onaning o'rtasidan o'tuvchi to'g'ri chiziqsimon shtrix (1.1) dan hisoblanadi. O'ramlarning absolut va nisbiy xatoliklari quyidagicha bog'langan:

$$\Delta R_{\omega} = 0,5R_{\omega} = R/(2\omega); \quad \delta_{\omega} = \pm \Delta R_{\omega} / R = \pm 1/(2\omega),$$

bu yerda: R_{ω} – bitta o'ram qarshiligi; R – potensiometrning umumiy qarshiligi; ω – o'ramlar soni.

R_n – yuklama qo'shilgandagi $U_{chiq} = \varphi(l)$ statik xarakteristikaning analitik ifodasini olish uchun ekvivalent generator usulidan foydalaniladi.

Bunda yuklama toki (1, *a*-rasm) $I_n = U_x / (R_n + R)$ (1.2), bu yerda U_x – surilgichni salt ishlashda bo'lgan PD ning chiqish kuchlanishi; $R_n = [R_x(R - R_x)] / [R_x + (R - R_x)] = (1R/L)(1 - 1/L)$ – ekvivalent generatorning ichki qarshiligi.

(1.2) bog'liqlikdan:

$$I_n = (U/L) / [R_n + (1R/L)(1 - 1/L)]. \quad (1.3)$$

Shu ketma-ketlikda chiqish kuchlanishi:

$$U_{\text{chiq}} = I_n R_n = U(1/L) R_n / [R_n + (1/L)R(1 - 1/L)]. \quad (1.4)$$

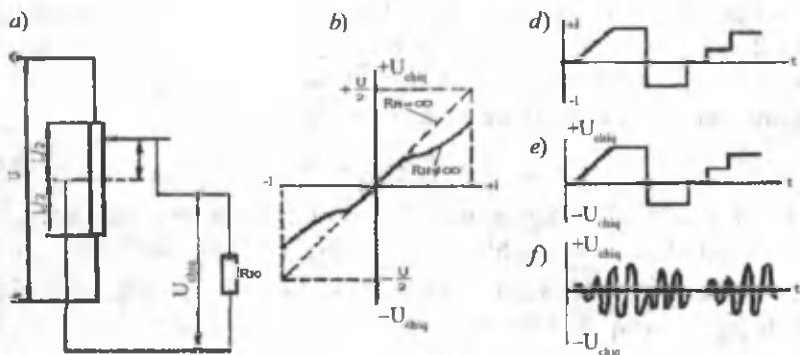
(1.4) ga $\alpha = R_n/R$ miqdorni qo'yib,

$$U_{\text{chiq}} = U(1/L) \alpha / \{ \alpha + [1/L - (1/L)^2] \} \quad (1.5) \text{ ni olamiz.}$$

(1.5) dan ko'rinib turibdiki, yuklama qo'shish $U_{\text{chiq}} = \varphi(1)$ statik xarakteristikadagi nochiziqliklilikni pasaytirish uchun R_n yuklama qarshiligi potensiometrlik datchik qarshiligi R dan ko'p marta katta bo'lishi kerak (odatda $\alpha = R_n/R > 10100$).

Datchiklardagi kiruvchi ko'chishga bo'lgan ta'sirdan ikki cho'tkali ko'priksimon ikki taktli PD da, shuningdek reversiv yoki o'rta nuqtalar qiymatiga ega ikki taktli PD da foydalaniladi.

Bunday datchikning xarakteristikasi 2, *b*-rasmda ko'rsatilgan. Surilgichning ko'chishi o'rta nuqtalardan pastga o'zgarsa (ko'chish chizig'ining o'zgarishi) chiqishdagi kuchlanish ham o'zgaradi (2, *d*, *e*-rasm). Manbasi o'zgaruvchan tok bo'lgan ikki taktli datchiklarda kiruvchi ko'chish belgisining o'zgarishi chiquvchi kuchlanish fazasini 180° ga o'zgartiradi (2, *f*-rasm). Agar, surilgich ko'chishi tufayli chiqish kuchlanishi aniq bir



2-rasm. Ikki taktli PD (a) va uning xarakteristikalari (b-f).

nohiziqli funksiya bo'yicha o'zgarishi kerak bo'lsa, profilli, pog'onali, sinus-kosinusli va boshqa potensiometr lar qo'llaniladi.

Potensiometr ik datchik xuddi ARS ning zvenosi kabi yuklama qarshiligi bilan bir joyda qaraladi. Aktiv yuklamada PD ARS ning inersiyasiz zvenosi hisoblanadi, chunki uning induktivligi juda kichik. Shuning uchun, unga bir necha o'n kilogers chastotagacha ahamiyat bermasa ham bo'ladi. Aktiv-reaktiv yuklamada inersion qurilma sifatida namoyon bo'la boshlaydi. Bunday hollarda zveno tipi yuklama xarakteristikasi bo'yicha aniqlanadi.

Bunday PD lar oddiy konstruksiyasi, kichik o'lchamli gabaritga ega ligi, quvvatining yetarliligi, o'zgaruvchi va o'zgarmas tokda ishlay olish kabi e'tiborli tomonlari bilan ARS da keng qo'llanilishini ta'minlaydi.

Yuqori tok va quvvatlarda pog'onasimon statik xarakteristikasi va uning nohiziqliligi, uni siljitish uchun kuch talab qilinishi va kontaktning nisbiy ko'chishining yetishmasligi PD ga bo'lgan ishonchni tushirib yuboradi.

Aylanish chastotalari datchiklari

Elektroavtomatika sistemalarida aylanish chastotalar datchigi sifati ko'p bo'lmagan doimiy va o'zgarmas tok elektr mashinalarida – taxometrik generatorlar (taxogeneratorlar) qo'llaniladi. Elektrodvigatellarni aylanish chastotasini o'zgartirish uchun kuchlanishga taxometrik ko'pri k qo'llaniladi.

O'zgarmas tok generatorlari:

$$U_{\text{chiq}} = E - IR_{\text{ya}} . \quad (1.5)$$

O'zgarmas tok taxogeneratorlari (TG) qo'zg'atishni bajarilish usuliga ko'ra 2 tipga ega: magnitoelektr ik (doimiy magnitdan qo'zg'atish) va elektromagnit (statorning maxsus obmotkasi orqali qo'zg'atish) (3.10 a, b-rasm). TG uchun elektr ik muvozanat tenglamasi

$$U_{\text{chiq}} = E - IR_{\text{ya}} = C_e \omega - IR_{\text{ya}} . \quad (1.6)$$

Doimiy qo'zg'atish oqimidagi TG ning chiqishidagi kuchlanish:

Salt ishlashda ($I=0$) kuchlanish $U_{\text{chiq}} = \varphi(1)$ chiziqli, chunki $S_e = \text{const}$; (to'g'ri chiziq 1, 3.10, d-rasm). Yuklamada statik xarakteristika nohiziqli bo'ladi (egri chiziq 2), TG ning yakor reaksiyasi sababli, uning og'ishi o'zgaradi.

Real TG lardagi cho'tkalarda kuchlanish tushuvining yuzaga kelishi nosezgirlik zonasini (ZN) paydo bo'lishiga olib keladi (egri chiziq 3).

Statik xarakteristikaning buzilishini kamaytirish uchun TG lar kichik yuklamalarda qo'llaniladi ($I_n = 0,01 - 0,02A$). Yakor zanjiridagi tok $I_0 = E / (R_M + R_{JO})$, chiqish kuchlanishi esa (1.6)ga muvofiq:

$$U_{chiq} = E[1 - K_o / (K_o + K_n)] = S_e \omega K_{yu} / (Y_{ya} + K_{yu}). \quad (1.7)$$

Taxogeneratorni uzatish koeffitsiyentlari:

$$k_{tg} = U_{chiq} / (\omega = S_e R_{yu} / R_{ya} + R_{yu}). \quad (1.8)$$

Aktiv yuklamada ishlayotgan TG dinamik munosabatlarda xuddi inersiyasiz zveno sifatida qaraladi; aktiv-induktiv yuklama ($L_{yu} R_{yu}$)da ishlayotganda esa

$$W_{Tr}(P) = k_{Tr}(E_{2p} + 1). \quad (1.9)$$

Uzatish funksiyasi birinchi tartibli aperiodik zveno sifatida qaraladi. Bu yerda

$$T_z = (L_{ys} + L_{yu}) / (R_{ys} + R_{yu}) - \text{TG ning vaqt doimiysi.}$$

Doimiy tok TG lari kichik inersion element hisoblanib, undan burilish burchagining o'zgarishiga proporsional chiqish signalini olish uchun foydalaniladi:

$$U_{chq} = k_{Tr} \omega = k_{Tr} d\theta / dt. \quad (1.10)$$

(1.10) tenglamaning operator ko'rinishi $U_{4HK}(P) = k_{Tr} P \theta(p)$.

Shundan kelib chiqib, bu hol uchun TG ning uzatish funksiyasi

$$W(p) = U_{4MK}(p) / e(p) = k_{Tr}(p). \quad (1.11)$$

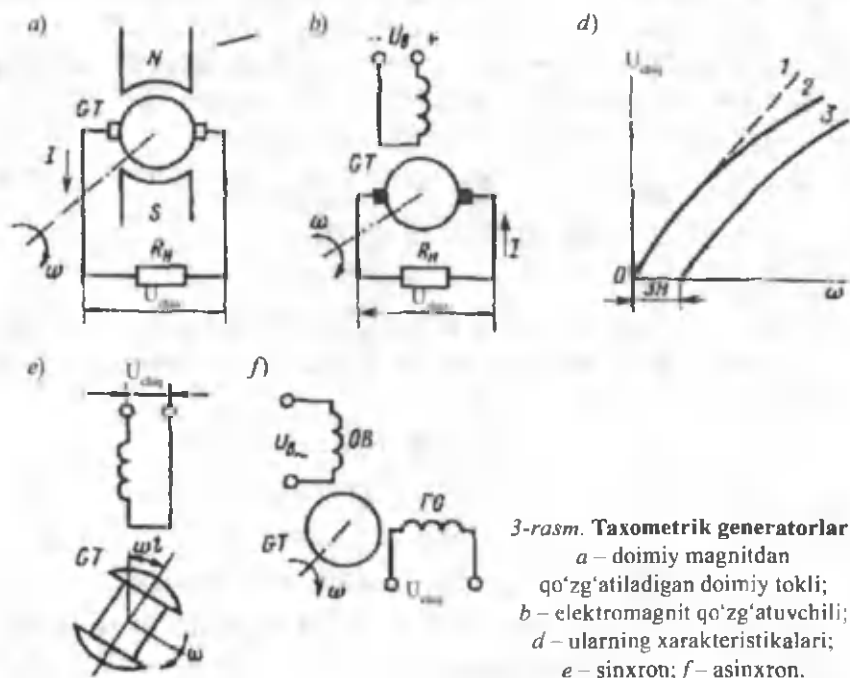
(1.11) dan kelib chiqib TG, burilish burchagining o'zgartirgichi kabi differensiallovchi zveno hisoblanadi.

Doimiy tok taxogeneratorlari turli mashina elektr uzatmalari APT da keng qo'llaniladi.

Ularning afzalliklari – yaxshi chiziqli xarakteristika, kichik inersionlik, yuqori aniqlik, kichik gabaritli o'lcham va massa hisoblanadi. Kamchiligi kollektor cho'tkalari miqdori bilan bog'liq.

Induktiv datchiklar

Induktiv datchik (ID)larning ishlash prinsipi turli faktorlar ta'sirida harakatlanuvchi magnit o'tkazuvchili g'altak induktivligini o'zgarishiga



3-rasm. Taxometrik generatorlar:

- a – doimiy magnitdan qo'zg'atiladigan doimiy tokli;
b – elektromagnit qo'zg'atuvchili;
d – ularning xarakteristikallari;
e – sinxron; f – asinxron.

asoslangan. Ular chiziqli va burchak ko'chirishni o'zgartirishda, bosim o'zgarishini nazorat qilishda, gaz va suyuqliklar sarfini va boshqalarni o'lchashda keng qo'llaniladi. Havoli tirqishda magnet o'tkazuvchili g'altak induktivligi.

$$L = \frac{w^2}{R_{m, st} + R_b} = \frac{w^2}{\frac{l_m}{\mu S_m} + \frac{2\delta}{\mu_0 S_b}} \quad (1.1)$$

Bu yerda $R_{m, st} = \frac{l_m}{\mu S_m}$ $R_b = \frac{2\delta}{\mu_0 S_b}$ – po'lat magnet o'tkazgich va havoli

tirqishni magnet qarshiliklari, $G_n - 1$; l_m – po'lat magnet o'tkazgichning o'rtacha uzunligi, m; b – havoli tirqishning kengligi, m; μ_0 – po'lat magnet o'tkazgich va havo tirqishining ko'ndalang kesim yuzalari, m²;

1.1 ga muvofiq, bu ifodaga kiruvchi o'zgaruvchan miqdorlardan foydalanib ID ni ko'rish mumkin. ID da ko'proq o'zgaruvchilar havo tirqishi, tirqish yuzasi va magnet o'tkazuvchanliklardir.

3, a-rasmda havo tirqishi (b) o'zgaruvchi bo'lgan oddiy chiziqli ko'chirish ID tasvirlangan. Qo'zg'almas magnet o'tkazgich 2 ga nisbatan

yakor I ning ko'chishi tufayli (b) havo tirqishining o'zgarishi datchik g'altagi 3 dagi induktivlikning o'zgarishiga sabab bo'ladi. Magnit qarshilik K_m po'lat magnit o'tkazgich va 2 havo tirqishi qarshiliklari K_{ms} va dan aniqlanadi, ya'ni $K_m = K_{m\text{al}} + K^\wedge$.

$$l = m^2 / l s M^2 8$$

$K^\wedge \gg K_{ms}$ da g'altak induktivligi K bo'ladi. Bu yerdan ko'rinib turibdiki g'altak induktivligini havo tirqishiga teskari proporsional. G'altak zanjiridagi tok (3, a- rasm):

$$I = \frac{U_1}{\sqrt{(R_{gal} + R_n)^2 + (X_{gal} + X_n)^2}}$$

bu yerda R_{gal} va $X_{gal} = \omega L$ - g'altakning aktiv va induktiv qarshiliklari ;
 R_n va X_n - yuklamaning aktiv va induktiv qarshiliklari.

ID chiqishdagi kuchlanish

$$U_{chq} = I z_n = \frac{U_1 z_n}{\sqrt{(R_{gal} + R_n)^2 + (X_{gal} + X_n)^2}} \quad (1.2)$$

Odatda $X_{gal} \gg R_{gal}$. Aktiv yuklama $Z_N = R_N$ va shartga ko'ra (1.2) ifoda quyidagi ko'rinishni olishi mumkin:

$$\bar{U}_{chq} \approx \frac{U_1 R_n}{(wL)} = \frac{2U_1 R_n}{(wW^2 \mu_0 S)} \text{ yoki } U_{chq} = k\delta. \quad (1.3)$$

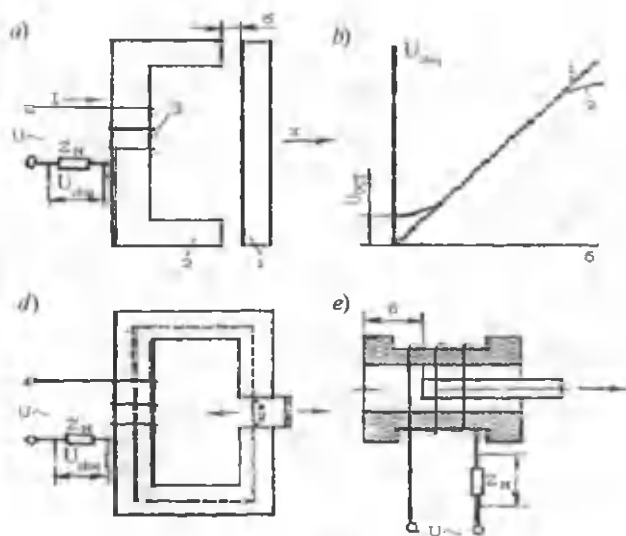
Bu yerda shunday qilib ID ning statik xarakteristikasi $U_{chq} = \varphi(\delta)$ chiziqli bo'ladi (4, b-rasm, chiziqli 1) kichik va katta tirqish (b) da real xarakteristika nochiziqli bo'ladi (4, b-rasm, egri chiziq 2).

O'zgaruvchan havo tirqishi (b) ID lar 0,1–1 mm diapazondagi ko'chishni aniqlashda qo'llaniladi.

Katta (b) da statik xarakteristika nochiziqli bo'ladi. Shuning uchun 5–8 mm gacha ko'chishlarda o'zgaruvchan yuzali (4-rasm) ID lar, yanada katta ko'chishlar (50 mm gacha) da IDlarning plunjirli tipi ishlatiladi.

Induktiv o'zgartirgichlarda manba sifatida o'zgaruvchan tok xuddi ishlab-chiqarishdagi (50 Gs) kabi va ko'tarilgan chastotalar (400, 500, 1000 Gs) foydalaniladi va datchiklarni gabaritini kichiklashtirish mumkin.

Oddiy IDning kamchiliklari: I_x kerak bo'lishi, shuningdek chiqishda $6=0$ da Post kuchlanishni kerakligi (3, 4-rasm) va kichik ko'chishlarda sezgirlikni pastligi. Bundan tashqari, bu datchiklar bir taktli hisoblanib, kirish miqdorining o'zgarishiga ta'sir bermaydi.

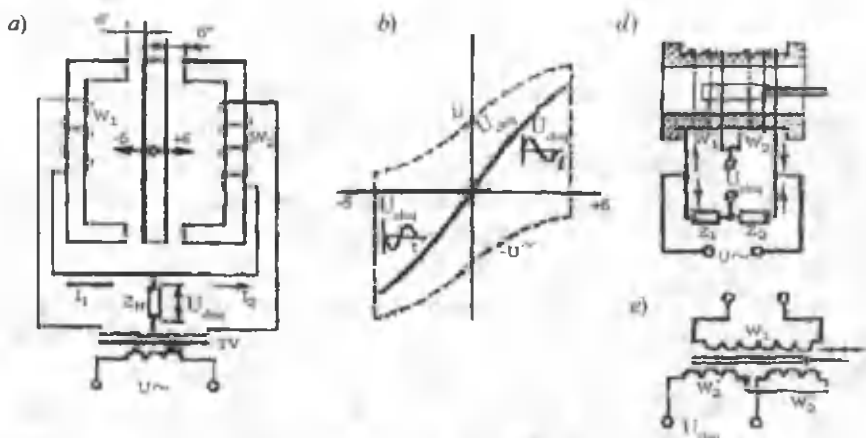


4-rasm. Induktiv datchiklar:

a – oʻzgaruvchan kattalikli havo tirqishli; *b* – uning xarakteristikallari;
d – s yuza oʻzgaruvchan; *e* – plunjirli tip.

Koʻrib oʻtilgan kamchiliklar koʻprik va differensial sxema boʻyicha ulangan IDlarda odatda sezilmaydi.

Differensial induktiv datchik (DID) (5, *a*-rasm). U umumiy yakorli 2 magnit oʻtkazgich va 2 gʻaltakdan tashkil topgan.



5-rasm. Ikki taktli induktiv datchiklar:

a – oʻzgaruvchan kattalikli havo tirqishili; *b* – uning xarakteristikallari;
d – yuza oʻzgaruvchan; *e* – plunjirli tip.

II BOB. BOSHQARISH ELEMENTLARI

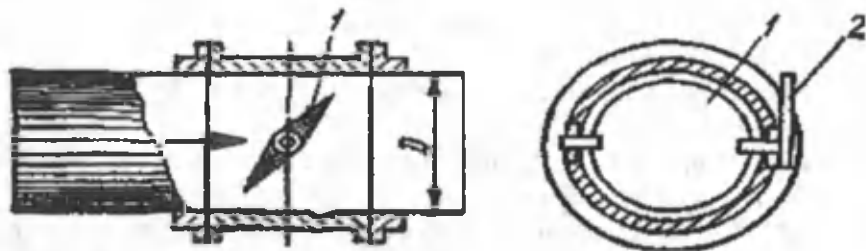
Rele

Rele – avtomatik sistemalarda boshqarish, himoya, kontrol, signalizatsiya, rostdash va boshqa diskret operatsiyalarni bajarish uchun juda ko'p qo'llaniladigan apparatdir.

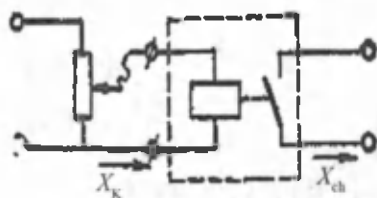
Relega kiruvchi signal uzluksiz ravishda o'zgarib ma'lum qiymatga ega bo'lgandagina unda sakrashsimon xarakteristikali chiqish signali hosil bo'ladi. Shundan so'ng kiruvchi signal qiymatining o'zgarishi, oshishi davomida chiquvchi signal o'zgarmaydi. Kiruvchi signal qiymati kamayib ma'lum miqdorga yetganda esa chiqish signali sakrashsimon xarakterda uziladi va oldingi holatga qaytadi.

Rele xususiyatlari bilan elektromexanik relening ulanish sxemasi va xarakteristikasi orqali tanishish mumkin (7-rasm).

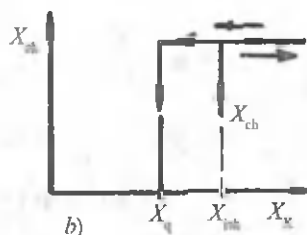
Rele chulg'amiga kiruvchi tok I_k (signal x_k) potensiometr surilgichini pastdan qarab yuqoriga surish yo'li sekin ko'paytirib borilganda tok katta-taktlari orqali chiquvchi signalligi I_{ish} ga yoki signal X_{ish} ga yetganda rele ishga tushadi, ya'ni uning kontakti orqali o'tadigan sakrashsimon xarakterga ega bo'lgan chiqish signali I_{ch} yoki X_{ch} hosil bo'ladi, ya'ni rele ishga tushadi. Shu sababli rele ga kiruvchi signalning bu qiymati ishga tushish signalni X_{ish} deb ataladi. Endi potensiometr surilgichini pastga (orqaga) surib kirish signali kattaligini kamaytira boshlasak G yoki X bo'lganda chiqish signali keskin kamayadi, ya'ni rele o'z kontaktlarini



6-rasm. Aylanuvchi klapanli quvur:
1 – aylanuvchi klapan; 2 – klapan dastasi.



a)



b)

7-rasm. Elektromexanik rele:

a – prinsipial sxemasi; b – statik xarakteristikasi; ishga tushish signali; X_{ish} – relening ishga tushish signali; X_k – relening qaytish signali; X_k – rele chulg'amiga kiruvchi signal; X_{ch} – rele kontaktlari orqali chiquvchi signal.

bo'shatib yuboradi, chiqish signali yo'qoladi. Relega kiruvchi signalning bu qiymati qaytish signali X_k deb ataladi.

