

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIMVA FAN VA
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

ENERGETIKA KAFEDRASI

**60710600 – Elektr energetikasi va 60711000 – Muqobil energiya manbalari
yo‘nalishlari uchun**

**«NAZORAT O‘LCHASH ASBOBLARI VA
AVTOMATIKA»**

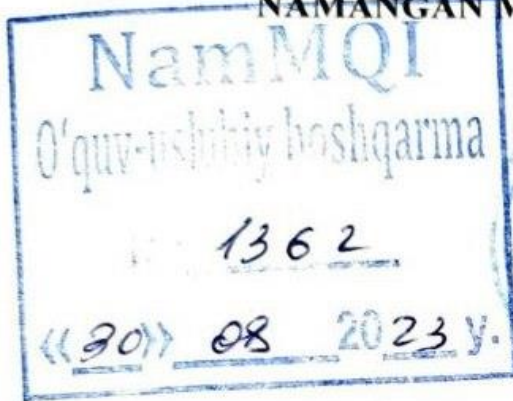
Fanidan

O‘QUV USLUBIY MAJMUA

Namangan 2023

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI**

NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI



“TASDIQLAYMAN”

Namangan muhandislik – qurilish
instituti rektori

Sh.T.Ergashev

2023 yil «30» 08

**60710600 – Elektr energetikasi va 60711000 – Muqobil energiya manbalari
yo‘nalishlari uchun**

**«NAZORAT O‘LCHASH ASBOBLARI VA
AVTOMATIKA»**

fanidan

O‘QUV USLUBIY MAJMUA

Namangan 2023

“Nazorat o‘lchash asboblari va avtomatika” fanidan O‘quv-uslubiy majmua.

Namangan: NamMQI – 2023 y. _____ bet

Ushbu O‘quv-uslubiy majmua “Nazorat o‘lchash asboblari va avtomatika” fani bo‘yicha ma’ruza, amaliy va tajriba mashg‘ulotlari asosida yaratilgan bo‘lib, unda ma’ruza, amaliy va tajriba mashg‘ulotlarini o‘rganish bo‘yicha 60710600 – Elektr energetikasi va 60711000 – Muqobil energiya manbalari yo‘nalishlari uchun fanning o‘quv dasturi, ishchi o‘quv dasturi, ma’ruzalar matni, amaliy va tajriba mashg‘ulotlariga uslubiy ko‘rsatmalar, ta’lim texnologiyasi, vizual va ko‘rgazmali taqdimot slaydlari, savol-javoblar, test savollari jamlangan.

Mazkur O‘quv-uslubiy majmuadan professor-o‘qituvchilar, ilmiy xodimlar, tadqiqotchilar va ishlab chiqarish korxonalarining mutaxassislari ham foydalanishlari mumkin.

Tuzuvchilar: E.Berkinov – Elektr energetika kafedrası dotsenti, PhD

Taqrizchilar: Sh.Nabiev – NamMQI, Energetika kafedrası dotsenti, f.-m.f.n.
Rajabov O.- Namangan hududiy elektr tarmoqlari AJ, bo‘lim boshlig‘i.

Nazorat o‘lchash asboblari va avtomatika fanining O‘quv-uslubiy majmuasi Energetika kafedrasining 2023 yil “_____” _____ dagi “_____”-sonli yig‘ilishida muhokamadan o‘tgan va fakultet ilmiy-uslubiy kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Ushbu O‘quv-uslubiy majmua Energetika va mehnat muhofazasi fakulteti kengashining 2023 yil “_____” _____ dagi “_____”-sonli yig‘ilishida muhokama qilingan va institut ilmiy-uslubiy kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Ushbu o‘quv-uslubiy majmua institut ilmiy-uslubiy kengashining 2023 yil “_____” _____ dagi “_____”-sonli yig‘ilishida muhokama qilingan va o‘quv jarayonida foydalanish uchun tavsiya etilgan.

M U N D A R I J A

I.	O‘quv materiallari	
1.1.	Ma’ruza mashg‘ulotlari	
1.2.	Amaliy mashg‘ulotlar	
1.3.	Tajriba mashg‘ulotlari	
II.	Mustaqil ta’lim mashg‘ulotlari	
III.	Glossariy	
IV.	Ilovalar	
4.1.	Fan dasturi	
4.2.	Ishchi fan dasturi	
4.3.	Baholash mezoni	
4.4.	Testlar to‘plami	
V.	Adabiyotlar ro‘yhati	

1-Mavzu: Nazorat o'lchash asboblari haqida umumiy ma'lumotlar

1. Kirish.
2. Nazorat o'lchash asboblari haqida asosiy tushunchalar.
3. O'lchash vositalarining tasnifi.
4. O'lchash vositalarining tavsifi.
5. Elektr o'lchash usullari.
6. Axborot-o'lchash tizimlari haqida ma'lumotlar

Kirish.

Axborot tizimida o'lchashlar va o'lchash vositalari katta ahamiyatga egadir. O'lchashlar o'tkazilmaydigan birorta ham xalq xo'jaligi tarmoqlarini topib bo'lmaydi, ayniqsa, aniq fanlar sohasida o'lchashlar alohida ahamiyatga ega. Masalan, koinotni va mikroduyoni tadqiqot qilishda, elektr energiyasini ishlab chiqarishda va ta'minotda yoki biror texnologik jarayon borishi to'g'risida axborot olishda, avtomatlashtirilgan axborot sistemalarida o'lchash ob'ektlari holati to'g'risida tegishli xulosalar chiqarishda, turli mahsulotlar, xizmatlar haqida tegishli axborot ma'lumotlari olishda o'lchanayotgan fizik kattaliklarning qiymatlari to'g'risida ishonchli axborot olinmasa biror natijaga kelib bo'lmaydi. Bu axborotlarni maxsus texnik vositalar yordamida turli o'lchashlar usullaridan foydalanib olinadi. Bundan ko'rinadiki o'lchashlar inson istiqbolida alohida ahamiyatga ega.

O'lchashlar inson faoliyatining barcha sohalarida axborotlarning muhim ahamiyatli manbasi bo'lib xizmat qilib keladi.

O'lchash deb berilgan kattaliklarni o'lchov birligi deb qabul qilingan qiymati bilan solishtirish jarayoniga aytiladi.

O'lchashlarning usullarini rivojlanishiga va o'lchash vositalarini ishlab chiqarilishiga dunyo olimlari qadim zamonlardan boshlab jamiyat rivojlanishi mobaynida katta e'tibor berib kelganlar. Bu sohada ulug' mutafakkir olimlarimiz tomonidan o'lchov vositalarini yaratishga va o'lchash usullarini rivojlantirilishiga qo'shgan hissalaridan ba'zi bir misollarni keltirib o'tamiz.

Axmad Al Farg'oni (790-865) sferik trigonometriya asoschilaridan biri. Nil daryosining oqimini o'lchash uchun asbob yasagan. Muso al-Xorazmiy (780-850) mustaqil «Al-jabr» (Algebra) fani va «algoritim» tushunchasiga asos solgan. Yer meridianini uzunligini o'lchashda ishtirok etgan. Abu Rayxon Beruniy (973-1048) dunyoda birinchi globus (diametri 5 m li yarim shar) yasagan. Muhammad Tarag'ay Ulug'bek (1394-1449) o'z davrida eng yirik rasadxona qurdirgan va unda o'ta aniqlikdagi astronomik kuzatishlar olib borgan.

Fan va texnikaning rivojlanib borishi bilan o'lchashlar turlari orasida sekin-astalik bilan elektr o'lchovlari ma'qul ko'rila boshladi. Chunki elektr o'lchovlari usullari va vositalari yordamida elektr va noelektr kattaliklarni yuqori aniqlikda o'lchashga imkoniyat tug'iladi.

Dunyodagi birinchi elektr o'lchov asbobi – «elektr kuchini ko'rsatkich» 1745 yilda akademik G. V. Rixman tomonidan yaratilgan. Bu elektrometr bo'lib atmosferadagi elektrlanishni o'rganish uchun mo'ljallangan sodda asbob edi.

L. Galvani va A. Volt tomonidan elektr toki nazariyasining masalalari ustidan ishlari tok kuchini aniqlaydigan asbobni yaratilishiga olib keldi. Tok kuchini nisbatan topish uchun G. S. Om magnit strelkasiga tokli o'tkazgichning ta'siridan foydalandi. SHu usul bilan o'z nomiga qo'yilgan qonunni yaratdi.

1831 y. M. Faradey elektromagnit induktsiyasi hodisasini kashf etdi. 1837 y. SHveytsariyalik fizik O. de la Riv issiqlik elektr o'lchov asbobini ixtiro qildi.

Insoniyat jamiyatining rivojlanishida o'lchashlar va o'lchov vositalari olimlar va mutaxassislar tomonidan takomillashtirib borilmoqda.

Aniq fanlar rivojlanishi va texnikaviy progress yangi o'lchash usullarini va o'lchov vositalarini yaratish bilan kuzatiladi.

Insonning barcha texnologik va bilishlik faoliyati turli fizik kattaliklar (uzunlik, massa, vaqt, temperatura, elektr toki kuchi, EYuK va boshqalar) ni o'lchashlar bilan bog'liqdir.

Agarda fizik kattalikni o'lchov ob'ekti sifatida qaralsa, u holda tasniflanish nihoyatda kengayadi.

Masalan, uzluksiz va diskret o'lganadigan kattaliklari farqlanadi.

Fizik (o'lganadigan) kattaliklar turiga qarab elektr, magnit yoki noelektrlarga bo'linadi.

O'lgash vositalari to'g'risida umumiy tushunchalar

Hozirgi zamon fani va texnikasini jadal ravnaqi muhandis texnik hodimlarning nihoyatda yuksak bilim saviyaga ega bo'lishini, binobarin, oliy o'quv yurtlarida ularni tayyorlash usul-uslubini muttasil takomillashtirishni taqozo etadi.

O'lgash vositalarini tayyorlash va o'lgash axborotlarini olish uchun ularni qo'llash hamda shu borada yuzaga keladigan umumiy masalalar bilan shug'ullanuvchi fan texnika sohasiga o'lgash texnika sohasi deb ataladi. O'lgash texnikasi o'lgash vositasini ishlab chikarish va uni amalda qo'llash hamda shu soha bo'yicha inson tomonidan amalga oshirilgan barcha ishlarni o'z ichiga oladi.

Fizik kattaliklarni o'lgash-o'lganayotgan kattaliklarni shartli ravishda o'lgov birligi sifatida qabul qilingan xuddi shu jinsdagi kattalik bilan taqqoslash demakdir. SHuning uchun ham berilgan kattaliklarni uning o'lgash birligi deb qabul qilingan qiymati bilan solishtirish jarayoniga o'lgash deb ataladi.

O'lgash-maxsus texnik vositalar yordamida fizik kattaliklar qiymatlarini tajriba yo'li bilan topish demakdir.

Berilgan o'lgamli fizik kattalikni qayta tiklash uchun mo'lgallangan o'lgash vositasi **o'lgov** deyiladi.

O'lgovlar o'zgarmas va o'zgaruvchan qiymatli qilib tayyorlanadi. Masalan, qarshiligi 0,1 Om bo'lgan g'altak o'zgarmas, har xil sig'imni olishga imkon beruvchi o'zgaruvchan sig'imli kondensator esa o'zgaruvchan qiymatli o'lgov hisoblanadi.

O'lganayotgan kattalikni o'lgov birligi yoki o'lgov bilan taqqoslash uchun mo'lgallangan moslama **o'lgash asbobi** deyiladi.

Fizik kattaliklarni elektr o'lgash vositalari yordamida o'lgash elektr o'lgash deyiladi va u

hozirgi vaqtda elektr va noelektr kattaliklarni o'lgashda keng ko'lamda qo'llaniladi.

O'lgov birligi-o'lgash natijasi ko'rsatilgan birlikda ifodalangan va o'lgash xatoligi berilgan extimollikda ma'lum bo'lgan o'lgash xolatidir.

O'lgash vositalarining tasnifi (klassifikatsiyasi)

Elektr miqdorlarini o'lgash uchun belgilangan asboblari **elektr o'lgash asbob (EO'A)** lari deb ataladi. Hozirgi vaqtda EO'A larning turlari nihoyatda ko'p, binobarin, ularga qo'yiladigan talablar, ishlatish sharoiti, tuzilishi va boshqa ko'rsatkichlari xilma-xil bo'lganligi uchun ham ularni quyidagicha **tasniflash (klassifikatsiyalash)** mumkin:

1.O'lganadigan miqdorlarni o'lgash usuliga qarab, EO'A lari **bevosita baxolaydigan (ko'rsatadigan) va solishtirib** o'lgaydigan asboblarga bo'linadi.

Oldindan darajalab qo'yilgan va o'lganadigan miqdorni bevosita asbobning darajasi (shkalasi) bo'yicha hisoblashga imkon beruvchi EO'A bevosita baxolaydigan (ko'rsatadigan) asboblari deyiladi.

O'lganayotgan miqdor qiymatini uning o'lgovi bilan solishtirish natijasida olingan EO'A solishtirib o'lgaydigan asboblari deyiladi, masalan, o'lgash ko'prigi, potentsiometr va x.k.

2.EO'A lari ma'lumotlarni ko'rsatishlariga qarab, bevosita ko'rsatadigan (**analogli**), **raqamli, qayd qiluvchi, o'zi yozuvchi, bosmalovchi, integrallovchi va jamlovchi** kabilarga bo'linadi.

Bevosita ko'rsatadigan (analogli) EO'A o'lgash kattaliklari (miqdorlari) o'zgarishini uzluksiz funktsiya bilan aks ettiradi.

Raqamli EO'A o'lgash axborotini avtomatik ravishda uzuk-uzuk (uzulukli diskret) ishoraga aylantiradi. SHuning uchun ham bu asbobning ko'rsatishi raqam ko'rinishida bo'ladi.

Ko'rsatuvchi EO'A o'lgash natijasini uning ko'rsatishidan hisoblay olish uchun xizmat qiladi. Ko'rsatuvchi EO'A lari shunday tayyorlanishi mumkinki, birinchi holda asbob shkalasi qo'zg'almas bo'lib, uning ustida ko'rsatuvchi strelka siljishi yoki ikkinchi xolda aksincha bo'lishi mumkin.

Qayd qiluvchi EO'A o'lgash kattaligini qayd qilish imkoniyatiga ega.

O'zi yozar EO'A ko'rsatishini diagramma ko'rinishida yoza oladigan qayd qiluvchi asbob o'zi yozar EO'A deb ataladi.

Bosmalovchi EO'A o'lgash natijasini raqam ko'rinishida beradigan bosma qurilmasi o'rnatilgan qayd qiluvchi asbobdan iborat.

Integrallovchi EO'A berilgan kattalikni vaqt yoki boshqa mustaqil o'zgaruvchi ko'rsatkich bo'yicha integrallash xususiyatiga ega. Bunga misol tariqasida elektr energiya hisoblagichni ko'rsatish mumkin.

Jamlovchi EO'A ko'rsatishi unga xar xil yo'llar (kanallar) orqali berilgan ikki yoki bir necha kattaliklar funktsional yig'indisiga bog'liq holda ishlatiladi. Bunga bir necha generator quvvati yig'indisini o'lchash uchun mo'ljallangan asbob vattmetr misol bo'ladi.

3.EO'A lari ishlatilishiga qarab **elektr, mexanik, issiqlik, kimyoviy, biologik va boshqa noelektr miqdorlar** o'lchaydigan asboblarga bo'linadi.

4.EO'A ishlatilish xususiyatiga qarab **ko'chma va ko'chirib yuritilmaydigan (statsional)** asboblarga bo'linadi.

5.EO'A lari o'lchanadigan kattalik turlariga qarab **ampermetr, voltmeter, chatotometr, vattmetr, ommetr, faradometr** va shu kabi asboblarga bo'linadi.

6.EO'A lari ishlatilish sharoitiga qarab **A, B, V va T**: guruxlarga ajratiladi. Jumladan, A: guruxiga kiruvchi asboblar nisbiy namlik 80 % gacha, harorat 10 S.....35 S gacha bo'lgan quruq va isitiladigan xonalarda ishlatishga mo'ljallangan.

B: guruxiga kiruvchi asboblar xavosining nisbiy namligi 80 % harorati esa -20 S.....35 S gacha bo'lgan isitilmaydigan yopiq xonalarda foydalanishga loyiq.

V: guruxiga kiruvchi asboblar havosining nisbiy namligi 98 % gacha bo'lgan harorati -40 S.....60 S gacha bo'lgan dala yoki dengiz sharoitida ishlatishga mo'ljallangan.

T: guruxiga kiruvchi asboblar quruq va nam eng issiq mintaq (tropik) iqlim sharoitida foydalanishga mo'ljallangan.

O'lchash vositalarining tavsifi

O'lchash vositalarining ma'lum doirada ma'lum aniqlik bilan o'lchashlarini ishonch bilan baxolaydigan tavsiflar (xarakteristika) **metrologik tavsiflar** deyiladi. Ularning qiymatlari o'lchash natijalari aniqligini baxolab o'lchash vositalarini tanlash uchun juda zarur omillar hisoblanadi.

SHuning uchun ham quyida o'lchash vositalarining amalda **eng ko'p qo'llaniladigan tavsiflari** berilgan:

1. O'V sining o'zgartirish funktsiyasi yoki O'V sining o'zgartirish statik tavsifi.
2. O'V sining sezuvchanligi.
3. O'V sining doimiyligi.
4. O'V sining boshlang'ich sezuvchanligi.
5. O'V sining o'lchash doirasi.
6. O'V larining shkalasidagi daraja bo'laklarining qiymati.
7. O'V larining kirish va chiqish to'la qarshiliklari.
8. O'V larining o'tkinchi jarayon va tinchlantirish vaqtlari.
9. O'V larining xatoliklari.
10. O'V larining tuzatmalari.
11. O'V larining ko'rfasi (variatsiyasi).

Har bir EO'A to'g'risida kerakli va yetarli tavsiflarni osonlik bilan bilib olish uchun Davlat andozasi bo'yicha ularga ma'lum belgilar qo'yib chiqariladi. Bu belgilar EO'A larining shartli belgilari deyiladi.

EO'A shkalasiga quyidagi shartli belgilar yozilishi kerak:

- ♦ o'lchanuvchi kattalikning birligi (A: mA; V)
- ♦ asbobning aniqlik sinfi; (1,5 2,5 4,0)
- ♦ tokning turi va fazalar soni
- ♦ asbob tizimi
- ♦ tashqi magnit yoki elektr maydonlardan asbobning himoya qilinganlik turkumi
- ♦ ishlash bo'yicha asbobning turkumi
- ♦ asbobning ish xolati
- ♦ asbob tok o'tkazuvchi qismlarini uning qutisiga (korpusiga) nisbatan izolyatsiya qarshiligini

sinash kuchlanishi

♦ asbobning magnit maydoniga nisbatan o'rnatilish xolati, agar u asbob ko'rsatishiga ta'sir qilsa

♦ asbobning zavod raqami va chiqarilgan yili

♦ ishlab chiqaruvchi zavodning tovar belgisi

O'lchash asboblarining qismlarining ham o'ziga xos shartli belgilari mavjud, masalan, o'zgarmas tok asboblarining musbat ishorali tok beriladigan qismasi (+) belgi bilan belgilansa, manfiy ishorali qismiga esa

(-) belgi qo'yiladi.

Bu belgilar asbobni to'g'ri ulash uchun xizmat qiladi.

EO'A lari yordamida fizik kattaliklarni o'lchashni xar xil usullari mavjud bo'lib, bu usullardan foydalanishning o'lchash xatoliklari kam bo'lgan usullardan foydalaniladi. Umuman olganda hamma o'lchashlar ikkiga, bevosita baholash usuliga va solishtirish (taqqoslash) usuliga bo'linadi. SHu jumladan solishtirish (taqqoslash) usuli quyidagi o'lchash usullariga bo'linadi:

1. Nolga tenglash usuli .
2. Differentsiallash usuli.
3. Almashlash usuli.
4. Moslashtirish usuli.

Qo'llanilgan usul va o'lchash vositalarining takomillashmaganligi tufayli va boshqa sabablarga ko'ra o'lchash natijasi o'lchash kattaligining haqiqiy qiymatidan farq qiladi. Bu farq o'lchash xatoligi deyiladi.

Elektr o'lchash usullari.

Standart bo'yicha **o'lchash** quyidagicha ta'riflanadi:

O'lchash – maxsus texnik vositalar yordamida fizik kattaliklar qiymatlarini tajriba yo'li bilan topish demakdir.

O'lchashning natijalarini olish usuli bo'yicha o'lchashlar quyidagi turlarga bo'linadi:

Bevosita o'lchash, bu yerda o'lchanayotgan kattalikning qiymati tajriba ma'lumotlaridan bevosita aniqlanadi.

$$\acute{O} = \tilde{O}, \quad (1.1.1)$$

bunda $\acute{O}$ – o'lchanayotgan kattalikning izlanayotgan qiymati; $\tilde{O}$ -tajriba ma'lumotlaridan bevosita aniqlanadigan qiymat.

Bilvosita o'lchash, bu yerda o'lchanayotgan kattalikning qiymati shu kattalik va bevosita o'lchangan kattaliklar orasidagi ma'lum bog'lanish asosida topiladi.

$$\acute{O} = F(\tilde{O}_1, \tilde{O}_2, \dots, \tilde{O}_n) \quad (1.1.2)$$

Masalan, o'zgarimas tok zanjirlarida quvvatni ampermetr va voltmeter yordamida o'lchash, bu yerda $U = \tilde{O}_1$ va $I = \tilde{O}_2$ u holda $P = UI$.

Majmuiy o'lchash deganda, kattalikning izlanayotgan qiymati shu kattalikning izlanayotgan qiymati bilan bevosita o'lchangan kattaliklar qiymatlari orasidagi bog'lovchi tenglamalar sistemasini ishlash yo'li orqali topilishi tushuniladi.

$$F_1(\acute{O}_1, \acute{O}_2, \acute{O}_3, \dots, \tilde{O}_1, \tilde{O}_2, \tilde{O}_3, \dots) = 0. \quad (1.1.3)$$

Birgalikda o'lchash deganda, turli nomli ikki va undan ortiq kattaliklar orasidagi munosabatni topish uchun bir vaqtda o'tkaziladigan o'lchashlar tushuniladi. Masalan, o'tkazgichlarning temperaturaga bog'liqligini aniqlaydigan formula yordamida α va β koeffitsientlarini topish.

O'lchov natijalarini ifodalash usuli bo'yicha o'lchashlarni ikki turga bo'lish mumkin:

Mutlaq o'lchash – bitta yoki bir nechta asosiy kattaliklarni bevosita o'lchashlarga asoslanadi. Masalan, uzunlikni ruletka yordamida o'lchash.

Nisbiy o'lchash – kattalikni birlik rolini o'ynaydigan nomdosh kattalikka nisbati o'lchanadi yoki kattalikning izlanayotgan deb qabul qilingan nomdosh kattalikka nisbatan o'zgarishi o'lchanadi. Masalan, ostsillografda Lissaju figuralari yordami bilan chastotani o'lchash.

Elektr o'lchashlar **bevosita baholash** va **taqqoslash** usullariga bo'linadi.

Bevosita baholash usulida o'lchanayotgan kattalikning qiymati to'g'risida oldindan o'lchanayotgan kattalik birliklarida graduirovkalangan bitta yoki bir nechta asboblarning ko'rsatishlari orqali fikr qilinadi.

Taqqoslash usulida o'lchanayotgan kattalik o'lchov tomonidan qayta ishlab chiqarilgan kattalik bilan solishtiriladi. Taqqoslash usuli **nolga keltirish**, **differentsial** (ayirmali o'lchash), **o'rindoshlik**, **mos kelishliklarga** bo'linadi.

Nolga keltirish usuli, bu usulda o'lchanayotgan kattalikni o'lchovi bilan solishtirish usuli bo'lib kattaliklarning indikatoriga natijaviy ta'siri nolgacha olib boriladi. Nol indikator yuqori sezgirlikka ega ekanligi va o'lchovlar katta aniqlikda ishlanishi sababli o'lchashlarda yuqori aniqlikka erishiladi. Masalan, elektr qarshilikni ko'prikn to'la muvozanatlashtirish (tenglashtirish) bilan o'lchash.

Differentsial (ayirmali o'lchash) usuli, bu usulda xuddi nolga keltirish usulidagi kabi o'lchanayotgan kattalik bevosita yoki bilvosita o'lchov bilan solishtiriladi, kattalikning o'lchanayotgan

qiymati to'g'risida solishtirish natijasi bo'yicha bir vaqtda bu kattaliklarning ko'rsatgan effektlarining farqiga asosan va o'lchov tomonidan qayta ishlab chiqarilgan ma'lum kattalik orqali xulosa qilinadi. Bu yerda to'liqmas tenglashtirish o'tkaziladi, o'lchanayotgan kattalik to'liq tenglashtirilmaydi. Masalan, voltmetr yordamida ikkita kuchlanishning farqini topish.

O'rindoshlik usuli, bu usulda bir asbob bilan ketma-ketlikda izlanayotgan kattalik va o'lchov o'lchanib ularning natijalari bo'yicha izlanayotgan kattalik hisoblab topiladi. Masalan, izlanayotgan va namunaviy qarshiliklardagi toklar orqali qarshilik qiymatini aniqlash.

Mos kelishlik usuli, bu usulda o'lchanayotgan kattalik qiymati bilan o'lchov ishlab chiqarayotgan qiymat orasidagi farqni o'lchashda shkalalarning belgilarini yoki davriy signallarning moslashishidan foydalaniladi. Masalan, stroboskop yordamida aylanish tezligini o'lchash.

O'lchashlar o'lchanayotgan kattalikning vaqt bo'yicha o'zgarishi bilan **statik** va **dinamik** o'lchashlarga bo'linadi.

Axborot-o'lchash tizimlari haqida ma'lumotlar

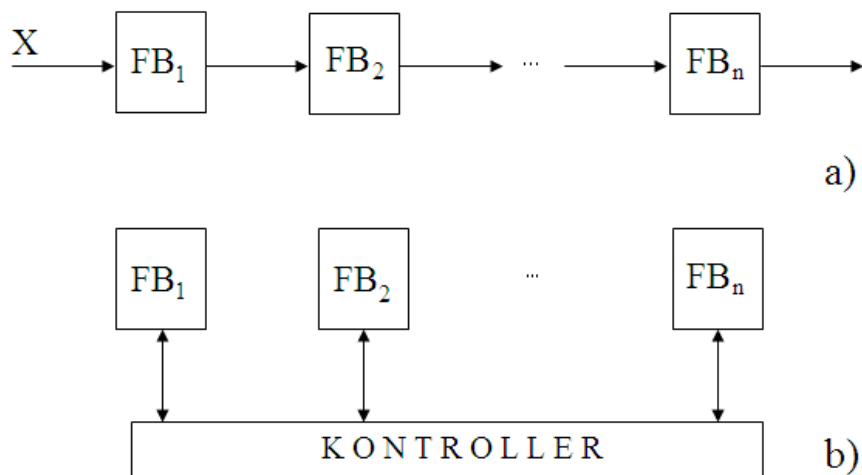
Hozirgi zamon mashina, texnologik jarayonlar, murakkab qurilmalar va ishlab chiqarish tizimlari, ayniqsa elektroenergetika sohasiga tegishli komplekslarda katta sondagi turli fizik kattaliklarni o'lchashlarini va nazoratini tashkil etish talab qilinadi. Masalan, Rossiyadagi Sayano-SHushen GES da gidrotexnik qurilmalar va elektrotexnika tizimidagi agregatlar va apparatlarning ishlashini amalga oshirish nazorati taxminan 3000 ta birlamchi o'zgartkichlar orqali olib boriladi.