Rele o'zining quyidagi asosiy parametrlari bilan xarakterlanadi:

1) ishga tushirish quvvati; bu quvvat relening ishonchli ishlashi, ya'ni kontaktlarining barqaror ulanib turishi uchun zarur bo'lgan tashqaridan ta'sir qiladigan signalning minimal quvvatiga teng bo'ladi;

2) boshqarish quvvati; u relega ta'sir qilayotgan signalning shunday minimal quvvatidirki, bunda rele kontaktlari uzilmay turadi;

3) qaytish koeffitsiyenti: $K_k = \frac{X_k}{X_{ish}}$;

4) relening ishga tushish vaqti – relega boshqarish signali berilgandan to undan signal chiqqunga qadar o'tadigan vaqt.

Rele ishga tushish vaqti (t_{ish}) ga qarab tez ishlovchi, normal, kechikishli va vaqt relelariga bo'linadi. Masalan, relening ishga tushish vaqti $t_{ish} < 0,05$ s bo'lsa, tez ishlovchi rele deyiladi.

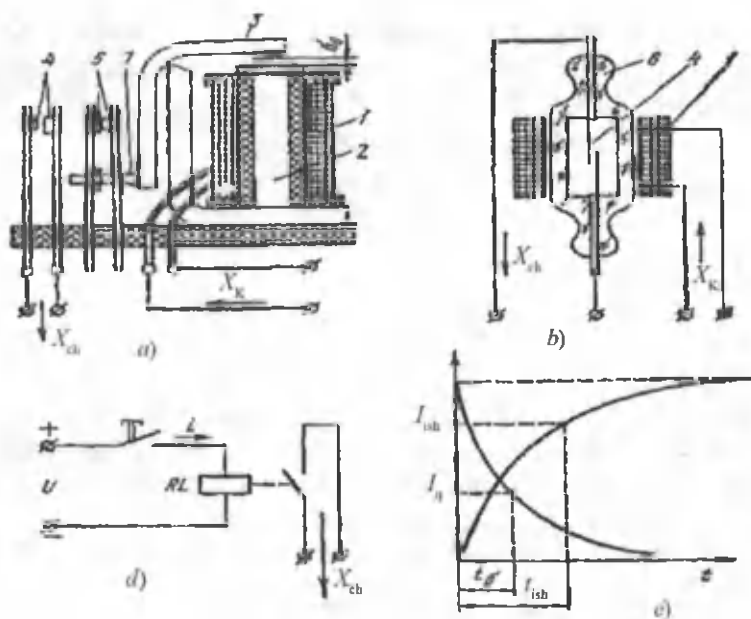
$t_{ish} = 0,05 \dots 0,15$ s bo'lsa, normal rele va $t_{ish} > 0,15$ s bo'lsa, sekinlatilgan rele deyiladi. Ishga tushish vaqti 1s bo'lib, bu vaqtni yana ma'lum oraliqlarda o'zgartirish mumkin bo'lgan rele vaqt relesi deyiladi;

5) ulash imkoniyatlari relening kontakt juftlari soni bilan aniqlanadi;

6) o'lchamlari, massasi va ishonchli ishlashi ham relening asosiy parametrlari hisoblanadi.

Elektr relelari elektromagnit, magnitoelektr, elektron vaqt relesi kabi turlarga bulinadi.

Elektromagnit rele avtomatik sistemalarning boshqarish zanjiri-dagi tok turiga qarab ikki xil bo'ladi: 1) o'zgarmas tok relesi; 2) o'zgaruvchan tok relesi. O'zgarmas tok relesining ikki turi 8-rasmda: yakori aylanuvchi rele 8, a-rasmda, gerkonlar-kontaktlari germetik berkitilgan rele 8, b-rasmda ko'rsatilgan.



8-rasm. O'zgarmas tok releli:

a – aylanuvchi yakorli rele, *b* – yakorsiz rele (gerkon); *d* – relening prinsipial sxemasi; *e* – relening dinamik xarakteristikalari; 1 – elektromagnit g'altagi; 2 – qo'zg'almas po'lat o'zak; 3 – qo'zg'aluvchi po'lat o'zak (yakor); 4 – normal holatdagi ochiq kontakt; 5 – normal holatdagi yopiq kontakt; 6 – shisha kolbacha.

Bu tipdagi hamma relelarning ishlash prinsipi bir xil bo'ladi, chunki ularning hammasida ham elektromagnit chulg'amidan tok (boshqaruvchi signal) o'tganda qo'zg'aluvchi po'lat o'zak (yakor) 3 qo'zg'almas po'lat o'zak 2 tomon tortiladi va u bilan mexanik bog'langan kontaktlar 4 ulanib, boshqariluvchi zanjirda, chiqish signali hosil bo'ladi. Gerkonlarda qo'zg'aluvchi po'lat o'zak funksiyasini kontakt sistemasidagi plastinkalar 4 bajaradi.

Elektromagnit relelarining magnit zanjiridagi bo'shliq (havo oralig'i) Δ_0 kontaktlar ochiq holatida katta va kontaktlar ulangan holatida ancha kichik bo'lishi sababli bu relelarning qaytish koeffitsiyenti birdan ancha kichik ya'ni, $K_k < 1$ bo'ladi, bu yerda K_k – relening qaytish koeffitsiyenti. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin. Ma'lumki, elektromagnit maydonining kuchi R_{em} qo'zg'aluvchi po'lat o'zak oralig'i yoki prujina 7 ning tortish kuchi R_p dan katta, ya'ni $R_{pr} < R_{em}$ bo'lgandagina rele kontaktlari ishga tushadi, ya'ni normal ochiq kontaktlar yopiladi, yopiq kontaktlar 5 esa ochiladi.

Releni ishga tushish toki I_{ish} qaytish toki I_k dan qancha katta bo'lishi kerakligini bilish uchun kontaktlarning ulanish va uzilish vaqtidagi elektromagnit maydon kuchi prujinaning tortish kuchiga teng, ya'ni $F_{pr} \approx F_{em}^{ul} \approx F_{em}^{uz}$ deb faraz qilamiz, u holda

$$a \frac{I_{ish} W}{\delta_0^{\max}} = a \frac{I_k W^2}{\delta_0^{\min}}$$

yoki

$$\frac{\delta_0^{\min}}{\delta_0^{\max}} = \frac{I_k}{I_{ish}} = K_k < 1.$$

Odatda, kuchsiz tok relelarining qaytish koeffitsiyenti $K_k \approx 0,3 - 0,5$ bo'ladi.

Rele kontaktlarining ulanish-uzilish tezligi va bu parametrlarni o'zgartira olish imkoniyatlari borligi katta amaliy ahamiyatga ega. Buni relening dinamik xarakteristikasi (8, e-rasm) asosida ko'rish mumkin. Bu xarakteristika rele elektromagnit chulg'aming differensial tenglamasi

$U = R_i + \frac{di}{dt}$ ni yechish yo'li bilan yoki tajriba yo'li bilan ko'riladi. Tenglamaning yechimi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$i = \frac{U_n}{R} (1 - e^{-\frac{t}{T}}), \quad (2.1)$$

bunda $I_n = \frac{U_n}{R}$ - g'altak tokining barqaror rejimdagi qiymati yoki relening ishlash (nominal) toki; $T = \frac{X_L}{R}$ - zanjirning vaqt konstantasi; U_n - relening nominal kuchlanishi;

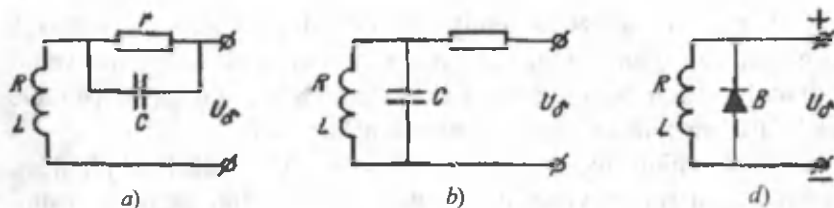
R_{X1} - elektromagnit chulg'aming aktiv va induktiv qarshiligi ($X_L = \omega L$). Relening barqaror ishlashi uchun uning nominal toki I_n ishga tushish toki I_{ish} dan ancha katta bo'lishi kerak.

Odatda, $K_{av} = \frac{I_n}{I_{ish}}$ - relening zapas koeffitsiyenti deyiladi.

G'altakning dinamik xarakteristikasi (5) tenglamadan relening ishlash tezligini oshirishning ikki yo'li borligini ko'rish mumkin: 1) relening toki I_n qiymatini oshirish, 2) relening vaqt konstantasi T ni o'zgartirish (kamaytirish).

Relening nominal toki qiymatini oshirish yoki uning zapas koeffitsiyentini oshirish, amalda, $1,5 < K_{zap} < 2$ bilan chegaralanadi.

O'zgarmas tok relelarining ishlash tezligini oshirish uchun qo'llanadigan bir necha sxemalar mavjud.



9-rasm. Rele tezkorligini o'zgartiruvchi sxemalar:

a – rele kontaktning ulanishini tezlashtiradi; *b* – rele kontaktning ulanishini kechiktiradi; *d* – rele kontaktning uzilishini kechiktiradi.

9, *a*-rasmda relening ishlashini tezlashtiradigan, ya'ni uning kontaktlarining ulanish vaqtini o'zgartiradigan sxema tasvirlangan. Unga rele chulg'amiga ketma-ket qilib kondensator *s* bilan shuntlangan aktiv qarshilik *G* ulangan. Sxemaga boshqaruvchi signal I_b berilsa, bu signal kuchlanishi butunlay relening g'altak chulg'amiga tushadi. Chunki bu paytda o'tkinchi protsess toki asosan kondensatordan o'tadi. Boshqaruvchi kuchlanish (11_b) relening nominal kuchlanishidan ikki marta katta bo'lishi mumkin. Shunda relening nominal toki (rezonansni hisobga olganda) quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$I_n = \frac{U_b}{r+R}. \quad (2.2)$$

Kondensatorning sig'imi *S* esa zanjirdagi rezonans hodisasiga muvofiq,

$$\frac{L}{R} = RC \quad (2.3)$$

yoki $C = \frac{L}{R^2}$ bo'yicha hisoblanadi. 9, *b*-rasmda relening ishlashini sekinlashtiruvchi sxema ko'rsatilgan.

Boshqaruvchi kuchlanish U_b rele zanjiriga ulanganda o'tkinchi protsess toki eng oldin kondensatorni zaryadlash uchun sarf bo'ladi, kondensatorning zaryadlanishi oxiridagina u rele g'altagidan o'ta boshlaydi, natijada relening ishlashi ma'lum vaqtga kechikadi.

Rele zanjiri boshqaruvchi kuchlanish U_b dan uzilganda esa kondensatorning zaryad toki rele g'altagi orqali o'tadi va bu tok hosil qilgan magnit maydonning kuchi rele kontaktlarining uzilishini ancha kechiktiradi. Rele kontaktlarining uzilish vaqtini kechiktirish imkonini beradigan ikkinchi sxema 9, *d*-rasmda aks ettirilgan.

Rele GG₆ ga ulanganda ventil (diod) o'zidan tok o'tkazmaydi, tok rele g'altagidan o'tadi, uzilganda esa, aksincha, g'altakdagi tok ventil orqali o'tib so'nadi. Natijada so'nuvchi tokning rele zanjirida bo'lishi rele kontaktlarining uzilishini birmuncha sekinlashtiradi.

Avtomatikaning rivojlanishi tufayli relening konstruksiyasi jihatidan takomillashgan turlari yaratildi. Relelarning sezgirliigi va ishonchiligi ortdi, gabarit o'lchamlari va massasi kamaydi.

Hozirgi vaqtda yakorsiz relelar keng qo'llanilmoqda. Ularning ishlash tezligi yakorli (qo'zg'aluvchi po'lat o'zakli) relelarning ishlashi tezligidan bir necha o'n marta kichikdir. Yakorli relening ishlashi uchun o'nlab millisekundlar talab qilinsa, yakorsiz relelar millisekunddan kam vaqt ichida ham ishlay oladi. Bunday relelarning kontaktlari germetik berkitilgan bo'ladi va ular «Gerkon» lar deb ataladi (9, b-rasm).

Gerkon kontaktlari 4 permalloydan tayyorlanadi va shisha kolbacha 6 ichiga rasmda ko'rsatilgandek o'rnatiladi. Permalloyning kolbadan chiquvchi tomoni yaxshi tok o'tkazuvchi metallga payvandlanadi. Permalloy uchlarining kontaktlarini yaxshilash va yemirilishini kamaytirish uchun plastinkalarning uchlari oltin, kumush yoki radiy bilan qoplangan bo'ladi. Kolba ichida vakuum hosil qilingan yoki inert gazlar (argon yoki azot) bilan to'ldirilgan bo'ladi.

Gerkonni elektromagnit maydonga (g'altak 1 ichiga) kiritilsa, permalloy plastinkalari bir-biriga tortilib, kontaktlarni ulashi mumkin. Gerkon kontaktlarini uzib-ulashni boshqarish elektromagnit g'altagiga tok o'tkazish-o'tkazmaslik yoki tok yo'nalishini o'zgartirish bilan amalga oshiriladi.

Yakorli relelarning kontaktlari ulanib turishi uchun ularning elektromagnit chulg'amidan tok doim o'tib turishi kerak bo'lsa, yakorsiz relelarda bunday emas. Ularning kontaktlari ferrit yoki permalloydan yasaladi, ulangandan keyin, elektromagnit g'altagida tok bo'lmasa ham, permalloyning magnitlanib qolishi sababli uzilmay qolaveradi. Bunday kontaktlarni uzish uchun elektromagnit g'altagiga teksari qutbli tok impulsini berish kerak.

Hozir chiqarilayotgan plunjier tipidagi gerkonlar shisha ballonning hajmi 2,5 mm³ dan oshmaydi.

Relelarga qo'yiladigan talablar ko'pligi va turli-tumanligi rele tiplari-ning behisob ko'payishiga sabab bo'ldi, masalan, hozir chiqarilayotgan birgina o'zgarmas tok relesining tipi 200 dan oshib ketdi. RGSh tipidagi o'zgarmas tok relesining 800 ga yaqin turi bor. Ular bir-birlaridan qar-

shiligi, g'altak o'ramlarining soni, kontakt guruhlarining ko'rinishi va soni, ishlash vaqti parametrlari hamda boshqalar bilan farq qiladi.

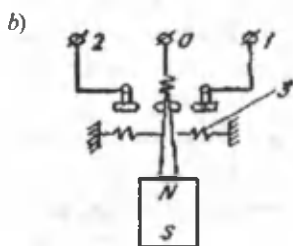
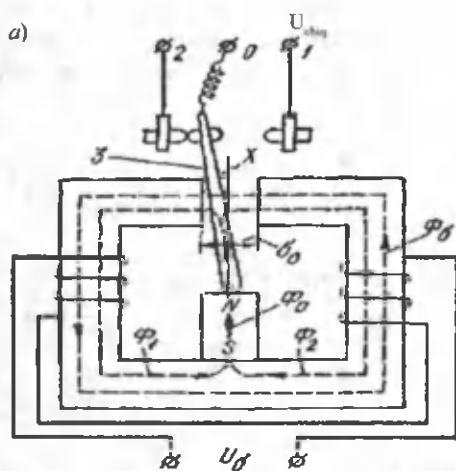
Quvvati bo'yicha elektromagnit relelar yuqori sezgirlikka ega bo'lgan 10 mVt li, sezgirliigi normal hisoblangan kuchsiz tokli 1–5 Vt li relelarga bo'linadi. Kontaktlarning quvvati jihatidan kichik quvvatli (50 Vt gacha) o'zgarmas tok va 120 Vt li o'zgaruvchan tok relelari mavjud.

RP tipidagi oraliq relelarining quvvati o'zgarmas tok uchun 150 Vt va o'zgaruvchan tok uchun 500 Vt gacha bo'ladi.

Qutbli rele. Yuqorida ko'rilgan o'zgaruvchan yoki o'zgarmas tok relelari uchun signal yo'nalishi o'zgarishining farqi yo'q. Ularda qo'zg'aluvchi po'lat o'zak doim bir qutbga tortiladi. Avtomatika qurilmalarida signal yo'nalishi o'zgarishiga muvofiq ikkiyoqlama ishlaydigan ikki qutbli relelar ham juda ko'p qo'llanadi. Bunday relelar sxemasi 10, a-rasmda ko'rsatilgan.

Po'lat o'zakka o'rnatilgan doimiy magnitning oqimi F_0 yakor orqali o'tib ikki qismga – F_1 va F_2 oqimlarga bo'linadi. Relega kiruvchi signal I_1 yoki boshqaruvchi oqim F_6 bo'lmagan holatda $F_1 = F_2$ bo'lsa, relening yakori 3 o'rtada neytral holatda, ya'ni kontaktlar 1 yoki 2 ulanmagan holatda bo'lishi kerak deb faraz qilinadi. Amalda bu holat barqaror bo'lmaydi, yakor har doim bir tarafga og'adi.

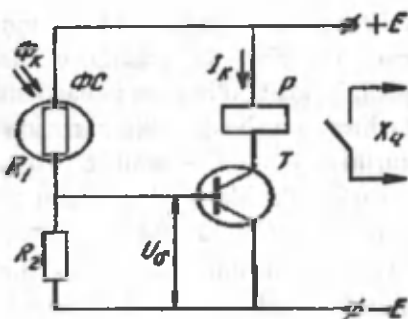
Releden chiquvchi signalni kontakt 1 yoki 2 tomonlari (qutblari) ga yo'naltirish uchun kiruvchi signal yoki boshqaruvchi oqim yo'nalishini o'zgartirish kerak. Sxemadan ko'rinadiki, F_b magnit oqimi F_1 bilan qo'shilgan bo'lsa, F_2 bilan farq, hosil bo'ladi. Shu sababli yakor 3 dagi



10-rasm. Qutbli rele:

a – ikki pozitsiyali relening prinsipial sxemasi; b – uch pozitsiyali relening prinsipial sxemasi.

yuboradi. Soat mexanizmining o'qiga o'rnatilgan richag 4 aylanib kelib, berilgan kechikish vaqti davri ichida egiluvchi po'lat taxtacha 3 ni bosib to'xtaydi. Natijada 3-2 kontakt juftlari uzilib, 3-1 kontakt juftlari ulanadi va rele chiquvchi signal X_{ch} hosil bo'ladi. Bu signal o'z navbatida boshqarish zanjiridagi bironta ijrochi element (IE) ga yoki oraliq rele ga kiruvchi signal bo'lib ta'sir qiladi. Bu tipdagi relelar chiquvchi signalni 0,5 dan 10 s gacha kechiktiradi.



12-rasm. Fotoelektron rele.

Fotorelening juda ko'p sxemalari mavjud. Eng oddiy fotoelektron rele sxemasi 12-rasmida ko'rsatilgan. Bunda kiruvchi signal X_k fotoqarshilik tushadigan yorug'lik oqimi F_k bo'lib, chiquvchi signal X_{ch} elektromagnit rele kontakti R orqali olinadi. Kiruvchi signal p-r-p tipidagi tranzistor T yordamida kuchaytiriladi. Yorug'lik tushmaganda fotoelementning qarshiligi katta bo'ladi va baza potentsiali U_b tranzistorning ochilishi uchun yetarli bo'lmaydi.

Tranzistor yopiq, kollektor-emittor zanjiridan o'tadigan tok juda kichik va elektromagnit releni ishga tushira olmaydi.

Fotoelement (FE) ga yorug'lik tushganda uning qarshiligi R_k juda kamayib, K_1 va K_2 zanjiridan o'tadigan tok kattaligi oshib ketishi tufayli baza potentsiali $U_b = K-2$ oshadi. Natijada tranzistor ochiladi, kollektor toki ortib, rele R ni ishga tushiradi va uning kontakti ulanib chiquvchi signal X_{ch} hosil bo'ladi.

Himoya apparatlari

Himoya apparatlari elektr zanjiri va unda ishlab turgan avtomatik sistema elementlari – mashina va mexanizmlarni ularda ro'y berishi mumkin bo'lgan zararli va xavfli rejimlardan saqlash uchun qo'llanadi. Elektr zanjirda uchraydigan qisqa tutashish, elektr yuritmalarning «o'ta yuklanish» va tarmoq kuchlanishining nolga tushib qolishi kabi hodisalar zararli va xavfli rejimlardir. Bunday rejimlar sodir bo'lmasligi va o'z vaqtida bartaraf etilishini ta'minlaydigan himoya apparatlari sifatida eruvchan simli saqlagichlar, uzgich avtomatlar, tok va issiqlik relelarini, bloklash himoya sxemalarini ko'rsatish mumkin.

Eruvchan saqlagich (ES) avtomatik boshqarish sistemasini elektr tarmog'i zanjiri va undagi elementlarni zanjirdagi qisqa tutashish oqibatida hosil bo'ladigan behad katta tok ta'siridan saqlab qoladi. Qisqa tutashish va bu holda elektr zanjirida hosil bo'ladigan behad katta tokning zararini quyidagi misoldan ko'rish mumkin.

Faraz qilaylik, sexdagi elektr pechi tarmoqda ulangan bo'lsin (13-rasm). Agar $K_n = 42 \text{ OM}$ – elektr qizdirgichning qarshiligi; $K_x = 2 \text{ OM}$ tarmoq zanjirining aktiv qarshiligi bo'lsa, normal rejimda tarmoq zanjiridan qizdirgichga o'tadigan tok kattaligi

$$I_n = \frac{U}{R_T + R_N} = \frac{380}{2+42} + 8,7 A$$

bo'ladi (tarmoq zanjirining reaktiv qarshiligi hisobga olinmaydi). Qizdirgich zanjirining «a» nuqtasida qisqa tutashish yuz berganda $R \approx 0$,

tarmoq zanjiridan o'tadigan tok esa $K = \frac{380}{2+0} \approx 190 A$ ga teng bo'ladi.

Bu tok bir daqiqa ichida hamma tarmoq zanjirlarini kuydirib yuborishi, bunda tarmoq kuchlanishi juda ham kamayib nolga yaqinlashib qolishi natijasida sexdagi hamma elektr dvigatellar, butun sex ishdan to'xtab qolishi, sexga yoki zavodga katta iqtisodiy zarar yetkazishi mumkin.

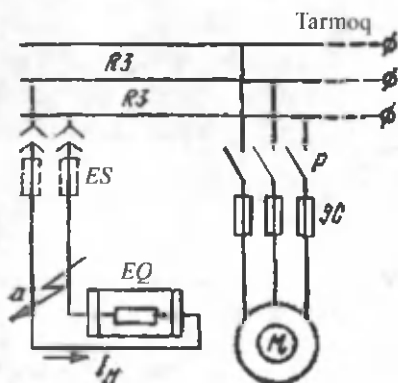
Agar elektr qizdirgich zanjirida himoya apparati (ES) bo'lsa, bunday moddiy zararga yo'l qo'yilmaydi. Bu apparatdagi asosiy kamchiliklar shuki: uning erib uzilgan simi yangi sim bilan almashtirib turiladi, apparat elektr zanjirini va undagi elementlarni faqat qisqa tutashish tokidan himoya qiladi. Mashina va mexanizmlarda bo'lishi mumkin bo'lgan o'ta yuklanish tokidan himoya qila olmaydi.

Avtomatik boshqarish sistemalarining elektr zanjiri va undagi elementlarning ish davridagi yuklanishi berilgan nominal yuklanish miqdoridan ham ortsa, bu elementlar o'ta yuklangan bo'ladi.