Bundan ko'rinib turibdiki, bunday masalalarni xal etishda odatdagi usullar bilan, ya'ni har bir birlamchi o'zgartkichlar signallarini alohida tegishli o'lchash vositalari orqali o'lchash va nazoratini amalga oshirish juda katta qiyinchiliklarni olib keladi. SHu sababdan bunday hollarda **axborot-o'lchash tizimlaridan** (AO'T) foydalaniladi.

Mo'ljallanishiga qarab AO'T lar quyidagilarga bo'linadi:

- tadqiqod qilinayotgan ob'ektdan o'lchash axborotni **yig'ish tizimi**; bularni ko'pincha **o'lchash tizimlari** deyiladi;
- turli mashinalar, agregatlar yoki texnologik jarayonlarni ishlashini nazorat qilish uchun mo'ljallangan **avtomatik nazorat tizimlari**;
- texnik nosozliklarni aniqlash uchun mo'ljallangan **texnikaviy diagnostika tizimi**;
- uzoq maasofada joylashgan ob'ektlardan o'lchash axborotini yig'ish uchun mo'ljallangan **teleo'lchashlar tizimi**.

AO'T strukturasi tizimda qabul qilingan boshqarish usuliga bog'liq bo'lib **markazlashtirilmagan** va **markazlashtirilganlarga** bo'linadi. Birinchi holdagi AO'T tarkibi va funktsional bo'g'inlar (uzellar) ning ish rejimi o'zgarmas bo'lib, bularning imkoniyatlari chegaralangan bo'ladi, lekin soddaligi, ixchamligi va past narxi bilan ajralib turadi. Ikkinchi holatdagi AO'T lar radial, magistral, radial-zanjirli va radial-magistralli strukturali turlarga bo'linadi. Radial strukturali AO'T markaziy boshqarish qurilmasiga – kontrollerga ega bo'ladi. Kontroller funktsional bo'g'inlarga ish rejimini belgilaydi, o'zarota'sir etuvchi funktsional bo'g'inlarning sonini va tarkibini hamda ular orasidagi bog'lanishni o'zgartiradi, ya'ni tizimning funktsional imkoniyatlarini egiluvchanlik (gibko) bilan o'zgartiradi.



1.1.3-rasm. Axborot-o'lchov tizimlari struktura sxemalari.

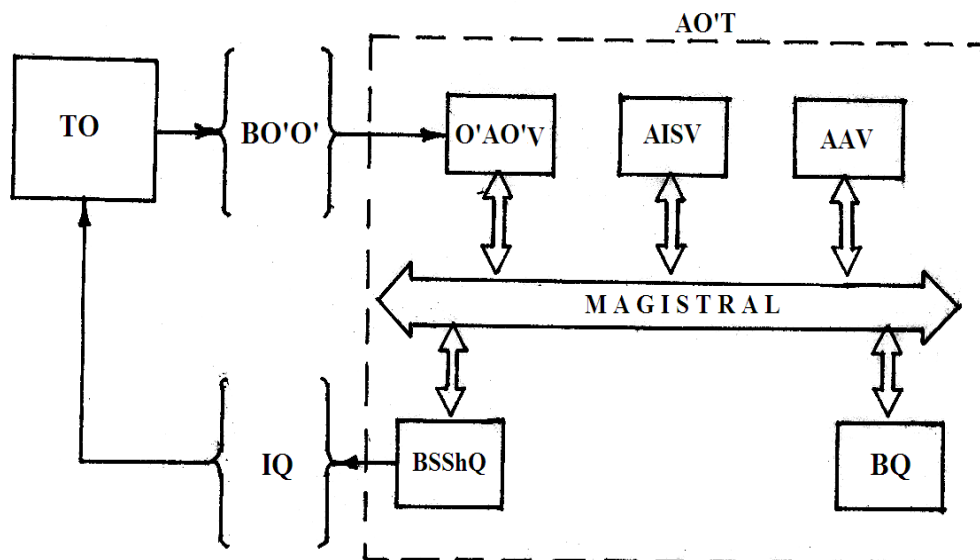
Axborot-o'lchash tizimlari tuzilmasiga misol tariqasida 1.1.3,a-rasmda markazlashmagan va 1.1.3,b-rasmda markazlashgan boshqaruvli tizimlarning struktura sxemalari keltirilgan. Bunda: $FB_1, FB_2, \dots, FB_n$ lar funktsional bo'g'inlar. Markazlashmagan tizimda har bir funktsional bo'g'in axborot signali ustidan oldindan **belgilangan operatsiyani** bajaradi (1.1.3,a-rasm). Markazlashgan tizimda esa, funktsional bo'g'inlar orasidagi o'zaro ta'sir signallarini almashuvi **kontroller orqali** amalga oshiriladi (1.1.3,b-rasm).

Lekin radial strukturali AO'T larda bo'g'inlarni (uzellarni) ko'paytirish kontrollerni murakkablashtirib yuboradi. Bu kamchilikdan magistral strukturali AO'T holi bo'ladi va funktsional imkoniyatlari kengayadi.

1.1.4-rasmda axborot-o'lchash tizimining umumlashgan struktura sxemasi keltirilgan. Bunda tadqiqot ob'ektidan (TO) axborot belgilangan ko'pgina birlamchi o'lchash o'zgartkichlari (BO'O') ga keladi va elektr shaklga o'zgartirilib o'lchash axborotini o'zgartirish vositalari (O'AO'V) ga uzatiladi. Bundan raqamli shakldagi signal axborotga ishlov berish va saqlash raqamli o'lchash vositalari (AISV) ga va shu kabi axborotni aks ettirish vositasi (AAV) ga beriladi. Boshqaruv signallarni shakllantirish (BSSHQ) belgilangan ko'pgina ijro qurilmalari (IQ) lar orqali boshqarish, testlash va sh.k. lar uchun tadqiqot ob'ektga ta'sir etadi. Oxirgi paytlarda (AISV) sifatida universal EVM lar qo'llanilmoqda, bularga sistemada boshqaruv qurilmasi (BQ) funktsiyasi ham yuklatilmoqda. Sxemada magistral ma'nosi, barcha funktsional bo'g'inlar uchun shina bo'lib o'zaro ta'sir signallarini uzatish uchun mo'ljallanadi.

Sinov savollari

1. O'lchash deganda nimani tushunasiz?
2. O'lchov nima?
3. O'V larining qanday turlarga ajratish mumkin?



1.1.4-rasm. Axborot-o'lchov tizimining umumiy struktura sxemasi

4. A; B; V va T guruxga kiruvchi EO'A larini tushuntiring.
5. O'V larining qanday tavsiflarini bilasiz?
6. EO'A larining shkalasidagi shartli belgilarni tushuntiring.

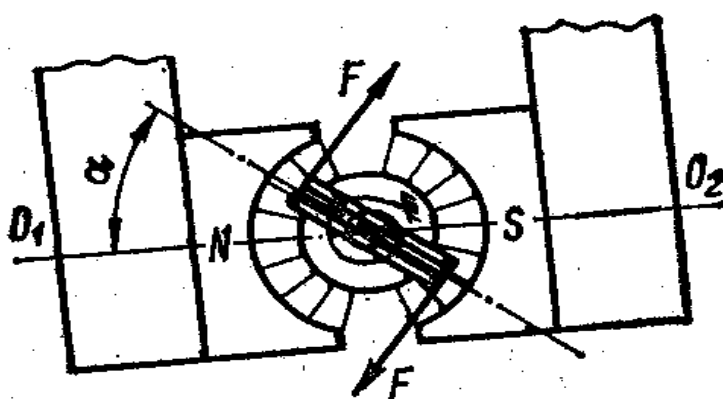
2-Mavzu: Elektromexanik o'lchash asboblari.

Reja:

1. Magnitoelektrik tizim asboblari.
2. Elektromagnit tizim asboblari.
3. Elektrodinamik tizim asboblari.
4. Induksion tizim asboblari.

Magnitoelektrik tizim asboblari

Bu tizimdagi asboblarning qo'zg'aluvchan qismi o'lchanadigan tok oqib o'tadigan berk zanjirning magnit maydoni bilan doimiy magnit maydonlarning o'zaro ta'siri natijasida xarakatga keladi.



Rasm-2.1da berilgan magnitoelektrik tizim asboblarning umumiy sxemasidan ko'rinib turibdiki, doimiy magnit o'rtasiga joylashtirilgan ramka (g'altak) dan tok o'tganda, ramkani xarakatga keltiruvchi kuch hosil bo'ladi.

Rasm-2.1.

Bu kuch ramkani O_1-O_2 o'qiga perpendikulyar bo'lguncha aylantiradi. Aylantiruvchi moment unga teskari ta'sir etuvchi momentga tenglashganda ramka to'xtaydi. Elektrotexnikadan bizga ma'lumki, aylantiruvchi momentni quyidagicha yozish mumkin:

$$M = \frac{\partial(\Phi \cdot I)}{\partial \alpha}$$

bunda: F-ramkaga ta'sir etuvchi oqim, I-ramka chulg'amidagi tok.

Magnit oqimi (F) ning kattaligini quyidagi formula orqali yozish mumkin:

$$F = 2BrL\omega\alpha$$

bu yerda: V-havo bo'shlig'idagi magnit induksiya.

ω -ramkadagi chulg'amni o'ramlar soni.

r-aylanish o'qiga nisbatan ramkaning radiusi.

L-ramkaning uzunligi.

α -ramkani siljish burchagi

Agar $S=rL$ deb olsak, unda $F=BS\omega\alpha$ bo'ladi va bu formuladan quyidagi formula hosil bo'ladi: $M=BS\omega I$

Qarshi ta'sir etuvchi moment elastik elementlar yordamida hosil qilinadi. SHuni hisobga olib quyidagi tenglikni yozish mumkin: $W\alpha=BS\omega I$

bundan siljish burchagi α -ni topamiz:

$$\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$$

Bu formuladan ko'rinib turibdiki, tok yo'nalishini o'zgartirsak, ramkaga ta'sir etuvchi kuch (F) ham o'z yo'nalishini o'zgartiradi, ya'ni α -siljish burchagi qarama-qarshi tomonga og'adi.

SHuning uchun magnitoelektr asboblarni ulashda qutbi (polyarnost')ga e'tibor berish kerak, aks holda asbob ishdan chiqishi mumkin.

Magnitoelektr tizim asboblarning sezuvchanligini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$S = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W}$$

Bu tenglikdan ko'rinib turibdiki, magnitoelektrik tizimi asboblarda sezuvchanlik (S) burchak siljishi (α)ga bog'liq emas. Demak bu tizim asboblarning shkalasi bir tekis bo'ladi, ko'p o'lchamli (mnogopridel'niy) qilib ishlab chiqarish mumkin.

Magnitoelektrik tizimi asboblarning afzalliklari.

- aniqlik sinfining yuqoriligi;
- shkalasining bir tekisligi;
- yuqori sezgirligi;
- quvvatni kam iste'mol qilishi;

Kamchiliklari:

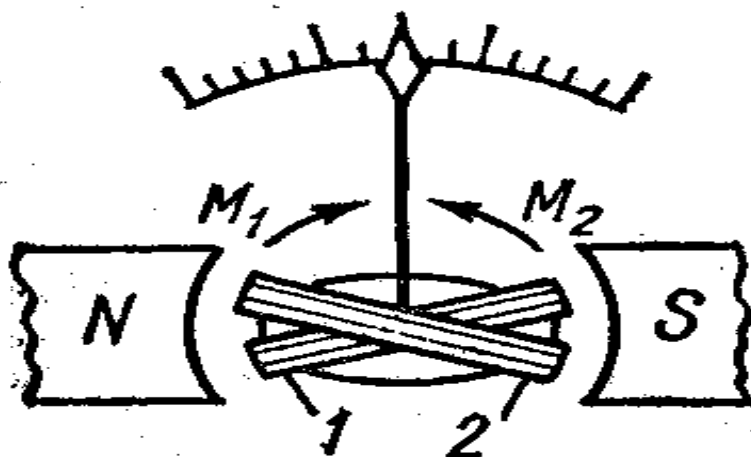
- konstruktsiyasining murakkabligi;
- o'ta yuklamalarga sezgirligi;
- o'zgarmas tok zanjirida ishlatilishi;
- tannarxini qimmatligi.

Magnitoelektrik lagometrlar

Sanoatda magnitoelektrik lagometrlari ham ko'p ishlatiladi, bizga ma'lumki lagometrlarda qarshi ta'sir etuvchi moment elastik prujina yordamida emas, balki elektr usul bilan hosil qilinadi. Buning uchun ikkita bir-biriga mahkamlangan ramkalardan oqib o'tuvchi I_1 va I_2 toklarni ta'siridan hosil qilinadi.

CHulg'amdagi toklarning yo'nalishini shunday tanlash kerakki, bunda ramkalarda (Rasm-2.2) hosil bo'ladigan aylantiruvchi moment M_1 va M_2 larning harakat yo'nalishi bir-biriga qaragan bo'lsin. Bunda momentlardan biri aylantiruvchi, ikkinchisi esa qarshi ta'sir etuvchi bo'ladi.

Bu momentlardan bittasi burchak siljishi (α)ga bog'liq bo'lishi kerak, bunga erishishning eng oson yo'li shuki o'zgarmas magnit bilan ramka orasidagi bo'shliq (zazor) ni xar xil qilish natijasida, magnit induksiya (V) sini burchak siljishi (α)ga bog'liq qilib ishlab chiqarish mumkin. SHuning uchun lagometrlarda chulg'amlar o'zagi ellipssimon qilib ishlanadi.



Umumiy holda bu momentlarni quyidagi ifoda bilan yozish mumkin:

$$M_1 = K_1 F_1(\alpha) I_1 \quad \text{va} \quad M_2 = K_2(\alpha) I_2$$

bu yerda $K_1 = S_1 \omega_1$ $K_2 = S_2 \omega_2$

bundan

$$K_1 F_1(\alpha) I_1 = K_2(\alpha) I_2$$

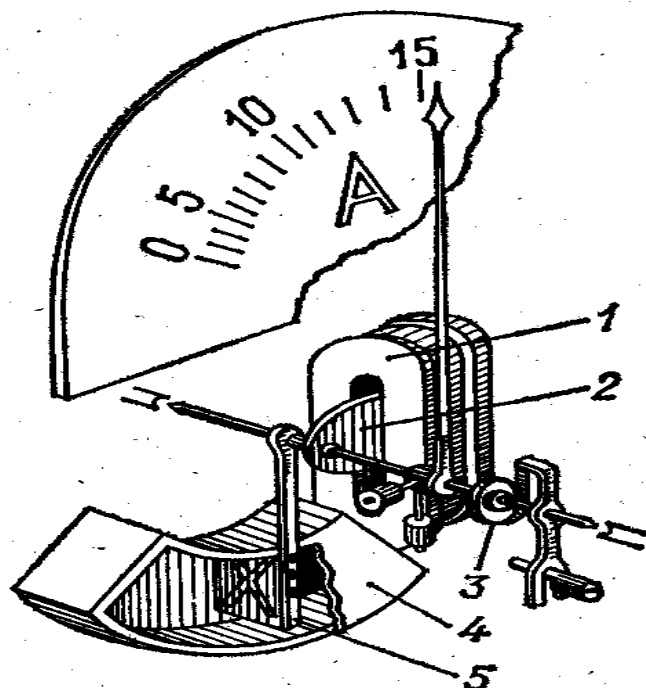
Agar $K_1 = K_2$ bo'lsa

$\alpha = F\left(\frac{I_1}{I_2}\right)$ deb yozish mumkin.

Yuqoridagi ifodadan ko'rinib turibdiki, lagometrlarda burchak siljishi α chulg'amlardagi toklarni nisbatiga bog'liq bo'ladi. Magnitoelektrik lagometrlarning o'lchash mexanizmlari ko'pincha Ommetrlarda ishlatiladi.

Elektromagnit tizim asboblari

Elektromagnit tizim asboblarning qo'zg'aluvchan qismi g'altak chulg'amida o'lchanadigan I tok oqib o'tganda hosil bo'ladigan magnit maydoni bilan ferromagnit o'zagining o'zaro ta'siri natijasida harakatga keladi.



Pacm-2.3

Hozirgi vaqtda elektromagnit tizim asboblarning uch xil turi, yapaloq g'altakli, yumaloq g'altakli va yopiq magnit o'zakli o'lchash mexanizmli qilib ishlab chiqarilmoqda.

Rasm-2.3da yapaloq g'altakli elektromagnit mexanizmning sxemasi berilgan. Bu yerda (1) elektromagnit chulg'amidan elektr toki oqib o'tsa, chulg'amda elektromagnit maydon hosil bo'ladi va bu ferromagnit o'zak (2) ni harakatga keltiradi.

Bunda prujina (4) tortiladi va teskari ta'sir etuvchi moment vujudga keladi.

Tok oqib o'tayotgan chulg'amning elektromagnit energiyasi $W_e = \frac{L \cdot I^2}{2}$ ga teng.

Bu yerda L -g'altakning induktivligi. I -chulg'amdagi tok kuchi.

Aylantiruvchi momentni qiymatini topsak:

$$M = \frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{d\alpha}$$

Agar aylantiruvchi moment bilan teskari ta'sir etuvchi moment tenglashganda ko'rsatkich (strelka) to'xtaydi. Bundan quyidagi tenglik kelib chiqadi:

$$\alpha = \frac{1}{2W} I^2 \frac{dL}{d\alpha}$$

Yuqoridagi tenglikdan quyidagilar ma'lum bo'ladi:

1. Asbobning harakatlanuvchi qismining yo'nalishi chulg'amdagi tok yo'nalishiiga bog'liq emas, demak elektromagnit o'lchov asboblari o'zgaras va o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatish mumkin.

2. Elektromagnit asboblarning shkalasi notekis bo'ladi. Chunki, chulg'amdagi (I) tok bilan (α) burchak siljishi o'rtasida to'g'ri proporsional bog'lanish yo'q.

Elektromagnit tizim asboblarning afzalliklari:

- o'zgaras va o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatilishi.
- tokning o'ta yuklamasiga turg'unligi.
- konstruktsiyasining soddaligi.
- tannarxining arzonligi.

Kamchiliklari:

- shkalasining notekisligi.
- tashqi magnit maydonlarning ta'siri.
- katta quvvat iste'mol qilishi.

Elektrodinamik tizim asboblari

Elektrodinamik tizim asboblarda tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'siridan foydalaniladi. Ma'lumki, bir xil yo'nalishdagi tokli o'tkazgichlar bir-biridan itariladi. Bunday asboblarda aylantiruvchi moment qo'zg'almas g'altak chulg'amidagi tokning magnit maydoni bilan uning ichiga joylashtirilgan tokli o'zgaruvchan g'altakning o'zaro ta'siridan hosil bo'ladi.

Elektrodinamik tizim asboblarning ferromagnit o'zakli va ferromagnit o'zaksiz xillari bo'ladi. FMO' asboblari ferrodinamik asboblari deb ataladi.

Ferromagnit o'zaksiz asboblarning o'lchash mexanizmi qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas g'altakdan iborat bo'lib, qo'zg'aluvchi g'altak qo'zg'almas g'altak ichida erkin aylana oladigan qilib joylashtirilgan bo'ladi. Qo'zg'almas g'altakning chulg'ami 5 A va undan yuqori toklarga mo'ljallangan, izolyatsiyalangan mis simdan o'raladi.

Qo'zg'aluvchi g'altakning chulg'amlari esa 50 mA dan past toklarga mo'ljallanib, izolyatsiyalangan mis simdan ko'p o'ramli qilib tayyorlanadi.

G'altaklardan biridagi tokning yo'nalishi o'zgarsa, qo'zg'aluvchi g'altak qarama-qarshi tamonga buriladi. Agar tokning yo'nalishi ikkala g'altakda ham bir vaqtning o'zida o'zgarsa

aylantiruvchi momentning yo'nalishi o'zgarmaydi. SHuning uchun elektrodinamik tizim asboblari ham o'zgaruvchan ham o'zgaras tok zanjirlaridagi o'lchashlarda ishlatiladi.

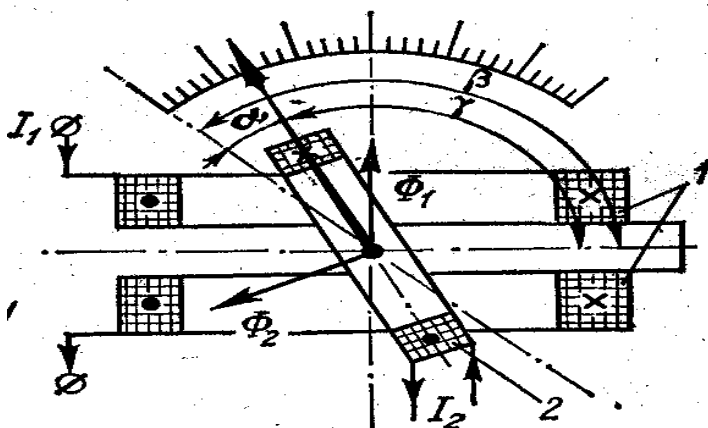


Рис. 2.4

Bu tizim asboblarda aylantiruvchi

momentning o'rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi: $M = \frac{1}{T} \int_0^T M dt = V \cdot S_2 \cdot \omega \cdot I_2 \cdot \cos \beta$ β -

burchak, agar $V = K_1 \cdot I_1$ bo'lsa, unda $M = K_1 \cdot S_2 \omega_2 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \beta$

O'lchash mexanizmlarining muvozanat shartiga ko'ra

$$M = M_T \text{ yoki } \alpha = K_1 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \beta$$

Elektrodinamik tizimidagi milliampermetr va voltmترلarda qo'zg'aluvchi va qo'zg'almas g'altaklar ketma-ket ulanadi. Voltmetrlarda g'ataklarning ketma-ket ulangan zanjiriga qo'shimcha qarshilik ulanadi. 0,5 A dan katta toklarga mo'ljallangan ampermetrlarda qo'zg'aluvchi g'altak chulg'amlari qo'zg'almas chulg'amlariga paralel ulanadi.

Ferrodinamik o'lchash asboblarning tuzilishi magnitoelektrik tizim asboblarning o'lchash mexanizmini eslatadi, faqat bunda o'zgarmas magnit elektromagnit bilan almashtiriladi.

Elektrodinamik tizim asboblarning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatilishi;
- katta aniqlikda gradirovka qilinishi;
- vaqt bo'yicha turg'unligi.

Elektrodinamik tizim asboblarning kamchilliklari quyidagilardan iborat:

- sezgirligining yuqori emasligi;
- katta quvvat iste'mol qilishi;
- o'ta yuklamalarga sezgirligi.

Aniqlik sinfi 0,5; 0,2; 0,1 qilib ishlab chiqariladi. CHastota diapazoni esa 10 Gts dan 10 kGts gacha bo'ladi.

Ferrodinamik tizim asboblarning afzalliklari quyidagilardan iborat:

- tashqi magnit maydanning ta'sirini kamligi;
- kam quvvat iste'mol qilishi;
- o'zgarmas va o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatilishi.

Ferrodinamik tizim asboblarning kamchilliklari quyidagilardan iborat:

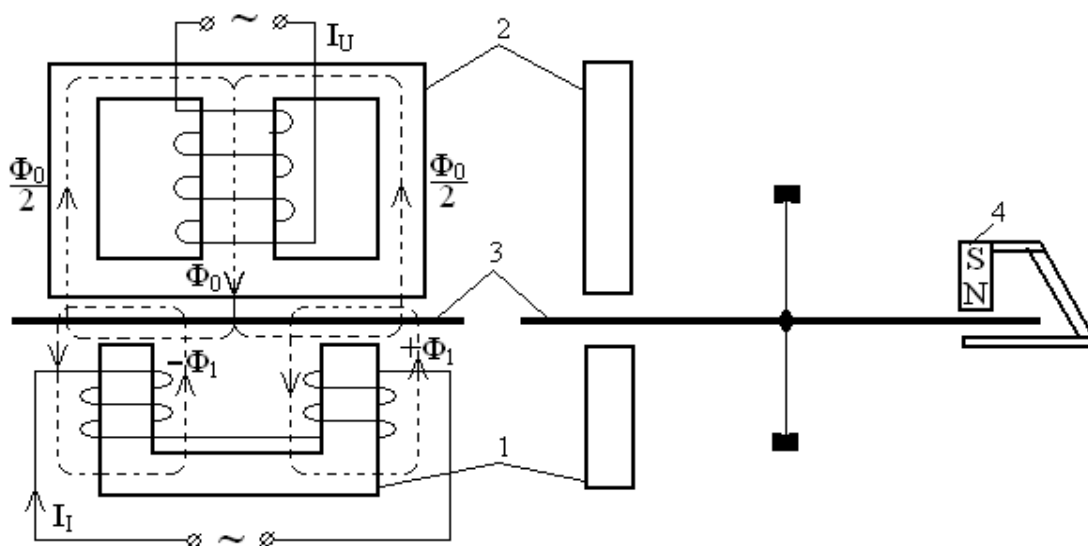
- aniqlik sinfining pastligi;
- chastota daapazonining kichikligi.

Elektrodinamik va ferrodinamik lagometrli mexanizmlar yordamida fazometrlar, chastotamerlar, farodametrlar, induktivlikni o'lchagichlar va boshqa o'lchov asboblari ishlab chiqariladi.

Induktsion tizim asboblari

Induktsion tizimdagi asboblardan faqat o'zgaruvchan tok zanjirlaridagina foydalaniladi. Ular elektr energiya hisoblagichi sifatida keng tarqalgan. SO tipidagi bir fazali induktsion hisoblagichlar elektr energiyasig'ni o'lchashda keng foydalaniladi.

Bu hisoblagichlar 127 V hamda 220 V kuchlanishli, 50 Gts chastotali tarmoq uchun 5-10 A li tokka mo'ljallangan bo'ladi.



Расм-2.5

Bir fazali induktsion hisoblagichning o'lchash mexanizmi (Rasm-2.5) ikkita elektromagnitdan iborat bo'lib, ular aylanuvchi yupqa alyuminiy disk (3) ning chekkasiga joylash-tirilgan. Disk o'lchash mexanizmining qo'zg'aluvchi qismidir. Diskning ostiga joylashtirilgan elektromagnit (1) da izolyatsiyalangan mis simdan kam o'ramli qilib yasalgan chulg'am bo'ladi va u o'z o'zagini ikkala uchi bilan disk tomonga qarab turadi. Bu elektromagnitning chulg'ami tok iste'molchisi bilan ketma-ket ulanadi va tok chulg'ami vazifasini bajaradi. Diskdan yuqorida joylashgan (2)ning chulg'ami izolyatsiyalangan mis simdan (8-12 ming) ko'p o'ramli qilib yasaladi. Bu chulg'am tok iste'molchisi bilan parallel ulanadi va kuchlanish chulg'ami vazifasini bajaradi. Chulg'am magnetaprovod (2) ning o'rtadagi qismiga o'raladi.

Elektromagnit chulg'alaridan o'zgaruvchan tok o'tgan paytda magnet o'tkazgichlarda sinusoidal qonunga muvofiq o'zgarib turuvchi o'zgaruvchan magnet oqimi hosil bo'ladi. Elektromagnit (1)ning chulg'amidagi magnet oqimi diskdan ikki marta ($-F_1; QF_1$) singib o'tadi. Elektromagnit (2) ning magnet oqimi (F_{ish}) o'zakdan chiqib, diskdan singib o'tadi.

Alyuminiy diskdan $+F_1; F_{ish}$ va $-F_1$ magnet oqimlari singib o'tadi. $+F_1$ va $-F_2$ magnet oqimlari faza bo'yicha bir-biridan 180° , F_{ish} magnet oqimi esa ularga nisbatan 90° - φ burchakka siljigan bo'ladi. Bu holatda yuguruvchi magnet maydon hosil bo'ladi va bu yuguruvchi magnet maydon diskda uyurma toklar hosil qiladi. Lents qonuniga ko'ra, yuguruvchi magnet maydon bilan uyurma toklarning o'zaro ta'siri diskni magnet qutblari siljiyotn tomonga tortadi va aylantiruvchi moment hosil qiladi.