Agar qisqa tutashish toki element yoki tarmoqning nominal tokidan bir necha o'n marta katta bo'lsa, o'ta yuklanish toki elementning nominal tokidan 20–50% gacha ortiq bo'ladi.

O'ta yuklanish tokining zarari shundaki u elektr yuritmalarda stator va rotor chulg'amlarida yoki zanjir qismlarida qo'shimcha issiqlik ajralishini juda tezlashtirib yuboradi, natijada yuritmaning chulg'amlari va elektr zanjirining izolatsiyalari qurib yemirila boshlaydi va tez ishdan chikadi, bu esa katta avariyalarga sabab bo'lishi mumkin.

Maksimal tok relesi. Elektr yuritmalar va elektrotexnik qurilmalarni boshqarish sistemalarini ularda sodir bo'lishi mumkin bo'lgan qisqa



13-rasm. Maksimal tok relezi:

1 – qo'zg'almas pulat uzaq; 2 – elektromagnit chulg'ami; 3 – qo'zg'aluvchi pulat uzaq; 4 – prujina; 5 – suriluvchi kontakt-lar; 6 – qo'zg'almas kontaktlar; 7 – berilgan tok miqdorini shkalada urnatuvchi strelka; d – prujina kuchiga muvofik belgilangan tok miqdorlarining shkalasi.

tutashish va o'ta yuklanish tokidan saqlash uchun amalda elektromagnitli maksimal tok relezi va issiqlik relesidan foydalaniladi.

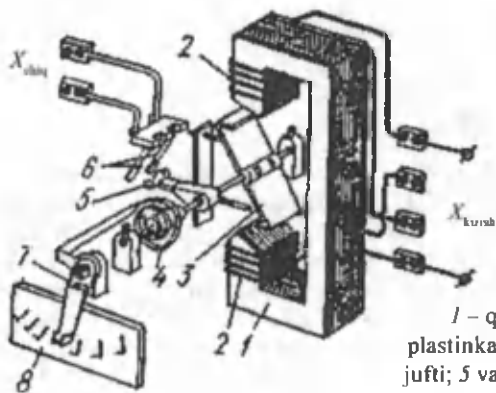
13-rasmda maksimal tok relezi tuzilishining sxemasi keltirilgan. Unda qarama-qarshi yo'nalgan ikki kuch – prujina 4 bilan elektromagnitning tortish kuchi taqqoslanadi.

Prujina kuchining miqdori 8 shkalada oldindan berilgan bo'ladi. Elektromagnit chulg'ami zanjiridagi real tok kattaligi elektromagnit maydon kuchini belgilaydi. Agar maydon kuchi R_{cm} zanjirda sodir bo'lgan qisqa tutashish yoki o'ta yuklanish sababli prujinaning kuchi R_{lf} dan oshib ketsa, qo'zg'aluvchi po'lat o'zak 3 o'z vali atrofida aylanib, o'ziga mexanik bog'langan qo'zg'aluvchi kontakt 5 ni surib, chiquvchi kontaktlar 6 ni ulaydi. Bu chiquvchi signal X_{ch} boshqarish sistemasidagi elementlarni himoya qilish vazifasini bajaradi.

Issiqlik relezi. Issiqlik relezi elektrotexnik qurilma va elektr dvigatellarni o'ta yuklanish singari zararli rejimlardan saqlash uchun xizmat qiladi. 14-rasmda issiqlik relezi tuzilishining sxemasi ko'rsatilgan.

(1 fazali)

Bu rele asosan asinxron dvigatellarni o'ta yuklanishdan saqlash uchun qo'llanadi. Buning uchun dvigatelning ikki fazasiga ikkita issiqlik relezi ulanadi. Relelarga kiruvchi signal dvigatelning faza toklari I_f hisoblanadi. Asinxron dvigatelning o'ta yuklanishi natijasida relening qizdirgichi 1 dan o'tgan tok I_f qizdirgichda issiqlik ajralishini oshirib yuboradi. Issiqlik ta'sirida bimetall plastinka yuqori tomonga qarab egiladi va richag 3 ni bo'shatib yuboradi. Natijada kontakt juftlari 4 uzilib, reledan chiquvchi signal hosil bo'ladi. Bu signalni dvigatelning boshqarish zanjiriga ta'siri natijasida dvigatel ishlashdan to'xtaydi.



14-rasm. Issiqlik relezi:

1 – qizdiruvchi element; 2 – bimetall plastinka; 3 – richag sistemasi; 4 – kontaktlar jufti; 5 va 6 – prujinalar; 7 – rele kontaktlarini qayta ulovchi knopka.

Bimetall plastinka ikki turli metallardan yasalgan va bir-biriga parallel yopishtirilgan ikki plastinkadan iborat bo'lib, ularning issiqlikdan kengayish koeffitsiyentlari har xil, ustki metallning chuzilish (kengayish) koeffitsiyenti pastkisinikidan bir necha marta kichikligi sababli bimetall plastinka issiqlik ta'sirida yuqoriga qarab egiladi.

Tiristor

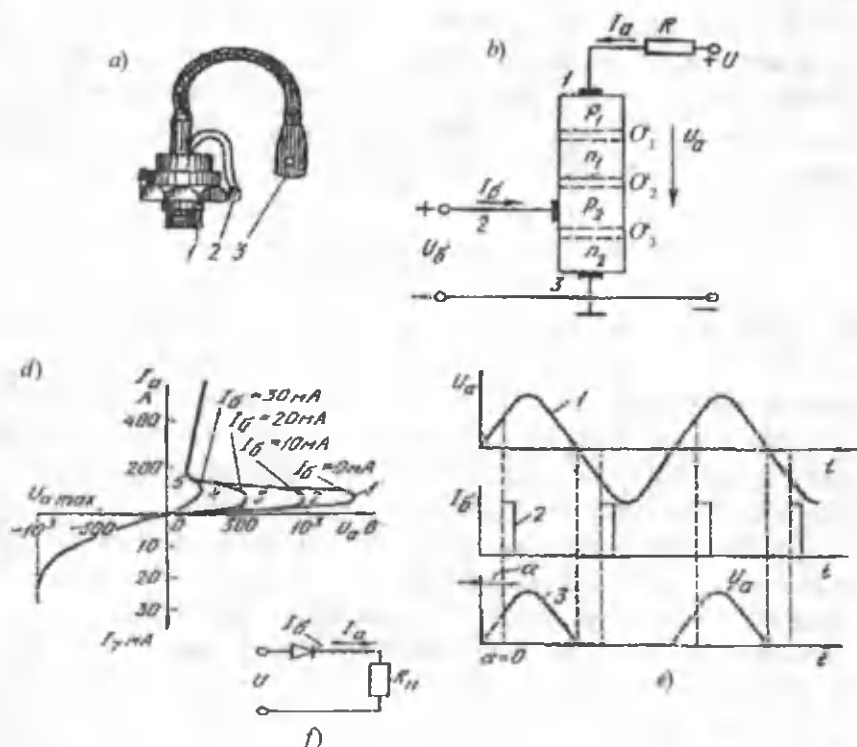
Tiristorning tashqi ko'rinishi 15-rasm, a da ko'rsatilgan. U anod 1, boshqaruvchi elektrod 2, katod 3 dan iboratdir. Tiristor kuchli elektr zanjiridagi tokni kontaktless boshqarish (uzib-ulash) uchun xizmat qiladigan asbob bo'lib, r-p-r-p tipli kremniy yarim o'tkazgichlardan tuzilgan. Unda uchta U_1 , U_2 va U_3 o'tish qatlamlari mavjud (15, b-rasm).

Tiristorning anodi R yuklama qarshiligi orqali manbaning musbat qutbiga, katodi esa manfiy qutbiga ulanadi. Shunda o'tish qatlamlari U_1 va U_3 , tiristorning anod kuchlanishi U_a ning yo'nalishiga mos ravishda qutblanib (r-p) o'rtadagi qatlam U_2 U_a ga nisbatan qarama-qarshi qutblarga (n-r) ega bo'ladi (15, b-rasm).

Qatlam U_2 ning qarshiligi juda katta (100 kOm) bo'lishi sababli tiristordan anod toki I_a o'tmaydi, tiristor yopiq bo'ladi.

Tiristorni ochish uchun manba kuchlanishini yoki anod kuchlanishini o'rttirib U_2 qatlam qarshiligini yengish kerak. Bunday kuchlanish tiristorning ochilish kuchlanishi U_{och} yoki kritik kuchlanish deb ataladi, miqdor jihatidan ochilish kuchlanishi 1000 volt dan ham yuqori bo'ladi.

Tiristor ochilishi bilan uning ichki qarshiligi keskin kamayadi. Anod kuchlanishi U_a tiristorning volt-amper xarakteristikasidagi nuqta I dan



15-rasm. Tristor:

a – tiristorning tashqi ko‘rinishi; *b* – tuzilishi; *d* – volt-ampér xarakteristikasi; *e* – faza-impulslar boshqarish grafiklari; *1* – anod kuchlanishi; *2* – boshqaruvchi impulslar; *3* – yuklama kuchlanishi; *f* – ulanish sxemasi.

nuqta 5 ga sakrab o‘tadi, anod toki I_a keskin oshadi. Bu tok kattaligi endi U_2 o‘tish qatlamining ichki qarshiligi bilan emas, balki tashqi qarshilik R bo‘yicha aniqlanadi $I_a = \frac{U}{R}$, chunki o‘tish qatlami U_2 dagi kuchlanish tushuvi kichik – 0,5–1V bo‘ladi. Qarshilik R ni kamaytirish (anod toki yoki zanjirning yuklanishini oshirish) yo‘li bilan anod tokini 400 A dan ham oshirish mumkin (15, *d*-rasm).

Tiristorning o‘tkazgichga aylanishini (U_2 qatlamdagi elektronlar va teshiklarning harakat tezligi ortib ketishi) qatlam U_2 ning teshilish hodisasi asosida tushuntirish mumkin.

Tashqi zanjir qarshiligi ortsa, tiristorning anod toki kamayadi.

Volt-ampér xarakteristikaning nuqtasi 5 ga kelganda anod kuchlanishi sakrab xarakteristikaning kiritik nuqtasi 1 ga o‘tadi. Bu hodisa o‘tish

qatlami U_2 ning qarshiligi tiklanganini ko'rsatadi. Endi anod tokini yana ham kamaytirish uchun tiristorga qo'yilgan manba kuchlanishini kamaytirish kerak. $U_a=0$ bo'lganda, $I_a=0$ bo'lishini xarakteristikadan ko'rish mumkin. Bunday rejimda o'tish qatlami U_2 ni I_a ga nisbatan qarshiligi yana tiklanadi. Tiklanish vaqti 10–30 mks dan oshmaydi.

Anod kuchlanishi manfiy – U_a yo'nalishda oshirilsa, bunga qatlam U_2 qarshilik ko'rsatmaydi, chunki qatlam qutblanishi (r_2-p_1) tashqi anod kuchlanishining yo'nalishiga mos bo'ladi. Bunday holatda U_a kuchlanishiga o'tish qatlamlari U_a va U_2 qarshilik ko'rsatadi, ularning qutblanishlari (p_x-r) va (p_2-r_2) anod kuchlanishi I_a ga teskari yo'nalgan bo'ladi. Anod kuchlanishi $U_a=1000$ voltga yetganda tiristor teskari tomonga ochiladi, anod toki I_a keskin oshib ketadi. Tiristorda teshilish sodir bo'ladi va u ishdan chiqadi. Endi anod kuchlanishi $U_a=0$ bo'lganda tiristor o'tish qatlamlarining qarshiligi qayta tiklanmaydi.

Kuchli elektr zanjiridagi tokni tiristorning anod kuchlanishini o'zgartirish yo'li bilan boshqarish katta texnik qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. TTTu sababli amalda elektr zanjiridagi tokni boshqarish uchun tiristorning U_2 o'tish qatlamiga alohida manba U_h dan boshqaruvchi musbat kuchlanish (tok I_b) beriladi.

Boshqaruvchi tok I_b odatda r_2-p_1 o'tishga ta'sir qiladi (15, b-rasm). Boshqaruvchi tok 16 bilan r_2-p_2 o'tishga berilgan zaryadlar U_2 qatlamdagi atomlar ionizatsiyasini oshiradi. Natijada qatlam U_2 da qo'shimcha zaryadlar (ionlar) vujudga keladi. Bu zaryadli ionlar anod kuchlanishi U_a ga mos yo'nalishda qutblangan bo'lganligi sababli (15, b-rasm) tiristorning ochilish kuchlanishini kamaytiradi.

Boshqarish toki I_b ning o'zgarishini oshishi ($I_b=0-30$, mA tiristorning ochilish kuchlanishini volt-ampere xarakteridagi 1, 2, 3, 4 nuqtalarga muvofiq kamaytiradi).

Tiristor faqat ikki holatda – ochiq yoki yopiq holatlarda bo'lishi mumkin. Ochiq holatda tiristor tokni o'tkazadi, yopiq holatda esa tokni o'tkazmaydi.

Tiristor o'zgaruvchan tok zanjiriga ulanganda o'zidan faqat musbat yarim to'lqinni to'la o'tkazadi. Buning uchun boshqaruvchi musbat tok impulsining chastotasi anod kuchlanishi chastotasi bilan teng, anod yarim to'lqini bilan bir vaqtda tiristorning n_1-p_2 o'tishiga ta'sir qilishi va uni ochishi kerak bo'ladi. Agar boshqaruvchi impuls chastotasi anod kuchlanishi chastotasiga teng, lekin uni ta'sir qilish fazasi anod musbat

yarim to'liqiniga nisbatan α burchakka kechikadigan bo'lsa, tiristor o'zidan anod yarim to'liqinini to'la o'tkazmaydi, balki bir qismini, tiristor ochilgandan keyingi qismini o'tkazadi (15, e-rasm, 3-grafik). Shunda zanjirdagi kuchlanish oldingi $\alpha=0$ bo'lgandagi to'la to'liqin miqdoriga nisbatan kam bo'ladi. Tiristorni bunday boshqarish usuli faza-impulsli boshqarish deb ataladi. 15, e-rasmda tiristorni faza-impulsli boshqarish prinsipini ko'rsatuvchi grafiklar ko'rsatilgan. Undagi burchak α rostdash burchagi deb ataladi. Bu burchak qanchalik katta bo'lsa, tiristor shunchalik kichik vaqt oralig'ida ochiq bo'ladi. Shunga muvofiq elektr zanjiridagi tok ham kichik bo'ladi.

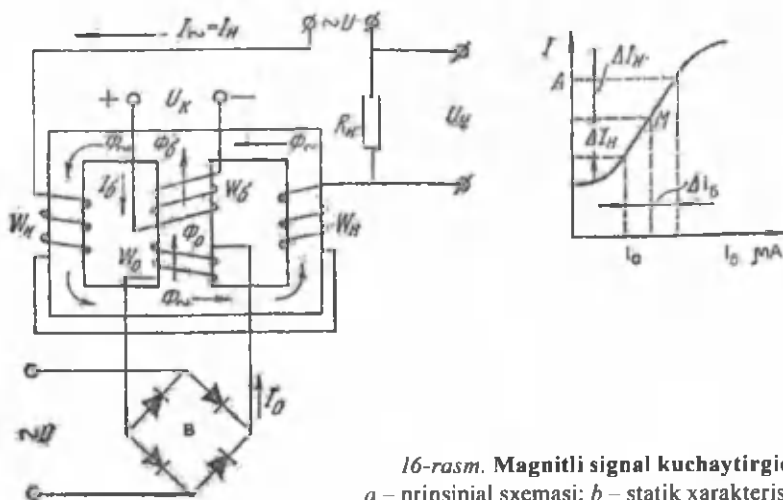
Hozirgi vaqtda tiristorlar boshqariluvchi to'g'rilagich, kontaktisiz kommutatsion apparat, chastota o'zgartkich va invertorlarning asosiy elementlari sifatida texnologik protsesslarni avtomatlashtirishda keng qo'llanmoqda, xususan texnologik mashinalarning elektr yuritmalarini (o'zgarmas va o'zgaruvchan tok dvigatellari) tezligini rostdash uchun asosiy texnik vosita bo'lib qolmoqda.

III BOB. KUCHAYTIRGICHLAR

Magnitli signal kuchaytirgich

Magnitli signal kuchaytirgichlarning ishlash prinsipi, ferromagnit materiallarning to'yinishi xususiyatiga ega, shuning uchun uning magnitlanish xarakteristikasi $B=f(N)$ egri chiziqligiga va zanjirning induktiv qarshiligi X katta diapazonda o'zgarishiga asoslanadi. Eng oddiy magnitli kuchaytirgichning prinsipial sxemasi 16-rasmda ko'rsatilgan. U uch po'lat o'zakli to'yinuvchi drosseldan tuzilgan. Uning chiqishidagi yuklama zanjiridagi magnitlovchi chulg'amlar o'zgaruvchan tok manbai $\sim U$ ga ulanadi. Yuklama qarshiligi R_n ning uchlari kuchaytirgichdan chiquvchi signal kuchlanishi $U_{ch} = R_n I_n$ hosil bo'ladi.

Kuchaytirgichga kiruvchi signal U_k yoki boshqaruvchi tok chulg'am I_k da drossel to'yinishini o'zgartiruvchi magnit oqimi F_b hosil qiladi, natijada po'lat o'zakning singdiruvchanligi va chulg'am AD_N ning induktivligi ni, shuningdek zanjirning induktiv qarshiligini XN o'zgartiradi. Bu o'z navbatida, chiqish signali I_{ch} yoki $K_n I_n$ ni o'zgartiradi.



16-rasm. Magnitli signal kuchaytirgich:
a – prinsipial sxemasi; b – statik xarakteristikasi.

Shunday qilib, boshqaruvchi tok I_b ning kichik o'zgarishi yuklama zanjiridagi tok I_n ni katta miqdorga o'zgartiradi. Signal kuchaytirishda drossel xarakteristikasining to'g'ri chiziqli sohasidan effektiv foydalanish maqsadida chulg'am M^o ni ma'lum miqdorda o'zgarimas tok I_0 bilan ta'minlab, ishchi nuqta M xarakteristikaning to'g'ri chiziqli qismi o'rtasida bo'lishiga erishiladi (16, b-rasm).

Yuklama zanjiridagi chulg'amida hosil bo'ladigan asosiy magnit oqimi $F^{\wedge}$ drosselning o'rta po'la o'zagidan o'tmaydi. Magnitli signal kuchaytirgichning ishlash prinsipini yuklama zanjiridan o'tadigan tok I_n formulasi orqali ham tushunish mumkin.

$$I_N = I_- = \frac{U_-}{\sqrt{R_N^2 + (\omega L)^2}}, \quad (3.1)$$

bu yerda R_n – yuklama zanjirining to'la aktiv qarshiligi; ωL – yuklama zanjiridagi chulg'amning induktiv qarshiligi; $L = \frac{W_H^2 S \mu}{l}$ – yuklama zanjiridagi chulg'amning induktivligi, Sl – drossel po'lat o'tkazgichning ko'ndalang kesimi va o'rtacha uzunligi; μ – po'lat o'zakning magnit singdiruvchanligi.

Formula (3.1) dan yuklama toki I_n ning o'zgarishi chulg'amlar W_n ning induktivligi L yoki drossel temir o'zagining singdiruvchanligi μ bilan bevosita bog'liq ekanligini ko'rish mumkin. Induktivlik yoki singdiruvchanlik ortsa, yuklama toki I_n kamayadi va aksincha, L yoki μ kamaysa, I_n ortadi. Bunday boshqarishni amalga oshirishi uchun boshqaruvchi chulg'am W_b dan foydalaniladi. W_b chulg'am chulg'amdan utgan boshqaruvchi tok I_b drossel o'zagida qo'shimcha magnit oqimi F_b ni hosil qiladi va temir o'zakning to'yinishi tufayli drossel magnit maydonining induksiyasi V egri chiziqli $V=f(N)$ xarakteristika bo'yicha o'zgaradi. Bu esa temir o'zakning singdiruvchanligi $\mu = \frac{\Delta B}{\Delta H}$ – va magnit maydonning induktivligini o'zgartiradi.

Shunga muvofiq kuchaytirgichdan chiquvchi tok I_n yoki chiqish kuchlanishi $U_{ch} = I_N R_N$ boshqaruvchi (magnitlovchi) tok I_n miqdoriga mutanosib bo'ladi.

Yuklama toki R_n bilan boshqaruvchi I_b ning o'zaro bog'lanish grafigi 16, b-rasm da ko'rsatilgan.

Magnitli kuchaytirgichning quvvat (R) bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti quyidagicha ifodalanadi:

$$K_r = \frac{\Delta U_{ch}}{\Delta U_k} \cdot \frac{\Delta I_n}{\Delta I_b} = \frac{\Delta P}{\Delta P_b},$$

bu yerda $\Delta I_{ch} = \Delta I_n \cdot AK_n$ chiqish signali, ΔI_k – kirish signali.

Magnitli kuchaytirgichlar quyidagi afzalliklarga ega. Foydali ish ko'effitsiyenti (FIK) elektron kuchaytirgichlarnikiga qaraganda yuqori, quvvat bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti bitta kaskad uchun 10000 gacha yetadi, xizmat vaqti uzoq va ishonchli, ishga tushish vaqti elektron kuchaytirgichlarnikiga qaraganda qisqa. Shuning uchun ham magnit kuchaytirgichlar avtomatik boshqarish, rostlash va kontrol sistemalarida keng qo'llaniladi.

Katta inersionlikka egaligi magnitli kuchaytirgichlarning asosiy kamchiligi hisoblanadi. Bu boshqaruvchi chul'g'am ΔU_b ning induktivligi ancha katta bo'lishi bilan bog'liq. Magnitli kuchaytirgichlar o'zgarmas tok zanjiridagi kichik chastotada tebranuvchi toklarni (signallarni) kuchaytirish uchun qo'llanadi.

Pnevmatik va gidravlik signal kuchaytirgichlar

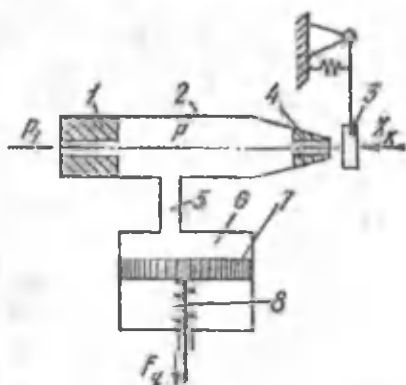
Pnevmatik va gidravlik signal kuchaytirgichlar tuzilishi va ishlash prinsipi jihatidan bir xil bo'lib, chiqish signalining quvvati katta bo'lgani uchun ular ijrochi elementlarga bevosita ta'sir qila oladi va ko'pincha ijrochi elementlar bilan bir korpusda tayyorlanadi. Pnevmatik signal kuchaytirgichning prinsipial sxemasi 17-rasmda ko'rsatilgan.

Yuqori bosimli havo (R_1) bosim tushirgich-drossel 1 dan o'tib, kamera 2 da pastroq, bosim R ga aylanadi. Tusiqlik 3 ga ta'sir qiluvchi signal (kirish signali) X_k bo'lmasa, naycha 4 ochiq bo'ladi, bosim R atmosferaga chiqib ketadi. Shunda kamera ichidagi bosim atmosfera bosimiga teng bo'lib qolishi ham mumkin.