Diskka ta'sir etuvchi aylantiruvchi momentni miqdori nagruzkaning aktiv quvvatiga proporsional; ya'ni $M_{ayl}=K_1R$ bunda R - iste'molchining quvvati; K_1 ayni hisoblagich uchun o'zgarmas koeffitsient bo'lib, u chulg'amdagi o'ramlar soni va elektromagnitlarni joylashishiga bog'liq.

Diskning bir xil tezlikda aylanishi uchun tormozlovchi moment zarur, bu moment o'zgarmas magnet (4)ning magnet maydonini diskka ta'sir etishidan vujudga keladi. Bu magnet maydon ham diskda uyurma toklar hosil qiladi va magnet maydon bilan ta'sirlashib, disk harakatini tormozlaydi.

Diskka ta'sir etuvchi tormozlovchi moment uning harakat tezligiga to'g'ri

proportsional, ya'ni $M_t = K_2 \cdot n$; bunda K_2 -ayni hisoblagich uchun o'zgarmas proportsionallik koeffitsienti; n - diskning sekundiga aylanishlar soni. Bundan $R = S_n$ kelib chikadi. Diskning aylanish tezligi tormozlovchi moment aylantiruvchi momentga tenglashguncha ortib boraveradi, ya'ni $M_{ayl} = M_t$ yoki $K_1 R = K_2 n$;

Agar tok zanjiri (t) vaqt ichida R quvvat iste'ol qilsa, sarflangan energiya quvvat bilan vaqtning ko'paytmasiga teng bo'ladi.

$$W = P \cdot t = C \cdot n \cdot t = C \cdot N$$

bunda $N = nt$ - diskning aylanishlar soni;

S - hisoblagichning haqiqiy doimiysi deb ataladi.

Hisoblagichning haqiqiy doimiysi S ning miqdori hisoblagich diski bir marta to'liq aylanganda elektr iste'molchisi olgan energiyaga tengdir.

Asbob shitida hisoblash mexanizmining uzatish soni ko'rsatilgan bo'ladi, u tokning muayyan ish birligida diskning necha marta aylanishini ko'rsatadi, masalan, $1kVt \cdot soat = 5000$ diskning aylanishlar soni. Uzatish soniga ko'ra hisoblagichning nominal doimiysi S_0 aniqlanadi.

$$C_0 = \frac{3600 \cdot 1000}{5000} = 720 \frac{sm \cdot sek}{ayl}$$

Diskning harakati chervyak vint orqali hisoblash mexanizmiga uzatiladi, hisoblash mexanizmi 0 dan 9 gacha raqamlar yozilgan bir qator shisternachalardan iborat bo'ladi. Barcha raqamlar birgalikda hisoblagich tarmoqqa ulanib to'rgan vaqt ichida sarflangan energiyaning $kVt \cdot soat$ larda ifodalangan miqdorini ko'rsatuvchi sonini beradi.

Elektr energiyasining o'lchov birligi XBT da $1J = 1Vt \cdot 1sek$ olingan, lekin amalda ko'pincha $1kVt \cdot soat = 3,6 \cdot 10^6$ joul ishlatiladi.

Reaktiv energiyani maxsus reaktiv energiyani o'lchashga mo'ljallangan reaktiv energiya hisoblagichlaridan foydalaniladi.

Reaktiv energiyani o'lchov birligi $1kVar \cdot soat$ ishlatiladi.

Sinov savollari

7. O'lchash deganda nimani tushunasiz?
8. O'lchov nima?
9. O'V larining qanday turlarga ajratish mumkin?
10. A; B; V va T guruxga kiruvchi EO'A larini tushuntiring.
11. O'V larining qanday tavsiflarini bilasiz?
12. EO'A larining shkalasidagi shartli belgilarni tushuntiring.
13. Magnitoelektrik asboblarni ishlash printsipini tushuntiring.
14. Lagometrlarda teskari ta'sir etuvchi kuch qanday hosil qilinadi?
15. Elektromagnit tizimi asboblarini ishlash printsipini tushuntiring?
16. Elektromagnit tizim asboblarida aylantiruvchi moment qanday hosil qilinadi?
17. Elektromagnit va magnitoelektrik tizim asboblarining kamchiliklarini va afzalliklarini tushuntiring.
18. Induktsion tizim asboblarini ishlash printsipini ayting?
19. Elektr hisoblagichni nisbiy xatoligi qanday aniqlanadi?

3-Mab3y: O'lchash ko'priklari va kompensatorlar.

1. O'zgarmas tok ko'priklari.

2. O'zgarimas tok kompensatorlari.
3. O'zgaruvchan tok ko'priklari va kompensatorlari.

O'zgarimas tok ko'priklari

Elektr o'lchash texnikasida ko'priksimon o'lchash zanjirlarini qo'llanilishi keng tarqalgan.

O'zgarimas tok yakka ko'priklari deganda o'zgarimas tok manbaidan ta'minlanadigan to'rt yelkali ko'prik tushuniladi. Bu ko'priklarning xatoliklari o'lchash chegaralariga bog'liq bo'lib asbob pasportida keltiriladi.

Tashqi yoki ichki nol indikatorli ko'chma asboblari tayyorlanadi. Kichik qarshiliklarni o'lchaganda kontakt va ulash simlarining qarshiliklari o'lchanayotgan qarshilik qiymatiga qo'shib qolishi sababli sezilarli xatoliklar keltirib chiqaradi. SHu sababli ikki qismali ko'priklar qatorida to'rt qismali ko'priklar ham qo'llaniladi. 10 Om dan 10^6 Om gacha o'lchashlar mo'ljallansa **ikki qismali**, agarda 10 Om dan kichik qiymatli qarshiliklarni o'lchanadigan bo'linsa **to'rt qismali** sxema ishlatiladi. To'rt qismali sxemada kontakt va ulanish simlari qarshiliklarini ko'prikning yelkalari va diagonallari tarkibiga kiritiladi. Masalan, 2.2.1-rasmda keltirilgan to'rt qismali ko'prik sxemasining ishlash tavsifini ko'rib chiqaylik.

Ushbu ko'prikning muvozanat tenglamasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

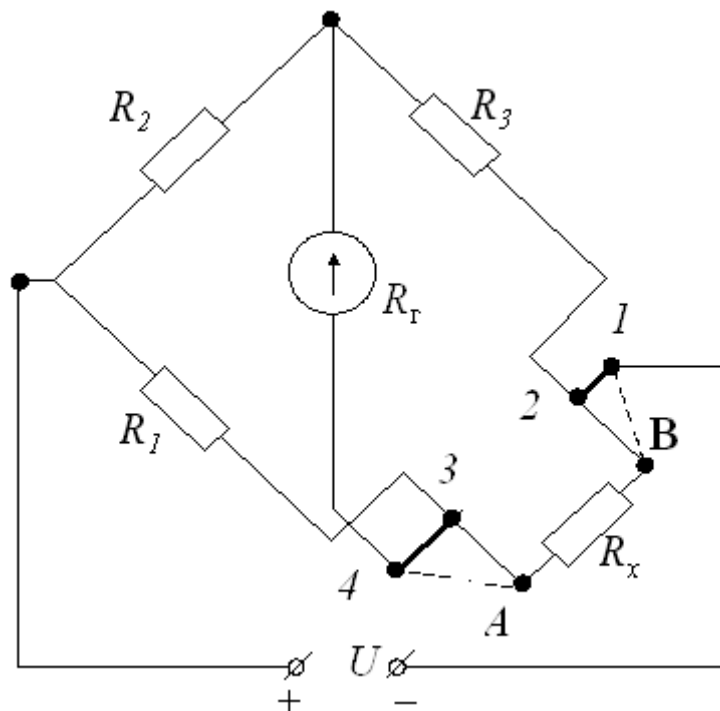
$$R_2 R_x = R_1 R_3. \quad (2.2.1)$$

Bu tenglamadan o'lchanayotgan qarshilikni quyidagi ifodadan aniqlash mumkin.

$$R_x = R_1 (R_3/R_2), \quad (2.2.2)$$

bu yerda R_2 va R_3 , nisbat yelkalari, R_1 - solishtirish yelkasi deyiladi. R_x ni qiymatini aniqlash uchun R_1 ning qiymati o'zgartirilib (2.2.1) muvozanat tenglamasi qoniqtiriladi. Bu holatni ko'prik diagonaliga ulangan galvanometrni ko'rsatishi nolga tenglashishi bildiradi.

2.2.1-rasmdagi sxemaning ishlashini ko'rib chiqamiz. 10 Om dan 10^6 Om gacha qarshiliklarni o'lchashda 1 va 2 hamda 3 va 4 qismalar tutashtiriladi, R_x 2 va 3 qismalariga ulanadi. 10 Om dan kichik qarshiliklarni o'lchaganda R_x to'rtala 1 va 2, 3 va 4 qismalarga ulanadi. 1 va 2, 3 va 4 qismalari oralaridagi ulanishlar uziladi. U holda R_x dan 2 va 3 qismalarga ulangan simlarning va kontaktlarning qarshiliklari R_3 va R_1 qarshiliklari yelkalari tarkibiga kiradi. R_3 va R_1 rezistorlarining qarshiliklari ulash simlari va kontaktlar qarshiliklaridan ancha kattaligi sababli ketma-ket ulangan bu qarshiliklar o'lchash natijasi aniqligiga amaliy ta'sir yetkazmaydi. R_x dan 1 va 4 qismalariga ulangan simlar va tegishli kontakt qarshiliklari diagonallar qarshiligi tarkibiga kirib ular ham o'lchash natijasiga katta ta'sir qilmaydi.



2.2.1 - rasm. To'rt qismali ko'prik sxemasi

ko'riladi. Bularda ulash simlari va kontakt qarshiliklarining o'lchash natijasiga ta'siri minimumga keltirilgan. SHu sababli 10 Om dan kichik qarshiliklarni ikkilangan o'zgaras tok ko'priklarida o'lchanadi.

O'zgaras tok ko'priklarining aniqlik sinfi o'lchash chegaralariga bog'liq bo'lib 0,005 dan 5,0 gacha bo'ladi. Aniqlik sinfi o'lchashning eng katta nisbiy xatoligi bo'yicha aniqlanadi. O'zgaras tok ko'priklarining o'lchash chegaralarini barcha asboblarda uchun umumlashtirib olinganda 10^{-8} dan 10^{16} Om diapazonida bo'lishi mumkin. O'zgaras tok ko'priklari ko'chma va laboratoriya uchun mo'ljallanib tayyorlanadi. Ko'chma yakka ko'priklar asbobga joylashtirilgan galvanometr va manbaga ega bo'ladi. Bunday asboblarning aniqlik sinfi 0,1 dan 5,0 gacha bo'lib, o'lchash diapazoni 10^{-4} dan 10^5 Om bo'ladi.

Laboratoriyaga moslangan ko'priklar yakka va yakka – ikkilangan bo'lib o'zgaruvchan tok tarmog'idan ta'minlanadigan qilib chiqariladi. Laboratoriya ko'priklarining aniqlik sinfi 0,01 dan 0,05, o'lchash chegarasi esa $10^{-3} \div 10^8$ Om va maxsus katta omlik ko'priklar 10^{16} Om, ikkilangan ko'priklar 10^2 dan 10^{-8} Omlarga chiqariladi.

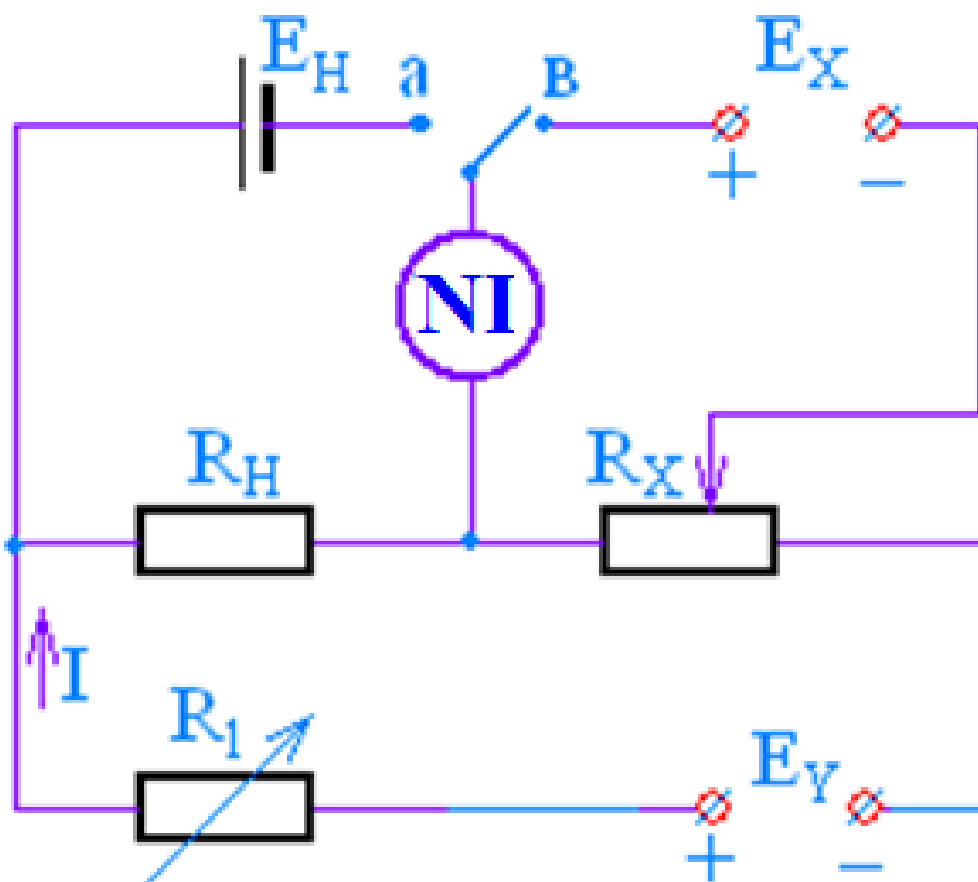
O'zgaras tok ko'priklari asboblarni parametrlarini tekshiruvda, kabellar tadqiqotida, aloqa liniyalarini shikastlangan joyini topish uchun va izolyatsiya qarshiligini o'lchashlarda ishlatiladi.

O'zgaras tok kompensatorlari

Kompensatorlar (potentsiometrlar) ham o'lchash ko'priklari kabi taqqoslash asboblarga kiradi. Kompensator yordamidagi o'lchash jarayoni **kompensatsiyalash** deb nom olgan ikki kuchlanishni nol usuli bilan solishtirish orqali amalga oshiriladi. Bu usul odatda o'lchash vositalarini tekshiruv uchun mo'ljallangan laboratoriya asboblari va o'lchash qurilmalarida qo'llaniladi.

Kompensatsiya usulining o'ziga xos xususiyati o'lchash paytida o'lchash zanjirida tokning yo'qligi bo'lib, bu asosda yuqori aniqlikka erishiladigan asboblarni yasash mumkin bo'ladi.

2.2.2 - rasmda o'zgarmas tok kompensatorining oddiy sxemasi keltirilgan.



2.2.2 - rasm. O'zgarmas tok kompensatorining sxemasi

Sxemada: E_n - normal element; E_x - o'lchanilayotgan EYuK; NI - nol indikator; R_n - namunaviy rezistor; R - qarshiligi ma'lum rezistor; R_1 - reostat; E - yordamchi manba; U - uzib ulagich.

Sxemaning ishlashi quyidagidan iborat:

1. Ishchi tok o'rnatiladi. Buning uchun uzib ulagich U ni a holatiga qo'yiladi va R_1 reostatning qarshiligi NI nolni ko'rsatgunga qadar o'zgartiriladi. Bu holat $E_n = IR_n$ bo'lganda o'rnatiladi. Ushbu tenglikdan I ishchi tokni aniqlasa bo'ladi, ya'ni zanjirda I ishchi toki o'rnatiladi.

2. Uzib ulagich U ni b - holatga qo'yiladi. So'ngra R rezistorning qiymatini A surgich yordamida o'zgartirib NI da nolni hosil qilinadi. Bu R_x ning qandaydir qiymatida sodir bo'lib $E_x = IR_x$ qondiriladi, bu yerda I - ishchi tok. SHunday qilib agarda A ning surilish yo'li kuchlanish birligida graduировka qilingan bo'lsa NI nolni ko'rsatgandagi A ning joyi E_x ning qiymatini belgilaydi.

Kompensatorning **afzalligidan** biri bo'lib, kompensatsiya paytida manbadan quvvat iste'mol qilmasligi hisoblanadi. SHuning uchun EYuK ni o'lchashga imkoniyat tug'iladi.

Kompensator yordamida faqatgina EYuK va kuchlanishni emas, I_x tokini va R_x qarshiligini qiymatlarini o'lchasa bo'ladi.

Tokni o'lchash uchun yordamchi zanjirdan foydalaniladi. Bu zanjir o'lchanayotgan I_x

tokining manbaidan va namunaviy rezistor R_N dan iborat bo'ladi. Kompensatordagi E_x ulanadigan qismalarga R_N ulanadi va undagi kuchlanish tushuvi o'lchanadi, natijada quyidagi formulalar yordamida izlanayotgan I_x tokining qiymati topiladi.

$$U_x = I_x R_N, \quad (2.2.3)$$

$$I_x = U_x / R_N. \quad (2.2.4)$$

R_x rezistorining qarshiligini o'lchash uchun uni yuqoridagi zanjirda R_N ga ketma-ket qilib ulanadi va navbatma-navbat R_N ulangan qismiga R_N va R_x larni ulab ulardagi kuchlanishlar tushuvlari U_N va U_x o'lchab olinadi. Quyidagi formuladan R_x ni o'lchanayotgan qiymati hisoblab topiladi. O'lchash jarayonida yordamchi zanjirdagi tok o'zgarmay turishi kerak.

$$R_x = R_N \frac{U_x}{U_N}. \quad (2.2.5)$$

Agarda o'lchanayotgan kuchlanish qiymati kompensatorning o'lchash chegarasidan katta bo'lsa, o'lchanayotgan kuchlanish kompensator kirishiga namunaviy kuchlanish bo'luvchi orqali beriladi.

Kompensatorlarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- o'lchash jarayonida ishchi tokning qiymatini doimiyli;
- sanab olishning soddaligi;
- sanab olishda sonli belgilarning yetarliligi imkoniyati.

Kompensatorning o'lchash aniqligi normal elementning yuqori aniqliligi, nol indikatorning sezgirliigi va ishchi tok zanjiridagi yordamchi manbaning turg'unligi bilan belgilanadi. Aniqrok o'lchaydigan kompensatorlarning aniqlik sinfi 0,0005 ni tashkil qiladi.

Aniqlik sinflari 0,0005 dan 0,02 gacha bo'lgan kompensatorlarning yo'l qo'yiladigan absolyut ΔU_k xatosi ikki hadli formula bo'yicha topiladi.

$$\Delta U_k = (a/100)U_{10} \pm 0,4U_{\min}, \quad (2.2.6)$$

0,1 va 0,2 aniqlik sinfidagi kompensatorlar uchun

$$\Delta U_{\hat{e}} = (\hat{a}/100)U_p, \quad (2.2.7)$$

bunda a - aniqlik sinfi qiymati; U - kompensator ko'rsatayotgan kuchlanish; U_{10} - kompensator o'lchaydigan kuchlanishning yuqori chegarasi; $U_{\min}$ - kompensatsiya qarshiligini eng kichik dekadasi pog'onasi qiymati.

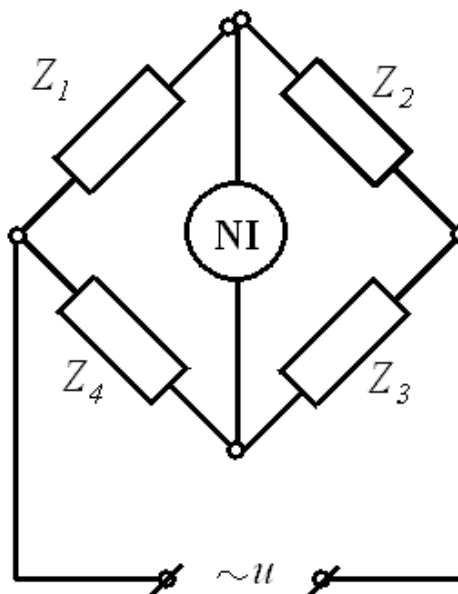
Kompensatorlarning EYuK (kuchlanish) o'lchash chegarasi 1,2; 2,5V. Ishchi tok - 0,1 mA.

Kompensatorlar turli xilda ishlab chiqarilishi mumkin: bir chegarali va ko'p chegarali; ichki va tashqi galvanometrli; yarimavtomat va avtomat va boshq.

O'zgaruvchan tok ko'priklari va kompensatorlari

O'zgaruvchan tok yakka ko'prigi sxemasi 2.2.3-rasmda keltirilgan. Ko'prik yelkalari umumiy hol uchun $\underline{Z}_1, \underline{Z}_2, \underline{Z}_3, \underline{Z}_4$ kompleks qarshiliklardan iborat. Bularda nol indikator sifatida vibratsion galvanometrlar, elektron-nurli trubkalar, chiqishida to'g'rilagich tizimidagi ko'rsatkichli kuchaytirgichlar va boshqalar ishlatiladi.

O'lchash diagonalida tok yo'q bo'lganda ko'priknining muvozanat holati hosil bo'ladi



2.2.3-rasm. O'zgaruvchan tok ko'prigi sxemasi

$$Z_1 Z_3 = Z_2 Z_4 \quad (2.2.8)$$

Ushbu tenglik bajarilishi quyidagi sistema bilan qondiriladi:

$$\begin{aligned} R_1 R_3 - X_1 X_3 &= R_2 R_4 - X_2 X_4; \\ R_1 X_3 + R_2 X_1 &= R_2 X_4 + R_4 X_2, \end{aligned} \quad (2.2.9)$$

yoki

$$\begin{aligned} Z_1 Z_3 &= Z_2 Z_4; \\ \varphi_1 + \varphi_3 &= \varphi_2 + \varphi_4. \end{aligned} \quad (2.2.10)$$

Muvozanat tenglamalari bo'yicha muvozanatga erishish uchun ko'priknining kamida ikkita parametrini sozlash kerak bo'ladi. Muvozanatlash maqsadida navbatma-navbat sozlashlar soni bilan ko'priklarning tavsiflanish xususiyati **ko'priknining yaqinligi** (sxodimost) deyiladi. Muvozanat shartiga ko'priknini kuchlanish manbai chastotasi kirishi yoki kirmasligiga qarab ko'priklar chastotaga – bog'liq va chastotaga – bog'liqmas ko'priklarga bo'linadi.

O'zgaruvchan tok ko'priklari sig'imni va kondensatorni burchak isrofini hamda induktivlikni o'lchashlarda keng ko'lamda turli sxemalar ko'rinishida ishlatiladi.

O'zgaruvchan tok kompensatorlarida o'lchanayotgan o'zgaruvchan tokning sinusiyl kuchlanishi U_x kompensatsiya zanjiri uchastkalarida ishchi tok hosil qilgan ma'lum sinusiyl kuchlanish U_k bilan muvozanatlashtiriladi (kompensatsiyalanadi).

Ikkita o'zgaruvchan kuchlanishlar U_x va U_k kompensatsiyasini ta'minlash uchun fazalar qarama - qarshiligi va egrilik shaklini bir xilligi sharti bilan chastotalar o'zgarishida ularning modullari tengligini ta'minlash zarur.

Nol indikator sifatida o'zgaruvchan tok ko'priklari asboblari qo'llaniladi.

O'zgaruvchan tok kompensatorlari ikki turga bo'linadi: To'g'ri burchakli-koordinatali kompensatorlar va qutbli-koordinatali kompensatorlar.

O'zgaruvchan tok kompensatorlari aniqligi bo'yicha o'zgarmas tok kompensatorlaridan ancha past turadi. Bularning aniqlik sinfi 0,1 dan 2,5 gacha bo'ladi. Buning sababi o'zgaruvchan tok EYuK sini o'lchashi yo'q bo'lganligi uchun ishchi tok ma'lum bir xatolikka, odatda aniqlik sinfi 0,1 ga ega bo'lgan elektrodinamik ampermetr bilan o'rnatiladi.

O'zgaruvchan tok kompensatorlari o'lchash zanjiridagi rejimni quvvat iste'mol qilib buzmaslik talab qilingan joylarda ishlatiladi. Kompensatorlar bevosita tarzda o'zgaruvchan kuchlanish, EYuK va bilvosita usulda o'zgaruvchan tok, qarshilik, magnit maydon tavsiflari va magnit zanjirlarini parametrlarini o'lchashda ishlatiladi.

Sanoat chastotasida to'g'ri burchakli – koordinatali o'zgaruvchan tok kompensatorlari birdan yuzlab voltgacha bo'lgan kompleks kuchlanishlarni 0,5% ga yaqin xatolik bilan o'lchash mumkin bo'ladi.

Keyingi paytlarda o'lchashlarda o'zgaruvchan tok avtomatlashgan

Ostsillograflar

Elektron nurli ostsillograflar (ENO) elektr ishoralarini oddiy kuz bilan kuzatish, ularni o'lchash va qayd qilish uchun mo'ljallangan. ENO lari chastota doiralarining juda kengligi, yuqori sezuvchanligi va juda katta kirish qarshiligiga egaligi bilan ajralib turadi. Mana shu afzalliklar ENO larning o'lchash texnikasida juda keng miqyosida qo'llanishiga olib keladi. Zamonaviy ENO lar yordamida 10^3 MGts chastotali signallarni o'rganish mumkin.

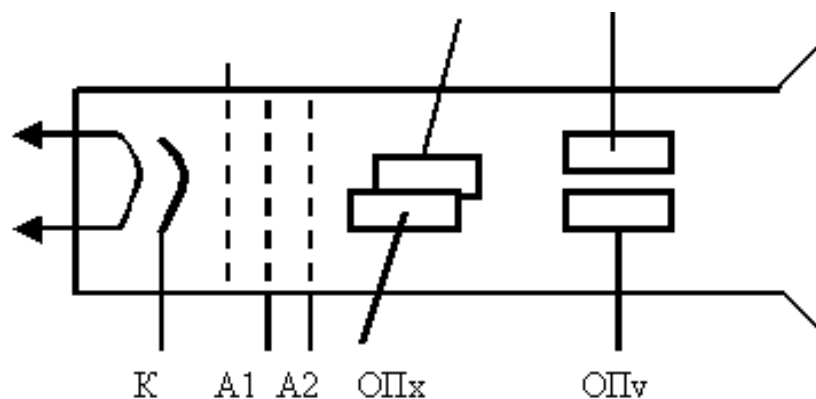


Рис-2.9

Elektron ostsillograflarning ishlash printsipti o'rganilayotgan kuchlanishni ta'siri ostidagi bir top elektronlarni xarakatini boshqarishga asoslangan. ENO lar o'lchash asbobi sifatida juda kam xatoliklarga yul kuyadi. ENO larda asosiy o'lchash mexanizmi bo'lib elektron nur trubkasi (ENT) xizmat qiladi, u o'rganilayotgan kuchlanish miqdorini elektron nurni xarakatiga o'zgartirib beradi, ya'ni tekshirilayotgan jarayon ko'rinadigan tasvirga aylantirib beriladi. ENT da yo'nalgan elektron oqimini xosil qilish va ularni ingichka nur ko'rinishiga keltirish ishlari ENT ning ensiz ingichkarok tomonga joylashtirilgan katod K, modulyator M va ikki anod A1 va A2 yordamida amalga oshiriladi (Rasm-2.9).

Ekran E da yorituvchi nuqtaning yorqinligi katod K ga nisbatan modulyator M yordamida rostlanadi. Bu ish «Yarkost» ya'ni «Yorkin» so'zi yozilgan ostsillograf qismi tukichini burash yo'li bilan amalga oshiriladi. Fokuslash ishlari modul-yator va fokuslovchi deb ataladigan bi-rinchi anod A1 yordamida amalga oshiriladi. Anod A1 ning potentsiali

«Fokus» so'zi yozilgan tutkinchi burash yuli bilan rostlanadi.

Elektronlarni ilgarilama xarakat yunalishi bo'yicha zarur tezlikka tezlatuvchi deb ataladigan birinchi anod A1 va ikkinchi anod A2 lar bilan katod K orasidagi potentsiallar farqi hisobiga erishiladi. A1 va A2 anodlarning potentsiallari katod K ga nisbatan musbatdir, A2 ning potentsiali ish jarayonida A1 ning potentsialiga nisbatan 2-5 barobar ko'p bo'lib, o'zgartirilmasdan ushlab turiladi. ENT da nur shu trubkaning o'zaro bir-birlariga nisbatan tik bo'lgan tekisliklarda joylashgan ikki juft og'dirish plastinka OPx va OPu lari yordamida boshqariladi. OPu- ga tekshirilayotgan kuchlanish, OPx-ga arrasimon yoyuvchi kuchlanish beriladi. Og'diruvchi plastinkalarga 1V kuchlanish berilganda yorituvchi nuqtaning ekran markaziga nisbatan siljish kiymati h-ga ENT ning sezuvchanligi S_U deyiladi va u quyidagicha aniqlanadi:

$$S_U = h/U \text{ (mm/V)}$$

Xozirgi zamon ostsillograflarida sezuvchanligi $S_U = 0,1 \div 1,5 \text{ mm/V}$ bo'lgan ENT lar qo'llaniladi.

Ostsillograf yordamida faza siljish burchagini aniqlash

Ikkita bir xil chastotali U_x va U_u kuchlanishlarni orasidagi faza siljish burchagi φ ni aniqlash uchun kuchlanishlarni og'dirish plastinkalari OPx va OPy ga ulaymiz, ya'ni

$$U_x = U_{x.m} \sin \omega t \text{ va } U_u = U_{u.m} \sin(\omega t + \varphi) \text{ bulsa}$$

$$X_1 = S_x U_{x.m} \sin \omega t = X_2 \sin \omega t$$

$$U_1 = S_u U_{u.m} \sin(\omega t + \varphi) = U_2 \sin(\omega t + \varphi)$$

bunda: S_x va S_u -ENT ning X va U o'qlari bo'yicha sezuvchanligi;

X_2 va U_2 - X va U o'qlari yunalishi bo'yicha nurning tebranish kengligi bo'yicha og'ishidir.

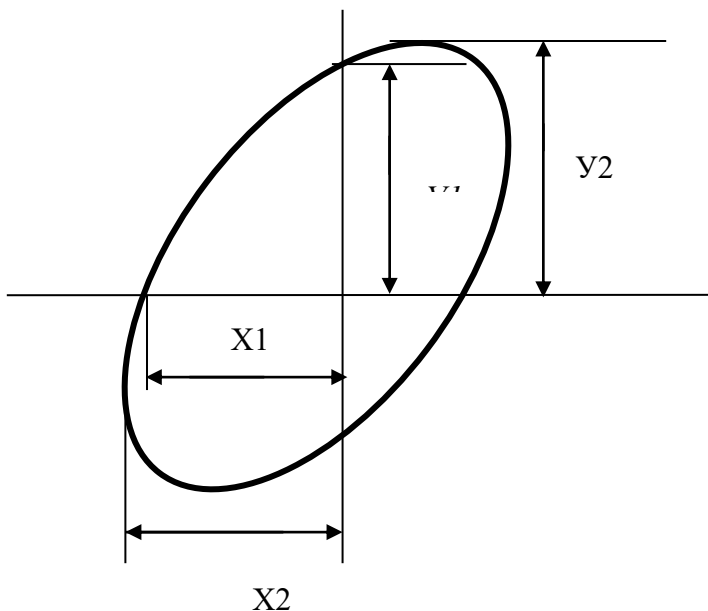


Рис-2.10

Faza siljish burchagi φ ga bog'liq va to'g'ri chiziqdan ellipsgacha bo'lgan Lissaju shaklidagi tasvirlar ekranda paydo bo'ladi (Rasm-2.10). Lissaju shakliga asosan faza siljish burchagi quyidagicha aniqlanadi:

$$\sin \varphi = U_1/U_2 = X_1/X_2; \text{ yoki } \sin \varphi = v/U = a/X;$$

Bundan burchak φ ni aniqlay-miz, ya'ni:

$$\varphi = \arcsin a/x = \arcsin v/u;$$

Bu usul faza siljish burchagining 0 dan π gacha bo'lgan oralikdagi qiymatlarini aniqlashga imkon beradi, lekin siljish burchagi ishorasini aniqlashga imkon bermaydi.

Sinov savollari

1. O'lchash ko'priklarining qanday turlari mavjud?
2. Yakka o'lchash ko'priklarining ishlash printsipini tushuntiring?
3. Qo'sh o'lchash ko'priklari qaerlarda ishlatiladi?
4. O'zgaruvchan tok ko'priklarining muvozanat tenglamasini tushuntiring?
5. Potentsiometrning vazifasi nima?
6. O'zgarmas tok potentsiometrinin ishlash printsipini tushuntiring.
7. Potentsiometrlar yordamida kandy kattaliklarni o'lchash mumkin?
8. NI ni vazifasi nima?
9. ENTning tuzulishini va ishlash printsipini tushutiring.
10. Lissaju shakllari nima?
11. ENO lar yordamida faza siljish burchagi qanday aniqlanadi?

4-Mavzu: Raqamli o'lchash asboblari.

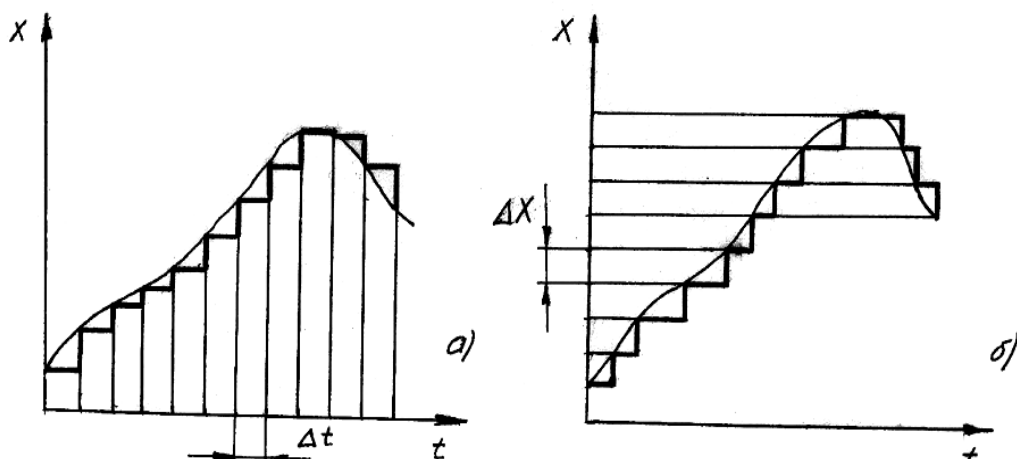
1. Asosiy ta'riflar, raqamli o'lchash asboblarining umumiy xossalari.
2. Raqamli voltmetrlar, ishlash printsipi va namunalar.
3. Raqamli o'lchash asboblarini ishlatish.

Asosiy ta'riflar, raqamli o'lchash asboblarining umumiy xossalari

Qandaydir chegaralar bilan chegaralangan har qanday uzluksiz kattalik vaqt bo'yicha (2.3.1,a-rasm) **diskretlangan** va sath bo'yicha (2.3.1,b-rasm) **kvantlangan** bo'lishi mumkin.

Diskretlash – bu uzluksiz kattalikning oniy qiymatlari faqat aniq vaqt momentlarida diskretlash momentlari saqlanib qolinadigan diskret kattalikka o'zgartirish operatsiyasi. Ikkita yaqinroq diskretlash momentlari orasidagi Δt vaqt oralig'i **diskretlash qadami** deyiladi. Diskret signal uzluksiz signaldan farqli o'laroq faqat cheklangan sonli qiymatlarga ega bo'lishi mumkin.

Kvantlash – bu uzluksiz kattalikni oniy qiymatlarini majmui ma'lum qonun bo'yicha yuzaga kelgan fiksatsiyalangan qiymatlarini yaqinroqlari bilan almashtirish yo'li bilan diskret kattalikka o'zgartirish operatsiyasi. Ikkita qo'shni qiymatlar orasidagi ayirma Δx **kvant** deyiladi. Kvantlashda axborotning qismi yo'qoladi, lekin kvantlash natijasida olingan kattalikning qiymati **kvantlash pog'onasi**



2.3.1-rasm. Uzluksiz funktsiyaning diskretlanishi va kvantlanish diagrammalari

belgilaydigan aniqlikda ma'lum bo'ladi. Maromli kvantlash natijasida uzluksiz kattalikning oniy qiymatlari cheklangan sonli kvantlash pog'onalari bilan namoyonlanadi.

O'lchanilayotgan uzluksiz kattalikni yoki bunga proporsional bo'lgan fizik kattalikni diskret shaklga avtomatik ravishda o'zgartirish, xuddi shunday raqamli kodlash va o'lchash natijasini sonlar ko'rinishida sanab olish tuzilmasiga berish raqamli o'lchash asbob (RO'A) lari yordamida amalga oshiriladi.

RO'A lar ko'pchegarali, universal bo'lib, o'zgarmas va o'zgaruvchan toklarni va kuchlanishini, chastotani, fazani, qarshilikni, kuchlanishlar nisbatini va boshqa elektr hamda noelektr kattaliklarni o'lchash uchun mo'ljallangan. Bular tez va sodda yo'l bilan aniq o'lchashlar o'tkazishga, katta sondagi o'lchanayotgan parametrlarni operativ nazorat etishga, o'lchash natijasidan sub'ektiv xatolikni chiqarib tashlashga, o'lchanilayotgan joriy axborotni katta aniqlikda va tezlikda qayd etishga va tezkor hisoblash mashinalariga ishlov uchun qulay shaklda berishga yo'l beradi.

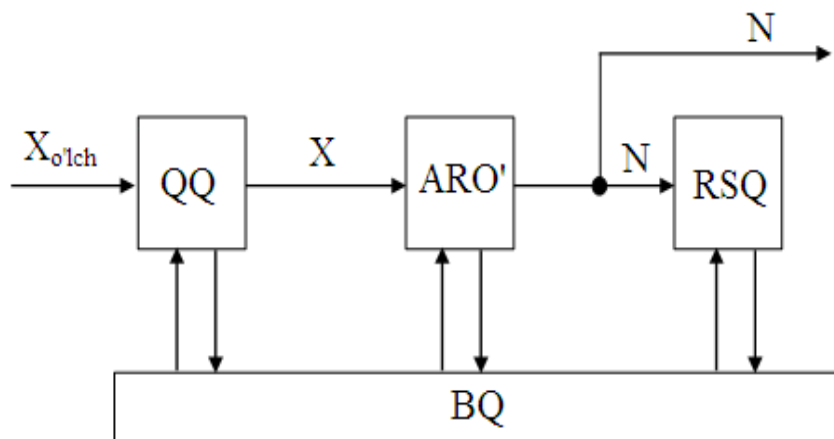
Raqamli asbob tarkibiga **analog-raqamli o'zgartkich (ARO')**, **raqamli sanab olish tuzilmasi** va **avtomat qurilmasi** kiradi.

Raqamli asboblarda uzluksiz kattalikni diskret kattalikka o'zgartirish usuli, ARO' ning struktura sxemasi, qo'llaniladigan texnik vositalar va muvozanatlashtirish usuli (kompensatsiya) bo'yicha tasniflanadi.

O'zgartirish usuli bo'yicha raqamli asboblarda **kod-**, **vaqt-**, va **chastota-impulsli o'zgartiruvchilarga** bo'linadi. **Kod-impulsli** (razryadlar bo'yicha kodlash) o'zgartirishli raqamli asboblarda o'lchanilayotgan kattalik qiymatlari namunaviy kattalikning diskret qiymatlari qatori bilan ketma-ket solishtiriladi; **vaqt-impulsli** o'zgartirishli raqamli asboblarda o'lchanilayotgan kattalik qiymatlari vaqt intervaliga o'zgartiriladi; **chastota-impulsli** o'zgartirishli raqamli asboblarda o'lchanilayotgan kuchlanish qiymatlari impulslarning o'tishi chastotasiga o'zgartiriladi.

Raqamli asboblarda ARO' ning struktura sxemasiga qarab **to'g'ri** va **muvozanatlashtirishli o'zgartirishlilarga** bo'linadi. To'g'ri o'zgartirishli asboblarda chiqishdan kirishga teskari bog'lanish bo'lmaydi, o'lchanilayotgan uzluksiz kattalik bevosita diskret kattalikka o'zgartiriladi.

Raqamli asboblarda o'lchash axboroti ko'z bilan ko'rib sanash uchun o'nli kod bilan berilishi va



2.3.2-rasm. RO'A ning umumlashgan struktura sxemasi

tashqi qurilmaga uzatish uchun esa ikkilik kodda chiqarilishi mumkin. Har bir raqamli asbob raqamli sanab olish qurilmasiga ega. Bu qurilma o'lchash natijalarini raqamli shaklda taqdim etishga mo'ljallangan belgilar indikatori deshifratordan iborat. Raqamli asboblarda keyingi paytlarda vakuumli (lyuminestsentli), gazorazryadli, yarimo'tkazgichli (yorug'lik diodi matritsalar) va suyuq kristalli indikatorlar qo'llanilmoqda.

RO'A ning umumlashgan struktura sxemasi 2.3.2-rasmda keltirilgan. Bunda o'lchanilayotgan kattalik $X_{o'lc}$ kirish qurilmasi KQ ga beriladi. Bu qurilmada kirgan signal masshtab bo'yicha o'zgartiriladi va agarda pomexa bo'lsa undan tozalanadi. ARO' da KQ dan chiqqan kattalik X raqamli sanash qurilmasi RSQ ga beriladigan N kodga aylantiriladi. N kod tashqi qurilmaga chiqarilishi mumkin, masalan, keyingi ishlov berish va saqlash uchun EHM ga chiqarilishi mumkin. RO'A ning ishini boshqarish qurilmasi BQ tomonidan RO'A ning barcha funktsional bo'linmalariga ma'lum ketma-ketlikdagi komanda signallarini ishlab chiqarib boshqaradi.

O'lchaniladigan kattaliklarning turiga qarab RO'A lar quyidagilarga bo'linadi:

- 1) o'zgarmas va o'zgaruvchan tok voltmترلari;
- 2) ommetrlar, o'zgarmas va o'zgaruvchan tok ko'priklari;
- 3) kombinatsiyalangan asboblari;
- 4) chastota va vaqt intervallarini o'lchagichlar;
- 5) maxsus RO'A lar: temperatura, massa, tezlik va sh.k. larni o'lchash uchun.

RO'A tomonidan o'lchanadigan kattaliklar diapazoni odatda keng bo'lgani uchun qator **poddiapazonlarga** bo'linadi. O'lchash jarayonida kerakli diapazonni tanlash qo'l bilan yoki avtomatik holda bajariladi. Tanlangan diapazonda o'lchash doimo avtomatik ravishda bajariladi.

RO'A larning asosiy parametrlariga **o'zgartirish aniqligi, o'zgartirish vaqti, o'zgartirish diapazoni, xal etish qobiliyatini** (sezgirlikni) kiritish mumkin.

RO'A larning xatoliklarini me'yorlash bir necha usulda amalga oshiriladi:

- 1) **keltirilgan xatolikni** me'yorlash;
- 2) **nisbiy xatolikni** ikki xadli ifoda bilan me'yorlash, ya'ni:

$$\delta = \pm \left(a + b \frac{X_k}{X} \right), \quad (2.3.1)$$

yoki

$$\delta = \pm \left[c + d \left(\frac{X_k}{X} - 1 \right) \right], \quad (2.3.2)$$

bunda, a, b, c, d - doimiy koeffitsientlar; X_k - poddiapazonni katta qiymati; X - asbob ko'rsatishi.

- 3) sanab olish birligida ifodalangan **absolyut xatolikning** qiymatini berish bilan.

Eng ko'p hollarda me'yorlashning **ikkinchi usuli** qo'llaniladi.

2.3.2. Raqamli voltmترلar, ishlash printsipi va namunalar

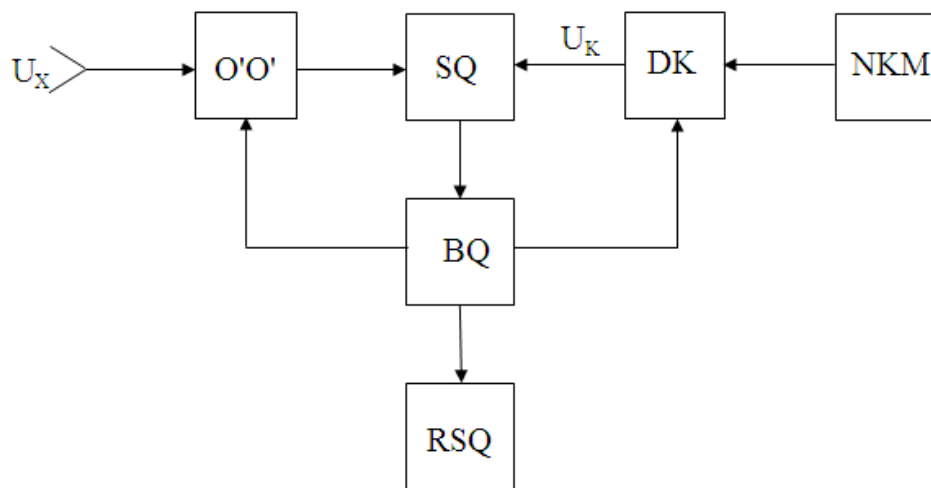
O'lchash asboblari ichida **raqamli volmetrlar** (RV) alohida o'rin tutadi. Bular o'lchanilayotgan kuchlanishlarning keng diapazonida (1 mkV-1000 V) kichik o'lchash xatoligi (0,01-0,1 %) bilan o'lchash;

o'lchanilayotgan kuchlanishning qutblarini va chegarasini avtomatik ravishda tanlash; o'lchash natijalarini raqamli ko'rinishda chiqarish; raqam bosmalash qurilmasi yordamida hujjatli qayd etish; elektron hisoblash mashinalari va murakkab axborot-o'lchash tizimlariga o'lchash axborotini kiritish imkonini ta'minlaydi. Bularning ishlash tezligi bir sekundda 2 tadan 5000 o'lchashgacha bo'lib, kirish qarshiligi 10^7 - 10^9 Om ni tashkil etadi. RV larning asosiy kamchiligi – sxemalarning murakkabligi va narxining yuqoriligi hisoblanadi.

RV larning ish printsipli asbobning sanab olish tuzilmasida raqamli shaklda namoyon bo'ladigan o'zgarmas yoki asta o'zgaradigan kuchlanishni kodga o'zgartirishdan iborat. Bundan kelib chiqib, RV ning struktura sxemasi **kirish qurilmasi KQ, analog-raqamli o'zgartkich ARO'** va **raqamli sanab olish qurilmasi RSQ** dan tarkib topadi.

Kirish qurilmasi o'lchanilayotgan kuchlanishning masshtabini o'zgartirishga, o'zgaruvchan kuchlanishni o'lchashda esa o'zgarmasga aylantirish va pomexalardan filtrlash uchun mo'ljallanadi. Kirish qurilmasi tarkibida **attenyuator** (kuchlanish bo'luvchi), **kuchaytirgich, past chastotalar filtri** va **qutblar qayta ulagichi** bo'lishi mumkin.

Raqamli voltmetrlarning sxematik yechimi analog-raqamli o'zgartkichning turi bilan aniqlanadi. Keng tarqalgan bo'lib, **kod-, vaqt, chastota-impulsli o'zgartirishli** va **ikkilangan integrallash** usulidagi voltmetrlar hisoblanadi. Raqamli voltmetrlarning ishlash printsipli to'g'risida tasavvur qilish uchun misol tariqasida kod-impulsli o'zgartirishli (razryadlar bo'yicha kodlash) raqamli voltmetrning ishlash printsiplinini xarakterlovchi struktura sxemasi 2.3.3-rasmda keltirilgan. Bu sxema bilan tanishib chiqamiz. Bunda o'lchanilayotgan kuchlanish U_x attenyuator orqali solishtirish qurilmasiga SQ ga uzatiladi, SQ ning ikkinchi kirishiga diskretlangan kompensatsiya kuchlanishi U_k kiritiladi, U_k namunaviy kuchlanish manbai NKM va diskret kompensator DK tomonidan hosil qilinadi. Boshqarish qurilmasi BQ ishlab chiqaradigan komanda impulslari ta'sirida o'lchash operatsiyalari tashkil qilinadi va raqamli sanab olish qurilmasi RSQ ga o'lchash natijasi ikkili kodda beriladi, unda deshifrator yordamida o'nli kodga aylantirilib tabloga chiqariladi.



2.3.3-rasm. Kod-impulsi o'zgartirishli RV ning struktura sxemasi

Kod - impulsi o'zgartirishli RV lar xatoligi asosan solishtirish qurilmasi va namunaviy kuchlanishlar manbaining barqarorligiga bog'liq bo'ladi. Afzalligi bo'lib tez ishlashi va statik, dinamik xatoliklari kamayishi hisoblanadi. Vaqt - impulsi o'zgartirishli RV pomexalarga bardoshligi past bo'lib, afzalligi soddaligidir. Pomexalar ta'siridagi o'lchashlarda chastota - impulsi o'zgartirishli RV va ikkilangan integralli RV lar qo'llaniladi. Ikkilangan integralli RV ning xatoligi 0,05% dan kamini tashkil etadi, pomexalarga nisbatan bardoshligi yuqori, lekin tez ishlashi nisbatan kichik.

Amaliyotda qo'llanilayotgan RV larning ba'zilarini xarakteristikalarini bilan tanishib chiqamiz. Masalan:

III1513 xilidagi muvozanatlashtirishli o'zgartirishli raqamli voltmetr o'zgaras tok kuchlanishini o'lchashga mo'ljallangan. Bu asbob asosiy xatoligi 0,1 va undan yuqori bo'lgan voltmترلarni tekshirishda namunaviy asbob sifatida ishlatiladi. O'lchash diapazoni 0-1000 V, beshta poddiapazonga bo'lingan: 0,3; 3; 30; 300; 1000 V. Bitta o'lchash vaqti 0,02 sek. asosiy nisbiy xatoligi 3 V poddiapazonda

$$\delta = \pm \left(0,01 + 0,005 \frac{x_k}{x} \right), \quad (2.3.3)$$

boshqa poddiapazonlarda kuchlanish bo'luvchisining xatoligi ta'siri sababli ko'proq. Sezgirlik ostonasi 10 mkV; kirish qarshiligi 10-1000 MOm.

III1413 o'zgaras tok kuchlanishini o'lchashga mo'ljallangan bo'lib, integrallovchi RA xiliga kiradi. Bu asboblarda katta aniqlikda o'lchash bilan birga pomexalarga bardoshlidir. O'lchash diapazoni 0-1000 V, beshta poddiapazonga bo'lingan: 0,1; 1; 10; 100; 1000V. Kirish qarshiligi 10-1000 MOm, sezgirlik ostonasi 10 mkV, aniqlik sinfi 0,05/0,02 va 100; 1000 V poddiapazonlarda 0,06/0,02 tashkil qiladi.

O'zgaruvchan tok voltmترلari tarkibida **o'zgaruvchan kuchlanishni o'zgarasga** aylantirib beradigan **o'lchash o'zgartkichi** bo'ladi. O'zgaruvchan kuchlanish o'zgarasga aylantirilib, o'zgaras tok RA bilan o'lchanadi.

RA asbobda qo'llanilayotgan o'zgaruvchan kuchlanishni o'zgarasga aylantiruvchi o'zgartkichning

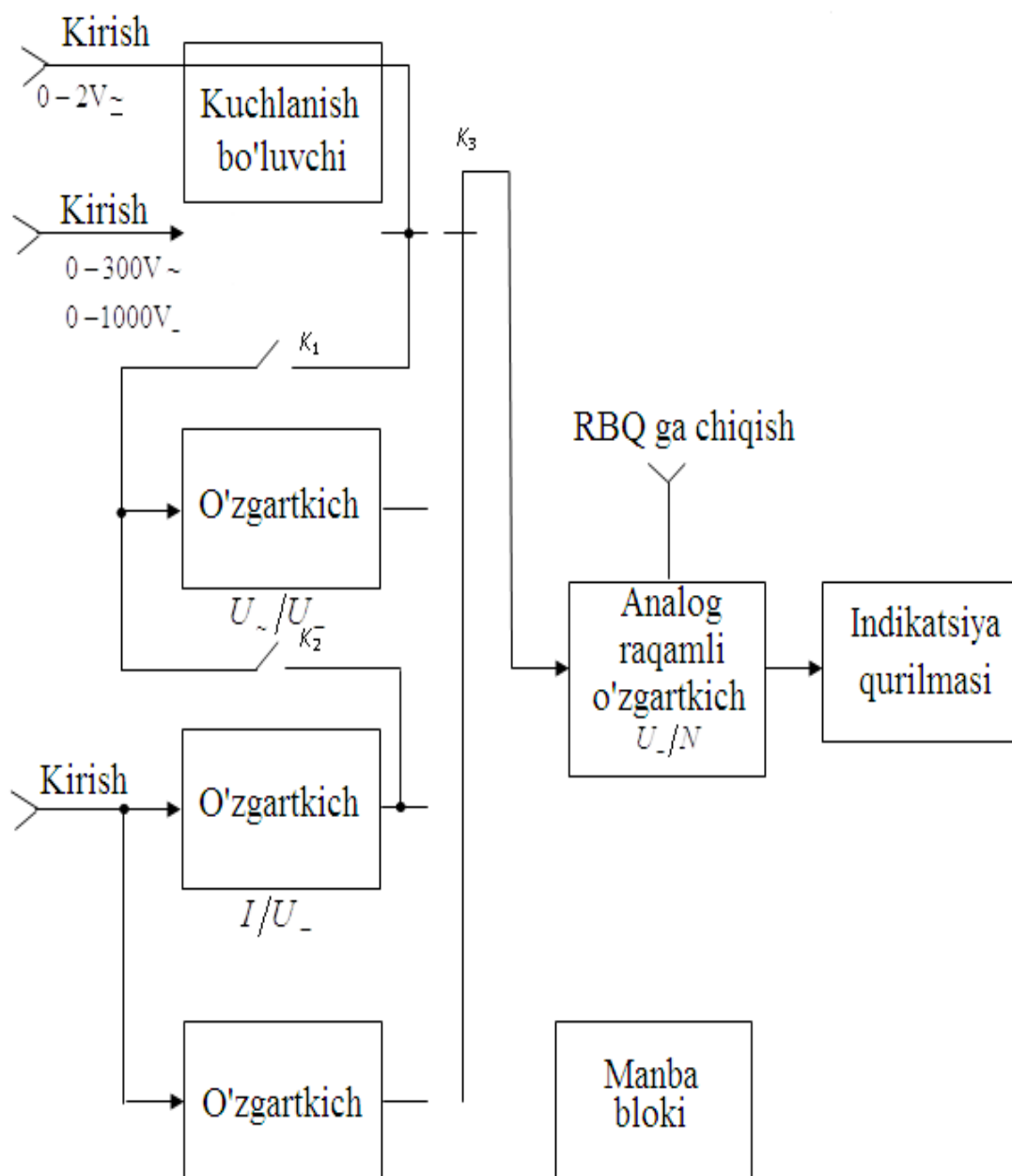
turiga qarab asboblari, yoki o'lchanilayotgan kuchlanishning **ta'sir etuvchi** (effektiv) qiymatiga, yoki uning **o'rtacha to'g'rilangan** qiymatiga reaksiya qiladi. Asbobning raqamli sanab olish qurilmasi o'lchanilayotgan sinusoidal kuchlanishning ta'sir etuvchi qiymatlarida axborot beradi. O'zgaruvchan tok RA lariga tegishli umumiy kamchilik bo'lib, ularning aniqligini nisbatan pastligi hisoblanadi.