Kirish signali X_k ning to'siq, 3 ga ta'siri natijasida to'siq naychani berkita boshlaydi, shunda havo bosimi boshqarish kanali 5 orqali ijrochi mexanizm kamerasi 6 ga o'tadi va undagi porshen 7 dagi prujina 8 ning kuchini yengib, porshen shtogini R_{ch} kuch bilan suradi.

Shtokni suruvchi kuch R_{ch} to'siq, 3 ni suruvchi kuch X_k ga nisbatan kuchaygan va ancha katta bo'ladi. Ba'zi bir shu tipdagi kuchaytirgichlarni quvvat bo'yicha kuchaytirish ko'effitsiyenti 10^5 – 10^7 gacha yetadi.

Gidravlik signal kuchaytirgichning prinsipial sxemasi 18-rasmda ko'rsatilgan. Bunda bosimli oqim trubkasi 3 kuchaytirgichning asosiy



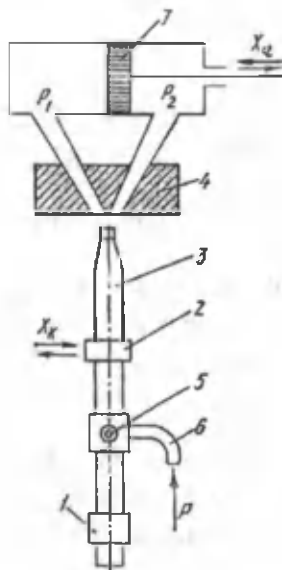
17-rasm. Drosselli naycha – to'siq tipidagi kuchaytirish.

qismi hisoblanadi. U o'q, 5 ga o'rnatiladi. Datchikdan keladigan (kuchaytirgichga kiruvchi) signal X_k trubkadagi nuqta 2 ga ta'sir qiladi. Signal X_k bo'lmagan paytlarda (trubkaning neytral holatini saqlash uchun) uning pastki qismiga posangi 1 urnatiladi.

Trubka neytral holatda turganda, unga ta'sir X_k bo'lmaganda trubka 6 orqali berilgan yuqori bosimli suyuqlik oqimi ijrochi mexanizmnining porsheni 7 ning ikki tomoniga bir xil kuch bilan ta'sir qiladi, ya'ni $R_1 = R_2$ bo'ladi. Bunda porshen harakatsiz – neytral holatini saqlab turadi.

Agar datchikdan keladigan kuchaytirgichga kiruvchi signal X_k oqim trubkasini o'ng tomonga sursa, suyuqlik oqimi porshenning o'ng tomoniga kattaroq R_g bosim bilan ta'sir qiladi, ya'ni $R_2 > R$ bo'ladi, porshen chap tomonga suriladi. Aksincha, datchikdan keladigan signal X_k ta'sirida oqim trubkasi chap tomonga surilsa, $R_1 > R_2$ bo'ladi va suyuqlik, oqimi porshenni o'ng tomonga suradi.

Agar oqim trubkasining bir chetki holatidan ikkinchi chetki holatiga (1–2 mm) surish uchun datchikdan keladigan signalning kuchi 10^{-1} N miqdorida bo'lsa, porshen shtokidan olinadigan kuchning miqdori 10 N gacha yetadi. Bu tipdagi kuchaytirgichlarning kuchaytirish koeffitsiyenti 10 ga teng. So'nggi vaqtlarda havo va suyuqlikli kuchaytirgichlar kaskadi keng qo'llanmoqda. Birinchi kuchaytirish kaskadi pnevmokuchaytirgich bo'lsa, ikkinchi kaskad – gidrokuchaytirgichdan iborat bo'lishi mumkin.



18-rasm. Bosimli oqim naychali signal kuchaytirgich.

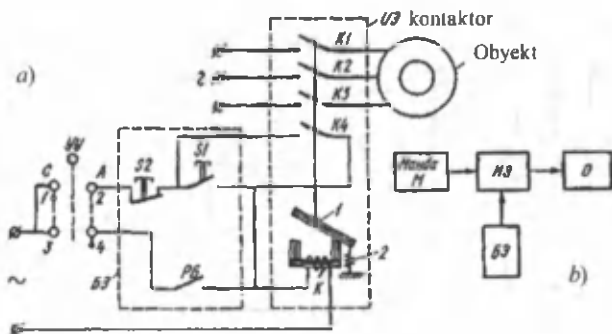
IV BOB. ELEKTR YURITMALARNI BOSHQARISH SXEMALARI

Boshqarish sxemalarining tuzilishi

Texnologik protsess davomida mehnat predmetiga ishlov berish operatsiyalarini bajarish uchun energiya va harakat manbai sifatida elektr, pnevmatik va gidravlik yuritmalardan foydalaniladi. To'qimachilik sanoatida elektr yuritmalar va, ayniqsa, asinxron elektr yuritmalar keng qo'llanadi. Bunday yuritma – elektr dvigateli texnologik mashina, harakat uzatuvchi mexanizm (turli xil mufta va reduktorlar) va boshqarish sistemasidan iborat bo'ladi.

Texnologik mashinalar yuritmasini boshqarish sxemasini tuzishda texnologik mashina va unga harakat uzatuvchi muftalar ko'rsatilmaydi. Boshqarish sistemalarini loyihalash va qurish uchun asosan boshqarish sistemasining prinsipial sxemasidan foydalaniladi. Chunki bu sxema elektr energiyasini qabul qiluvchi elektr dvigatelni elektr o'tkazuvchi simlar va turli xil kommutatsiya va himoya apparatlari orqali energiya manbai bilan bog'lash yo'llarini va boshqarish sistemasining ishlash prinsipini ko'rsatib turadigan sxemadir. Prinsipial sxema ikki xil – yig'iq va yoyiq holda tasvirlanadi. Yig'iq ko'rinishda tuzilgan sxemalarda har bir element kontaktor, magnitli ishga tushirgich, boshqarish knopkalari, rele va boshqa boshqaruv apparatlari funksional element sifatida o'z tuzilishiga muvofiq, yig'ilgan holda alohida-alohida ko'rsatiladi (19-rasm). Bunda har bir funksional elementning tuzilishi va ishlash prinsipi sxemada alohida ko'rinib turadi. Yig'iq ko'rinishdagi prinsipial sxemaning kamchiligi shundaki, u orqali murakkab sistemalarni tasvirlash mumkin bo'lmay qoladi. Chiziqlarning kesishuvi ko'payib ketishi sababli sxemani o'qish qiyinlashadi. Asinxron dvigatelni boshqarishning yig'iq sxemasi 19-rasmda ko'rsatilgan. Sxema bo'yicha elektr dvigatel (obyekt) ijrochi element IE (kontaktor) kontaktlari $K1$, $K2$, $K3$ orqali elektr energiya manbai M ga ulanadi. Shunda obyekt ishga tushadi.

«Yuritmani ishdan to'xtatish uchun kontaktor kontaktlari uzilishi kerak, yuritmani bu tarzda boshqarish funksiyasini boshqaruvchi element BE bajaradi. Boshqarish sistemasidagi alohida funksional elementlarning



19-rasm. Asinxron yuritmani boshqarish sxemalari:

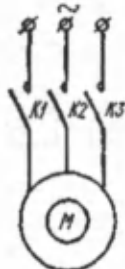
a – prinsipial yig‘iq sxemasi; b – funksional sxemasi; m ~ energiya manbai, IE – ijrochi element (kontaktor); BE – boshqaruvchi element, O – obyekt (yuritma); RB – kontakti boshqaruvchi rele, UU – universal uzib-ulagich.

bunday o‘zaro bog‘lanishi (bir-biriga ta’siri)ni ko‘rsatuvchi funksional sxema 19, b-rasmda ko‘rsatilgan. Bunda asinxron dvigatel zanjiri energiya manbai M ga ulanadi. Bu zanjirning quvvati dvigatel quvvatiga muvofiq, bo‘ladi va kuchli elektr zanjiri deb ataladi. Boshqarish zanjirining quvvati esa juda kichik miqdor 50 vattgacha bo‘lishi mumkin. Sxemada ijrochi element IE (kontaktor), boshqaruvchi element BE va universal uzib-ulagich UU alohida yig‘ilgan ko‘rinishda tasvirlangan. Ularning ishlash prinsiplarini sxema orqali to‘la o‘qish mumkin. Masalan, kontaktor elektromagnit chulg‘amidan tok o‘tganda po‘lat o‘zaklarda hosil bo‘lgan elektromagnit kuchi prujina 2 kuchini yengib, qo‘zg‘aluvchi po‘lat o‘zakni qo‘zg‘almas po‘lat o‘zakka tortadi. Shunda po‘lat o‘zak 1 bilan mexanik bog‘langan kontaktlar ulanib dvigatel ishga tushadi.

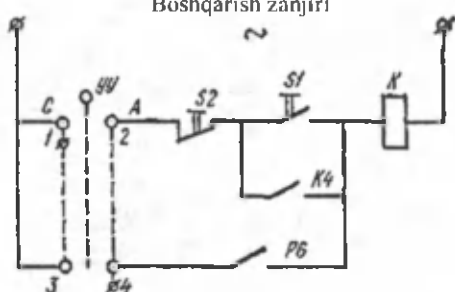
Uning ishdan to‘xtashi uchun kontaktor elektromagnit chulg‘ami zanjiri uzilib undan tok o‘tmasligi, prujina 2 po‘lat o‘zakni tortib, kontaktlar K1, K2 va K3 ni uzishi lozim. Kontaktor elektromagnit chulg‘amidan o‘tadigan tokni boshqaruvchi element BE boshqaradi. Boshqaruvchi element dvigatelning ikki rejimda:

1) odam ishtiroki bilan, 2) odam ishtirokisiz avtomatik rejimlarda ishlashini ko‘zda tutadi. Dvigatelni odam ishtirokida boshqarish uchun boshqarish knopkalari: yurgizish – S1, to‘xtatish – S1 dan foydalaniladi. Dvigatelning avtomatik rejimda (odam ishtirokisiz) ishlashini boshqaruvchi rele RB, komanda apparatlari va boshqalar ta‘minlaydi. Bu ikki rejimda ishlashni amalga oshirish uchun alohida universal uzib-ulagich «UU» kommutatsiya apparatidan foydalaniladi.

Kuchli tok zanjiri



Boshqarish zanjiri



20-rasm. Asinxron dvigatelni boshqarishning prinsipial sxemasi.

Elektr yuritmani remont qilish va sozlash rejimida ishlashini ta'minlash uchun uzib-ulagichni sozlash – S kontaktlari 1, 2 ulab qo'yiladi, shunda kontakt 3, 4 uzilgan bo'ladi. Avtomatik rejimda ishlashini ta'minlash uchun esa uzib-ulagichni avtomatik (A) kontaktlari 3, 4 ulab qo'yiladi – kontaktlar 1, 2 uzilgan bo'ladi.

Yoyiq, prinsipial sxemalarda boshqarish sistemasining funksional elementlari o'zaro bog'lanmagan va sxemaning eng qulay joylarida ko'rsatilishi mumkin. Shunda sxema ancha soddalashadi (20-rasm), kontaktor elektromagnit chulg'ami sxemani boshqarish zanjirida, uning kontaktlari K1, K2, K3 esa kuchli yuklama zanjirida joylashgan bo'lib, ular orasidagi mexanik bog'lanishlar ko'rsatilmaydi. Yoyiq prinsipial sxemalarda releli boshqarish apparatlarining elektromagnit chulg'ami o'zgarmas tok zanjiriga ulangan, kontaktlari esa o'zgaruvchan tok zanjirida bo'lishi ham mumkin.

Prinsipial sxemalar GOST 2.702-75 hamda GOST 2.710-75 talablariga muvofiq tuziladi. Sxema tuzishda masshtabga amal qilinmaydi, lekin sxema elementlari shartli belgilarining YeSKD (единая система конструкторской документации) da ko'rsatilgan o'lchamlari hisobga olinadi. Bu o'lchamlar sxemada p marta katta yoki kichik bo'lishi mumkin. Amalda ko'pincha $2 > p > 0,5$ bo'ladi; shartli belgilar o'sha apparatdan tok o'tmagan yoki unga hech qanday tashqi ta'sir bo'lmagan holatni tasvirlaydi va bu holatni shartli ravishda «normal» holat deyiladi. Sxemada chiziqlarning kesishishi va sinishi eng kam bo'lishi talab qilinadi. Sxema elementining harfiy belgisi uning shartli belgisi ustiga yoki undan o'ngroq tomonga yoziladi. Agar harf sonli indeks bilan yoziladigan bo'lsa, u son harfning o'ng tomoniga yoziladi va hokazo.

Boshqarish sistemalarining ish rejimlari

Hozirgi zamon ishlab chiqarish protsesslarida texnologik mashina va mexanizmlar, agregatlar va potok liniyalarining ikki xil rejimda ishlashi va boshqarilishi ko'zda tutiladi; avtomatik boshqariladigan rejimda boshqarish funksiyasini texnik vositalar – rele, komanda apparatlari; operator tomonidan boshqariladigan rejimda esa texnologik mashinalarni boshqarishni odam operator bajaradi.

Ishlab chiqarish protsesslarini avtomatik boshqarish hozirgi zamon ishlab chiqarishidagi asosiy ish rejimi hisoblanadi.

Texnologik mashinalarning optimal rejimda ishlashini ta'minlash, sozlash va remont qilish operator tomonidan bajariladi. Bu rejim «sozlash rejimi» deb ataladi.

Bunday ikki xil rejimda boshqariladigan elektr yuritmalarning prinsipial sxemasi 19–20 rasmlarda ko'rsatilgan.

Agar asinxron yuritma avtomatik rejimda ishlashi kerak bo'lsa, boshqarish sxemasidagi universal uzib-ulagich UU ning kontaktlari 3, 4 ulangan, kontaktlar 1–2 uzilgan bo'ladi. Shunda boshqaruvchi rele o'zining kontakti RB ni ulasa, kontaktorning elektromagnit chulg'amidan tok o'tadi, unda hosil bo'lgan elektromagnit kuchi prujina PR kuchini yengib, qo'zg'aluvchi po'lat o'zakni qo'zg'almas po'lat o'zakka tortadi va kontaktor kontaktlari $K1$, $K2$, $K3$ va $K4$ ni ulaydi. Elektr yuritma elektr tarmog'iga ulanadi va ishga tushadi. Boshqaruvchi relening kontakti RB uzilganda esa kontaktorning elektromagnit chulg'ami K da tok bo'lmaydi. Prujina kuchi qo'zg'aluvchi po'lat o'zak 1 nitortib, kontaktlar $K1$, $K2$, $K3$ va $K4$ ni uzadi, yuritma ishdan to'xtaydi. Bu yerda boshqaruvchi rele RB kontakti deganda texnologik mashina va mexanizmlarni berilgan programmaga muvofiq boshqarish uchun xizmat qiladigan komanda apparat yoki releli signal tarqatkichlar kontaktlari ko'zda tutiladi. Elektr yuritma operator tomonidan boshqarilsa, universal uzib-ulagich UU ning kontaktlari 1, 2 ulanib, kontaktlar 3–4 uzilgan bo'ladi. Yuritmani ishga tushirish uchun boshqarish postidagi yuritish knopkasi «S1» qo'l bilan bosiladi. Shunda kontaktorning elektromagnit chulg'ami K dan tok o'tadi. Elektromagnit kuchi prujina PR kuchini yengib qo'zg'aluvchi po'lat o'zak va u bilan mexanik bog'langan kontaktlar $K1$, $K2$, $K3$ va $K4$ ni ulab yuritmani ishga tushiradi. Yuritmani to'xtatish uchun operator endi to'xtatish knopkasi «S2» ni bosadi. Shunda elektromagnit chulg'amidan tok o'tmaydi. Prujina PR kuchi ta'sirida kontaktlar $K1$, $K2$, $K3$ va $K4$ uzilib, yuritma ishdan to'xtaydi.

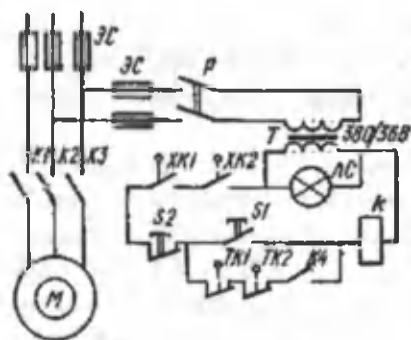
Asinxron yuritmani boshqarish sxemasidagi himoya elementlari

Eruvchan saqlagich (ES) elektr yuritmani boshqarish sistemasini va tarmoq elektr zanjirini qisqa tutashish tokidan saqlash uchun xizmat qiladi. Eruvchan saqlagich energiya qabul qiluvchi yuritma zanjiri va uni boshqaruvchi zanjirlarni tarmoqqa ulash joylariga o'rnatiladi (21-rasm). Boshqarish sistemasining elementlari elektr yuritma, kontaktor, rele va boshqa apparatlar zanjirida qisqa tutashish hodisasi yuz berganda ES simi erib uziladi va boshqarish sistemasini elektr manbayidan ajratadi. Tarmoq zanjiri va boshqa zanjirlardan katta miqdordagi tok o'tishidan va uning yomon oqibatlaridan sistemani saqlab qoladi.

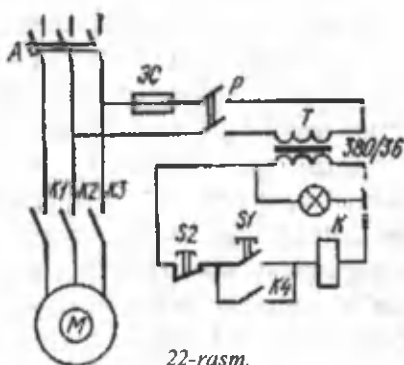
Issqlik relesi-RI. Elektr yuritmalar yuklamasining berilgan nominal qiymatdan biroz bo'lsa ham oshishi, ya'ni ularning o'ta yuklamalanishi elektr dvigatelning ishlash muddatini qisqartiradigan asosiy sabablardan hisoblanadi. O'ta yuklamalanish toki $Q=0,241 K$ miqdorida issiqlikka aylanadi. Bu issiqlik ta'sirida dvigatel faza chulg'amlarining izolatsiyalari asta-sekin quriy boshlaydi va u tez ishdan chiqadi. Issiqlik relesi dvigatelni ana shunday o'ta yuklamadan saqlaydi (22-rasm). Ma'lum miqdordagi o'ta yuklama yuz berishi bilan rele dvigatelni elektr tarmog'idan uzadi. Issiqlik relesi dvigatelning ikki fazasiga o'rnatiladi. Ularning ($R/I1$ va $R/I2$) qaysi birida o'ta yuklama yuz bersa, boshqarish zanjiridagi kontaktlardan biri uziladi. Magnitli ishga tushirgichning elektromagnit chulg'amidan tok o'tmaydi. Uning $K1$, $K2$, $K3$ va $K4$ kontaktlari uzilib, Dvigatel ishdan to'xtaydi. O'ta yuklamaning sababini operator aniqlaydi va RI ning uzilgan kontaktini tegishli knopkani bosib ulab qo'ygandan keyingina, boshqarish zanjiridagi yurgizish knopkasi «SI» ni bosib dvigatelni ishga tushirish mumkin.

Avtomatik uzgich maksimal tok relesi hamda issiqlik relesi bilan jihozlangan apparat bo'lgani uchun u ikkita himoya apparati eruvchan saqlagich va issiqlik relesi funksiyasini to'la bajaradi. Dvigatel zanjirida o'ta yuklamalanish yoki boshqarish sistemasida qisqa tutashuv yuz bersa, yuritmani elektr manbayiga ulaydigan avtomatik uzgich A ning kontaktlari uzilib, yuritma ishdan to'xtaydi (22-rasm). Avtomatik uzgich kontaktlarining uzilish sabablari aniqlangandan keyin operator tomonidan qayta ulanadi.

Sxemani boshqarish zanjiridagi pasaytiruvchi transformator T xavfsizlik texnikasi talablariga muvofiq boshqarish zanjirida 12 V, 24 V yoki 36 V kuchlanish hosil qilishga yordam beradi. 36 V kuchlanish



21-rasm.



22-rasm.

odamning elektr tokidan shikastlanish xavfi kam bo'lgan binolardagi ish joylari uchun, 12 V esa odamning shikastlanish xavfi ko'proq ish joylari uchun belgilangan (22-rasm).

Boshqarish zanjirida kuchlanish bor-yo'qligini signal lampasi LS ko'rsatib turadi. Boshqarish zanjiridagi rubilnik R remont ishlari o'tkazilayotganda boshqarish zanjirini uzib qo'yish uchun xizmat qiladi.

Boshqarish zanjirida texnologik kontaktlar va xavfsizlik kontaktlari bo'lsa, pasaytiruvchi transformator bo'lishi majburiydir. Chunki odam ish protsessida bu kontaktlarga tegadi. Transformator T esa odamning xavfsiz sharoitda ishlashini ta'minlaydi.

Xavfsizlik kontaktlari (XK), texnologik mashinalar g'ilofi, qop-qog'i, ish kameralari kabi ihota qurilmalariga o'rnatiladi. Mashinani ishga tushirishdan oldin bunday ihota qurilmalari normal xavfsiz holatga keltirilishi, ya'ni mashina g'ilofi, qopqog'i, ish kameralari berkitilgan bo'lishi kerak. Shundagina texnologik mashinani boshqarish sxemasi (21-rasm) yordamida ishga tushirish mumkin. Sxemada xavfsizlik kontaktlari (XK) to'xtatish knopkasi S2 bilan ketma-ket ulangan, ularning soni ihota qurilmalari soniga qarab bir nechta bo'lishi mumkin, xavfsizlik kontaktlari sxemada ochiq holatda ko'rsatiladi. Ihota qurilmalari berkitilgandagina, bu kontaktlar ulangan bo'ladi. Ihota qurilmalaridan birontasi yopilgan bo'lsa, mashinani ishga tushirib bo'lmaydi.

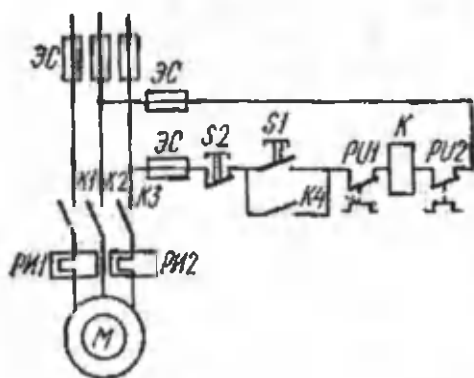
Texnologik kontaktlar (TK) texnologik protsess buzilganda texnologik mashinani to'xtatish uchun qo'llanadi. Texnologik protsessning buzilishi, misol uchun to'quv stanogida o'rish (tanda) ipining uzilishi, taroq va lenta mashinalarida lentaning uzilishi va shu kabi hollarda yuz beradi. Bunday hollarda texnologik mashina tez to'xtatilmasa, materialning isrof va brak bo'lishiga, iqtisodiy zararga yo'l qo'yiladi.