2.3.4-rasmda RV7-22A raqamli universal voltmetrning (RUV) struktura sxemasi keltirilgan. Asbobning ishlash printsipli o'lchanayotgan kattalikni unga proporsional bo'lgan vaqt intervaliga o'zgartirishga va so'ngra bu intervalni diskret shaklga hamda raqamli kodga o'zgartirishga asoslangan.

O'lchanadigan $U_{\sim}$, U_{-} , R , $I_{\sim}$, I_{-} kattaliklar kuchlanish bo'luvchi va tegishli o'zgartkichlar orqali me'yorlangan o'zgarimas analog kuchlanishga transformatsiyalanadi. Analog-raqamli o'zgartkich me'yorlangan analog kuchlanishni raqamli kodga o'zgartirishni asosiy funksiyasini bajaradi. Kuchlanishni vaqt intervaliga o'zgartirish **ikki taktli integrallash** usulida amalga oshiriladi.

RV7-22A universal voltmetrning o'lchash diapazonlari:

$U_{-} = 0,2-1000 \text{ B}$; $I_{-} = 0,2-2000 \text{ mA}$; $R = 0,2-2000 \text{ kOm}$; $U_{\sim} = 0,2-300 \text{ B}$; $I_{\sim} = 0,2-2000 \text{ mA}$ va



2.3.4-rasm. RV7-22A RUV ning struktura sxemasi

o'zgaruvchan tok va kuchlanishni o'lchashda chastota dipazoni 0,045-100 kGts ni tashkil etadi. Asbobning yo'l qo'yilgan asosiy xatoligi chegarasi o'lchanayotgan kattalik turi va poddiapazonlariga qarab (5.1) formula bilan baholanadi. Masalan, o'zgarmas tok kuchlanishini 0,2-200 V diapazonida o'lchaganda yo'l qo'yiladigan asosiy xatolik $\pm [0,15 + 0,2(U_k/U_x)]$ bilan aniqlanadi. Asbob ishchi sharoitda o'z texnik tavsiflarini 24 soat uzluksiz ishlaganda saqlab qoladi. Radga ishlash vaqti 17000 soatdan kam emas.

RO'A asboblari shchitli-statsionar va ko'chma, mo'ljallanishiga qarab birorta kattalikni o'lchash uchun yoki universal turlarda ishlab chiqariladi. Narxi qimmat bo'lishiga qaramasdan yuqori aniqlikda va keng diapazonlarda o'lchash imkoniyati bu asboblarning qadrini ko'taradi.

5-Mavzu: Zamonaviy o'lchash asboblari va ulardan foydalanish.

1. Multimetrlar.
2. Elektr energiyasi sifatini nazorat qilish qurilmasi.
3. Energotester.
4. Ko'p funktsiyali elektron hisoblagichlar.

Multimetrlar

Multimetr – kuchlanish, tok va qarshilikni o'lchash uchun mo'ljallangan universal o'lchash asbobi.

Multimetr – asosiy va qo'shimcha vazifalarga ega bo'lgan universal o'lchash asbobi bo'lib, uning asosiy vazifasiga tok kuchini, elektr zanjirning ikki nuqtasidagi kuchlanishni va qarshilikni o'lchash kiradi.



Multimetrning qo'shimcha vazifasiga elektr qarshilikni ovoz signali orqali o'lchash, yarim o'tkazgichli diodlarni butunligini tekshirish, yarim o'tkazgichli tranzistorlarni butunligini tekshirish, elektr sig'imni o'lchash, induktivlikni o'lchash va garmonik signalni chastotasini o'lchashlarni kiritish mumkin.

Xozirgi kunda multimetr va o'lchash ombirlari (klesh) omalashib bormoqda. Multimetrlarning DT-3216, DT-3219, DT-9917T, DT-9962T modellari ishlab chiqarilib, keng ko'lamda qo'llanilmoqda. Bu o'lchash asboblari kuchlanish ostida tok bilan ishlash talablariga to'la javob beruvchi asboblarni sarasiga kiradi.

nli

Multimetr DT-9962T – yangi ko'p qirrali raqamli multimetr bo'lib, namlikdan va 1000V gacha kuchlanishdan har tomonlama himoyalangan, shu bilan birga 10A/1000V va 0,5 A/1000V li saqlagichlar bilan katta toklardan ham himoyalangan. Multimetr bilan p-n o'tish va o'tkazuvchanlikni ham tekshirish imkoniyatlari ham mavjud.



Rasm-2.4.2. DT-9962T rusumli raqamli multimetr

O'lchash ombir(klesh)lari-turli elektr kattaliklarni, jumladan kuchlanishni, quvvatni va tok kuchini zanjirni uzmagani holda, ya'ni elektr zanjirni ish rejimini o'zgartirmagan holda o'lchashga mo'ljallangan.

Sanoatda DT-355 va SR-09 va SR-10 rusumli o'lchash ombirlari (Rasm-2.4.3) ishlab chiqarilmoqda.

DT-355 rusumli o'lchash ombirlari o'zgaruvchan va o'zgarmas tok kuchini, kuchlanishni, chastotani, elektr qarshilikni, haroratni va sig'imni o'lchaydi hamda kontaktlarni va diodlarni butunligi tekshiradi.

SR-09 va SR-10 rusumli o'lchash ombirlari boshqa rusumdagi o'lchash ombirlaridan o'zining qulayligi va o'lchash imkoniyatlarini kengligi bilan ajralib turadi.

Elektr energiyasi sifatini nazorat qilish qurilmasi



Rasm-2.4.3. a) DT-355 va b) SR-09 rusumli o'lchash ombirlari

Elektr energiyasi sifatini nazorat qilish qurilmasi IIQMK96-bu zamonaviy, ko'pqirrali elektr energiyasi sifatini nazorat qilish analizatori bo'lib, uch fazali zanjirning barcha parametrlarini uzluksiz o'lchashga hamda elektr energiyasi sifatini doimiy ravishda belgilangan meyor talablariga mosligini nazorat qilishga mo'ljallangan.

Elektr energiyasi sifatini nazorat qilish qurilmasini elektr energiya ishlab chiqaruvchi (energiya sotuvchi) tashkilotlar bilan bir qatorda energiya iste'molchilari ham iste'mol qilinayotgan energiyaning sifatini nazorat qilish maqsadida ishlatishlari ham mumkin bo'ladi.

Elektr energiyasi sifatini nazorat qilish qurilmasini ishlatish imkoniyatlari sifatida quyidagilarni



Rasm-2.4.4. Elektr energiyasi sifatini nazorat qilish qurilmasi

ko'rsatish mumkin:

- elektr tarmoqlari parametrlarini monitoring qilish;
- elektr energiya sifatini uzluksiz ravishda o'lchash va nazorat qilish;

- ma'lumotlarni teleo'lchash va avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlariga uzatish;

- elektr energiyasini texnik hisob(uchet)ga olish.

Qurilma quyidagi afzalliklarga ega:

- ishlatish imkoniyatlarining kengligi;

- tarmoqni to'la va uzluksiz nazorat qilish imkoniyati;

- ishlatishda juda qulayligi.

Energotester

Energotester **PKE-A**-Elektr energiyasining asosiy sifat ko'rsatkichlarini o'lchash va hisobga olish(registratsiya) uchun mo'ljallangan. SHu bilan birga **PKE-A** rusumli energotester quyidagi vazifalarni ham amalga oshirish mumkin:

- bir va uch fazali elektr tarmoqlaridagi tok va kuchlanishlarning effektiv qiymatlarini o'lchash;

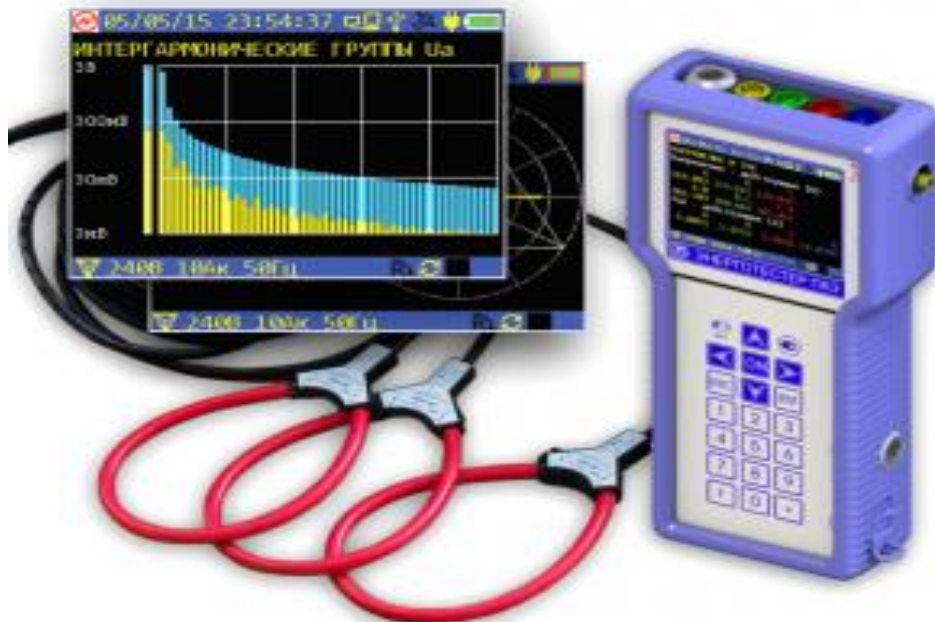
- bir va uch fazali elektr tarmoqlaridagi aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni o'lchash;

- ikkilamchi zanjir parametrlarini (o'lchash transformatorlari orqali ulangan yuklamani quvvatini) o'lchash;

- aktiv va reaktiv elektr hisoblagich (schyotchik)larni ishlashini va to'g'ri ulanganligini tekshirish;

- elektr uzatish liniyalaridagi elektr energiya isroflarini o'lchash.

Energotesterda o'lchangan ma'lumotlarni hisobga olishni ta'minlash bilan birga ularni avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlariga uzatish imkoniyati ham mavjud.



Rasm-2.4.5. PKE-A rusumli energotester

Ko'p

funksiyali elektron hisoblagichlar

Ko'p funksiyali elektron hisoblagichlar ikki simli elektr tarmog'ida aktiv va reaktiv energiyani o'lchash uchun mo'ljallangan bir fazali elektr hisoblagichlar quyidagi funksiyalarga ega:

- yukni boshqarish;
- turli raqamli interfeyslar bo'yicha ma'lumotlarini uzatish;
- voqealar jurnallarini saqlash va boshqalar.

SHu bilan birga ko'p funksiyali elektron hisoblagichlar elektr energiyasini tijorat hisobini yuritishda avtomatlashtirilgan axborot –o'lchash tizimining bir qismi sifatida ham ishlatilishi mumkin.

TE71 rusumli ko'p funksiyali elektron hisoblagichlar quyidagi asosiy funksiyalarga ega:

- aktiv va reaktiv energiyani o'lchash;
- hodisalarni aniqlash va qayd qilish, jumladan qopqoq blokini ochish, qorpusni ochish, elektr uzulishi, vaqtni o'zgartirish, sozlash, tok okimini teskari yo'nalishda iste'mol qilish, o'zgarishlar oqimi va neytral oqimi mos kelmasligi, belgilangan quvvatdan oshib ketishi;
- tarif jadvallarining ikkita jadvali, ularning har biri kamida to'rtta tarifni qo'llab quvvatlashi;
- vaqtni, sanani va davrni iste'mol qilishni qisqartirish imkoniyati;
- quvvat sarfini masofadan boshqarish va nazorat qilish.

Ko'p funksiyali elektron hisoblagichlar ishchi kuchlanish oralig'ida yaxshi ishlaydi, lekin ishchi kuchlanish oralig'ida hisoblagich ma'lum bir aniqlik sinfida o'lchashni kafolatlamaydi. Ish kuchlanishi qayta tiklangandan va ish kuchlanishi ichida bo'lgandan so'ng, hisoblagich normal holatda ishlaydi va o'lchashlar belgilangan aniqlik sinfiga mos keladi.

2.4.1-jadvalda TE71 rusumli ko'p funksiyali elektron hisoblagichning asosiy texnik hususiyatlari keltirilgan.

2.4.1-jadval.

Hususiyatlarni nomlanishi	Qiymati
Nominal kuchlanishi U_n	230 V
Ishchi kuchlanishning ko'lam	(70% ~ 120%) U_n
Ishchi kuchlanish chegarasi oralig'i	(60% ~ 190%) U_n
Nominal (maksimal) tok	80 A gacha
Sezuvchanlik chegarasi	20 mA
Aniqlik sinfi (aktiv/reaktiv energiyasi)	1,0 / 2,0
To'liq kuchning , iste'mol qilingan umumiy quvvati	$\leq 1.5W$; 4VA
To'liq quvvat, istemol qilingan umumiy tok oqimi.	$\leq 4VA$
Tarmoqning chastotasi	50 Hz
1 kVt/soat uchun pulslar soni	1000 imp/kWh
1 kVAr/soat uchun pulslar soni	1000 imp/kvarh

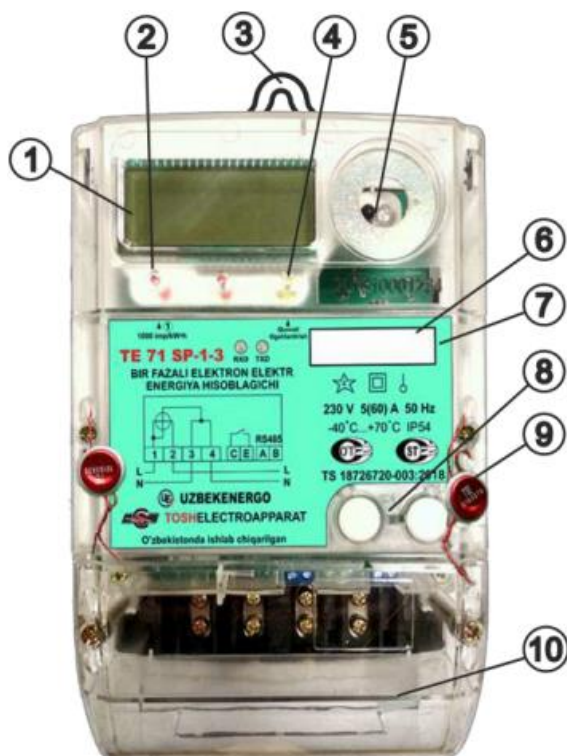
2.4.6 - rasmda TE71 rusumli elektron hisoblagichning tashqi ko'rinishi va tashqi elementlarning funksiyalari keltirilgan.

Ko'p funksiyali elektron hisoblagichlar quyidagi asosiy qismlardan iborat:

- korpus;
- mahkamlagich blogi tok datchigi (shunt) bilan birga;
- mahkamlagich blogining himoya qopqog'i;
- o'lchash va indikatsiya elementlari o'rnatilgan plata;

- suyuqlik kristal ko'rsatkichi displeyidagi indikatsiyani boshqarish tugmachalari.

Hisoblagichning old paneliga ishchi harorati oralig'i katta bo'lgan suyuq kristall displeyi o'rnatilgan



1	Suyuqlik kristalli displey
2	Indikator "1000 imp/kWh"
3	Mahkamlovchi element
4	Indikator "Quvvat/Ogohlantirish"
5	Optoport
6	Hisoblagich seriya nomeri
7	Olinadigan aloqa moduli
8	Tugmalar
9	Plomba olinadigan aloqa moduli
10	Mustahkamlagichning qopqoq blogi

2.4.6 - rasm. TE71 rusumli elektron hisoblagichning tashqi ko'rinishi va tashqi elementlarning funktsiyalari

bo'lib, o'lchangan elektr energiyasining qiymati shu suyuq kristall displeyida ko'rinadi.

O'lchangan qiymatlar va qo'shimcha parametrlarning namoyishi 8 ta raqamli belgilar yordamida amalga oshiriladi, ulardan 6 tasi butun sonni ko'rsatish uchun mo'ljallangan. Har bir belgining o'lchami balandligi 10.00 mm va eni 5.00 mm ni tashkil etadi.

Hisoblagich mahsus LED ko'rsatich-chiroqlari bilan jihozlangan bo'lib ular quyidagi hollarda yonib o'chadi:

1. 1000 imp/kWh- ko'rsatich-chirog'i, joriy aktiv quvvat istemoliga mos keladigan tezlikda yonib-o'chib turadi.

2. 1000 imp/kvarh-ko'rsatich-chirog'i (reaktiv energiya hisoblagichlarida), reaktiv quvvatning joriy iste'moliga mos keladigan tezlikda yonib-o'chib turadi. Bu ko'rsatich-chiroqlaridan hisoblagichlarni tekshirish(darajalash)da ham foydalanish mumkin.

3. " Ogohlantirish"- ko'rsatich-chirog'i, nazorat voqealari yuz berganda (ya'ni mahkamlagich blogining himoya qopqog'i ochilganda, teskari faza aloqasi yuz berganda, yuklama belgilangan qiymatdan ortib ketganda, yuklamani boshqarish relesi o'chirilganda va boshqalarda) yonib-o'chib turadi.

4. " Quvvat "- hisoblagich manbaga ulanganda va hisoblagichning ishlash jarayonida yonadi.

Ko'p funktsiyali elektron hisoblagichlarga atrof-muhitning, ya'ni tashqi harorat va nisbiy namlik nominal qiymatlari 2.4.1-jadvalda keltirilgan..

2.4.2-jadval.

Turi		Qiymati
Harorat	Ish harorati oralig'i	-25 °C dan +55 °C gacha
	Ruhsat etilgan harorat chegarasi	-40 °C dan +70 °C gacha
	Saqlash va tashish uchun ruhsat etilgan oraliq	-40 °C dan +70 °C gacha
Namlik	O'rtacha yillik qiymati	≤ 85 %
	Ruhsat etilgan qiymatlar (30 kundan ortiq emas)	≤ 95 %

Hisoblagich energiyaga bog'liq bo'lmagan xotirada quyidagi ma'lumotlarni saqlaydi va keyinchalik u ma'lumotlarni suyuq kristall LCD displeyida ko'rish mumkin:

- to'g'ri va teskari yo'nalishda hisobga olingan aktiv elektr energiya miqdorlarini, shuningdek modul bo'yicha ishga tushirilgan paytdan boshlab to'rta tarif bo'yicha va barcha tariflar bo'yicha yig'indini;
- to'g'ri va teskari yo'nalishda hisobga olingan reaktiv elektr energiya miqdorlarini ("M" indeksli hisoblagichlarda), shuningdek modul bo'yicha ishga tushirilgan paytdan boshlab to'rta tarif bo'yicha va barcha tariflar bo'yicha yig'indini;
- to'g'ri va teskari yo'nalishda hisobga olingan to'la elektr energiya miqdorlarini ("M" indeksli hisoblagichlarda), shuningdek modul bo'yicha ishga tushirilgan paytdan boshlab to'rta tarif bo'yicha va barcha tariflar bo'yicha yig'indini;

har bir amaldagi tarif va barcha tariflar bo'yicha o'tgan 12 oyning xar birining oxirida hisoblangan aktiv, reaktiv va to'la (modifikatsiyasiga qarab) elektr energiya miqdorlarini.

6-Mab3y: Elektr zanjir parametrlarini o'lchash

1. Tok va kuchlanishni o'lchash.
2. Qarshiliklarni o'lchash usullari.
3. Sig'im va induktivlikni o'lchash.

Tok kuchi va kuchlanishni o'lchash

Fizik kattaliklarni elektr usulida o'lchash elektr o'lchashlar deb ataladi.

O'zgarmas tok zanjirlarida tok kuchi va kuchlanishlarni o'lchash ko'pincha magnitoelektrik tizimdagi ampermetr va voltmetrlarning o'lchash mexanizmlari asosan bir-biridan farq qilmaydi, faqat ulanish sxemasi o'zgaradi xolos.

Ampermetrlarda o'lchash mexanizmi zanjirga shunt orqali ulanadi, voltmetrlarda esa o'lchash mexanizmi bevosita unga ketma-ket qilib ulangan qo'shimcha qarshiliklar yordamida zanjirga ulanadi.

SHuntlar o'lchash mexanizmlarining o'lchash chegaralarini kengaytirish uchun ishlatiladi.

Rasm-3.1.a.dan ko'rinib turibdiki:

$$I = U/R_u + U/R_{sh} \quad \text{yoki} \quad I = I_u + U/R_{sh}$$

bundan $R_{sh} = R_u / (n - 1)$ kelib chikadi.

Bu yerda $n = I_u / I_n$ – shuntlash koeffitsenti.

Voltmetrlarni o'lchash chegarasini oshirish, unga qo'shimcha qarshiliklar ulanadi (Rasm-3.1.b)

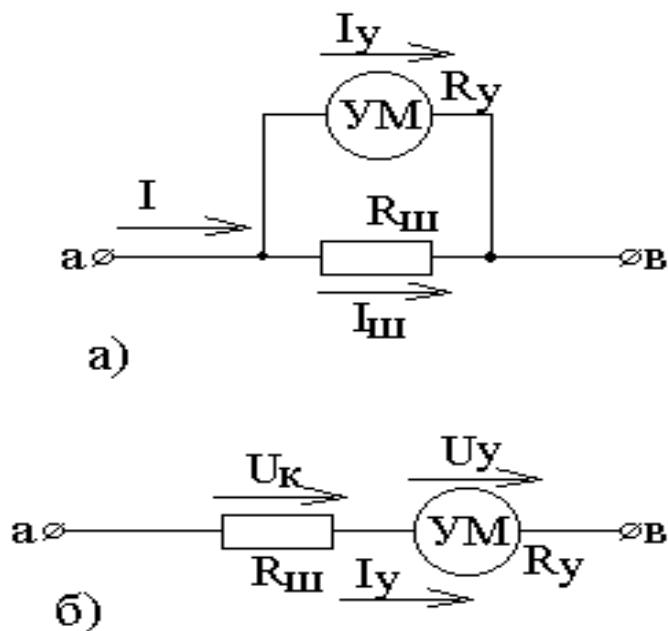


Рис. 3.1

Agar voltmترلarning o'lash chegarasi U_{nom} bo'lsa, uni o'lash chegarasini m-oshirish kerak bo'lsa, quyidagicha topiladi.

Ma'lum zanjirdagi tok kuchini vakuchlanishni o'lashda, shu zanjirga ampermetrlar ketma-ket qilib ulanadi voltmترلar esa parallel qilib ulanadi.

Zanjirdagi tok kuchini va kuchlanishlarni o'lashda ampermetr va voltmترلar-ni joylashishiga etibor berish kerak, agar voltmetrdan keyin ampermetr ulansa ampermetr faqatgina R_x dan utayotgan tok kuchini o'lchaydi xolos, voltmetrdan o'tayotgan I_V ni hisobga olmaydi va ma'lum xatolikga yo'l qo'yiladi.

Qarshiliklarni o'lash usullari

Amaliyotda o'lchaniladigan qarshiliklarni diapazoni juda keng (10^9 dan 10^{16} Om gacha), shuning uchun buni shartli ravishda uchta qismga bo'lishadi – **kichik qarshiliklar** (10 Om dan kichiklari), **o'rtacha** (10 dan 10^6 Om gacha) **katta** (10^6 Om dan yuqorisi). Har bir diapazondagi qarshiliklarni o'lash o'ziga xos xususiyatga ega.

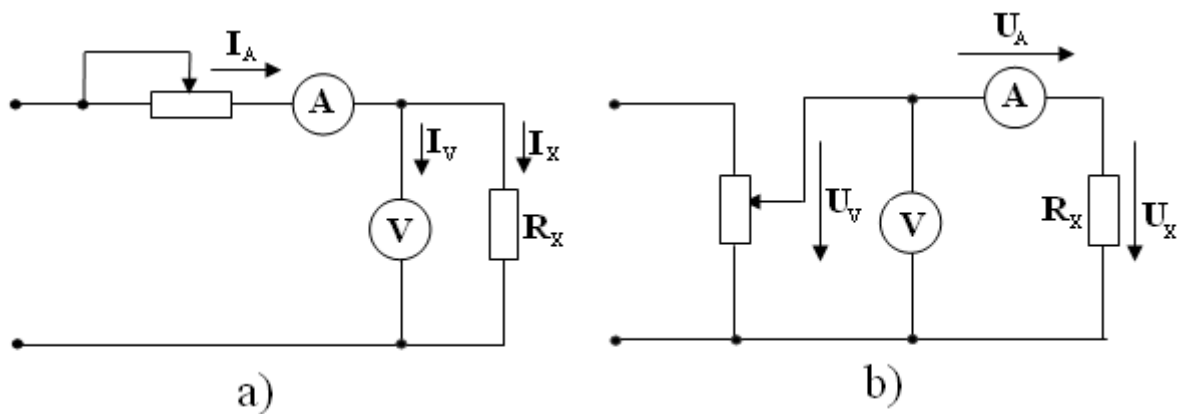
Elektr zanjirlarini o'zgarmas tokka qarshiligini o'lash amaliyotda ko'pincha ampermetr va voltmetr, logometrl yoki ko'priqli usullarda olib boriladi.

Ampermetr va voltmetr usuli. Bu usul qarshiligi o'lchanilayotgan zanjirdagi tok va uning qismlaridagi kuchlanishni alohida o'lashga va o'lash asboblarning ko'rsatishlari bo'yicha R_x ni $R_o = U/I$ formula yordamida hisoblab topishga asoslanadi.

Odatda I - tokni ampermetr, U - kuchlanishni esa voltmetr bilan o'lchanadi. **Katta omli** qarshiliklarni o'lashda, masalan, izolyatsiya qarshiligi, bunda **tok I kichkina** bo'lgani uchun uni milliampermetr, mikroampermetr yoki galvanometr bilan o'lchanadi. **Kichkina omli** qarshiliklarni o'lashda, masalan, sim bo'lagi qarshiligi, bunda **U kuchlanish kichkina** bo'ladi, shuning uchun o'lashda millivoltmetr, mikrovoltmetr yoki galvanometrlar qo'llaniladi.

Usulning **afzalligi** bo'lib soddaligi hisoblansa, **kamchiligi** bo'lib, nisbatan past aniqlikdagi o'lash natijasi hisoblanadi, chunki bu yerda qo'llanadigan asboblarning aniqlik sinfi va uslubiy xatolik bilan chegaralinadi.

3.1.1-rasmda ampermetr-voltmetr usuli bilan qarshilikni o'lash sxemalari keltirilgan. Bunda a) sxemasida voltmetr R_x - rezistordagi kuchlanish tushuvini ko'rsatadi, ampermetr esa voltmetr va R_x - rezistordan o'tuvchi toklarni summasini ko'rsatadi. SHunday qilib asboblarni ko'rsatganlari bo'yicha hisoblab topilgan qarshilik R'_x rezistor qarshiligi R_x dan farq qiladi.



3.1.1-rasm. Qarshilikni o'lchashni ampermetr va voltmetr usuli

$$R'_x = \frac{U_v}{I_A} = \frac{U_x}{I_x + I_v}, \quad (3.1.1)$$

bundan

$$R'_x = \frac{U_x / I_x}{1 + I_v / I_x} = \frac{R_x}{1 + R_x / R_v}, \quad (3.1.2)$$

bu holda nisbiy xatolik:

$$\delta' = \frac{R'_x - R_x}{R_x} = - \frac{R_x}{R_v + R_x} \approx - \frac{I_v}{I_A}, \quad \text{chunki } R_v \gg R_x \quad (3.1.3)$$

Agarda 3.1.1,b-rasmdagi sxema qo'llanilsa:

$$R''_x = \frac{U_v}{I_A} = \frac{U_A + U_x}{I_x} = R_A + R_x, \quad (3.1.4)$$

bu holda nisbiy xatolik

$$\delta'' = \frac{R''_x - R_x}{R_x} = \frac{R_A}{R_x} = \frac{U_A}{U_x}. \quad (3.1.5)$$

CHiqqan natijalardan ko'rinishiga 3.1.1,a-rasm sxemada xatolikni kamaytirish uchun $R_x \ll R_v$; 3.1.1,b-rasm sxemada $R_x \gg R_A$ shartlar ta'minlanishi kerak. SHunday qilib **kichik** qarshiliklarni o'lchashda 3.1.1,a-rasm sxemasi va **katta** qarshiliklar uchun 3.1.1,b-rasm sxemasi tavsiya etiladi.

Usuliy xatolikdan xolis bo'lish mumkin, agarda R_x ni voltmetr toki va ampermetrdagi kuchlanish inobatga olib hisoblansa:

$$\text{3.1.1,a-rasm sxemasi uchun} \quad R_x = \frac{U_v}{I_A - I_v}. \quad (3.1.6)$$

$$\text{3.1.1,b-rasm sxemasi uchun} \quad R_x = \frac{U_v - U_A}{I_A}. \quad (3.1.7)$$

Elektromexanik ommetrlar. O'lchaniladigan qarshiliklar diapazoniga qarab qarshilik o'lchagichlar quyidagilarga bo'linadi: **milliometrlar**, **ommetrlar**, **kilometrlar**, **megaommetrlar** va o'lchash chegarasini yuqori qiymati 10^9 Om dan katta bo'lgan **teraommetrlar**.

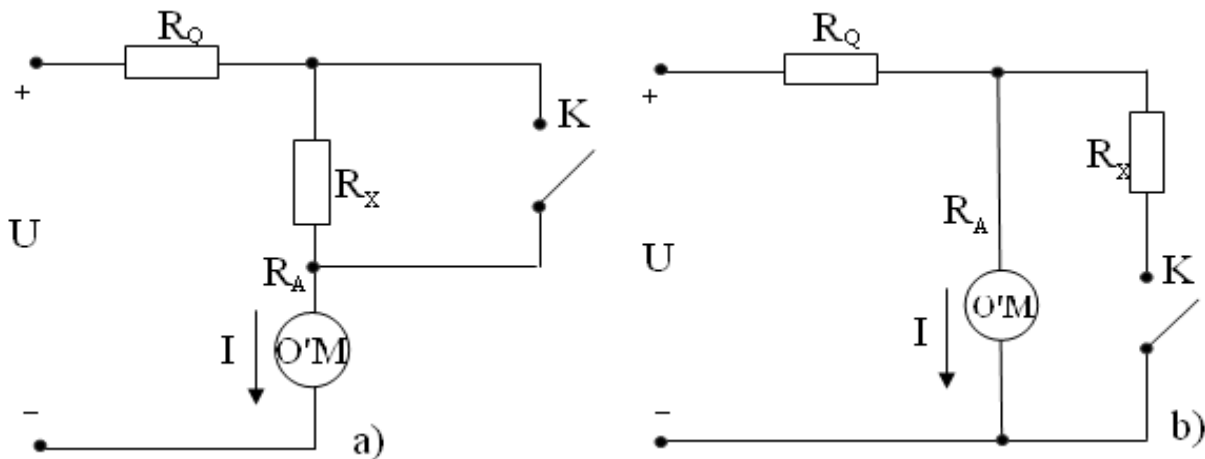
3.1.2-rasmda katta va kichik qarshiliklarni o'lchashga mo'ljallangan elektromexanik ommetrlarning sxemalari keltirilgan. 3.1.2-rasmdagi qo'shimcha rezistor R_q , a-sxemada ketma-ket ulanilgan o'lchaniladigan qarshilik R_x va o'lchash mexanizmi bilan ketma-ket ulangan, b-sxemada o'zaro parallel

ulangan R_x va O'M ga ketma-ket ulangan. Agarda O'M ning ichki qarshiligi R_A bo'lsa, u holda kalit K ochiqligida O'M dan o'tuvchi tok 3.1.2,a-rasmdagi sxemada

$$I = \frac{U}{R_x + R_A + R_q}, \quad (3.1.8)$$

bundan, $I = U/(R_A + R_q)$ da $R_x = 0$ va $I = 0$ da $R_x = \infty$ bo'ladi.

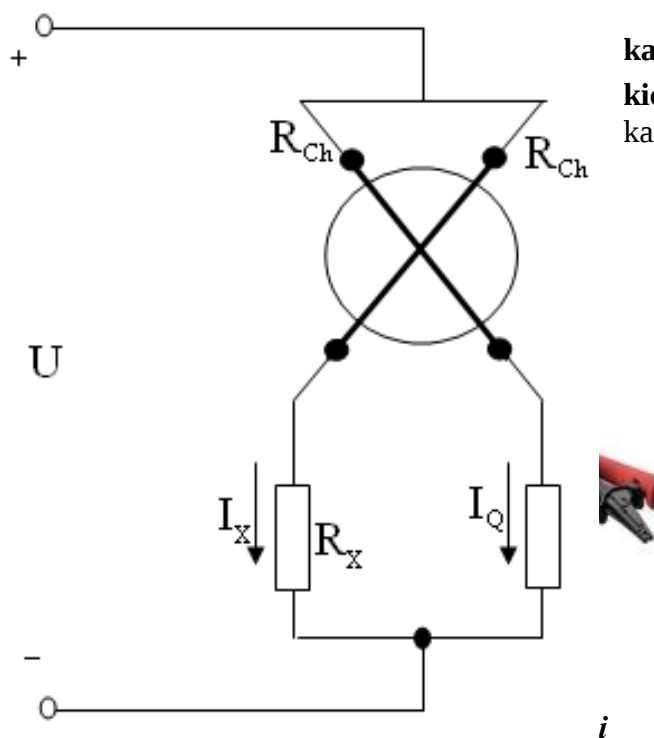
3.1.2,b-rasm sxemasi uchun kalit K yopiqligida



3.1.2-rasm. Elektromexanik Ommetr (a) va Megaommetr (b)ning sxemalari

$$I = \frac{UR_0}{R_A R_q + R_0 R_q + R_A R_q}, \quad (3.1.9)$$

bundan, $I = 0$ da $R_x = 0$ va $I = U/(R_q + R_A)$ da $R_x = \infty$ bo'ladi. Agarda o'lchash jarayonida qo'yilgan kuchlanish U o'zgarmas ushlab turilsa tok I va demak ko'rsatkichning burilish burchagi ikkala holda ham R_x funksiyasi bo'ladi. Tok I ning keltirilgan qiymatlariga ko'ra R_x qiymatini 0 dan ∞ gacha o'lchash uchun 3.1.2,a-rasm sxemasi asbobi **ko'rsatish shkalasi teskari**, 3.1.2,b-rasm sxemasiniki esa **to'g'ri bo'lishi** kerak.



3.1.4-rasm. Логометрический омметр
схемасы

3.1.2,a-rasm sxemasi o'lchaniladigan qarshilikning **katta qiymatlari** ($R_x > 1 \text{ OM}$) va 3.1.2,b-rasm sxema **kichik qarshiliklarni** o'lchashda qo'llaniladi. Sxemalarda kalit K asbob shkalasining graduировkasini to'g'riligini tekshirish uchun kerak bo'ladi. Bu sxemalar kombinatsiyalangan asboblarda qo'llaniladi. Masalan, TS4313, TS4354 va boshq. O'M sifatida magnitoelektrik mikroampermetrlar ishlatiladi. Bunday ommetrlarning asosiy kamchiligi bo'lib, asbob ko'rsatishini manba kuchlanishiga bog'liqligi hisoblanadi. SHu sababdan o'lchash ishidan avval shkalani omlardagi graduировkasi tekshiriladi va sxemadagi boshqariluvchi rezistor yordamida to'g'rilash o'tkaziladi.

Bu kamchiliklardan **logometrli ommetrlar** xolis bo'ladi. Ularning ko'rsatishi kuchlanishga bog'liq bo'lmaydi.

3.1.4-rasmda magnitoelektrik logometrlarning

sxemasi keltirilgan. Bu sxemada R_x qarshiligi o'lanilayotgan rezistor mexanizm ramkalarining birortasiga yoki ketma-ket, yoki parallel ulanadi. **Ketma-ket** ulanishi o'rtacha va katta qarshiliklar uchun, **parallell** esa kichik qarshiliklarga mo'ljallanadi. 3.1.4-rasmda ketma-ket ulanishiga misol tariqasida sxema keltirilgan. Bu yerda, R_{ch} - ramkalar chulg'amlari qarshiliklari; R_q - qo'shimcha qarshilik; R_x - o'lanilayotgan qarshilik; I_q va I_x tegishli qarshiliklar toklari.

$$\text{Ramkadagi toklar: } I_x = \frac{U}{R_q + R_x}, \quad I_{\hat{u}} = \frac{U}{R_{ch} + R_q}.$$

bundan, qo'zg'aluvchi qismning burilish burchagi α quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\alpha = F\left(\frac{I_x}{I_q}\right) = F\left(\frac{R_{ch} + R_q}{R_{ch} + R_{\hat{o}}}\right) = F(R_{\hat{o}}). \quad (3.1.10)$$

Logometrik ommetrlar aniqlik sinflari yuqori emas (1,5; 2,5; 4,0). **Soddaligi** va **arzonligi** bilan yuqori aniqlik talab etmaydigan o'lchashlarda qo'l keladi.

Kuchlanish ostida bo'lmagan ekranlashtirilgan kabellarni izolyatsiya qarshiligini o'lchashda **elektromexanik logometrli megaommetrlar** qo'llaniladi.

Erlanish (zazemlenie) qarshiligini o'lchashda ampermetr va voltmeter usuli yoki logometrik asbob ishlatiladi. Bu o'lchashlar o'zgaruvchan toklarda olib boriladi va katta kirish qarshilikka ega **elektrostatik** yoki **elektron voltmeterlar** qo'llaniladi. Logometrli printsiptda ishlaydigan o'lchagichlar keng tarqalgan. Bu printsiptda yerlanishni o'lchaydigan MS-08 turidagi asbob ishlab chiqariladi. SHkalasi omlarda graduировка qilinadi. O'lchash chegaralari 10, 100 va 1000 Om.

Qarshiliklarni yuqori aniqlikda o'lchashga o'zgarmas tok yakka ko'priklari va kichik qarshiliklar uchun **ikkilangan ko'priklar** qo'llaniladi.

Sig'im va induktivlikni o'lchash usullari

Elektr zanjiri qarshiliklari **kompleks xarakterga** ega. **Parametrlardan** – **sig'im** S , **induktivlik** L **o'zaro induktivlik** M , **qarshilik** R larni birini toza holda tashkil etuvchi birorta element mavjud emas. Masalan, kondensator sig'imdan tashqari isrof qarshiligi va obkladkalar orasidagi **izolyatsiya** qarshiligi bilan xarakterlanadi; induktiv g'altak chulg'aming **aktiv** qarshiligi va o'ramlalararo **sig'im** bilan xarakterlanadi. Lekin bizga ma'lumki, amalda bu elektr zanjiri elementlarini ko'pincha, tarkibida faqat ikkita muhim parametrlar (R va S , R va L) lar bo'lgan **almashtirish sxemalari** bilan keltiriladi.

Kondensatorni ikkita parametr: **sig'im** S va dielektrik isroflarning **burchak tangensi** $tg\delta$ bilan xarakterlanadi. Induktiv g'altaklarning parametrlarini o'lchaganda odatda **induktivlik** L va **isroflar** qarshiligi R yoki g'altakning **asilligi** Q larning qiymatlari aniqlanadi.

Kondensatorlar va induktiv g'altaklarning parametrlarini o'lchashning turli usullari yaratilgan: **bilvosita usul**, **o'rindoshlik** va **taqqoslash** usullari.

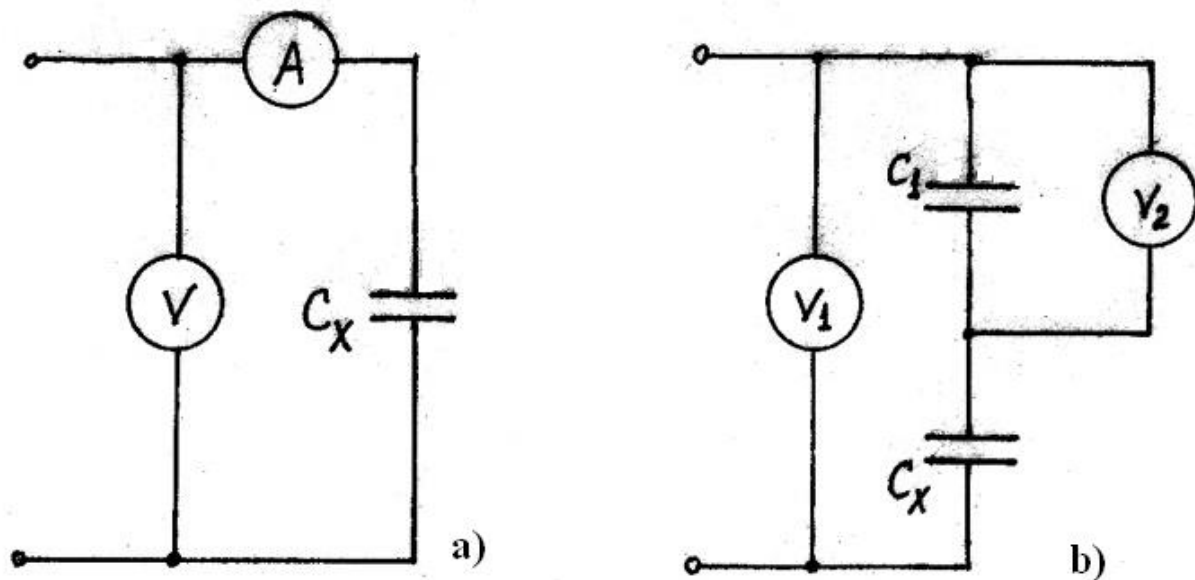
Bilvosita usulda kondensator va induktiv g'altakli zanjirlarning parametrlarini sanoat chastotasida o'lchanadi. Keyinchalik o'lchash natijalari bo'yicha S , L , M aniqlanadi.

O'rindoshlik usuli ko'pincha **rezonansli** usul ham deyiladi. Bu usul yuqori chastotali tebranish konturidagi rezonans hodisasidan foydalanishga asoslanadi.

Taqqoslash usulida kondensatorlar va induktiv g'altaklarning parametrlari **o'zgaruvchan tok ko'priklari** yordamida o'lchanadi va barcha usullar ichida eng **aniq o'lchash** natijasiga erishiladi.

Ushbu ma'ruzada elektr o'lchashlari kursi elektroenergetika yo'nalishiga mo'ljallanganligi uchun bilvosita va taqqoslash usuliga e'tiborni qaratamiz. O'rindoshlik usuli radiotexnikaga yaqin yo'nalishlarga monandligi uchun mustaqil tayyorgarlikka chiqarib tanishamiz. Bilvosita usulda uch xil sxemadan foydalanish mumkin: ampermetr-voltmeter usuli; bitta asbob - voltmeter usuli; uch asbob - ampermetr, voltmeter va vattmeter usuli. Bu usullarda o'lchab olingan kattaliklar qiymatlaridan foydalanib sig'im va induktivlikning parametrlarini tegishli ifodalar yordamida hisoblab topish mumkin bo'ladi. Taqqoslash usulida o'zgaruvchan tok ko'priklaridan namunalar ko'ramiz.

Ushbu usullardan ba'zilari bilan umumlashgan bilim hosil qilish uchun tanishib chiqamiz.



3.1.4-rasm. Sig'imni o'lchash sxemalari

Sig'imni o'lchash. 3.1.4-rasmda bilvosita o'lchashning ikki xil sxemasi keltirilgan; a - agarda kondensatorda aktiv isroflar inobatga olinmasa, **ampermetr-voltmetr** usuli; b- kichik sig'implar o'lchanganda, **bir asbob** usuli;

Bularda: a - sxema bo'yicha
$$C_x = \frac{I}{\omega U}, \quad (3.1.11)$$

b - sxema bo'yicha
$$\tilde{N}_\delta = C_1 \frac{U_2}{U_1}. \quad (3.1.12)$$

3.1.5-rasmda taqqolash usuli bo'yicha o'lchash ko'prigining sxemalaridan namuna sifatida yuqori voltli kabellarni izolyatsiyasini sinovida qo'llaniladigan va yuqori voltli manbadan ta'minlanadigan o'zgaruvchan tok ko'prigining sxemasi keltirilgan. Bu sxemada kondensatorga tegishli parametrlarni o'lchash bilan birga o'lchashlarni xavfsizligi ta'minlanadi, boshqariluvchi parametrlar \$R_4\$, \$C_4\$ kichkina kuchlanish ostida bo'ladi.

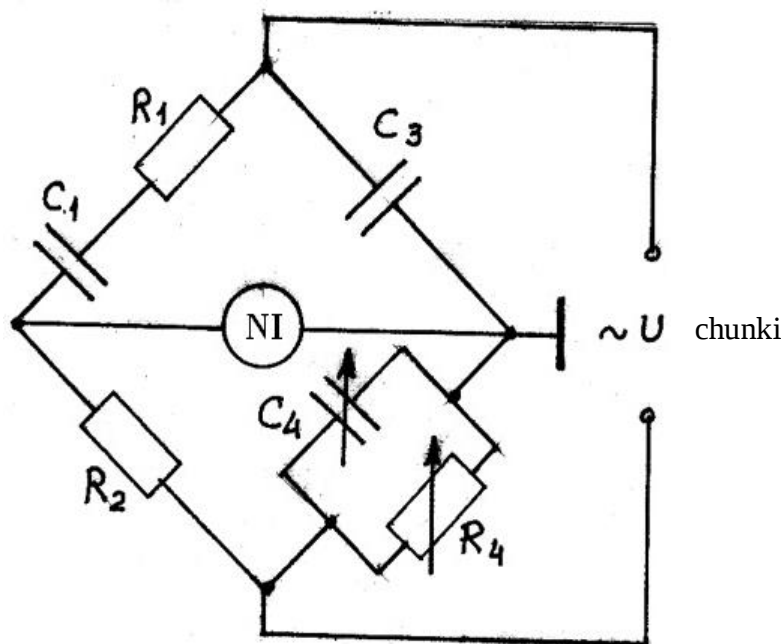
Bu yerda:

$$Z_1 = R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}; \quad Z_2 = R_2;$$

$$Z_3 = \frac{1}{j\omega C_3}; \quad Z_4 = \frac{R_4}{1 + j\omega R_4 C_4}.$$

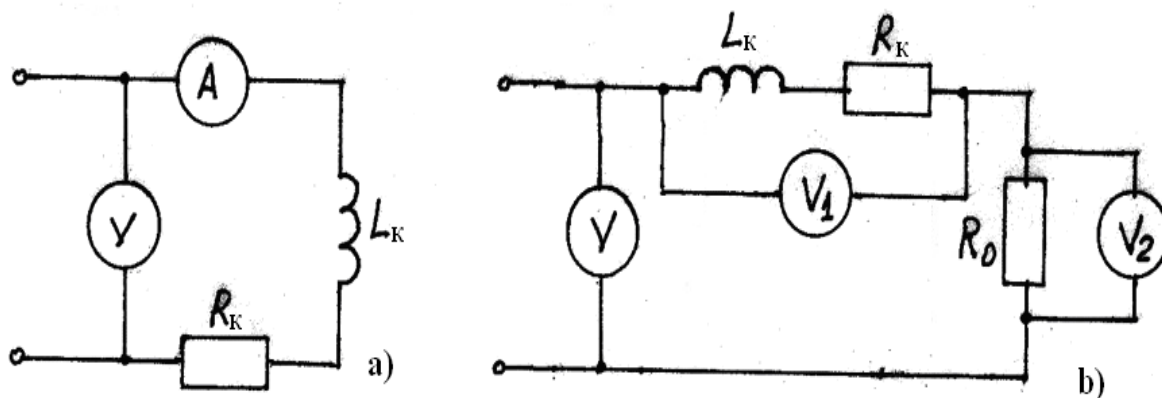
Ko'prik muvozanatlashganda:

$$R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} = \frac{R_2}{R_4} \frac{(1 + j\omega R_4 C_4)}{j\omega C_3 R_4},$$



3.1.5-rasm. Sig'imni o'lchashning ko'prik sxemasi

Bundan $R_1 = R_2 \frac{C_4}{C_3}; \quad C_1 = C_3 \frac{R_4}{R_2}; \quad \operatorname{tg} \delta = \omega R_1 C_1.$ (3.1.13)



3.1.6-rasm. Induktivlikni o'lchash sxemalari

Induktivlikni o'lchash. 3.1.6-rasmida induktivlikni o'lchash uchun ikki xil sxema keltirilgan: a - ampermetr-voltmetr usuli; b - bir asbob usuli:

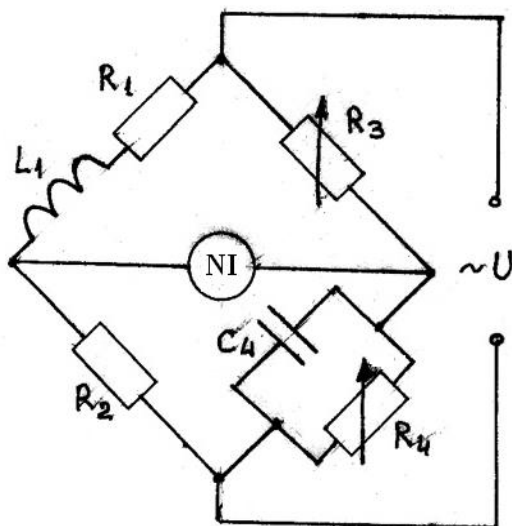
Bularda: a- sxema bo'yicha $L_{\text{e}} = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z_{\text{e}}^2 - R_{\text{e}}^2},$ (3.1.14)

bu yerda: $Z_{\text{K}} = \frac{U}{I}; \quad Z_{\text{K}}^2 = R_{\text{K}}^2 + X_{\text{L}}^2; \quad X_{\text{L}} = j\omega L_{\text{K}}.$

b- sxema bo'yicha $L_{\text{K}} = \frac{X_{\text{K}}}{\omega}; \quad Q_{\text{K}} = \frac{X_{\text{K}}}{R_{\text{K}}},$ (3.1.15)

bu yerda: $\cos \varphi = \frac{U^2 - U_1^2 - U_2^2}{2U_1 U_2}; \quad I = \frac{U_2}{R_0}; \quad Z_{\text{K}} = \frac{U_1}{I};$

$R_{\text{K}} = Z_{\text{K}} \cos \varphi_{\text{K}}; \quad X_{\text{K}} = \sqrt{Z_{\text{K}}^2 - R_{\text{K}}^2}.$



3.1.7-rasm. Induktivlikni o'lchash ko'prigi sxemasi

3.1.7-rasmida induktivlikni parametrlarini o'lchash uchun mo'ljallangan o'zgaruvchan tok ko'prigining sxemasi keltirilgan. O'lchanilayotgan induktivlik ko'prigining birinchi yelkasiga ulangan deb faraz qilamiz. U holda R_1, L_1, Q larni aniqlaymiz. Bu yerda:

$Z_1 = R_1 + j\omega L_1; \quad Z_2 = R_2; \quad Z_3 = R_3;$

$Z_4 = \frac{R_4}{1 + j\omega C_4 R_4}.$

Ko'prik muvozanatlashganda:

$$R_1 + j\omega L_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4} (1 + j\omega C_4 R_4), \quad (3.1.16)$$

bundan
$$R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4}; \quad L_1 = R_2 R_3 C_4; \quad (3.1.17)$$

$$Q = \frac{\omega L_1}{R_1} = \omega R_4 C_4. \quad (3.1.18)$$

Afzalligi – yuqori aniqlikda oʻlchanadi. Kamchiligi – kichik asillik $Q = 1$ da muvozanatlashtirish qiyin, $Q < 0,5$ da muvozanatlashtirishga erishib boʻlmaydi. Kichik asilliklar uchun boshqacha sxema yechimi belgilanadi.

R , L , C parametrlarni oʻlchashda, yuqori aniqlikda natijalar olish uchun raqamli asboblarni oʻlchagichlar ham keng qoʻllaniladi.

7-Mab3y: Quvvat va elektr energiyani oʻlchash.

1. Bir fazali oʻzgaruvchan tok quvvatini oʻlchash.
2. Oʻzgaruvchan tok zanjirlarida energiyani oʻlchash.
3. Reaktiv quvvatni va energiyani oʻlchash.

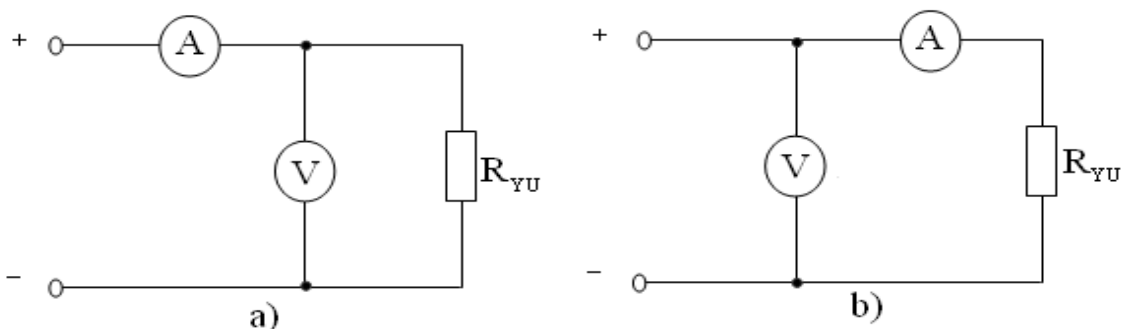
Bir fazali oʻzgaruvchan tok quvvatini oʻlchash

Oʻzgarmas tokda quvvat ifodasi $P = UI$ ga koʻra quvvatni **voltmetr** va **ampermetr** yordamida **bilvosita usul** bilan oʻlchash mumkin. Bu oʻlchashlarda **magnitoelektrik** tizimidagi volmetr va ampermetrni qoʻllash maqsadga muvofiq boʻladi.

3.2.1-rasmda oʻzgarmas tok zanjirida quvvatni oʻlchash uchun ampermetr va volmetrning **ikki xil ulanishi** sxemalari keltirilgan. Asboblarning sxemalarda ikki xil ulanishi oʻlchashlarda yoʻl qoʻyiladigan **uslubiy xatoliklar** bilan belgilanadi.

Quvvatni oʻlchashda, agarda yuklamaning qarshiligi volmetrning qarshiligiga nisbatan kichik boʻlsa 3.2.1,a-rasmdagi sxema va yuklamaning qarshiligi nisbatan katta boʻlsa 3.2.1,b-rasmdagi sxema qoʻllaniladi.

Ampermetr va volmetr usulining koʻrinishi soddaligiga qaramasdan quvvatni oʻlchashda kam qoʻllaniladi. Sababi, ushbu usulda ikki asbobning koʻrsatishini bir vaqtda sanab olishni va keyinchalik



3.2.1-rasm. Oʻzgarmas tok zanjirlarida quvvatni oʻlchash uchun asboblarning ulanishi sxemalari

quvvatni hisoblab chiqarish talab etiladi. Bu esa oʻlchash jarayonini murakkablashtiradi va oʻlchash natijasi aniqligi past boʻladi.

Oʻzgarmas va bir fazali oʻzgaruvchan tok zanjirlarida quvvatni oʻlchashda **elektrodinamik** va **ferrodinamik** vattmetrlar qoʻllaniladi. Laboratoriya amaliyotida asosan aniqlik sinfi 0,1; 0,2; 0,3 va 0,5 boʻlgan elektrodinamik vattmetrlar qoʻllaniladi. Sanoatda texnik oʻlchashlarda aniqlik sinfi 1,0; 1,5 va 2,5 boʻlgan ferrodinamik vattmetrlar keng qoʻllaniladi. Vattmetrlar bir diapazonli va koʻp diapazonli turda ishlab chiqariladi. Bir diapazonlikda asbobning shkalasi oʻlchanadigan kattalik qiymatlarida **graduivka qilingan** boʻladi (vatt, kilovatt va hokazo). Koʻp diapazonli asboblarni laboratoriyada qoʻllanilib

graduironka qilinmagan shkalaga ega bo'ladi. Bularni qo'llashdan oldin ma'lum nominal qiymatlar I_n va U_n hamda shkalaning bo'linmalari soni α_{shk} da bo'linmaning qiymatini S_n aniqlab olish kerak.