Boshqarish sxemasida texnologik kontaktlar ikki xil:

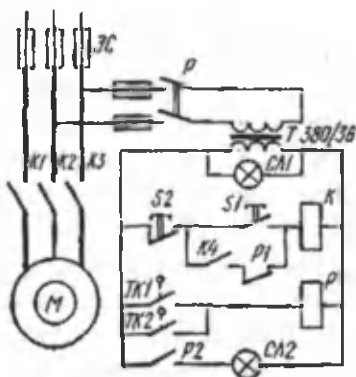
- 1) yuritish knopkasi «S1» ga parallel va o'zaro ketma-ket (21-rasm);
- 2) alohida boshqarish releining elektromagnit chulg'ami R zanjirida o'zaro parallel (24-rasm) ulanadi.

Texnologik kontaktlar TK yuritish knopkasi S1 ga parallel ulanganda, normal yopiq, bo'ladi (21-rasm). Bu kontaktlardan birortasi, masalan, tanda ipi uzilishi bilan bog'liq, ravishda uzilsa, kontaktorning elektromagnit chulg'amidan tok o'tmaydi, natijada K1, K2, K3 va K4 kontaktlar uzilib, yuritma ishdan to'xtaydi. Texnologik kontaktlarning bunday o'zaro ketma-ket ulanishi «yoki» mantiqiy operatsiyasini bajaradi, ya'ni texnologik kontaktlardan biri uzilsa, texnologik mashinani to'xtatuvchi signal hosil bo'ladi.

Texnologik kontaktlar alohida relening elektromagnit chulg'ami zanjiriga ulanganda ularning kontaktlari normal ochiq, holatda bo'ladi (24-rasm). Masalan, mashina normal ishlab turganda lenta texnologik kontakt bilan mexanik bog'langan o', uni ko'tarib turadi. Lenta uzilganda texnologik kontaktlar ulanadi. Ko'p sonli texnologik kontaktlardan birortasi undagi lenta yoki tanda ipi uzilishi bilan ulanadigan bo'lsa, boshqaruvchi rele R ning elektromagnit chulg'amidan tok o'tadi. Shunda uning kontaktlari R1 uziladi va R2 ulanadi (24-rasm). Kontakt R1 ning uzilishi kontaktorning elektromagnit chulg'ami K ni toksizlantiradi, natijada uning K1, K2, K3 va K4 kontaktlari uzilib, texnologik mashina ishdan to'xtaydi. Relening R2 kontakti ulanishi bilan mashinadagi signal lampa SL2 yonib, texnologik protsess to'xtagani to'g'risida operatorni xabardor qiladi. Bu sxemada ham texnologik kontaktlar mantiqiy operatsiya «yoki» ga muvofiq ishlaydi.



23-rasm.



24-rasm.

Xavfsizlik va texnologik kontaktlardan texnologik protsessi avtomatik to'xtatish uchun foydalanilganda boshqarish sxemasi zanjiridagi kuchlanish xavfsizlik texnikasi talablariga muvofiq, bo'lishi va 36 volt dan oshmasligi talab qilinadi. Shu sababli bunday boshqarish sxemalarida pasaytiruvchi transformatorlardan foydalanish ko'zda tutiladi.

Asinxron yuritmalarni tormozlab to'xtatish

Elektr dvigatellar elektr tarmog'idan uzilganda darrov to'xtamaydi, agregat inersiyasi tufayli birmuncha vaqt aylanib turadi. Natijada agregatlarning ishlamaydigan vaqti ko'payib, agregat samaradorligi pasayadi. Bundan tashqari, bir qator texnologik mashinalar (masalan, tanda mashinasi, quritish mashinalari va boshqalar) borki, ularning o'z inersiyasi bilan to'xtashiga yo'l qo'yib bo'lmaydi, chunki bu materialning sifatiga ta'sir qiladi, brak material miqdorini ko'paytirib yuboradi. Shu sababli hozirgi vaqtda texnologik mashinalarni tez to'xtatish uchun mexanik usullar – friksion tormoz, tormozlovchi elektromagnit, tormozlovchi muftalar bilan birga elektr usullar – elektr yuritmalarni dinamik tormozlash va teskari ulash bilan tormozlashdan keng foydalaniladi.

Asinxron dvigatelni dinamik tormozlash (25, a-rasm). Elektr yuritma normal ishlayotganda vaqt rele si (RV) chulg'amidan tok o'tib turadi. Kontaktor kontakta $K5$ uzilganda rele R chulg'amidan tok o'tmaydi, uning $R1$ va $R2$ kontaktlari ochiq bo'ladi.

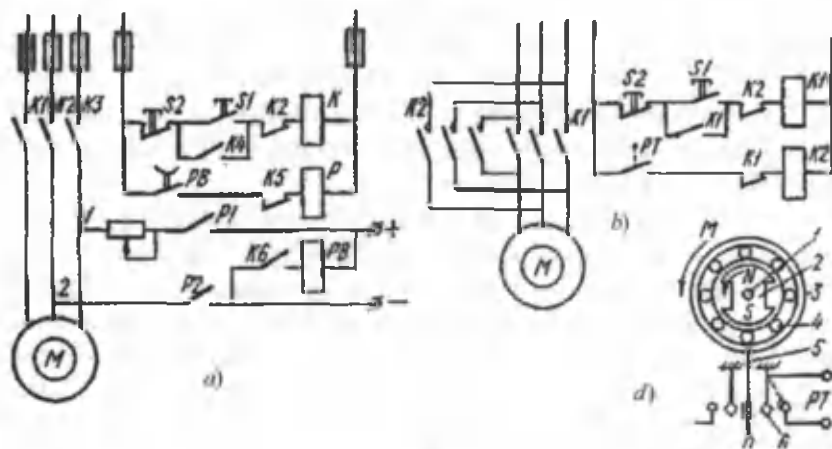
Biror texnologik nosozlik tufayli yuritma yoki dvigatelning to'xtatish knopkasi $S2$ bosilganda kontaktorning elektromagnit chulg'ami K dan tok o'tmaydi, kontaktor kontaktlari $K1$, $K2$, $K3$, $K4$ va Kb uziladi, kontakt $K5$ esa ulanadi, natijada rele R ning, elektromagnit chulg'amidan tok o'tib, uning $R1$ va $R2$ kontaktlari ulanadi.

Shunda o'zgarmas tok manbayidan dvigatelning stator faza chulg'amlariga o'zgarmas tok o'tib, unda hosil bo'lgan magnit maydon rotor chulg'amida induksion tok va tormozlovchi moment hosil qiladi. Bu moment rotorni aylanishdan tezda to'xtatadi. Buning uchun vaqt relesining kechikish vaqti rotorning tormozlanish vaqtiga oldindan tenglashtirib qo'yiladi. Rotor aylanishdan to'xtashi bilan vaqt relesining kontakti RV uziladi. Vaqt rele si rotor aylanishdan to'xtashi bilan o'zgarmas tok zanjirini uzib qo'yish vazifasini bajaradi.

Asinxron dvigatelni teskari ulash bilan tormozlash. Asinxron dvigatel fazalarini qisqa muddatga teskari aylanish tomoniga ulash reversivlash

yo'li bilan amalga oshiriladi. Buning uchun reversiv – kontaktorlardan foydalaniladi (25, *b*-rasm). Kontaktor *K1* dvigatelning normal ish rejimini boshqarish uchun xizmat qilsa, kontaktor *K2* uni tezda tormozlab to'xtatish uchun xizmat qiladi.

Dvigatel normal ishlab turganda kontaktor *K2* ning elektromagnit chulg'amidan tok o'tmaydi, chunki uning zanjiridagi kontaktor *K1* ning blok kontakti uzilgan bo'ladi. Dvigatel normal yo'nalishda aylanib turgan holatda tezlik kontroli releining kontakti *RT* richag 5 ta'sirida ulangan bo'ladi. Biror sababga ko'ra yoki to'xtatish knopkasi *S2* bosilib, kontaktor *K1* ningelektromagnit chulg'ami toksizlansa, kontaktor *K1* ning kontaktlari uziladi; dvigatelga elektr energiyasi kelmaydi. Lekin kontaktor *K1* ning kontaktor *K2* elektromagnit chulg'ami zanjiridagi kontakti *K1* ga ulanishi bilan tezlik kontroli releining kontakti *RT* ulangan bo'lgani uchun *K2* chulg'amidan tok o'tadi. Kontaktor *K2* dvigatel fazalarini almashtirib ulab, rotorning valida uni teskari tomonga aylantiradigan kuchli moment hosil qiladi. Tormozlovchi moment inersiya momentidan katta bo'lgani uchun dvigatelning aylanish tezligi keskin nolga yaqinlashadi. Shunda dvigatel teskari tomonga aylanib ketmasligi uchun, kontaktor *K2* elektromagnit chulg'amini toksizlantiradi. Bu vazifani tezlik kontroli rele si (25, *d*-rasm) bajaradi. Tezlik rele si rotorining aylanish tezligi nolga yaqinlashishi bilan uning stator chulg'amida hosil bo'ladigan induksion tok va moment ham



25-rasm. Asinxron dvigatelni tormozlab to'xtatish sxemalari:

- a* – dinamik tormozlash sxemasi; *b* – teskari ulash yo'li bilan to'xtatish sxemasi;
d – RKS tipidagi induktiv tezlik kontroli releining tuzilishi.

nolga intiladi. Shunda richag 5 kontakt 6 ni itarmaydi, relening kontakti *RT* uzilgan, kontaktor *K2* chulg'ami toksizlangan bo'ladi.

Tezlik kontroli rele (25, *b*-rasm). O'zgarmas magnit 2 ning valiga 1 asinxron dvigatel valiga mexanik bog'langan bo'ladi. Val 1 ga alohida podshipnikda qisqa tutashtirilgan chulg'am 4 silindr 3 ham o'rnatilgan. Dvigatel aylanganda u bilan birga releni o'zgarmas magnitli rotor 2 ham aylanadi va silindr 3 chulg'amlarida induksion tok va moment hosil qiladi. Bu momentning yo'nalishi rele rotorining aylanishi tomon yo'nalgan bo'ladi (rasmda strelkalar bilan ko'rsatilgan). Shunda hosil bo'lgan induksion moment M yo'nalishida richag 5 surilib rele *RT* ning kontaktini ulab turadi. Elektr dvigatelning aylanish tezligi va uning valiga mexanik bog'langan rele rotorining aylanish tezligi nolga teng bo'lganda silindrni aylantiruvchi induksion moment M ham nolga teng bo'ladi. Richag 5 ham nol holatga qaytadi, avval ulanib turgan kontakt 6 endi uziladi.

V BOB.

XABAR VA MA'LUMOTLAR. MA'LUMOT VA UNING TAVSIFI

Xabar va ma'lumotlar

Asosiy tushunchalar. Ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishda jarayonning to'g'ri borishi to'g'risida hamma vaqt, avtomatik qurilmaga uzatish kerak bo'lgan xabarlar paydo bo'ladi. Bu xabarlar har xil hodisalar paydo qiladi.

26.005-82 GOST ga binoan hujjatlarda keltirilgan holatlar yoki TM obyektlarning yoki qurilmalarning holatlarini o'zgarishi hodisa deb tushuniladi (misol: dvigatelning ulanishi, o'chishi, klapaning ochilishi-berkitilishi va shunga o'xshash).

Telexabarlovchilar yordamida olingan ayrim xabarlar, XM yoki operatorni qaror qabul qilish uchun kerak bo'lgan ma'lumotlardan ko'p bo'lishi mumkin. Ma'lumotlarni ayrimlari o'lchash paytigacha ma'lum bo'lishi mumkin, qandaydir bir qismi esa yangilikni o'z ichiga olgan bo'lishi mumkin. Shunday qilib, ishlab chiqarish jarayonining borishi to'g'risida uzatiladigan hamma narsalar xabarlar deb tushuniladi.

Ma'lumot bu, xabarlarini qabullovchi mashinaga yoki odamga oldindan ma'lum bo'lmagan, u yoki boshqa xabarga kirgan mazmunli qiymatlardir (kattaliklar va so'zlardir). Masalan: agar, biz uydin xat olsak, bu xatning yarmisidan ko'pida oddiy xatlarga xos bir xildagi (bir qolipdagi) so'zlar (salom, xayr va sh.o'x.) bo'ladi. Biron telegrammani yoki xatning bir qismi siz uchun yangilik bo'ladi, yangilik esa ma'lumot bo'ladi. Avtomatlashtirilgan sistemalarda axborotlar boshqa jarayonlarning ma'lumotlarini uzatish saqlash uchun moslashmagan shaklda bo'lishi mumkin.

Shu tufayli optimal axborotlarni olish maqsadida diskretlashtirish, kodlash, modulatsiya kabi axborotlarni o'zgartirgichlarning har xil usullari qo'llaniladi.

Xabar deb, axborotni uzatadigan-tashiydigan vositaga aytiladi yoki xabar – bu ma'lumot yoki axborotlar ta'sirida o'zgartirilgan tarqatuvchidir. Xabar voqea to'g'risida ma'lumot tashishi mumkin, yoki u bilan bir xil ahamiyatda bo'lishi mumkin. Ma'lum sharoitda ma'lumotlar yo'qotilmasdan xabarlar, o'zgartirilishi va qayta tiklanishi mumkin.

Axborot va u bilan birgalikda ma'lumot qanday o'zgarishini ko'rib chiqamiz.

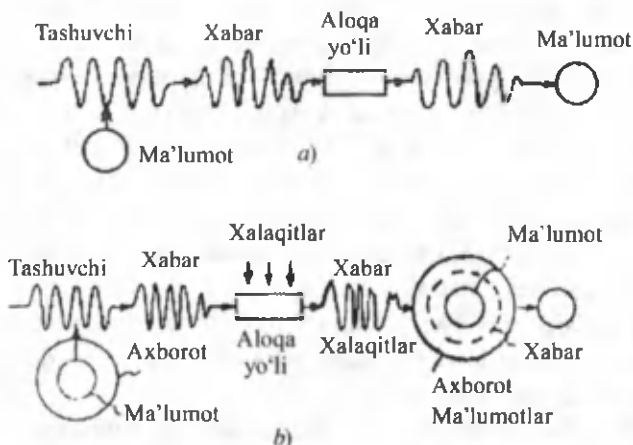
Xat va telegramma qog'ozga yozilgan deylik, keyinchalik esa, xatni tashuvchi bo'lib uni sizga boshqa shahardan va aloqa bo'limidan keltirgan poyezd yoki samolyot, pochtachi bo'ladi. Telegrammani tashuvchi o'rnida telegramma taalluqli harflar va so'zlar ta'sirida o'zgarib, xabarlarini tashkil etuvchi elektromagnit tebranishlar xizmat qiladi.

Avtomatik qurilmalarda ham axborotlar qurilmaning bir qismidan ikkinchi qismiga xabarlar ko'rinishida uzatiladi. Xabarlarini uzatish uchun fazoda harakatlanish xususiyatiga ega bo'lgan fizik jarayonlardan ham foydalaniladi. Ular: elektromagnit, ovoz chastotasi va tebranishlar ma'lumotlarni tashuvchilar vazifasini bajaradi. Tashuvchi o'z-o'zicha xabar bo'lmaydi. Biroq, tashuvchiga axborot tegishlicha ta'sir etsa, u holda tashuvchi xabarga aylanadi.

TM sistemalarida axborotlarni uzatish va saqlashning aloqa sistemalari bilan ko'p umumiyliigi bor (telefon, telegraf, televideniye va sh.o'). Bunday oddiy sistemalar bir xil strukturali ko'rinishga ega (26, *a*-rasm.).

Ideallashtirilmagani haqiqiy sharoitda, aloqa yo'lidagi uzatilayotgan axborotlarni qisman yoki butunlay buza oladigan xalaqitlar ta'sir etadi (26, *b*-rasm).

Teleboshqarish (TB) va telesozlash (TS) buyruqlarini ishonchli bajarilishi uchun ortiqcha ma'lumotlarni uzatish kerak. Masalan, «ulash ko'rsatmasi» ikki yoki uch marta uzatilishi mumkin. Masalan: birinchi



26-rasm. Telemexanik ma'lumotlarni uzatish sxemasi:
a – xalaqitlarsiz, *b* – xalaqitlar bilan.

ikki buyruq xalaqitlar tufayli yo'qotilganda ham har qalay uchinchi buyruq bajariladi. Biroq, qabullovchi qurilmaga, masalan birinchi qurilma ma'lumot bo'la oladi, qolgan ikkitasi qabul qilinsa ham yangilik bo'la olmaydi va bajarilmaydi.

Ma'lumot. Boshqarish jarayoni asosida ma'lumotlar oqimining ketma-ket almashishi ketadi. Axborotlarni eng yuqori samaradorlik bilan uzatish uchun quyidagilar kerak:

1. Xabarni imkoniyatlaridan eng yaxshi vaziyatda foydalanish kerak (ma'lumotlarni zichlash to'g'risida).

2. Aloqa kanalini eng yuksak o'tkazuvchanlik qobiliyati bilan ta'minlash kerak.

Ma'lumotni boshqarish jarayoni bilan qanday bog'lanishini ko'rib chiqaylik.

Asosiy boshqarishning asosida tanlash yotadi. O'zgartirish mumkin bo'lgan jarayon, agarda oldindan belgilangan qonun bo'yicha ishlasa, u holda boshqaradigan jarayonning o'zi ham yo'q. Masalan: agarda poyezd bir stansiyadan ikkinchi stansiyaga boradigan hech qanday tarmoqsiz boshqa yo'llarga burilmasdan yursa, u holda unga hech qanday xabar ko'rsatmasi yuborish kerak emas.

Mabodo, poyezdni yo'lida «a» ko'rsatkichi bo'lsa (26, a-rasm) uni qayta ulab, poyezdni birinchi yoki ikkinchi yo'lga yo'naltirilsa bo'ladi, boshqacha qilib aytganda, poyezdni yo'nalishini ta'minlash bu boshqarishdir.

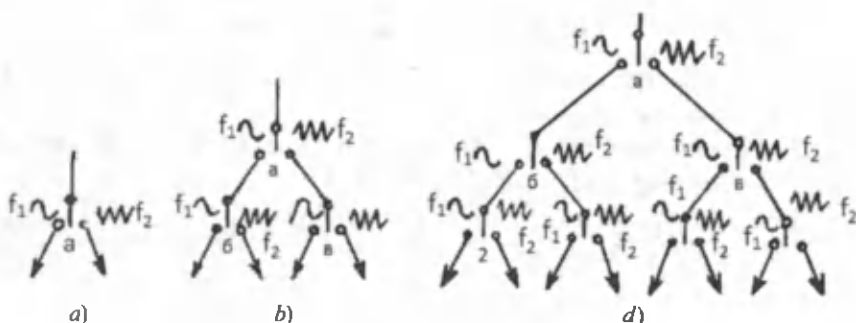
Ma'lumotlarni tanlash qanday amalga oshirilishini va buning uchun qanday xabarlar kerakligini misolda ko'rib chiqamiz.

Xabarlar oddiy yoki murakkab bo'lishi mumkin. Murakkab xabarlar oddiy xabarlarning bir nechtasidan tashkil topgan.

Oddiy xabar deb, «1» belgisiga mansub bo'lgan $A_1(t)$ qiymatini yoki «0» belgisiga mansub bo'lgan $A_2(t)$ qiymatini qabul etuvchi har qanday xabar tushuniladi. Bunday oddiy xabarlarga video impulslar yoki radio impulslar misol bo'lishi mumkin. Oddiy xabar buyruq shaklidagi diskret axborotlarni uzatishi mumkin.

Ko'pinchalik TB-TX sanoat qurilmalarida bitta video yoki radio impulsli uzatish bu bitta buyruqni yoki bitta telexabarlovchi xabarlarni uzatilayotganligini bildiradi.

Oddiy xabar ikkita yoki bir qancha qiymat qabul qilishi mumkin. Masalan, har qanday qutbdagi yoki kattalikdagi o'zgarmas tokning impulsi f_1 yoki f_2 to'ldirish chastotasining impulslari (27, a-rasm).



27-rasm. Boshqarish va tanlash uchun xabarlarini tashkil etishga misollar.

Agar, biz oddiy bitta xabarga ega bo'lsak, u holda shu paytda xabar sifatida impuls yoki bo'sh oraliqni yoki f_1 f_2 chastotani yuborishimiz mumkin. Biroq, birdaniga f_1 f_2 chastotalarni yuborish mumkin emas. U holda ikkita yo'ldan birini tanlash uchun (27, b-rasm) ikkita axborotdan bittasini uzatishni ta'minlaydigan bitta oddiy xabar kerak: «a» ko'rsatkichni birinchi yo'lga o'tkazish uchun f_1 chastotasini yuborish kerak, «a» ko'rsatkichini ikkinchi yo'lga uzatish uchun esa f_2 chastotani yuborish kerak.

To'rtta yo'ldan bittasini tanlash uchun (27, d-rasm) ikkita oddiy xabar kerak, ularning xabarlarini f_1 va f_2 chastotalarning qiymatlarini qabul qilishi mumkin. Har qanday ko'rsatkichni chapga o'tkazish f_1 chastotali xabar bilan, o'ngga o'tkazish esa f_2 chastotali xabar bilan amalga oshiriladi, ikkita xabar bilan to'rtta axborot berish mumkin. Masalan, uchinchi yo'lni tanlash uchun «a» (f_1^a) ko'rsatkichga f_2 chastotali xabar, «v» (f_2^b) ko'rsatkichga f_1 chastotali xabar beriladi, boshqacha qilib aytganda, $f_1^a * f_2^b$ chastotadan tuzilgan xabar beriladi.

Sakkizta yo'ldan bittasini yoki navbatma-navbat tanlash uchun uchta elementar xabar kerak bo'ladi. Oltinchi yo'lni tanlash uchun «a» ko'rsatkichni (f_1^a) ung tomonga o'tkazadigan, «v» ko'rsatkichni (f_2^b) chap tomonga o'tkazadigan ikkinchi elementning f_1 chastotali xabarini «e» ko'rsatkichini (f_2^c) o'ng tomonga o'tkazadigan uchinchi elementning f_2 chastotali xabarini uzatish kerak. Boshqacha qilib aytganda, oltinchi axborotni uzatish uchun uchta elementdan tashkil topgan f_1^a, f_2^b, f_2^c xabarlarini uzatish kerak. Shunday qilib, uchta element bilan sakkizta xabar uzatsa bo'ladi. Umuman, agar k – oddiy xabarlarning soni bo'lsa, N – axborotlarning soni bo'lsa, u holda $N = 2^k$ bo'ladi.

Ma'lumot va uning tavsifi

Ma'lumotlar quyidagi tavsiflar bilan o'lchanadi (baholanadi):

1. Elementlarning miqdori (p).
2. Axborotning miqdori (xabarlarning ma'lumotchilik imkoniyati N).
3. Sistemaning ma'lumotchilik sig'imi (S_p).
4. Voqealar bo'yicha ma'lumotlar miqdori (l).
5. Entropiya (N) noaniqlik o'lchov birligi.

1. Elementlarning miqdori.

Berilgan axborotlar sonini qanday miqdordaligi elementlar bilan uzatish kerakligini $N=2^n$ tenglikni logarifmlab aniqlash kerak, u holda ushbu formulani olamiz:

$$n = [\log_2 N]. \quad (5.1)$$

Bu yerda, $[\log_2 N]$ belgisi, olingan qiymatning butun bo'lgan eng yaqin katta songacha keltirish kerakligini bildiradi. Shunday qilib, 16 ta axborotni uzatish uchun 4 ta oddiy xabar kerak.

$$N = 2^5 = 32.$$

2. Axborotlar miqdori yoki xabar elementlarining ma'lumotchilik imkoniyati $N=2^n$ formuladan aniqlanadi.

3. Sistemaning ma'lumotchilik sig'imi (S_p). Odatda ma'lumotning soniga real boshqariladigan sistemalarning ma'lumotchilik sig'imini (S_p) aniqlash mumkin.

Sistemaning ma'lumotchilik sig'imi L_n logarifm sonining holatini imkoniyati M bilan baholanadi:

$$C_n = \log_2 M. \quad (5.2)$$

Mabodo, ikkita imkoniyatdan bittasini tanlash kerak bo'lsa, masalan, poyezdni birinchi yoki ikkinchi yo'lga burish, o'ngga yoki chapga ketish, ya'ni bu qandaydir noaniqlik borligini bildiradi. Tanlash tugagandan keyin noaniqlik olib tashlanadi va tanlangan narsa ma'lumotga aylanadi. Agarda, noaniqlik ko'p bo'lsa, ya'ni tanlash ko'p bo'lsa, ma'lumotning miqdori ko'payadi. Shunday qilib, qandaydir voqea yoki obyekt to'g'risidagi ma'lumotlar miqdorini ana shu voqea (obyekt) bo'yicha aniqlik darajasidagi bilim bilan baholash kerak. Ma'lumot miqdorining birligi qilib uning shunday miqdori qabul qilinadiki, u miqdor «ha» yoki «yo'q» savolining javobida yoki ikkita teng ehtimollik imkoniyatidan bittasini tanlaganda sodir bo'ladi. Shuning uchun formuladagi logarifmning asosi

ikkiga teng qilib tanlangan. Ma'lumotlarni eslab qoladigan (yozadigan) qurilmalar sifatida: rele, triggerlar, to'g'ri burchakli sirtmoqli gisterizisli magnit elementlari va: boshqa ikki holatga ega bo'lgan qurilmalar qo'llaniladi. Bitta rele, trigger va shunga o'xshash qurilmalar bitta birlikdagi ma'lumotlar miqdorini eslab qolish qobiliyatiga ega. Bunday birlik ikkilik birligi yoki bit deyiladi. Bit – ikkilik soni (inglizcha). Bitta bit (1 bit) ma'lumotga, masalan tangani tashlagandan olingan natija to'g'ri keladi. Chunki, bu yerda teng «Ehtimollik tanlash» ikkita «gerb» yoki «sonlar» yozuvidan tanlanadi. Bir yoki 1 bit miqdoridagi ma'lumotlarni eslab qoladigan qurilma ikkilik katakchalari (yacheykalari) deyiladi (bit-binary digital). Agar, sistema ma'lumotlarni saqlash uchun masalan, 32 holatga ega bo'lsa, u holda uning ma'lumotchilik sig'imi $S_n = \log_2 32 = 5$ ga teng bo'ladi, ya'ni beshta ikkilik katakchalarining sig'imiga teng bo'ladi. 32 holatlik bitta katakchani tayyorlagandan ko'ra, har biri ikkita holatga ega bo'lgan, beshta ikkilik katakchalarini tayyorlash osondir.

Ma'lumotlarni tabiiy o'lchovga (additivligiga) talab bo'lishi kerak, ya'ni bitta katakchalanadigan ikkita bir xil katakchalarda saqlash mumkin bo'lgan ma'lumotlar miqdori 2 marta, p ta bir xil katakchalarda p marta ko'p bo'lishi kerak. Agar, katakcha ma'lumotlarni saqlash uchun imkoniyatli holatga ega bo'lsa, u holda ikkita shunday katakchalar imkoniyatli holatga ega bo'ladi. p ta bir xil katakchalar M^p imkoniyatli holatga ega bo'ladi.

Shunday qilib, holatlarning sonini imkoniyati va katakchalarning miqdori orasida eksponentsial bog'lanish mavjud. Bu bog'lanishni hisobga olib, sistemani ma'lumotlarni saqlash va uzatish qobiliyatini miqdorda baholash uchun ingliz olimi Xartli sig'imni axborotli logarifmik o'lchovini kiritdi: $S = \log_2 M$; bu yerda M-sistemaning har xil holatlar soni. Logarifmlardan foydalanish ma'lumotlar o'lchovini additiv qiladi, bu hisob qilish uchun qulaydir. Masalan, agar 7 elementdan tashkil topgan uzatilyotgan «a» xabarlarining holatining imkoniyati $N_a = 128$ bo'lsa, «b» elementdan tashkil topgan uzatilyotgan «v» xabarning holatining imkoniyati $N_v = 64$ ga teng, u holda • ma'lumotlar yig'indisining sig'imi

$$S_{av} = \log_2 128 + \log_2 64 = 7 + 6 = 13$$

ga teng bo'ladi.

Agar, bu yig'indiga ikkiga teng bitta oddiy xabardan tashkil topgan «s» axboroti uzatilyotgan TCh_5 ma'lumotning sonini qo'shsak, u holda sistemaning umumiy sig'imi bittaga ko'payadi, ya'ni

$$S_{avs} = 13 + \log_2 2,$$

bu umumiy uzatadigan sxema ikkita turg'un holatga ega bo'lgan qo'shimcha Rele yoki boshqa qurilmani qo'shilishi bilan baravardir. Shunday qilib, voqealar sistemasi qator holatlarni olishlari mumkin. Ularning har bir holatiga aniq bir xabar to'g'ri kelishi kerak. Uning yordamida sistemaning holati to'g'risidagi axborotni (ma'lumotni) uzatish mumkin. Agar, sistemaning holatini bayon qiluvchi hamma axborotlar bir xil ehtimollik bilan uzatilayotgan bo'lsa, u holda $S = \log_2 M$ tenglamasi faqatgina sistemaning ma'lumotchilik sig'imini aniqlamasdan, bu sistema to'g'risida qabul qilish mumkin bo'lgan ma'lumotlarning eng ko'p miqdorini aniqlaydi. Masalan, tangani balandga (osmonga) tashlaganda qaysi tomoni qulaganligi to'g'risida bir xil ehtimollik ($R = 1/2$) ma'lumotini olish mumkin. Axborot har xil ehtimolligi bilan sodir bo'lishi mumkin: bittasi tez-tez, boshqasi har zamonda. Statik dalillarning obyektiv hisobiga tayangan favquloddagi voqealar statik dalillarning obyektiv hisobiga tayanib, ehtimollar nazariyasini o'rganadi. Buning hammasi faqatgina xususiy hollardagina emas, balki umumiy ko'rinishdagi ma'lumotlar miqdorining o'lchovini aniqlashga imkon beradi.

Misol 1.1. Faraz etaylik, ikkita A va B obyektlari bor, har bir obyektidan ma'lum vaqt oralig'ida dispetcherda obyektlarning ulangan yoki ulanmaganligi to'g'risida xabarlovchi ikkita axborotdan bittasi berilsin. Dispetcherda axborotning turi ma'lum, lekin qachon, qanday axborot tushishi (kelishi) noma'lum. Masalan, A obyekti uzluksiz ishlaydi yoki uning ulanganlik ehtimoli juda katta (masalan, $R = 0,999$). Obyektning uzilganligi (ulanmaganligi) to'g'risidagi ma'lumot falokat sodir bo'lgandagina ($R_{o'chgan} = 0,01$) keladi. B obyekti boshqacha ishlaydi, goh ulanadi, goh o'chadi va uning ulanish ehtimolligi o'chish ehtimoliga teng ($R_{ulash} = R_{o'chish}$) – Faraz qilaylik, dispetcher obyektlarning ulanganligini bilmoqchi. Boshqarish pultidagi A obyektga qarab, A obyektining ulanganligini shubhasiz ko'radi. Chunki, bu obyekt juda ham kam o'chadi. Bu axborot dispetcherga hech qanday amaliy ma'lumot keltirmaydi. Dispetcher usiz ham A obyektining har doim ulangan holda ekanligini ko'radi, chunki $R_{ulan} = 0,5$ va dispetcherda ham ma'lumotni olishdan ilgarigi noaniqlik ko'p. Agar, dispetcher B obyektining holati to'g'risida bilsa, bu unga ilgarigi A obyektining ulanganligiga ishonch hosil qilganiga nisbatan ko'proq, ma'lumot beradi. Faraz qilaylik, biron vaqtdan keyin dispetcher «A» boshqarish pultiga qarab, bu obyektning ulanmaganligini (o'chganligini) biladi. Bu falokatli holatdir. Shuning

uchun ham, ehtimolligi kam ($R_{o'chgan} = 0,01$). Bu esa dispatcher uchun kutilmagan va katta ma'lumot olib keluvchi voqeadir.

Voqea to'g'risida (bo'yicha) ma'lumotlar miqdori.

Voqea bo'yicha ma'lumotlar miqdori shu voqeaning teskari ehtimolligining logarifmiga teng. Bu yerda ham avvalgiga o'xshash asosi ikkiga teng bo'lgan logarifmdan foydalaniladi. A obyektning holati to'g'risidagi ma'lumotning miqdori ushbuga teng bo'ladi:

$$I_{Aulan} = -\log 0,99 = 0,$$

$$I_{Auzil} = -\log 0,01 = \log 100 = 6,64.$$

B obyektining holati to'g'risidagi ma'lumotning miqdori ushbuga teng bo'ladi:

$$I_{Buzil} = I_{Bulan} = -\log 0,5 = 1.$$

O'z-o'zicha qaysi obyektning ishlashi ko'proq, o'rtacha ma'lumot keltiradi degan savol turadi. I – ma'lumotlarning o'rtacha miqdorini olish uchun har bir obyektning ehtimolligini hisobga olgan holda $I = P_1 I_1 + P_2 I_2$ ikkita voqea to'g'risida olingan ma'lumotlar miqdorining qiymatining o'rtachasi olinadi.

Biroq, $I_1 = -\log P_1$, $I_2 = -\log P_2$ U holda, $I = -P_1 \log P_1 - P_2 \log P_2$.

Umumiy $RR_1, \dots, R_p$ holda ehtimolligi bilan va p voqea qaralayotgan bo'lsa, bitta voqea to'g'risidagi axborotning o'rtacha miqdori

$$I = \sum_{i=1}^p P_i \log P_i \text{ ikkilik bir axborot yoki ikkilik bir belgi} \quad (5.3)$$

Misol 1.2. Bitta axborotga to'g'ri keladigan beshta belgidan tuzilgan (har bir belgi «I» yoki 404 qiymatlarining bittasini olishi mumkin) ma'lumotlar miqdorini aniqlash kerak bo'lsin. Beshta belgidan $2=32$ ta har xil bo'lsa, u holda bitta axborotga to'g'ri keladigan ma'lumotlar miqdori $I_s = \log 32 = 5$ ik.dir axborot.

Shu singari bitta axborot belgisiga to'g'ri keladigan ma'lumotlar miqdorini o'lchash mumkin $I_i = I_s$ ($5=1$ ikki bir) belgi.

5. Entropiya (N). Qandaydir tasodifdagi (voqeadan) masalan, pul tashlash noaniqlik darajasini aniqlash uchun ma'lumotlarning miqdor o'lchovi o', entropiya (N) xizmat qiladi.

$$H = -\sum_{i=1}^n P_i \log P_i. \quad (5.4)$$

Entropiya ma'lumotlar miqdoridagi o'lchovlar bilan ifodalanadi. yig'indi oldidagi manfiy ifoda entropiya musbat ekanligini bildiradi, chunki birdan kichkina bo'lgan sonlarning logarifmi manfiydir. Hamma ehtimollar bir xil bo'lganda, entropiya eng ko'p bo'ladi. Bu axborotni olishdan ilgarigi eng ko'p noaniqlilik hodisasidir. Agar, sistemaning biron-bir holati ishonchli, boshqalarning ehtimoli nolga teng bo'lsa, entropiya nolga aylanadi. Sistema holatlarining soni ortib borsa, entropiya ko'payadi. Endi keltirilgan misollar uchun ma'lumotlarning o'rtacha miqdorini hisoblaymiz. A obyekt uchun:

$$I_A = -P_{ulan} \log P_{ulan} - P_{uzil} \log P_{uzil} = 0,99 \log 0,99 - 0,01 \log 0,01 = 0,0808.$$

Bu obyekt uchun: $I_B = -0,5 \log 0,5 - 0,5 \log 0,5 = 1.$

Ko'rinib turibdiki, dispatcher B obyektidan ko'p ma'lumot oladi. B obyektining har bir axboroti 1 bit ma'lumot olib keladi. Agarda, ehtimolliklar teng bo'lgan ikkala voqeadan bitta tanlash o'tkazilsa, ma'lumotlar miqdori birga teng bo'ladi.

Ma'lumotlarni tashuvchilar va ularning xarakteristikalar. Impuls, spektr, axborotlarni uzatish chastota oraliqlari to'g'risida tushuncha

Ma'lumotlarni uzatish uchun shunday fizik jarayonni qo'llash kerakki, ular quyidagi talablarga javob bera olsun:

Birinchidan, aloqa kanalidan yoki radiokanalidan tarqala olsun; Ikkinchidan, o'zining kattaligini o'zgartira olsun.

Odatda, TM da ma'lumotlarni tashuvchilar sifatida o'zgaruvchan tok yoki impulslar ko'rinishidagi elektromagnit to'lqinlar qo'llaniladi. Hozirgi paytda lazer chiqarayotgan nurning impulslarini ishlatish yo'lga qo'yildi.

O'zgaruvchan tok

Sinusli o'zgaruvchan tokning analitik ifodasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

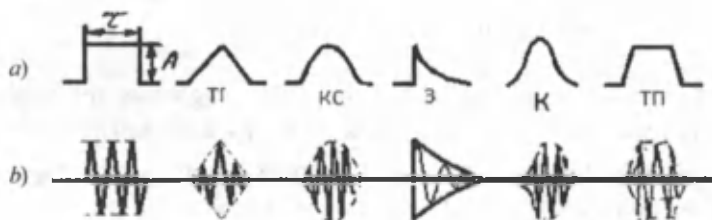
$$I = I_m \sin(\omega t - \varphi), \quad (5.5)$$

bu yerda: i – tokning bir zumdagi qiymati;

I_m – tokning amplitudasining qiymati;

ω – tokning burchak chastotasi;

φ – tokning boshlang'ich fazasi.



28-rasm. Telemexanika sistemasida ishlatiladigan imrullarning turlari:
 a – o'zgarmas tokning impulslari; b – radiochastotalar bilan to'dirilgan impulslar.

O'zgaruvchan tok amplitudasi, chastotasi va fazasi bilan tavsiflanadi. O'zgaruvchan tokning ana shu kattaliklariga ma'lumotlar ta'sir o'tkazib, o'zgartirish modulatsiya orqali amalga oshiriladi.

Impuls, spektr, chastota yo'li. Impuls so'zi lotincha bo'lib, "siltanish" demakdir. TM da elektr tokini yoki kuchlanishni qisqa vaqt ichida sxemaga yoki qurilmaga ta'sirini impuls deb tushuniladi. O'zgarmas tokning har xil shakldagi impulslari (28, a-rasm) keltirilgan.

O'zgarmas tokning yoki kuchlanishning impulslarini videoimpulslar deyiladi. O'zgarmas tokning impulslarini yuqori chastotali tebranishlar bilan to'ldirgan impulslarga radioimpulslar yoki o'zgaruvchan tokning impulslari deyiladi (28, a-rasm). 28, a-rasmda keltirilgan yakka impulslar amplitudasi (A) va uzunligi (τ) bilan tavsiflanadi.

O'zgarmas tok yoki kuchlanish impulsining uzunligi deganda, shunday vaqt oralig'i tushuniladiki, bu impulsning vaqt oralig'i tok va kuchlanishning bir zumdagi qiymati uning amplitudasining yarmisidan oshgan bo'lishi kerak.

O'zgaruvchan tokning impulsining uzunligi qilib shunday vaqt oralig'i tushuniladiki, bu vaqt oralig'ida impulsning amplitudasini yarmisidan oshgan tebranishi to'ldiradigan to'liqning yoyi tushuniladi.

Odatda, axborotlar sifatida bittagina impuls yuborilmasdan ketma-ket videoimpuls yuboriladi. Videoimpulsning ketma-ketlik davri, u impulsning amplitudasi va uzunligidan tashqari T-impulsning qaytarilish davri va i-skvajnosti bilan tavsiflanadi. Cheksiz impulslar ketma-ketligi ($F[t]$) vaqtining davriy funksiyasidir va Fure qatorlari yordamida yoyiladi.

$$F[t] = A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(k\Omega t + \varphi_k). \quad (5.6)$$

Bu yerda: A_0 – o'zgarmas kattaliq;

A_k – k -garmonikaning amplitudasi;

$\omega = 2\pi f$ – burchak tezlik (chastota);

φ – k -garmonikaning boshlangich fazasi;

$k=1,2,3,\dots$

Bu shuni ko'rsadiki, ketma-ket impulslar o'zgarmas tokning qandaydir qiymati va A_k amplitudasi, sinusli, K-chastotali va boshlang'ich fazali tebranishlarni cheksiz garmonikasidan tashkil topgandir. Asosiy garmonikaning ($K=1$) chastotasi kuchlanishning qaytarilish chastotasining davriga teng.

$$F_1 = Q/2T_E = 1/T.$$

Qolgan tebranishlarning chastotalari garmonikalarini tashkil etuvchilar yig'indisi spektrni alohida chiziqlardan tuzilgan bo'lsa, u holda uni uzlukli (diskret) yoki to'g'ri chiziqli deyiladi.

Ketma-ket to'g'ri burchakli impulslar uchun Fure qatori ushbu ko'rinishda bo'ladi.

$$F(t) = A_0 + A_1 \cos \Omega t + A_2 \cos 2\Omega t + A_3 \cos 3\Omega t + \dots \quad (5.7)$$

Bu yerda: $A_0 = A/2$;

$A = [(2A/\pi)] \sin(\pi/2)$;

$A_2 = [(2A/\pi)] \sin(2\pi/2)$;

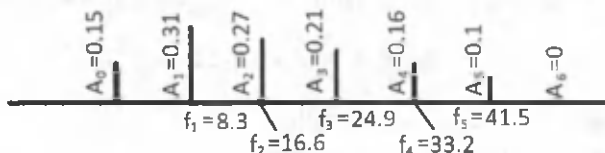
$A_3 = [(2A/\pi)] \sin(3\pi/2)$;

$\Omega = 2\pi/T$.

Agarda, bironta qonuniyat bilan uzatilayotgan to'g'ri burchakli impulsnlarni spektrini ko'rib chiqsak, u quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi (29-rasm).

Misol uchun. Ketma-ket burchakli impulslar $i = T/x = 120/20 = 6$ nisbati bilan berilgan bo'lsin (28, a-rasm). Berilganlarni (5.7) formulaga qo'yib, spektrning birinchi bargchasiga kiruvchi garmonikalarning amplitudasining qiymatini olamiz (29-rasm).

Hisobdan ko'rinib turibdiki, impulsning amplitudasi 1V bo'lganda, o'zgarmas tokni tashkil etuvchi $A_0 = 0,16$ V ga teng. 1-garmonikaning chastotasi hamma vaqt impulsnlarning qaytarilish tezligiga teng, ya'ni $f_1 = 1/(120 \cdot 10^{-3}) = 8,33$ Gs 6-garmonikaning amplitudasi ($f_6 = 50$ Gs) nolga



29-rasm.

teng (sinusning argumenti p ga teng). Keyinchalik garmonikalarning amplitudalari kattalashib boradi, lekin $f_{12}=100$ Gs li garmonikaning amplitudasi nolga teng bo'ladi. Garmonikalarning nomerlari oshishi bilan ularning amplitudalari kamayib boradi va cheksiz katta chastotada nolga intiladi. Bu shuni bildiradiki, uzatilayotgan impulslarning aniq ko'rinishini tiklash uchun cheksiz katta chastota yo'li kerak bo'ladi. Lekin, real aloqa yo'llaridan impulsni cheksiz kenglikdagi spektrini uzatish mumkin emas. Shuning uchun, chastota yo'lini chegaralashga to'g'ri keladi.

Impulslarni aniq ko'rinishini tiklash uchun qanday chastota yo'li kerakligini ko'rib chiqamiz. Impulslarni kattaligini (balandligini) o'zgartirmasdan, uning chastotasini oshirsak, ularning 1-garmonikasini va o'zgarmas tashkil etuvchisini (A_0) balandligining ko'payganligini kuramiz.

Masalan, $f=25$ Gs bo'lganda:

$$F(t) = 0,5A + 0,635A \sin \Omega t + 0,212A \sin 3\Omega.$$

Bu yerda, $A_0=0,5$; $A_1=0,635A$ bo'lganini ko'ramiz. Bu yerda birinchi bargni balandligi faqatgina bitta garmonikadan tuzilgan. Chastotaning ikkinchi garmonikasini $f_2=1/x=50$ Gs amplitudasi nolga teng. Shunday qilib, agarda ilgarigidek $AF=50$ Gs chastota yo'lida uzatish bo'lsa, u holda faqatgina 1-garmonika va o'zgarmas tashkil etuvchilar uzatiladi. Biroq, uzatilayotgan har xil garmonikalarning soniga qaramasdan tiklanayotgan impulslarning ko'rinishlari bir xil bo'ladi (bir-biriga juda yaqin).

Aytilganlardan shu kelib chiqadiki, ya'ni tiklanayotgan video-impulslarning ko'rinishi t videoimpulsning uzunligi bilan aniqlanadigan faqatgina AF chastota yo'liga bog'liq:

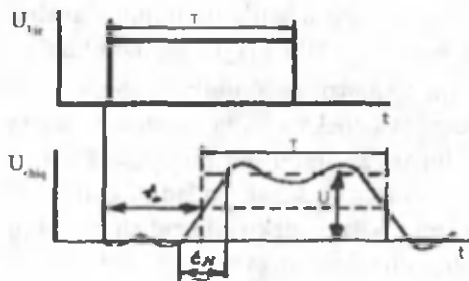
$$\Delta F_{vi} = \mu/\tau, \quad (5.8)$$

bu yerda: μ – impulsni ko'rinishini tenglaydigan koeffitsiyent.

Bu tenglamadan ketma-ket impulslarni ko'rinishini tiklash skvajnostiga bog'liq bo'lmasa ham har holda AF oraliq (yo'l) kengligi T/t ning nisbatiga bog'liqligi bor.

Masalan, skvajnost $i=2$ ga teng bo'lganda, bitta garmonikaning ko'rinishini va o'zgarmas tashkil etuvchini tiklanganda $i=6$ bo'lgandagi beshta garmonikasi va o'zgarmas tashkil etuvchisi qatnashgan impulslarni tiklaganga nisbatan yomonroq, ekanligini ko'rsatadi. Ikkala holatda ham $AF=1/x$.