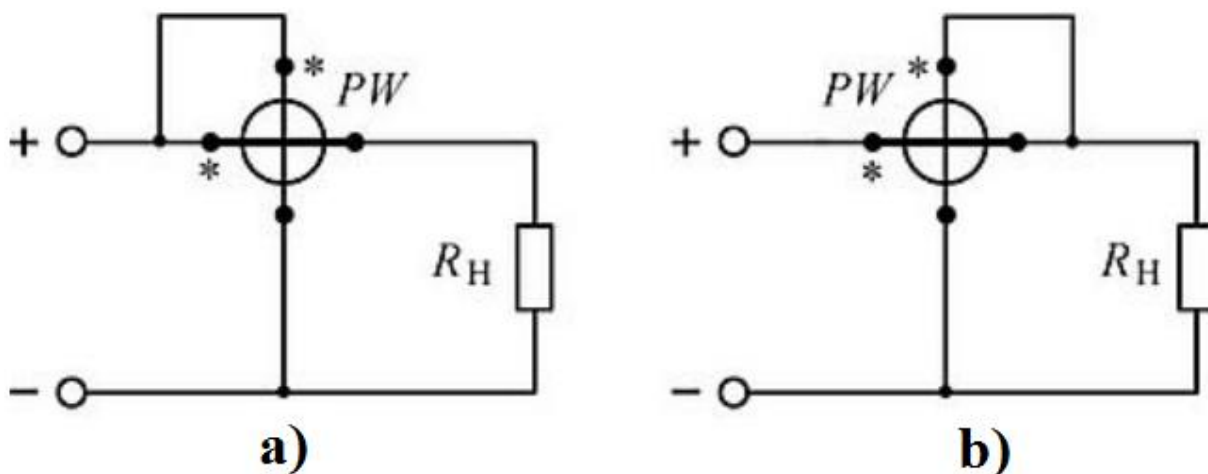
$$\tilde{N}_N = \frac{U_N I_N}{\alpha_{\text{shk}}} . \quad (3.2.1)$$

U holda vattmetr o'lchayotgan **quvvatning qiymati** quyidagicha topiladi:

$$P = C_N \alpha , \quad (3.2.2)$$

bu yerda, C_n - tanlab olingan diapazon uchun shkala bo'linmasining qiymati; α - shkaladan sanab olingan bo'linmalar soni.

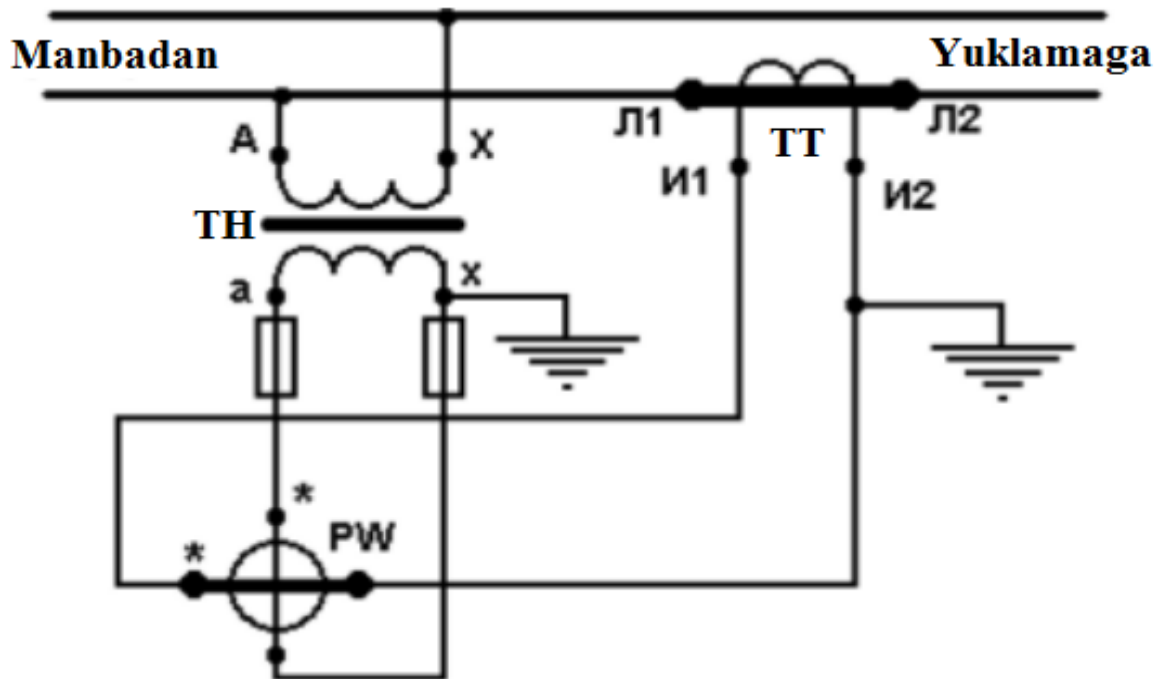
Elektrodinamik vattmetrlar **o'zgarmas tok** va **chastotasi bir necha ming gertsgacha** bo'lgan



3.2.2-rasm. Vattmetrning zanjirga ulanish sxemasi

o'zgaruvchan tok zanjirlarida quvvatni o'lchash uchun qo'llaniladi. Ferrodinamik vattmetrlar asosan **sanoat chastotasidagi** o'zgaruvchan tok zanjirlarida quvvatni o'lchash uchun qo'llaniladi.

3.2.2-rasmda vattmetrning zanjirga ulanish sxemalari keltirilgan. Bu yerda, 1- asbobning qo'zg'almas g'altagi bo'lib, yuklama zanjiriga ketma-ket ulanadi va vattmetrning **ketma-ket zanjiri** yoki **tok chulg'ami** deb yuritiladi; 2- asbobning qo'zg'aluvchan g'altagi bo'lib, yuklamaga parallel ulanadi va **parallel zanjir** yoki **kuchlanish chulg'ami** deb yuritiladi.



3.2.3-rasm. Vattmetrni o'lchash transformatorlari orqali bir fazali zanjirga ulanishi sxemasi

G'altaklarda **yulduzchalar** bilan belgilab qo'yilgan qismlari **generator qismlari** deyiladi. Tok chulg'aming generator qismasi manba tarafga ulanadi. Kuchlanish chulg'aming generator qismasi agarda yuklamaning qarshiligi nisbatan katta bo'lsa manba tarafga (3.2.2,a-rasm) va nisbatan kichik bo'lsa yuklama (3.2.2,b-rasm) tarafga ulanadi.

O'zgaruvchan tok zanjirlarida vattmetrlarning barcha qo'llanishida o'lchash dapazonini kengaytirish uchun tok va kuchlanish **o'lchash transformatorlaridan** foydalaniladi.

3.2.3-rasmda vattmetrni tok o'lchash transformatori orqali ulanishi sxemasi keltirilgan. bu yerda o'lchanilayotgan quvvatning qiymati quyidagi ifoda yordamida topiladi:

$$P = P_w \cdot K_I \cdot K_U \quad (3.2.3)$$

bu yerda, P_w - vattmetrning ko'rsatishi;

K_I ; K_U - tok va kuchlanish transformatorlarining transformatsiya koeffitsienti.

O'zgaruvchan tok zanjirlarida elektr energiya miqdorini o'lchash

Zanjirga har qanday sinusoidal o'zgaruvchan tok I berilganda U kuchlanish ta'sirida t vaqtda

$A = \int_0^t u i dt$ ish bajariladi, bu ish miqdor jixatidan kuchlanish, tok va vaqtning ko'paytmasiga teng. Bu ishning

intensivligi $p = u \cdot i$ ko'paytmaga bog'liq, bu p - kattalik manbadan zanjirga kelayotgan quvvatning oniy qiymati deb ataladi.

Agar $u = U_m \sin \omega t$ va $i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$ bo'lsa, $P = U \cdot I \cos \varphi - U \cdot I \cos(2\omega t - \varphi)$ bo'ladi, ya'ni oniy quvvat ikkita tashkil etuvchidan iborat bo'lib, ulardan birinchisi vaqt ga bog'liq bo'lmay, ikkinchisi vaqt ichida miqdori va yo'nalishi bo'yicha ikkilangan chastota (2ω) bilan o'zgaradi.

Manbadan kelayotgan energiya quvvati T davr ichida o'zining o'rtacha qiymati atrofida bo'ladi, bu qiymat son jixatidan quyidagiga teng, ya'ni: $P = UI \cos \varphi$ bu ifoda sinusoidal tok zanjirining aktiv (foydali) quvvati deb ataladi. XBT (SI) da aktiv quvvat birligi qilib $[Vt]$ qabul qilingan, bundan tashqari $1 \text{ mVt} = 10^6 \text{ Vt}$; $1 \text{ kVt} = 10^3 \text{ Vt}$. lar ham ishlatiladi.

$\cos \varphi$ -quvvat koeffitsienti deyiladi va bu kattalik amalda $\cos \varphi < 1$ bo'ladi, chunki zanjirda doimo L va C elementlari bo'ladi.

Sinusoidal tok zanjirlarining quvvati ko'p hollarda to'la quvvat deb ataladigan miqdordan kichik bo'ladi.

To'la quvvat energetik qurilmalarning ishlatilish vaqtida kuchlanish va tok bo'yicha bera oladigan nominal qiymatlarini ifodalaydi:

$$S=U \cdot I \text{ (BA), (kBA), (MBA).}$$

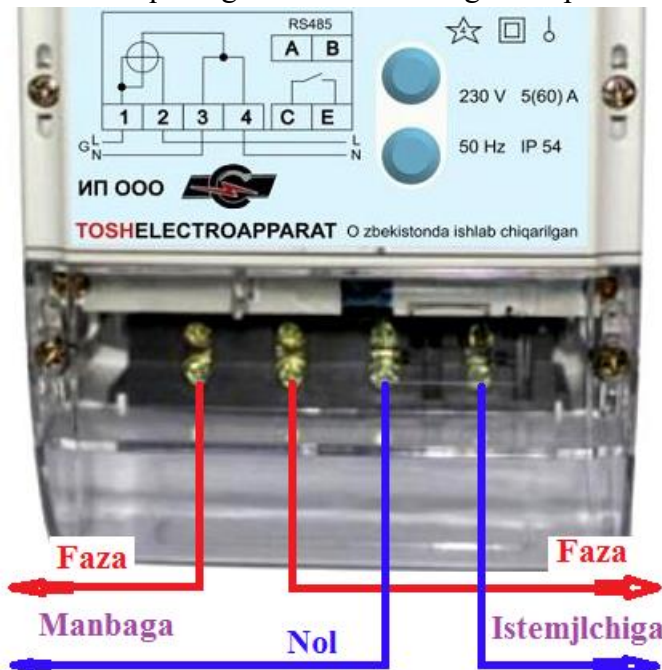
Zanjirdagi foydali ishni tokning fakat bir qismigina bajaradi, ya'ni $I_g = I \cos \varphi$ ga teng bo'lgan tokning aktiv tashkil etuvchisi. Tokning reaktiv tashkil etuvchisi $I_b = I \sin \varphi$ elektr va magnit maydonini hosil qilish uchun sarf bo'lib, ularning energiyasi L va C elementlarida davriy ravishda yig'ilib, yana manbaga qaytariladi. SHu sababli reaktiv quvvat tushunchasi kiritilib, u son jixatdan $Q = U I \sin \varphi$ ga teng.

O'lchash birligi XBT (SI) da: (Var) (kVar) (Mvar).

R, L, C elementlar ketma ket ulangan zanjirlar uchun quyidagilarni yozish mumkin: $P = U I \cos \varphi = U_R I = I^2 R$ $Q = U I \sin \varphi = U_X I = I^2 X$ $S = UI = I^2 Z$;

Dastlab o'zgaruvchan tok zanjirlarida aktiv energiyani o'lchash uchun induksion mexanizmlari hisoblagichlar qo'llanilgan. Hozirda esa raqamli (elektron) hisoblagichlar qo'llanilmoqda. Ularni tarmoqqa ulanishi avvalgi induksion hisoblagichlarni ulanishidan deyarli farq qilmaydi.

Yuqoridagi boblarda keltirilgan ko'p funksiyali elektron hisoblagichlar aktiv energiyani to'g'ri va



teskari yo'nalishda, shuningdek hisoblagichni teskari ravishda ulash orqali iste'mol qilingan elektr energiyasini ham (o'g'irlash imkoniyatini yo'qotish maqsadida) har bir amaldagi tarif uchun va ortib borish tartibida barcha tariflar yig'indisini ham hisoblab boradi.

Bir fazali elektr zanjirlarda elektr energiya miqdorini o'lchash uchun ko'p funksiyali elektron hisoblagichni nominal kuchlanishli elektr tarmog'iga ulash tegishli tartibda, ya'ni hisoblagichning oldi tomonida keltirilgan sxema bo'yicha ulash kerak bo'ladi (3.2.4-rasm). Hisoblagichni o'rnatayotganda simni (kabelni) izolyatsiyasidan taxminan 20-23 mm gacha tozalash kerak. Simning kesilgan qismi tekis, egilmagan bo'lishi kerak. Simni diametri yuklamaga qarab tanlanadi, o'rta hisobda 4-9mm. Simlarni kontakt qisqichlariga bir-biri bilan kesishmagan holda joylashtiriladi.

Kontakt qisqichlarga simning izolyatsiya qilingan joyini kirib qolishi va simning izolyatsiyasi olingan qismini qisqichlardan tashqariga chiqib qolishiga ruhsat berilmaydi. Avval kontakt

3.2.4 - rasm. TE71 rusumli hisoblagichni tarmoqqa ulash

qisqichning yuqori vintini mahkamlanadi. Bir oz burish bilan simning qisilganligiga ishonch hosil qilgach, pastki vintni mahkam burab qotiriladi.

Ulanishni to'g'riligi yana bir bor ko'zdan kechirgandan so'ng nominal kuchlanishli manbaiga ulab, elektr hisoblagichni ishchi holatlarini tekshirib ko'riladi. Kontakt qisqichlarning qopqog'i tegishli vintlar bilan qotiriladi va elektr energiya ta'minoti korxonasi tomonidan muxrlandi.

Hisoblagichni o'rnatish, ulash va ekspluatatsiya qilish elektr qurilmalarni texnik ishlatish bo'yicha amaldagi qoidalarga (PTE), elektr qurilmalarni o'rnatish qoidalari (PUE) va havfsizlik texnikasi qoidalariga (PTB) muvofiq amalga oshirilishi kerak.

Hisoblagichni o'rnatadigan, ulaydigan yoki unga hizmat ko'rsatadigan mutahassis havfsizlik texnikasi bo'yicha yo'riqnoma bilan tanishtirilishi va uchinchi darajadan kam bo'lmagan elektr havfsizlik bo'yicha malakaviy guruhga ega bo'lishi kerak.

O'rnatish, demontaj qilish va muxrlash faqat ushbu ishlarni amalga oshirish uchun tegishli ruhsatga ega bo'lgan vakolatli tashkilotlar va zarur malakaga ega shaxslar tomonidan amalga oshirishi kerak.

Hisoblagichni o'lchash zanjirlariga, impulsli chiqish qisqichlariga va boshqa yarim o'tkazgichli relelarga ulash faqat kuchlanish o'chirilgan xolda amalga oshiriladi, bunda kuchlanishni tasodifiy ulanib qolishini oldini olish bo'yicha zarur choralarni qo'rilgan bo'lishi kerak.

Hisoblagichning ishdan chiqishiga va hodimlarni elektr tokidan shikastlanishiga yo'l qo'ymaslik uchun quyidagilar **taqiqlanadi**:

- Hisoblagichga boshqa predmetlarni qo'yish yoki osib qo'yish, hisoblagichni korpusiga va birlashtirilgan qurilmalariga

zarba berish;

- Kuchlanish va tok oqimi mavjud bo'lganda hisoblagichni o'rnatish va demontaj qilish;
- Faza va neytral (nol)simning noto'g'ri ulash.

Hisoblagichni o'rnatishdan avval zarur bo'lgan **qoidalar**:

- hisoblagichni tashqi qismlarini ko'zdan kechirish bilan, undagi muxrni buzilmaganligiga va tashqi qismlarida mexanik shikastlanishlar yo'qligiga ishonch hosil qilish kerak;
- hisoblagichni hisobga olish nuqtasida (o'rnatilgan joyida) nominal kuchlanish qiymatlari (220-230V) va tarmoqdagi tokning qiymati (60A dan oshmasligi) nominal qiymatlarga muvofik kelishi kerak.

Hisoblagichni tarmoqqa ulashda ishlatiladigan simning ko'ndalang kesim yuzasi va materialini hisoblagich orqali o'tayotgan tok tufayli simning va ulash kontaktlarining qizib ketishini oldini olgan holda tanlash lozim.

Reaktiv quvvat va reaktiv energiyani o'lchash

Reaktiv quvvat elektr uzatish tarmoqlarida qo'shimcha yo'qotishlarga olib keladi, ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasini va elektr tizimlarni ekspluatatsiyasini narxini oshiradi. Shu sababdan o'zgaruvchan tok zanjirlarida aktiv quvvatni o'lchash bilan bir qatorda reaktiv quvvatni o'lchash ham katta ahamiyatga ega.

Reaktiv quvvat Q volt-ampperlarda o'lchanadi (var). Reaktiv quvvat bir fazali zanjirlarda va uch fazali uch simli hamda to'rt simli zanjirlarda aniqlanishi mumkin.

Bir fazali zanjirlarda reaktiv quvvatni asosan laboratoriya tadqiqotlarida o'lchanadi. Reaktiv quvvat amaliyotda uch simli va to'rt simli uch fazali zanjirlarlarda o'lchanadi. Uch fazali zanjirlarda reaktiv quvvat oddiy bir fazali vattmetrlarni maxsus sxemalar yordamida ulab aniqlanishi mumkin. Bu yerda ham bir, ikki va uch asbob usulidan foydalaniladi. Bundan tashqari uch fazali zanjirlarlarda ikki yoki uch elementli elektrodinamik yoki ferrodinamik varmetrlar qo'llaniladi. Bularning elementlarini ulanishi xuddi maxsus sxemalarda vattmetrlarni ulanishi kabi amalga oshiriladi.

Reaktiv energiyani ham xuddi reaktiv quvvatni o'lchagandagidek hisoblagichlarni ulab, o'lchash mumkin. Ammo uch fazali zanjirlarda reaktiv energiyani o'lchash uchun uch fazali maxsus reaktiv hisoblagichdan foydalaniladi.

Hammamizga ma'lum bo'lgan reaktiv elektr energiyasi haqidagi tushunchaning murakkabligini hisobga olgan holda, birinchi navbatda aktiv va reaktiv energiya o'rtasidagi farqlarni batafsil tahlil qilamiz. Reaktiv energiya faqat o'zgaruvchan tok tarmoqlarida namoyon bo'lishini anglashdan boshlash kerak. O'zgarmas tok zanjirlarida reaktiv energiya mavjud emas.

Ishlab chiqarilgan o'zgaruvchan tok iste'molchiga bir qator transformatorlar orqali etkazib beriladi, ular bir-birlari bilan elektr bog'lanmagan yuqori va past kuchlanishli chulg'amlardan iborat. Elektr energiyasi elektromagnit maydon yordamida yaxshi dielektrik bo'lgan havo orqali uzatiladi. Uning tarkibiy qismi-transformatorning chulg'amlaridan birida paydo bo'ladigan o'zgaruvchan magnit maydon, doimiy ravishda birinchisidan to'g'ridan-to'g'ri elektr aloqasiga ega bo'lmagan boshqa chulg'amni kesib o'tadi va uning chulg'amlarida elektr yurituvchi kuchni keltirib chiqaradi.

Zamonaviy transformatorlarning frydali ish koeffitsenti juda yuqori, shuning uchun elektr energiya isrofi juda kichik bo'ladi. Birlamchi chulg'amdagi quvvat kamaymasdan to'laligicha ikkilamchi chulg'amga o'tadi deyish mumkin. Xuddi shu jarayon kondesatorlarda ham bo'ladi, faqat bu yerda elektr maydoni tufayli bo'ladi.

O'zgaruvchan tok zanjirlarida induktivlik va sig'im (kondesator) elementlari energiya to'plovchi element hisoblanadi, ular davriy ravishda o'zida energiya to'playdi va

uni tashqariga beradi. Bu jarayonda aktiv energiya oqimiga halaqit beradi. SHu halaqit beruvchi kuchni payda qilayotgan energiyani reaktiv energiya deyish mumkin. Reaktiv quvvat (energiya) elektr energetika tizimidagi sezilarli darajadagi energiya isrofiga sabab bo'ladi. SHuning uchun ham reaktiv energiya



**3.2.5 - rasm. C3T3p-01-22-01
rusumli hisoblagichni tashqi
ko'rinishi**

miqdorini hisobga olish o'lchash muhim ishlardan hisoblanadi.

Yuqoridagi boblarda ko'rsatilgan (masalan: TE71 rusumli) hisoblagichlar bilan aktiv va reaktiv energiyani o'lchash mumkin. Lekin ba'zi reaktiv energiya manbalari ko'p bo'lishi mumkin bo'lgan joylarda reaktiv energiyani o'lchash uchun alohida reaktiv energiya hisoblagichlari o'rnatiladi. Xuddi shunday faqat reaktiv energiya miqdorini o'lchashga mo'ljallangan hisoblagich sifatida CЭT3p-01-22-01 rusumli hisoblagichni ko'rsatish mumkin (3.2.4-rasm). Ushbu hisoblagichlar ham tarmoqqa xuddi aktiv energiya hisoblagichlari kabi ulanadi.

8-Mab3y: Uch fazali zanjir parametrlarini o'lchash

1. Uch fazali zanjirda aktiv va reaktiv quvvatni o'lchash.
2. Uch fazali zanjirda aktiv va reaktiv energiya miqdorini o'lchash.
3. Fazalar siljishini o'lchash. Chastotani o'lchash.

Uch fazali zanjirda quvvatni o'lchash

Bizga elektrotexnikaning nazariy asoslari fanidan ma'lumki uch fazali elektr zanjirlari uchun aktiv quvvatning formulasi umumiy holda (nosimmetrik yuklama) quyidagicha yoziladi:

$$R = R_A + R_B + R_C = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B$$

$$I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C, \quad (3.2.4)$$

agarda simmetrik yuklama bo'lsa:

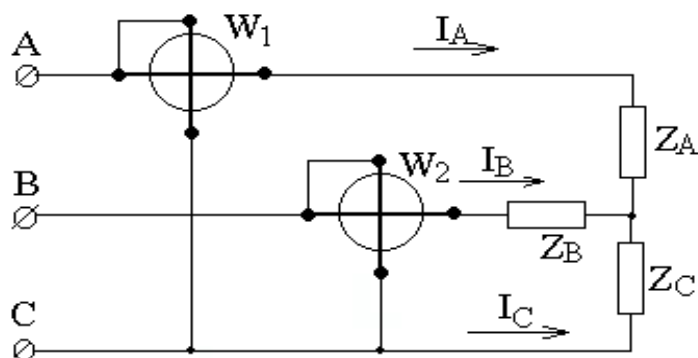
$$R = 3R_\phi \quad \text{chunki} \quad R_A = R_B = R_C. \quad (3.2.5)$$

Bundan ko'rinadiki **simmetrik yuklamali** uch fazali elektr zanjirlarida bitta vattmetr bilan har qanday fazasi quvvati o'lchanib uchlansa uch fazali zanjir quvvati topiladi. Buni **bitta vattmetr usuli** deyiladi. 3.2.4-rasmda iste'molchilari yulduz ulangan sxema keltirilgan.

Ko'p hollarda neytral nuqtaga yoki uchburchakning tomonlariga vattmetrni ulashga mumkin bo'lmay qoladi. Bunday hollarda vattmetr **sun'iy neytral nuqta** orqali ulanadi. Uch fazali zanjirning quvvatini aniqlash uchun vattmetr ko'rsatgan **quvvat R_w uchga ko'paytiriladi.**

$$R = 3R_w. \quad (3.2.6)$$

Nosimmetrik yuklamali uch fazali zanjirlarda aktiv quvvatni o'lchash uchun: uch simli bo'lsa **ikkita vattmetr usuli**; to'rt simli bo'lsa **uchta vattmetr usuli** qo'llaniladi. Ikkita vattmetr qo'llash usulini sxemasi 3.2.5-rasmda keltirilgan.



3.2.5-rasm. Nosimmetrik yuklamali uch simli uch fazali zanjirdagi aktiv quvvatni o'lchash

Ikkita vattmetrli sxemalarda aktiv quvvat vattmetrlarni ko'rsatishlari R_{w1} va R_{w2} ning **algebraik yig'indisiga** teng bo'ladi:

$$R = R_{w1} + R_{w2}. \quad (3.2.7)$$

Bu ifodani to'g'riligini isbotlash uchun 3.2.6-rasmda keltirilgan 3.2.5-rasm sxemasining vektor diagrammasidan foydalanamiz. Yuklamalarni simmetrik deb faraz qilamiz va vattmetrlar quvvatlari uchun quyidagi ifodalarni hosil qilamiz:

$$R_{w1} = U_{AC} I_A \cos(30^\circ - \varphi) = U_L I_L \cos(30^\circ - \varphi), \quad (3.2.8)$$

$$R_{w2} = U_{BC} I_B \cos(30^\circ + \varphi) = U_L I_L \cos(30^\circ + \varphi). \quad (3.2.9)$$

Bu formulani (3.2.7) ga qo'yamiz:

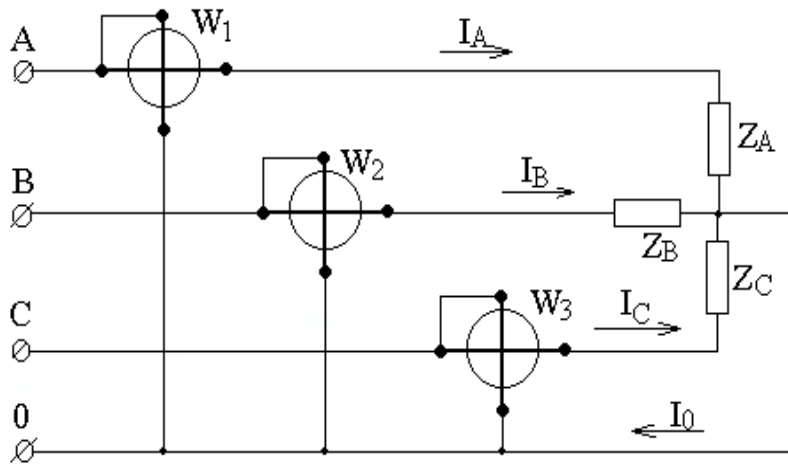
$$R=R_{w1}+R_{w2}=U_L I_L \cos(30^\circ-\varphi)+U_L I_L \cos(30^\circ+\varphi),$$

Bundan $R=U_L I_L 2 \cos 30^\circ \cos \varphi$, yoki $R=\sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi$,

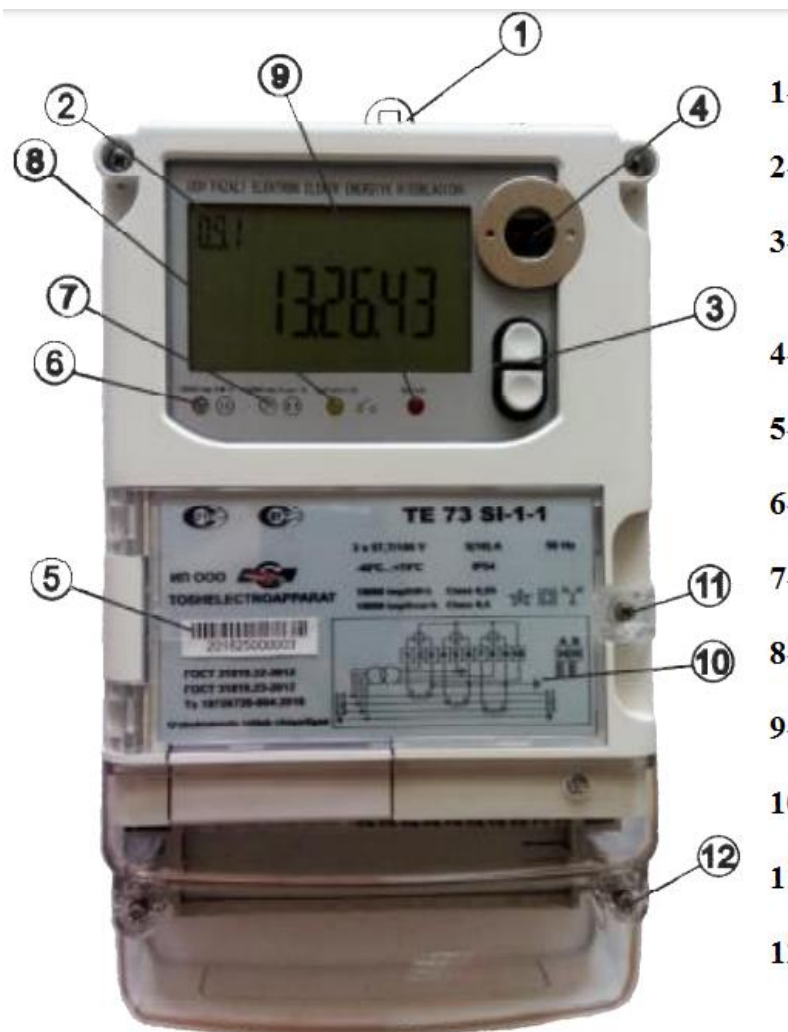
Ya'ni

$$R=R_{w1}+R_{w2}=\sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi. \quad (3.2.10)$$

SHunday qilib vattmetrlar ko'rsatishlari algebraik yig'indisi uch fazali zanjir quvvati ekan. (3.2.10) ifodaning tahlilidan ko'rinib turibdiki, har bir vattmetrning ko'rsatishi faza siljish burchagi φ ning qiymati va ishorasiga qarab **manfiy** yoki **musbat** bo'lishi mumkin. Bundan tashqari $\varphi=+60^\circ$ bo'lganda R_{w2} , $\varphi=-60^\circ$ bo'lganda R_{w1} qiymatlari **nolga** teng bo'ladi. $\varphi=0$ bo'lganda, ya'ni yuklama aktiv qarshilik bo'lganda W_1 va W_2 vattmetrlarning ko'rsatishlari **bir xil** bo'ladi.