Amaliyotda μ -ning qiymati ikkitadan ortiq olinmaydi. a-ning qiymatini oshirish tiklanayotgan impulslarni ko'rinishlarini faqatgina yanada



30-rasm. Impuls filtrdan o'tganda uning shaklining o'zgarishi.

aniqroq qilibgina qolmasdan, chastota yo'lini ancha kengaytiradi, bu ko'p paytlarda foydali emasdir. TM da xuddi boshqa aloqa tarmoqlaridek chastota yo'lidan tejamkorlik bilan foydalanish muammosi har doim turadi. Impulslarni $AF(1-2)/x$ – chastota yo'lida uzatish amalda qoniqarlidir, chunki TM da ko'pchilik qurilmalar

chegara tartibida ishlaydilar, ya'ni impulslarni ko'rinishiga sezgir bo'lmasdan, aksincha ularning amplitudasiga sezgirdirlar.

Aloqa kanallaridan impulslarni uzatishda chastota yo'lini kengligini aniqlashda yana boshqacha qarash mumkin. Xuddi o'tgan holdagidek, chastota yo'li uzatilayotgan impulslarni shaklini o'zgarishiga yo'l qo'yiladigan darajadagi xatolikdan oshmasligi kerak. Bu xatolikni baholash uchun aloqa kanali past chastotali filtr bilan almashtiriladi. Impuls ideal filtrdan o'tish paytda vaqtincha kechikadi (30-rasm). Uni guruhli vaqtli kechikish deyiladi. Bu vaqt chiqishdagi impulsning U_{chiq} chiqish shakli U kirish impulsiga nisbatan olinganligini aniqlaydi.

Ko'pchilik paytda guruhli kechikish shunchalik kamki, uni hisobga olmasa ham bo'ladi. Impulsning shaklini tuzilishi asosan t_H vaqtning o'sishi (ortib borishiga) bog'liq:

$$t_1 = 1/(2\Delta F), \quad (5.9)$$

bu yerda: ΔF – uzatilayotgan spektrning kengligini aniqlaydigan filtrning o'tkazish oralig'i (yo'li).

Eng qisqa impulsning x_{min} uzunligi t_H vaqtidan oz bo'lishi mumkin emas, bo'lmasa impuls to'liq amplitudasigacha o'sishga ulgurmaydi. Shuning uchun

$$\tau_{min} = 1/(2\Delta F_{min}), \quad (5.10)$$

bu yerda: $(2\Delta F_{min})$ – eng kam chastotali yo'lini kengligi. Bu yerda:

$$\Delta F_{min} = 1/(2\tau_{min}), \quad (5.11)$$

Biroq, amalda impulslarni uzatish uchun ΔF ni chastotalarning yo'lini kengligidan eng kamida 1,5 marta ko'p tanlanadi:

$$\Delta F_{min} = 0,8/\tau_{min}. \quad (5.12)$$

Bu ifoda $s=0,8$ bo'lganda (5.8) ga ekvivalentdir. 31-rasmda tiklanayotgan to'g'ri burchakli impulsning shakliga chastota yulining kengligini ta'siri keltirilgan ($i=2$ skvajnostlik bilan ketma-ket impuls uzatila-yapti). $\Delta F=1/2x$ yo'lida tiklanayotgan impulsning shakli qoniqarli emas: shakli uzatilyotgan impulsni ko'rinishiga to'g'ri kelmaydi. $\Delta F=1/x$ bo'lganda 1-garmonika va doimiy tashkil etuvchi uzatiladi. Impulsning shakli deyarli yaxshilanadi, lekin deyarli yetarli emas. Uzatish yo'lini kengaytirilganda shunga deyarli yaxshilandi, lekin yetarli emas. Uzatish yo'lini kengaytirilganda shunga yarasha impulsning shakli ham yaxshilanadi.

$$\Delta F=2/\tau.$$

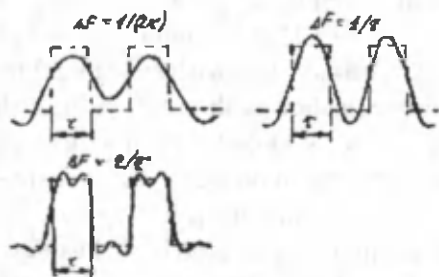
Biroq, impulsning tiklash aniqligi faqatgina chastota yo'liga bog'liq bo'lmagan, ularning shakliga ham bog'liqdir. Impulsning shakliga qarab, chastotalarning spektrlari ozmi-ko'pmi to'planadi. Bu 31-rasmda keltirilgan har xil shakldagi impulsning chastotalarini spektrda tasvirlangan. Masalan, agarda 0 dan $1/t$ gacha bo'lgan chastotalarni uzatadigan bo'lsak, u holda har bir impulsning tiklanish aniqligi har xil bo'ladi. Qo'ng'iroq ko'rinishdagi impulsni hamma spektrlari to'lig'i bilan uzatiladi va xatosiz (31-rasm) tiklanadi. Shu vaqtning o'zida, ko'rsatilgan chastota yo'liga uchburchakli impulsning chastotasining spektrini yarim energiyasiga kiradi.

Spektrning energiyasi to'g'risida gapirganimizda yoy bilan ordinata o'qi orasidagi maydon tushuniladi.

To'g'ri burchakli impulslardan keyin, kosinusli, trapetsiyali, eksponensialli impuls turadi. To'g'ri burchakli chastotali impulsni spektri uchburchakli impulsni spektriga nisbatan ko'proq bir nuqtaga yig'ilgan (31-rasm), biroq qo'ng'iroq shaklidagi impulslarga nisbatan yig'ilgandir.

Hisoblar shuni ko'rsatadiki, ya'ni $\mu=1$ koeffitsiyenti xabarning energiyasini asosiy qismi uzatiladi, bu garmonikalarni va doimiy tashkil etuvchi energiyalarini yig'indisiga teng.

Shunday qilib, 32-rasmda keltirilgan ketma-ket impuls do-



31-rasm. Chastota yo'li kengligining impuls shaklining tiklanishiga ta'siri.



32-rasm.

imiy tashkil etuvchisi va 1-garmonikasi 90% xabarning energiya ichiga oladi.

Uchinchi garmonika yana 5% energiyani qo'shadi, beshinchi garmonika bilan, xabarning energiyasini 96%gacha ta'minlash mumkin garmonikalarni doimiy tashkil etuvchisi. Bu esa chastota yo'llarini kengaytirishni maqsadga muvofiq emasligini ko'rsatadi. Ba'zida yo'llarini tejash maqsadida, hamda tiklanayotgan impulsning shakli ahamiyat o'ynasa, $\mu = 1/\tau$ deb qabul qiladi. Shunday qisqartirilgan yo'lida ketma-ket impulsni uzatish imkoniyati bu ketma-ketlik uzatishni chegara tezligini aniqlashga imkon beradi.

Agarda, uzatish tezligi $\mu = 1/\tau$ da bo'lsa, u holda $\Delta F = 1/2 \tau = V/2$. Bundan eng yuqorigi uzatish tezligi $V_{\max} = 2 \Delta F_{\min}$ – bitta uzatilayotgan xabar (posilka), bir sekunda uzatish tezligi birligi. Posilka – deb impuls yoki bo'sh oraliq tushuniladi.

Sanoq sistemalari va ikkilik sonlari bilan matematik amallar bajarish.

Kodlarni tuzish usullari sanoq sistemalari bilan juda bog'langan. Shuning uchun qisqacha bir qator sanoq sistemalarini, kod ikkilik sanoq sistemalarini ko'rib chiqamiz, chunki shuning asosida bo'ladigan ikkilik kodlari telemexanikada keng tarqalgan.

Har qanday sanoq sistemasini qurish uning asosida tanlash bilan boshlanadi, ya'ni shunday raqam miqdori bo'lsinki, ularning kombinatsiyasi har qanday sonni olish mumkin bo'lsin. O'nlik sanoq sistemasining afzalligi shundaki, unda raqamlar, ya'ni noldan 9 gacha bo'lgan har qanday sonni olish mumkin. O'n bu ikkita son, ya'ni o'nli razryadda 1 yoziladi, nol esa razryadida yoziladi. Shunday negizdagi har qanday sanashlar (sakkizlik, beshlik ...) sanoq sistemalarini tuzsa bo'ladi.

Kombinatsiyalarini matritsalar ko'rinishida yozish. Shuning asosida ikkita son «O» va «1» qo'yilgan. Ikkilik 2 soni 10 ko'rinishida uzatiladi, 3 soni: $2 + 1$ yig'indisi ko'rinishida, ya'ni $10 + 1 = 11$; $2 = 4$ soni $10/2 = 5$ soni xuddi $000 + 1 = 101$ va hokazo ko'rinishda namoyish etish mumkin.

Ikkilik sanoq sistemi elektron qurilmalari eslab qolish va uzatish uchun nihoyatda ko'p raqamlar egallaydi. Sakkizlik sanoq sistemi, dasturlashda qo'llaniladi, chunki programmani u bo'yicha yozish taxminan ikkilik sanoq sistemalariga nisbatan uch marta qisqadir, ya'ni $2^3 = 8$.

Ikkilik sanoq sistemi ikkita raqamni (0 va 1) qo'llash hisobiga, arifmetik amallarni boshqarish oson amalga oshishi uchun, hisoblash texnikasida juda keng qo'llanishga ega bo'ladi.

Hisoblash texnikasida va telemexanika sistemasida qurilmalar rele negizida ishlaydigan (qurilgan) elektromagnit rele, triggerlar, to'g'ri burchakli sirtmoqli elementlar va shunga o'xshaganlar, ya'ni bu elementlar ikkita muvozanat holat qabul qiladilar.

O'nlik sonlarni ikkilikka va teskarisiga qaytib o'tkazish

Buning uchun, bir sanoq sistemasidan ikkinchi sistemasiga o'tkazishning umumiy qoidasidan foydalanish kerak, ya'ni berilgan sonni ikkinchi sanoq bo'lish kerak, undan keyin esa bo'lingandan qolgan qismini yana shu asosda 1 bo'lguncha bo'lish kerak. Har bir bo'lingan paytda olingan sanoq sistemasini sonini hosil qiladi. O'nlik sonini ikkilik soniga o'tkazish uchun ikkiga bo'linadi, qoldiq yoziladi, hosil bo'lgan sonni ikkiga bo'linadi. Ikkilik bo'lish qoldiq 1 ga teng bo'lguncha davom etadi. Bir va olingan qoldiqlar yozib olinadi va o'nlik soniga to'g'ri keladigan ikkilik sonini tashkil etadi.

Masalan, 29 soni ikkilik sanoq sistemasiga quyidagicha o'tkaziladi:

Bo'linuvchi	Bo'luvchi	Bo'lak	Qoldiq
29	2	14	1
14	2	7	0
7	2	3	1
3	2	1	1

Natijada, 1101 sonini olamiz, bu esa quyidagicha yoziladi: avvalo bo'lakdagi 1-keyin esa, pastdan yuqoriga qarab hamma qoldiqlar yoziladi. Ikkilik sonini o'nlikka o'tkazish uchun ushbu qoidaga amal qilib, razryaddan boshlab ikkilantirish kerak:

1) Agarda keyingi razryadda nol tursa, u holda son ikki marta orttiriladi.

2) Agarda keyingi razryadda bir tursa, son ikkilanadi va unga yana qo'shiladi.

Misol uchun 1101 ikkilik sonini o'nlikka to'g'ri keladigan songa kerak bo'lsin. Birinchi sonni ikkilantiramiz va chiqqan natija qo'shamiz, natijada 3 olamiz. Keyinchalik 3 ni ikkilantiramiz qo'shib 7 ni hosil qilamiz, 7 ni ikkilantiramiz 14 olamiz va oxirida ikkilantirib 1 ni qo'shamiz va oxirgi natija olamiz ya'ni:

1 1 1 0 1

37 14 29

Ikkilik sonlarini o'nlikka o'tkazish uchun, ikkilik sonining tagida o'nlikka to'g'ri keladigan qiymatini yozish yo'li bilan olish kerak. Keyinchalik esa birlari bo'lgan, o'nlikka to'g'ri keladigan hamma qiymatlar qo'nshb chiqiladi. Masalan ikkilik son:

1	1	0	1 0	0	1
2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
32	16	0	4	0	1

O'nlikka to'g'ri keladigan qiymati 53 ga teng. Ko'rsatilgandek, bunday va teskari o'tkazishlar boshqa sanoq sistemalari uchun ham umumiydir. Masalan: Berilgan 29 sonini uchlik sanoq sistemasiga quyidagi tartibda o'tkaziladi:

29	3	9	2
9	3	3	0
3	3	1	0

natijada 10 0 2 soni olinadi. Teskari o'tkazish ilgorigidek oshiriladi.

Son kombinatsiyalanib ko'phad ko'rinishida yozish

Har qanday sonni sanoq sistemasida ko'phad ko'rinishida yozish mumkin. Masalan, p – razryadli sonlar quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$F(x) = a_n x^{n-1} + a_{n-1} x^{n-2} + \dots + a_2 x^1 + a_1 x^0. \quad (5.13)$$

Ikkilik sanoq sistemasida $X=2$ bo'lsa, A – koeffitsiyenti 1 yoki 0 – ikki qiymatlarining bittasini qabul etadi. 10 10L0 0 1 ning o'nlikdagi qiymati quyidagicha yoziladi:

$$F(2) = 1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 169.$$

Yoki ko'phad ko'rinishida: koeffitsiyentlari 0 ga teng bo'lgan hadlarni tashlab yuborib va bir ko'paytmalarni yozmasdan ushbuni olamiz:

$$Q(x) = x^7 + x^5 + x^3 + 1.$$

Shunday qilib, ko'phadlarning hadlari faqatgina bir koeffitsiyent bo'lganlari yoziladi. Bu yerda ko'phadning tegishli sonini darajasi chapdan kam, ikkilikda yozilgan razryadning nomeriga nisbatan birga qo'shildi. Shunday qilib birinchi bo'lib chapdan oxirgi had ikkilikda yozilganda sakkizinchi razryadda turishiga qaramasdan X^7 , yoziladi.

VI BOB. MANTQIY BOSHQARISH SISTEMALARI

Mantiqiy algebra va mantiqiy elementlar

Mantiq ilmi (logika) tafakkur qonunlari va fikrlash formalari haqidagi fandir. Bu fanning matematik shakli mantiqiy algebra bo'lib, u fikrlash qonunlari asosida fikrlar orasidagi mantiqiy bog'lanishlarni o'rganadi. Har qanday aytilgan fikrda haqiqat borligi yoki yo'qligi (soxtaligi) ni aniqlash masalasi mantiqiy algebraning o'rganish sohasi hisoblanadi.

Mantiqiy algebraning amallari faqat ikkita qiymat 0 va 1 mavjudligiga asoslanadi. Aytilgan fikr yoki berilgan signal bor va haqiqiy bo'lsa, bunday signalning qiymati 1 ga teng, agar aytilgan fikr soxta yoki signal berilmagan bo'lsa, bunday signalni qiymati 0 ga teng deb qabul qilinadi.

Ishlab chiqarish protsesslarini mantiqiy boshqarish sistemalarini tuzishda bunday signallar ishchi informatsiyalar deb yuritiladi. Ishchi informatsiyalarning argumentlari va ularning o'zaro bog'lanish operatsiyalarini ko'rsatuvchi ifodalar mantiqiy funksiyalar deb ataladi.

Informatsiyalarning o'zaro bog'lanishi oddiy va murakkab bo'lga-nidek, mantiqiy funksiyalar ham oddiy va murakkab bo'ladi.

Mantiqiy algebraning asosini oddiy funksiyalar: mantiqiy qo'shuv, ko'paytiruv va inversiya (inkor qiluv) amallarini bajarish tashkil qiladi. Qolgan murakkab funksiyalarning hammasi shu uchta oddiy funksiyalar va ularning kombinatsiyalari asosida tuziladi.

Mantiqiy funksiyalar Y bir qator mantiqiy argumentlar $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ning o'zgarishi va o'zaro bog'lanishlari bilan bog'liq bo'ladi. Argumentlar faqat ikki qiymat 0 va 1 ga ega bo'ladi.

Mantiqiy funksiyalar tuzishda quyidagi mantiqiy algebra qonunlaridan foydalaniladi.

Informatsiya yoki miqdor va uning inversiyasining yig'indisi 1 ga teng bo'ladi:

$$X + \overline{X} = 1.$$

Informatsiya yoki miqdor va uning inversiyasi ko'paytmasi 0 ga teng bo'ladi:

$$X \cdot \bar{X} = 0.$$

Informatsiya yoki miqdor a bilan 0 ning yig'indisi a miqdorga teng bo'ladi:

$$a + 0 = a.$$

Informatsiya yoki miqdor bilan 1 ning yig'indisi 1 ga teng bo'ladi:

$$X + 1 = 1.$$

Informatsiya yoki miqdorning 1 ga ko'paytmasi 1 ga teng bo'ladi:

$$X \cdot 1 = 1.$$

Informatsiya yoki miqdorning 0 ga ko'paytmasi 0 ga teng bo'ladi:

$$X \cdot 0 = 0.$$

Mantiq algebrasida har bir o'zgaruvchi fikr yoki informatsiya (miqdor) faqat ikki qiymatga (0 va 1) ega bo'lishi mumkin. Shuning uchun informatsiyalar (miqdorlar) yig'indisi alohida miqdor qiymatiga teng bo'ladi:

$$\begin{aligned}\bar{X} + \bar{X} + \bar{X} &= \bar{X} = 0, \\ X + X + X + X &= a = 1.\end{aligned}$$

Informatsiyalar ko'paytmasi ham o'sha miqdorga teng bo'ladi:

$$X \cdot \bar{X} \cdot \bar{X} = X.$$

Yuqorida aytilganlarga muvofiq quyidagi tengliklarni yozish mumkin:

$$\begin{aligned}X_1(X_2 + X_3) &= X_1X_2 + X_1X_3, \\ X_1 \cdot X_2 &= X_2 \cdot X_1, \\ X_1 + X_2 &= X_2 + X_1, \\ X_1 + X_2 + X_3 &= (X_1 + X_2) + X_3, \\ X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 &= (X_1 \cdot X_2) \cdot X_3.\end{aligned}$$

Inkor qilingan o'zgaruvchi fikr yoki informatsiyalar yig'indisi alohida inkor qilingan o'sha informatsiyalarning ko'paytmasiga teng bo'ladi:

$$\overline{X_1 + X_2 + X_3} = \bar{X}_1 \cdot \bar{X}_2 \cdot \bar{X}_3.$$

Inkor qilingan informatsiyalarning ko'paytmasi inkor qilingan alohida informatsiyalarning yig'indisiga teng bo'ladi:

$$\overline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3} = \bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3.$$

Inkor (inversiya) – «yuk» operatsiyasi. Mantiiy algebraning bu operatsiyasi haqiqiy, bor informatsiyani inkor qilinsa «yo'q» infor-

matsiyasiga va noto'g'ri informatsiyalar inkor qilinsa, «ha» informat-siyasiga aylanishini ko'rsatadi. Bunda aytilgan fikr yoki informatsiyalar nohaqiqiy, ya'ni X bo'lsa bu argumentning inkor qiluvchi funksiyasi Y haqiqiy bo'ladi va quyidagicha yoziladi:

$$Y = \bar{X} \quad (6.1)$$

$\bar{X}$	Y
0	1
1	0

Operatsiyaning holatlar jadvaliga muvofiq 0 ni inkor qilish 1, 1 ni inkor qilish esa 0 ga teng bo'ladi.

Ko'paytirish (konyuksiya) – «VA» operatsiyasi. Ikki fikr yoki infor-matsiyaning har biri haqiqiy bo'lsa, ularning ko'paytmasi haqiqiy bo'ladi va quyidagicha yoziladi:

$$X_1 \cdot X_2 = Y. \quad (6.2)$$

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

Operatsiyaning holatlar jadvaliga muvofiq funksiya Y haqiqiy bo'lishi uchun argumentlar X_1 va X_2 haqiqiy qiymatlarga ega bo'lishi lozim. Qolgan hamma hollarda «VA» funksiyasi nohaqiqiy, ya'ni $Y=0$ bo'ladi.

Qo'shish (dizyunksiya) – «yoki» operatsiyasi. Agar qo'shiluvchi argumentlarning kamida bittasi haqiqiy qiymatga ega bo'lsa, fikrlar «yoki» informatsiyalarning yig'indisi

$$X_1 + X_2 + X_3 \dots = Y. \quad (6.3)$$

haqiqiy bo'ladi. Buni qo'shish operatsiyasining holatlar jadvalidan ham ko'rish mumkin.

X_1	X_2	X_3	Y
0	0	0	0
0	1	0	1
0	0	1	1
0	1	1	1
1	0	0	1

Funksiya Y haqiqiy qiymatga ega bo'lishi uchun X_1 yoki X_2 yoki X_3 hokazolar haqiqiy qiymatga ega bo'lishi kerak.

Inkor, qo'shish va ko'paytirish operatsiyalarining kombinatsiyasi asosida bir necha murakkab funksiyalarni tuzish va murakkab mantiqiy boshqarish operatsiyalarini bajarish mumkin. Masalan, «xotira», «yoki, yo'q», «shiffer shtrixi», «man etish» va boshqalar.

Mantiqiy operatsiyalarni bajaradigan asosiy mantiqiy elementlar: «yuk», «va» va «yoki» elektr sxemalari, shartli belgilari va holatlar jadvallari alohida 1-jadvalda keltirilgan.

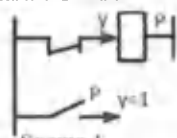
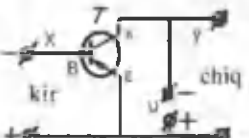
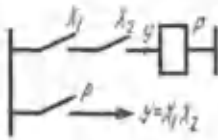
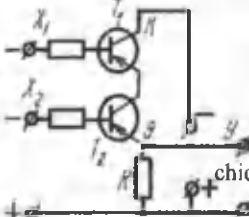
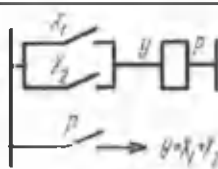
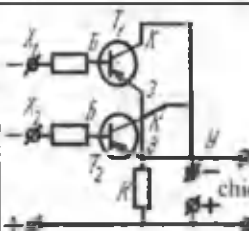
Mantiqiy inkor – «yo'q» elementining rele kontaktli elektr sxemasi 1-jadvalda (2-ustun, 1-sxemada) ko'rsatilgan. Unda kirish signali X bo'lmasa, kontakt a yopiq, rele R kontakta Y uzuq va chiqish signali mavjud bo'ladi. Agar kirish signali X mavjud bo'lib, kontakt a ni uzadigan bo'lsa, relening chulg'amida tok bo'lmaydi va uning kontakti orqali chiqish signali y ham bo'lmaydi. Bu elementning mohiyati shundaki, agar kiruvchi informatsiya (signal, fikr) haqiqiy qiymatga ega ($X=1$) bo'lsa, kontakt a uziladi, chiqish signali haqiqiy qiymatga ega bo'lmaydi ($Y=0$), aksincha signal X bo'lmaganda ($X=0$) kontakt a ulangan va rele chulg'amidan tok o'tgani sababli chiqish signali bor ($Y=1$) bo'ladi.

Mantiqiy inkor «yo'q» elementining tranzistorli sxemasi 1-jadvalda (3-ustun) ko'rsatilgan. Unda $r-n-r$ tip tranzistor dan foydalanilgan.

Sxemaga kirish signali X berilmasa ($X=0$), tranzistor T yopiq, bo'ladi. Tranzistorning emitter-kollektor zanjiridan tok o'tmaydi. Chiqish signali manba kuchlanishiga teng $Y=U - I$ bo'ladi, ya'ni $X=0$ bo'lsa, $Y=1$ bo'ladi. Chiqish signali kirish signalini inkor qiladi. Agar kirish signali X , bor bo'lsa ($X=1$), tranzistor ochiladi, emitter-kollektor zanjiridan manba kuchlanishiga muvofiq, tok o'tadi, tranzistorning chiqish qarshiligi amalda nolga teng bo'ladi. Shu tufayli chiqish signali Y nolga teng ($Y=0$) deb qabul qilinadi. Bunda ham kirish signali X chiqish signalini inkor qiladi.

Mantiqiy ko'paytirish – «VA» elementining rele kontakt sxemasi 1-jadvalda (2-ustun, 2-sxema) ko'rsatilgan.

Chiqish signali Y haqiqiy qiymatiga ega bo'lishi uchun kirish signallarining har biri haqiqiy qiymatga ega bo'lishi kerak. Buning uchun ikkala kontakt X_1 va X_2 ulanishi kerak. Shunda rele chulg'amidan tok o'tadi va kontakt R ulanadi, sxemadan chiquvchi informatsiya $Y=X_1 \cdot X_2=1$ hosil bo'ladi.

Mantiqiy elementlar (operatorlar)	Rele kontaktli sxemalar	Tranzistorli kontaktless sxemalar	Operatorning shartli belgilari	Holatlar jadvali															
Inkor (inversiya) "yoʻq"	 Sxema 1			<table><tr><td>X</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	X	Y	0	1	1	0									
X	Y																		
0	1																		
1	0																		
Koʻpaytiruv (konyunksiya) "va"	 Sxema 2			<table><tr><td>X₁</td><td>X₂</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	X ₁	X ₂	Y	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
X ₁	X ₂	Y																	
0	0	0																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	1																	
Qoʻshuv (disyunksiya) "yoki"	 Sxema 3			<table><tr><td>X₁</td><td>X₂</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	X ₁	X ₂	Y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
X ₁	X ₂	Y																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	

«VA» elementining tranzistorli kontaktless sxemasi 1-jadvalda (3-ustun, 2-sxema) ko'rsatilgan. Bunda chiqish signali Y ikkala kirish signali X₁ va X₂ haqiqiy qiymatga ega bo'lgandagina, ya'ni ikkala tranzistor ochilgandagina haqiqiy qiymatga ($Y=U=1$ «R=1») ega bo'lishini ko'rish mumkin.

Mantiqiy qo'shish – «yoki» elementining rele kontaktli sxemasi 1-jadvalda (2-ustun, 3-sxema) ko'rsatilgan. Bunda chiqish signali $Y=X_1+X_2$ haqiqiy qiymatga ega bo'lishi uchun kontakt X₁ yoki kontakt X₂ ulanishi lozim.

Tranzistorli kontaktless sxemada ham (1-jadval, 3-ustun, 3-sxema) ikkita kirish signalidan biri X₁ yoki X₂ haqiqiy qiymatga ega bo'lganda, ikki tranzistordan biri ochilib, qarshilik R dan tok o'tgandagina chiqish signali $Y=1-R=U=1$ haqiqiy qiymatga ega bo'ladi.

Mantiqiy elementlarning shartli belgilari 1-jadvalning 4-ustunida, holatlar jadvallari esa 5-ustunda berilgan.

Holatlar jadvali va ulanishlar

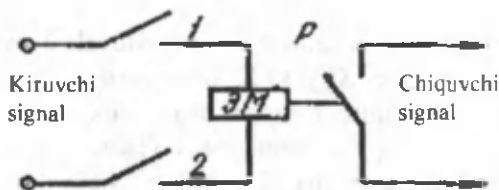
Ishlab chiqarish protsesslarining vaqt bo'yicha avtomatik bog'lanishini amalga oshiradigan boshqarish qurilmalari kirish signalining faqat ikki qiymatiga signal «bor» va signal «yo'q» qiymatlariga muvofiq ishlashini biz yuqorida ko'rib o'tdik. Agar bu ikki qiymatni 0 va 1 sonlari bilan almashtirib, ularga boshqaruvchi qurilmaga kiruvchi signallar deb qaralsa, bunday boshqaruvchi qurilma mantiqiy algoritim bo'yicha ishlaydigan mantiqiy qurilmaga aylanadi. Ma'lumki, mantiqiy algoritimni vujudga keltirish uchun rele xarakteristikali, bir taktli va ko'p taktli mantiqiy qurilmalardan va tranzistorli kontaktsiz mantiqiy qurilmalardan foydalaniladi.

Bir taktli mantiqiy qurilmalarda chiqish signalining holati faqat unga kiruvchi signal holati bilan aniqlanadi. Masalan, elektromagnitni tok manbayiga ulash va chiqish signali hosil qilish uchun uning kirish zanjiridagi kontaktlari 1 va 2 bir vaqtda ulanadi (33-rasm).

Ko'p taktli mantiqiy qurilmalarda chiqish signali kirish signallarining holatidan tashqari, ularning kirishidagi ketma-ketliklarga ham bog'liq bo'ladi. Masalan, elektromagnit yordamida kirish signalini chiqish signaliga aylantirish uchun uning kirish zanjiridagi kontaktlar 1 va 2 bir vaqtda ulanadi (33-rasm).

Ko'p taktli mantiqiy qurilmalarda chiqish signali kirish signallarining holatidan tashqari, ularning kirishdagi ketma-ketliklarga ham bog'liq bo'ladi. Masalan, elektromagnit yordamida kirish signalini chiqish signaliga aylantirish uchun uning kirish zanjiridagi kontaktlar 1 va 2 bir vaqtda (bir kontakt bilan) emas, balki oldin kontakt 1, so'ngra kontakt 2 ulanadi. Bunday holatda qurilma ikki taktli mantiqiy qurilma bo'ladi.

Mantiqiy qurilmalar mantiq algoritmiga muvofiq ishlaydi. Mantiq algoritmi esa o'z navbatida boshqariluvchi protsess talabiga muvofiq aniqlanadi, mantiq qurilmasining kirish va chiqish qismlaridagi signallar boshqarish protsessining holatlari hisobga olingan holda tuziladi.



33-rasm. Releli mantiqiy qurilma.

Mantiqiy boshqarish qurilmasining kirish va chiqish holatlari ko'pincha jadval orqali beriladi va holatlar jadvali deb ataladi. Holatlar jadvalida protsessi mantiqiy boshqarishning funksional qismiga tegishli hamma kirish va chiqish holatlarining qiymatlari ko'rsatib qo'yilgan bo'ladi.

Mantiq algoritmi ikki qiymatli (0 va 1) bo'lgani uchun mantiqiy Qurilmadan chiqadigan boshqaruvchi signallarning umumiy soni quyidagicha topiladi:

$$n_{ch} = 2^{n^k}, \quad (6.4)$$

bu yerda n^k — sxemaga (qurilmaga) kiruvchi signallar soni.

Boshqaruvchi signallar boshqaruvchi mantiqiy funksiyalar orqali topilishini hisobga olganda p_k boshqaruvchi funksiyalar soniga teng bo'ladi.

Misol. Ishlab chiqarish protsessi davomida uchta ventilator dan foydalaniladi, deylik. Ventilatorning ikkitasi protsessning «normal» o'tishini ta'minlaydi va bittasi rezerv hisoblanadi. Mantiqiy qurilmadan chiqadigan signalning ventilatsiya protsessining normal (1) yoki nonormal (0) o'tishi uchun mosligini aniqlash va buning uchun normal (optimal) ish rejimini ta'minlaydigan mantiqiy boshqarish funksiyasini topish talab qilinadi.

Sxemadan chiquvchi signallarning umumiy soni $2^3=8$ bo'ladi. TTTunga muvofiq boshqaruvchi mantiqiy funksiyalar soni ham 8 bo'lishi mumkin (2-jadval).

Boshqarish mantiqiy funksiyasini tuzish uchun jadvalda ko'rsatilgan chiqish signallarining hammasidan foydalanib bo'lmaydi.

2-jadval

PROTSESSNING HOLATLAR JADVALI

	Kirish			Chiqish
	X_1	X_2	X_3	Y
1	0	0	0	0
2	0	0	1	0
3	0	1	0	0
4	1	0	0	0
5	0	1	1	1
6	1	0	1	1
7	1	1	0	1
8	1	1	1	1

Jadvalning 1-qatorida ventilatorlar X_1 , X_2 va X_3 ishlamaydi, normal ish rejimi bo'lmaydi; $Y=0$ bo'ladi. Jadvalning 2-qatorida faqat bitta ventilator X_3 ishlaydi. Masalaning shartiga (ikkita ventilator ishlashi kerak) muvofiq bunda ham $Y=0$ bo'ladi. Jadvalning 3 va 4-qatorlari ham normal protsessini ta'minlamaydi. Jadvalning 5, 6 va 7-qatorlari normal protsessini ta'minlaydi. Chiqish signali bor ($Y = 1$) bo'ladi. Jadvalning 8-qatori ham normal protsessini ta'minlashi mumkin, unda ($X_1 = 1, X_2 = 1, X_3 = 1$); $-Y = 1$ bo'ladi, lekin uchta ventilator ishlagani uchun bu variantning iqtisodiy samaradorligi ham bo'ladi. Aytilganlarga ko'ra 2-jadvalning 5, 6, 7-qatorlariga muvofiq quyidagi uchta boshqarish funksiyasini yozish mumkin:

$$\begin{aligned}(X_1 + X_3)X_2 &= Y \\(X_1 + X_2)X_3 &= Y \\(X_2 + X_3)X_1 &= Y\end{aligned}\tag{6.5}$$

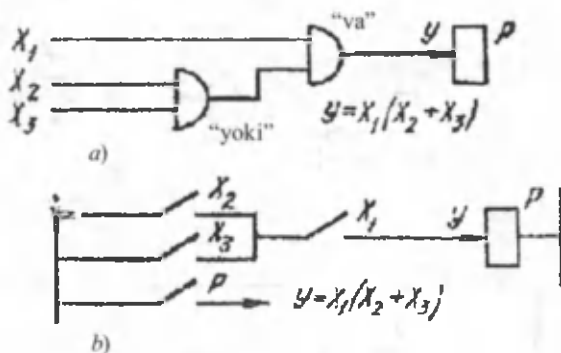
Bu funksiyalarning har biri bo'yicha tuzilgan mantiqiy operator ventilatorlarning normal rejimda ishlashini ta'minlay oladi.

Mantiqiy operatorlarni tuzish

Mantiqiy boshqarish sistemalarini tuzish uchun, eng avval ishlab chiqarish protsesslarining talablariga to'la javob bera oladigan «holatlar jadvali» to'ldiriladi va protsessning mantiqiy boshqarish funksiyasi aniqlanadi. Mantiqiy operator sxemasi esa mantiqiy funksiyaga muvofiq tuziladi. Bunga misol sifatida, avval yuqorida ko'rib o'tganimizdek, standart elementlarning (operatorlarning) tuzilishi ustida to'xtalamiz.

Inkor qilish «yo'q» operatorini tuzish uchun uni holatlar jadvalida ko'rsatilgan holatlarga muvofiq (1-jadval) yozilgan funksiya $U=X$ dan foydalaniladi (GOST 2.743-68). Shunga ko'ra operatoridan boshqaruv signali chiqishi ($U=1$ bo'lishi) uchun kontakt X ning yopiq bo'lishi (normal holat) va unga ta'sir qiluvchi signal yo'q ($X=0$) bo'lishi kerak. Inkor operatorlari sxemasi shunga muvofiq tuzilgan (1-jadval, 1-sxema).

Ko'paytirish («VA») operatori funksiya $Y=X_1 \cdot X_2$ ga muvofiq tuziladi. Bunda operatoridan chiquvchi signal hosil bo'lishi, ya'ni $Y = 1$ bo'lishi, kirish kontaktlarining ikkalasiga ham signal kelishi, ya'ni $X_1 = 1$ va $X_2 = 1$ bo'lishi ko'zda tutiladi. Shu sababli «va» funksiyasi bo'yicha operator tuzish uchun sxemadagi signal kirish kontaktlari ketma-ket ulanadi (1-jadval, 2-sxema).



34-rasm. Mantiqiy funksiya sxemasi:

a – mantiqiy elementlarda; b – rele.

Qo'shish («yoki») operatorining mantiqiy funksiyasiga muvofiq operatorga kontaktlar orqali kiruvchi signallarning kamida bittasida signal bo'lishi shart, ya'ni $X_1 = 1$ yoki $X_2 = 1$ bo'lishi kerak. Shunda operator dan chiquvchi signal bor, ya'ni $Y = 1$ bo'ladi. Bu operator sxemasida kirish signali kontaktlari parallel ulangan bo'lishi ko'zda tutiladi (1-jadval, 3-sxema).

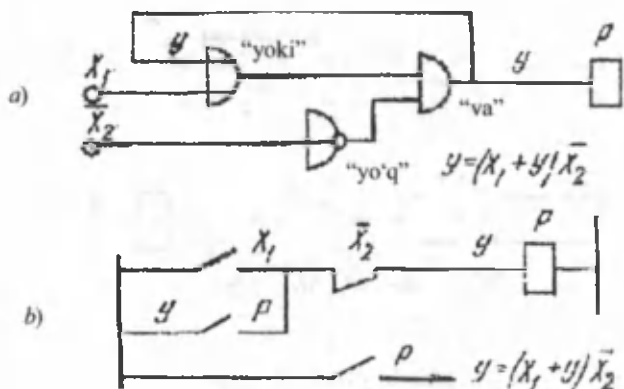
Standart elementlar «yoki», «yo'q», «va» dan foydalangan holda har qanday murakkab mantiqiy funksiyalarning sxemalarini tuzish mumkin.

Buni quyidagi misollarda ko'ramiz:

1. Boshqaruv sistemasining mantiqiy funksiyasi berilgan bo'lsa; $Y = X_1(X_2 + X_3)$ mantiqiy operator sxemasi quyidagicha tuziladi.

Funksiyadagi qo'shiluvchi argumentlar ($X_2 + X_3$) boshqaruv sxemasida «yoki» elementining bo'lishini, yig'indi ($X_2 + X_3$) ning argument X_1 ga ko'paytmasi esa sxemada «va» elementining bo'lishini talab qiladi. Shunga muvofiq tuzilgan mantiqiy sxema 34-rasmda ko'rsatilgan. Unda boshqaruvchi signal $Y = 1$ bo'lishi uchun $X_2 = 1$ yoki $X_3 = 1$ va $X_1 = 1$ bo'lishi ko'zda tutilgan.

2. Berilgan funksiya $Y = (X_1 + Y)X_2$ bo'lsa, uni boshqaruv sxemasida qo'shiluvchi argumentlar ($X_1 + Y$) «yoki» elementining bo'lishini, yig'indi ($X_1 + Y$) ning argument X_2 ga ko'paytmasi «va» kamda «yo'q» elementlari bo'lishini talab qiladi (35-rasm). Bu funksiya ko'pincha «xotira» funksiyasi, bunday tuzilgan mantiqiy element esa «xotira operatori» deb ataladi, chunki hunda kontakt X tomonidan berilgan signal saqlanib qoladi. Bunday signalning saqlanib qolishi rele R dan signal Y o'tganda



35-rasm. «Xotira» funksiyasini sxemalari:
a – mantiqiy elementlarda; b – rele kontaktli elementlarda.

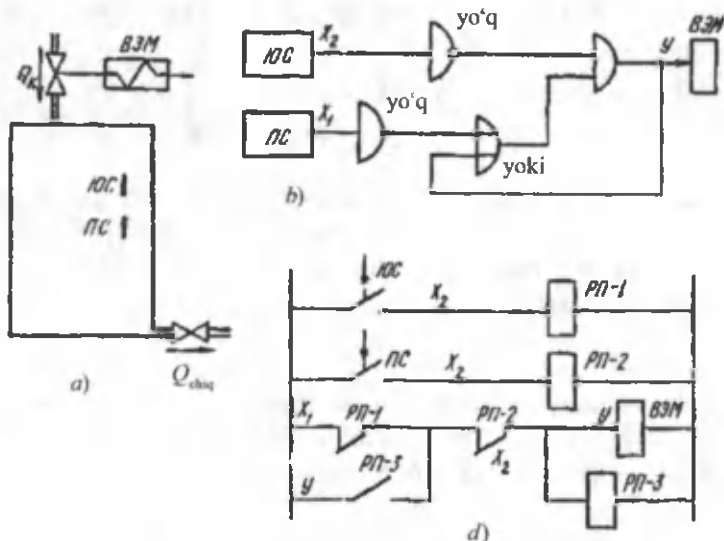
uning blok-kontakti Y kontakt X zanjirini bloklab saqlanib qolishi tufayli sodir bo‘ladi. Xotira signalini o‘chirish uchun X_2 ga signal berib uni uzish kerak.

Standart elementlardan tuzilgan mantiqiy boshqarish sxemalari

«Ishlab chiqarishning hamma sohalarida suyuqliq va sochiluvchi moddalar sathi balandligini saqlash protsesslarini avtomatik boshqarish sistemalari juda keng qo‘llanadi. Masalan, suv bosimi minorasida, tанда ipini ohorlash qurilmasida, bug‘ qozonlarida, paxta bunkerlari va boshqalarda.

Shunday obyektlarning birida (36-rasm) suyuqlik sathining balandligi berilgan yuqorigi va pastki chegaralar orasida boshqariladi; yuqorigi chegarani datchik YuD pastki chegarani esa datchik ID kontrol qiladi. Protsessni quyidagicha shart-sharoitda boshqarish talab qilinadi.

Suyuqlik sathi balandligi PD datchikdan pastda bo‘lsa, elektromagnit ventil VEM ochiq bo‘ladi, rezervuarga suyuqlik tushadi (1-holat). Suyuqlik sathi balandligi PD sathdan yuqori bo‘lsa ham ventil VEM ochiq bo‘ladi (2-holat). Suyuqlik sathi balandligi datchik YuS bilan tenglashganda ventil VEM yopiladi, rezervuarga suyuqlik tushmaydi (3-holat). Endi suyuqlik tushishi yo‘q (0)1 bo‘lgani sababli suyuqlik sathi YuS sathidan pasayadi, bunda ventil yopiqligicha qoladi (4-holat). Rezervuardagi suyuqlik kamaya borib PS sathidan ham pasaysa, ventil VEM ochiladi



36-rasm. Suyuqlik balandligini (rostlash) boshqarish sistemasining sxemalari:

a – boshqarish obyekti; b – sistemaning standart elementli sxemasi;

d – sistemaning rele kontaktli sxemasi.

(1-holat). Rezervuarga suyuqlik tusha boshlaydi. Boshqarish protsessi shu tarzda davom etishi kerak. Buning uchun:

1. Boshqariladigan protsessning shart-sharoitiga muvofiq, boshqarish sistemasining holatlar jadvali tuziladi.

2. Boshqarish sistemasidan kiruvchi signal ikkita (PS va YuS) bo'lishini hisobga olib chiquvchi signallar soni aniqlanadi.

$$Y = 2n_k = 2^2 = 4.$$

3-jadval

PROTSESSNING HOLATLAR JADVALI TUZILADI

No	PS X_1	YUS X_2	VEM Y	
1	0	0	1	Suyuqlik sathi PS dan pastda, ventill ochiladi
2	1	0	1	Ventil yopilmasligi kerak
3	1	1	0	Suyuqlik sathi PS ga yetganda ventill bekiladi
4	1	0	0	Suyuqlik sathi PS ga yetguncha ventill yopiq bo'ladi

Jadvalga muvofiq, 1- va 2-holatlar uchun ikkita mantiqiy funksiya tuzish mumkin.

$$\begin{aligned} Y &= (\bar{X}_1 + Y)\bar{X}_2 \\ Y &= (\bar{X}_2 + Y)X_1 \end{aligned} \quad (6.6)$$

Birinchi funksiya holatlar jadvalining hamma uch qatori talabiga javob beradi. Ikkinchi funksiya esa faqat 1 va 3-qator talabiga javob beradi. Shu sababli mantiqiy boshqarish (operator) sxemalarini tuzish uchun birinchi funksiya

$$Y = (\bar{X}_1 + Y)\bar{X}_2 \quad (6.7)$$

qabul qilinadi. Mantiqiy funksiyaning strukturasiga muvofiq boshqarish sxemasi ikkita «yo'q», bitta «yoki» kamda bitta «va» standart elementlaridan iborat bo'ladi (36, b, d-rasm).

ADABIYOTLAR

Asosiy adabiyotlar

1. *X.M. Mansurov*. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarini avtomatlashtirish. Toshkent, «O'qituvchi» 1987-yil.
2. *Л.И. Коновалов, Д.П. Петилин*. Элементы и системы электроавтоматики. Москва «Высшая школа». 1985 год.
3. *Ю.М. Келим*. Типовые элементы систем автоматического управления. Москва, «Форум-Инфра». 2004 год.
4. *В.Ю. Шишмаров*. Типовые элементы систем автоматического управления. Москва, «Академа». 2004 год.
5. *E.U. Uljaev*. Telemexanika sistemalari. Toshkent. 2000-yil.
6. *N.R. Yusupbekov va boshq.* Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarini avtomatlashtirish. Toshkent, «O'qituvchi». 1982-yil.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. *M. Xomudxonov, S. Majidov*. Elektr yuritma va uni boshqarish asoslari. Toshkent, «O'qituvchi». 1970-yil.
2. *N.R. Yusupbekov, B.E. Muxammedov, Sh.M. Gulomov*. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. Toshkent, «O'qituvchi». 1997-yil.
3. *Н.И. Волков, В.П. Милавзоров*. Электромашины устройства автоматики. Москва, «Высшая школа». 1986 год.

MUNDARIJA

I bob. Sezuvchi, signal beruvchi o'lchov elementlari	4
II bob. Boshqarish elementlari	13
III bob. Kuchaytirgichlar.....	28
IV bob. Elektr yuritmalarni boshqarish sxemalari.....	32
V bob. Xabar va ma'lumotlar. Ma'lumot va uning tavsifi.....	42
VI bob. Mantqiy boshqarish sistemalari.....	59

S.T. YUNUSOVA

KON AVTOMATIKASI

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

Muharrir: *O. Qanayev*

Badiiy muharrir: *Ye. Krasnikova*

Musahhih: *U. Komilov*

Kompyuterda sahifalovchi: *Ye. Krasnikova*

Nashriyot litsenziyasi № AI 192.

Original-maketdan bosishga ruxsat etildi. 2012. Bichimi 60×90^{1/16}.

Shartli b.t. 4,5. Nashr b.t. 5,0. Adadi 120. nusxa.

Buyurtma № 24.

«Davr nashriyoti» MCHJ texnika va dasturlar bazasida chop etildi.
100129, Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30.

O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining
"O'qituvchi" nashriyot-matbaa ijodiy uyi hamkorligida chop etildi.
100206, Toshkent, Yunusobod dahasi, Yangi shahar, 1.