3.2.6-rasm. Nosimmetrik yuklamali to'rt simli uch fazali zanjirda aktiv quvvatni o'lchash sxemasi



1--Mahkamlagich

2--Suyuq kristalli display

3--Ko'rsatish oynasini almashtirish tugmalari

4--Optik port (Optoport)

5--Seriya raqami

6--"1000 imp/kWmin" ko'rsatkichi

7--"10000 p/kvar min" ko'rsatkichi

8--"Ogohlantirish" ko'rsatkichi

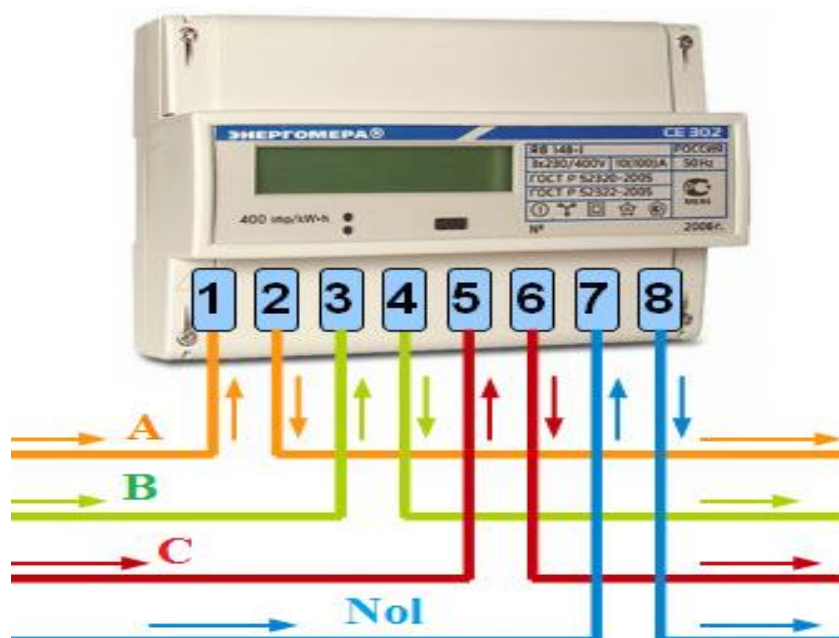
9--"Quvvat" ko'rsatkichi

10--Ulanish sxemasi

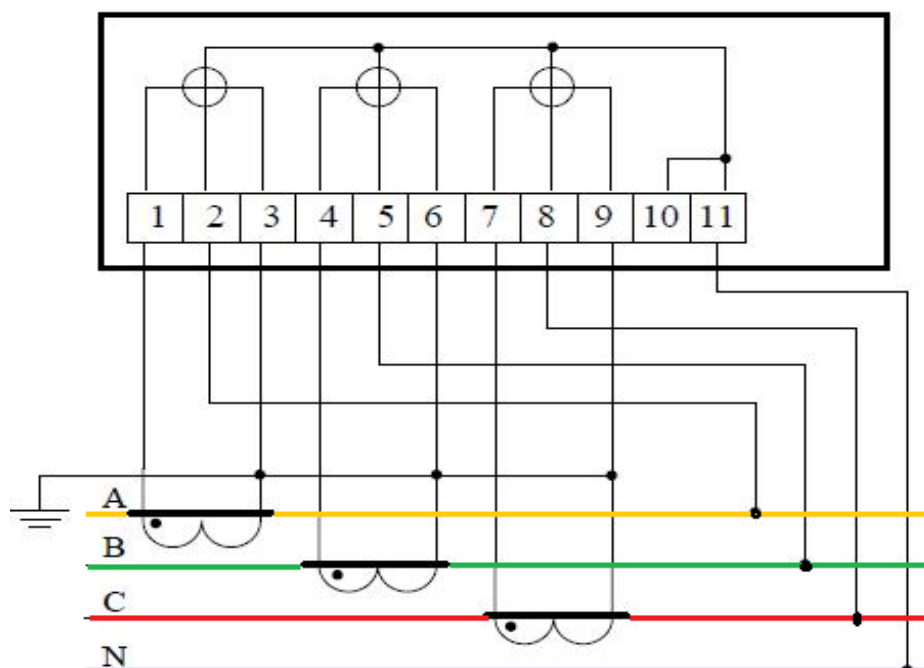
11--Aloqa moduli

12--kontakt qisqichlarining qopqog'i

3.2.8 - rasm. Uch fazali elektron hisoblagichning tashqi ko'rinishi



3.2.9 - rasm. Uch fazali elektron hisoblagichni tarmoqqa bevosita ulash sxemasi



3.2.10 - rasm. Uch fazali hisoblagichni tok transformatorlari orqali tarmoqqa ulash sxemasi

keltirilgan. Bu usulda zanjir quvvati uchta vattmetrning ko'rsatishlarini arifmetik yig'indisiga teng bo'ladi.

$$R = R_{w1} + R_{w2} + R_{w3}. \quad (3.2.11)$$

Amalda uch simli uch fazali zanjirlarda ikki elementli va to'rt simli zanjirlarda uch elementli vattmetrlar qo'llaniladi. Bu vattmetrlarni elementlarini zanjirga ulanishi xuddi alohida-alohida ulangan bir fazali vattmetrlar ulanish kabi bo'ladi.

Uch fazali zanjirda elektr energiya miqdorini o'lchash

Bizga ma'lumki, sarflangan energiya zanjirdagi tok kuchi, kuchlanish va vaktning ko'paytmasiga teng, ya'ni: $W = U \cdot I \cdot t = P \cdot t$

Uch fazali tok zanjirida sarflangan energiya mikdori o'lchash uchun, xar bir

fazadagi energiya miqdorini o'lchash kerak, ya'ni:

$$W_A = P_A \cdot t \quad W_V = P_V \cdot t \quad W_S = P_S \cdot t$$

Uch fazali tok zanjiri uchun sarflangan energiyani quyidagicha ifodalan mumkin:

$$W_{uch} = (R_A + R_V + R_S)t = P_{uch} \cdot t$$

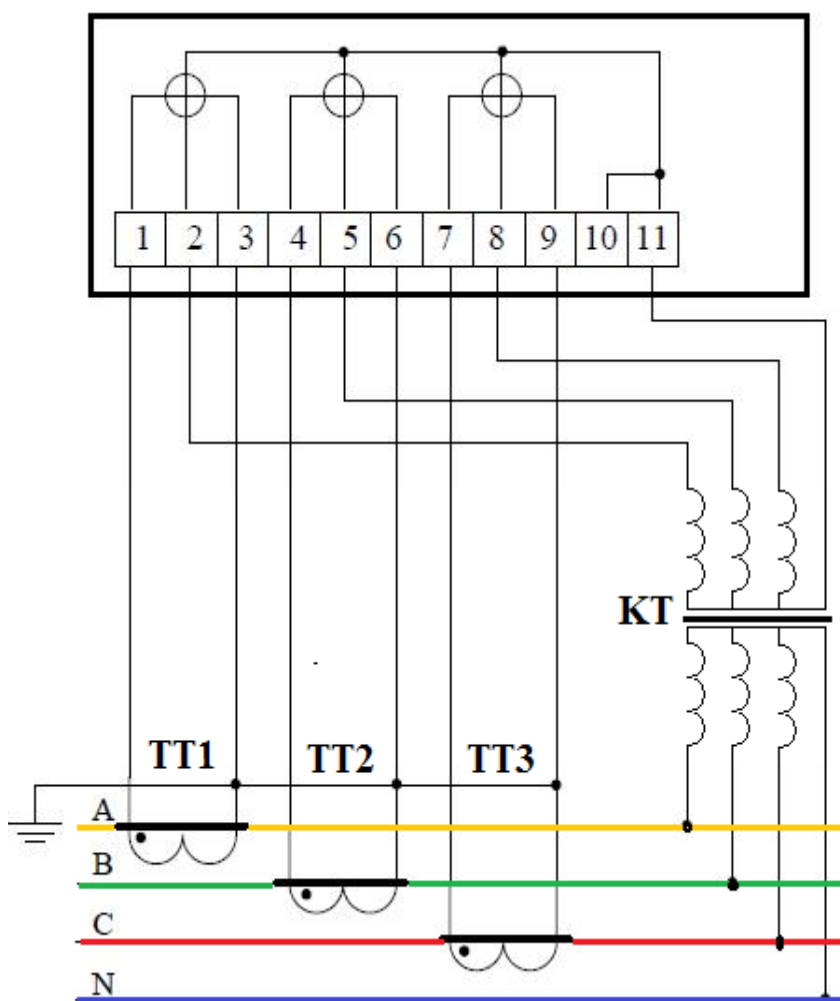
Demak uch fazali tok zanjiridagi sarflangan energiya miqdori zanjirning aktiv quvvatini vaktga ko'paytmasiga teng.

Sanoatimizda uch fazali tok zanjiridagi sarflangan energiyani bevosita o'lchash uchun uch fazali elektron hisoblagichlar ishlab chikariladi. Uch fazali zanjirlardagi elektr energiya miqdorini o'lchashda turli hildagi elektr hisoblagichlardan foydalaniladi, ularning ko'rinishi har xil bo'lgan bilan ishlash printsipli va tarmoqqa ulanish sxemasi bir xil bo'ladi.

Uch fazali ko'p funksiyali elektron hisoblagichning tashqi ko'rinishi 3.2.8-rasmda keltirilgan bo'lib, unda hisoblagichning tashqi elementlarning funksiyalari ham ko'rsatilgan.

Uch fazali TE73 rusumidagi ko'p funksiyali hisoblagichlar aktiv va reaktiv elektr energiyasini o'lchash uchun mo'ljallangan. Hisoblagichlardan elektr energiyasi iste'molini nazorat qilish va iste'mol qilingan energiya uchun tijorat hisob-kitoblari uchun ma'lumotlarni tayyorlash, avtomatlashtirilgan nazorat va hisobga olish tizimida, buxgalteriya ma'lumotlarini yig'ish va masofadan boshqarishda ham foydalanish mumkin.

Past kuchlanishli elektr tarmoqlariga uch fazali elektr hisoblagichlar bevosita, ya'ni to'g'ridan to'g'ri ulanadi (3.2.9 - rasm). Bunda elektr hisoblagichni texnik xususiyatlaridan kelib chiqib, yuklama tokining hisoblagich nominal (maksimal) tokidan oshib ketmasligi hisobga olinadi. Agar yuklama tokining qiymati hisoblagichning nominal tokidan ortiq bo'lsa, u holda elektr hisoblagich tarmoqqa tok transformatorlari orqali ulanadi.



3.2.11 - rasm. Uch fazali hisoblagichni yuqori kuchlanishli tarmoqqa ulash sxemasi

9-Маъзй: Noelektr kattaliklarni o'lchash

1. Noelektr kattaliklarni o'lchash haqida ma'lumotlar.
2. Noelektr kattaliklar o'lchash o'zgartkichlarining tavsiflari.
3. Noelektr kattaliklar o'lchash o'zgartkichlarining qo'llanilishi.

Noelektr kattaliklarni o'lchash haqida ma'lumotlar

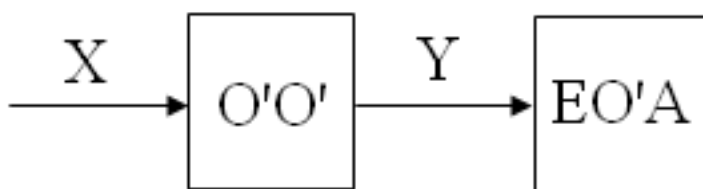
Ilmiy tadqiqotlarda, texnologik jarayonlarda, yangi mashina va apparatlarni yaratish va ularni sozlash hamda ishlatish jarayonida ko'pgina noelektr kattaliklarni elektr usulida o'lchashga to'g'ri keladi.

Noelektr kattaliklar bo'lmish mexanik, issiqlik va boshqa kattaliklarni o'lchash uchun xizmat qiluvchi elektr asboblari va usullari bir qancha afzalliklarga ega. Ular noelektr kattaliklarning qiymatinigina emas, balki ularning sifatini ham aniqlash, o'lchash va belgilash imkonini beradi.

Elektr o'lchash usullari va asboblarning afzalliklariga asbob sezgirligini katta oraliqda osongina o'zgartirish; juda tez hamda juda sekin o'tuvchi jarayonlarni o'lchash va yozib olish mumkinligi; olisda turib o'lchash va o'lchash natijalarini olish masofaga uzatish mumkinligi; noelektr asboblardan o'lchash mumkin bo'lmagan joylardagi kattaliklarni o'lchash va uzatish mumkinligi; o'lchash natijalarini markazlashtirish va o'lchash ob'ektiga qaytadan avtomatik ravishda ta'sir etish imkoniyati va boshqalarni kiritish mumkin.

Hozirgi vaqtda noelektr kattaliklarni o'lchash axborot-o'lchash texnikasining kattagina sohasini tashkil etadi, bu kattaliklarni o'lchash uchun kerak bo'ladigan asboblarni ishlab chiqarish esa asbobsozlik sanoatining yirik tarmog'iga aylangan. Noelektr kattaliklarni o'lchaydigan elektr asboblardan elektr kattaliklarni o'lchaydigan asboblardan farq qiladi. Ularning tarkibida noelektr kattaliklar (temperatura, bosim, siljish, tezlik, tezlanish, sath, sarf va boshqalar) ni elektr kattaliklar (tok, kuchlanish, quvvat) ga yoki elektr parametrlari (qarshilik, induktivlik, sig'im, magnit qarshiligi va boshqalar) ga aylantirib beruvchi bir yoki bir nechta o'lchash o'zgartkichlari bo'ladi. O'lchash o'zgartkichini, odatda, **datchik** deb ataladi.

3.4.1-rasmda noelektr kattalikni elektr usulida o'lchashning oddiy struktura sxemasi ko'rsatilgan. O'lchanadigan noelektr kattalik X o'lchash o'zgartkichi ($O'O'$) ning kirishiga beriladi. O'lchash o'zgartkichining chiqishidagi elektr kattalik U elektr o'lchash asbobi ($EO'A$) yordamida bevosita va yoki bilvosita usullarda o'lchanadi. Elektr o'lchash asbobining shkalasi o'lchanadigan noelektr kattalik birligida



3.4.1-rasm. Noelektr kattalikni o'lchaydigan asbobning struktura sxemasi

darajalanadi, bu esa o'lchashni tezlatadi va o'lchash xatoligini kamaytiradi.

3.4.2. Noelektr kattaliklar o'lchash o'zgartkichlarining tavsiflari

Noelektr kattaliklar o'lchash o'zgartkichlarini baholashda va solishtirishda quyidagi asosiy tavsiflar inobatga olinadi:

1. O'zgartish funksiyasining vaqtga nisbatan o'zgarmasligi- barqarorligi. Bu yerda vaqt o'tishi bilan o'zgartish funksiyasini o'zgarishi natijasida gradirovkani qayta qilish kerak bo'ladi, ba'zi hollarda buning imkoni bo'lmaydi.

2. O'zgartish funksiyasining turi. O'lchash o'zgartkichining chiqish U kattaligining kirish X kattaligiga bog'liqligi umumiy holda $U=F(X)$ o'zgartish tenglamasi bilan ifodalanadi. Odatda bu bog'lanishning xarakteri chiziqli bo'lishi maqsadga muvofiq bo'ladi. O'zgartish funksiyasining ko'p ma'noligi yoki uzilishi ushbu o'lchash o'zgartkichining o'lchanayotgan kattalikning shu oraliqda o'zgarishi uchun yaroqsizligini ko'rsatadi.

3. Xatolik va sezgirlik. Bu yerda asosiy va qo'shimcha xatoliklar nazarda tutiladi.

4. O'lchanayotgan kattalikka o'zgartkichning qayta ta'siri. Masalan, termorezistor qarshiligini bilish uchun undan tok o'tkazish kerak. Tok esa termorezistorni qizdiradi va natijada o'lchanayotgan atrof-muhit temperaturasini kuchaytiradi. Qayta ta'sir shu holat bilan xarakterlanadi. Qayta ta'sirni amaliyotda inobatga olish qiyin, shu sababdan uni minimumga keltirishga intilinadi.

5. O'zgartkichning dinamik xossasi. O'lchash o'zgartkichiga kiruvchi kattalikning o'zgarishi o'zgartkichda o'tish jarayonini hosil qiladi. O'tish jarayoni inertsia sifatida namoyon bo'ladi, ko'pincha bu jarayonni o'zgartkichning reaksiyasini kiruvchi kattalikning o'zgarishiga kechikishi deyiladi.

Ko'rib chiqilganlardan tashqari o'lchash o'zgartkichini baholashda yana qator ko'rsatkichlar inobatga olinadi: tashqi faktorlarning ta'siri, o'ta yuklamalarga chidamliligi, gabariti, massasi, narxi, ishonchliligi va sh.k.

Ishlashiga qarab barcha o'lchash o'zgartkichlarini **parametrli** yoki **generatorli** turlariga ajratish mumkin. Agar noelektr kattalik o'lchash o'zgartkichida R , L yoki C elektr parametrlardan birortasiga

almashtirilsa, u holda o'zgartkich parametrli, agar noelektr kattalik EYuK ga aylantirilsa generatorli o'zgartkich deyiladi.

Parametrli o'zgartkichlar ishlash printsiplariga qarab quyidagi guruhlariga bo'lindi:

1. Tenzoo'zgartkichlar (tenzorezistorlar). Ularning ish printsiipi deformatsiyalangan o'tkazgich yoki yarimo'tkazgich qarshiligining o'zgarishiga asoslangan.

2. Termistorli o'zgartkichlar – bu termosezuvchan (temperatu-rani sezadigan) rezistordir. Uning qarshiligi muhitning harakatiga yoki issiqlikning tarqalish sharoitiga bog'liq bo'lib, undan gazlarning harakat tezligini, gazlarning tarkibi va hokazo, parametrlarni o'lchash uchun ishlatiladi.

3. Reostatli o'zgartkichlar – ularning ish printsiipi reostat qarshiligining harakatchan kontakt holatiga asoslangan bo'lib, suyuqlikning hajmi va sathini liniya va burchak ko'chishlarni va hokazo parametrlarni o'lchash uchun qo'llaniladi.

4. Induktiv o'zgartkichlar – ularning ish printsiipi g'altak magnit maydonining o'zgarishiga, ferromagnit o'zakning ko'chishiga asoslangan bo'lib, mexanik kuchlanishlarni, bosimlarni, liniya va burchak ko'chishlarni o'lchash uchun qo'llaniladi.

5. Sig'imli o'zgartkichlar – ularning ish printsiipi o'lchanayot-gan kattalik ta'sirida o'zgartkich sig'imining o'zgarishiga asoslangan bo'lib, mexanik ko'chishlarni, bosim, namlik, modda miqdori, liniya va burchak ko'chishlarni o'lchashda foydalaniladi.

6. Fotorezistorli o'zgartkichlar – ularning ish printsiipi o'zgartkichga tushayotgan yorug'likning intensivligiga asoslangan bo'lib, temperatura, suyuqlikning hamda gazli muhitning shaffofligi va xiraligini o'lchashda qo'llaniladi.

Generatorli o'zgartkichlar ish printsiipi bo'yicha quyidagi guruhlariga bo'linadi:

1. Termoelektrik o'zgartkichlar – ularni **termoparalar** deb ham ataladi. Termoparaning ishchi uchlari qizdirilganda erkin uchlari termoelektr yurituvchi kuch (termo EYuK) hosil bo'ladi. Bu EYuK ishchi uchlarning temperaturasiga proporsional bo'lgani uchun termoparalar temperaturani o'lchashda ishlatiladi.

2. Taxogeneratorlar aylanish tezligini unga proporsional EYuK ga o'zgartirib beradi. Amalda magnitoelektrik va induksion taxogeneratorlar keng qo'llaniladi.

3. Pezoelektrik o'zgartkichlar – ularning ish printsiipi ba'zi kristallarda mexanik kuch ta'sirida EYuK ning vujudga kelishiga asoslangan: kuchlarni, bosimlarni va kichik chastotali tebranishlarning amplitudalarini o'lchashda qo'llaniladi.

4. Fotoelektrik o'zgartkichlar (quyoshli fotoelement) – ularning ish printsiipi ba'zi yarimo'tkazgichlarning yorug'lik ta'sirida EYuK ni vujudga keltirishiga asoslangan bo'lib, har xil elektr tuzilishlarda, kosmik kemalarda tok manbai sifatida ishlatiladi.

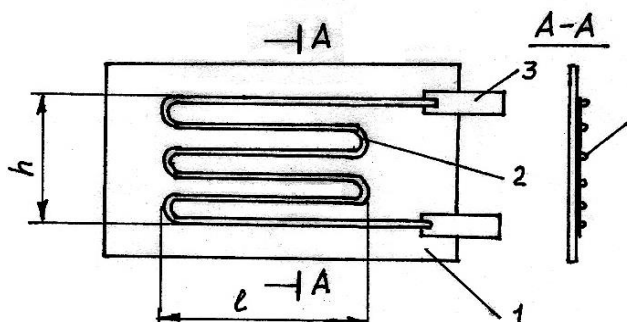
Parametrli o'zgartkichlarning chiqish kattaliklarini o'lchash uchun logometr va elektr ko'priklar qo'llaniladi. Generator o'zgartkichlarining chiqish EYuK ni o'lchash uchun voltmeter va kompensatorlar qo'llaniladi.

Noelektr kattaliklar o'lchash o'zgartkichlarining qo'llanilishi

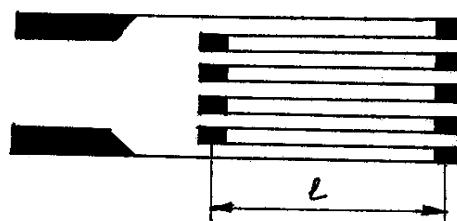
Noelektr kattaliklar o'lchash vositalarining ilmiy tadqiqotlardagi, texnologik jarayonlardagi va elektroenergetika hamda xalq xo'jaligidagi o'rni va ularning tasnifi bilan tanishib o'tganimizdan so'ng bularning qo'llanilishi juda keng miqyosda ekanligini ko'rdik.

SHu sababdan misol tariqasida ba'zi bir keng tarqalgan noelektr kattaliklar o'lchash vositalari va ularning o'lchash jarayonlardagi qo'llanilishini ko'rib chiqamiz.

Tenzoo'zgartkichlar. Tenzoo'zgartkichlarning ish printsiipi bularda hosil bo'ladigan mexanik



3.4.2-rasm. Simli tenzoo'zgartkich



3.4.3-rasm. Folgali tenzoo'zgartkich

kuchlanish va deformatsiya ta'sirida o'tkazgichning yoki yarimo'tkazgichning elektr qarshiligini o'zgarishiga asoslanadi. Bular metalli va yarimo'tkazgichlarga bo'linadi. Metallni tenzorezistorlardan simli va folgalilari eng ko'p qo'llaniladi. Agarda simga mexanik ta'sir etilsa, masalan, cho'zilsa, uning qarshiligi o'zgaradi. Simning qarshiligini nisbiy o'zgarishi quyidagicha xarakterlanadi:

$$\frac{\Delta R}{R} = k \frac{\Delta \ell}{\ell}, \quad (3.4.1)$$

bu yerda k - tenzosezgirlik koeffitsienti; $\frac{\Delta \ell}{\ell}$ - simning nisbiy deformatsiyasi.

Mexanik ta'sir etilganda simning geometrik o'lchamlari va solishtirma qarshiligining o'zgarishi sababli uning qarshiligi o'zgaradi.

Simli tenzoo'zgartkichlar qog'oz tilimcha (podlojka-taglik) ga yopishtirilgan (kleylangan) zigzag (egri-bugri, ilonizi) shaklidagi simdan iborat bo'ladi.

Simli tenzoo'zgartkichlar (3.4.2-rasm) qog'oz tilimcha (podlojka-taglik) 1 ga yopishtirilgan zigzag (ilonizi) ko'rinishidagi sim 2 dan iborat bo'ladi, 3 esa chiqish kontaktlari. Taglik sifatida yupqa (0,03-0,05 mm) li qog'oz va kley yoki lak plenasi, agarda yuqori temperaturaga mo'ljallansa, tsement qatlami ishlatiladi.

Tenzoo'zgartkichning geometrik va parametrik o'lchamlari mo'ljallanishiga bog'liq bo'lib, sezuvchi qismini uzunligi $\ell = 0,5 - 150$ mm, eni $h = 0,8 - 60$ mm bo'ladi. O'zgartkichning qarshiligi ko'pincha $R = 50 - 200$ Ohm bo'ladi. Simning diametri $0,02 - 0,05$ mm, koeffitsienti $K = 1,9 - 2,1$ bo'lib, konstantandan tayyorlanadi.

Tenzoo'zgartkich deformatsiyasi o'lchanadigan ob'ektga yopishtiriladi. Ob'ektga mexanik ta'sir etilganda u bilan birga tenzoo'zgartkich ham deformatsiyalanadi va qarshiligi o'zgaradi. Buni quyidagi tenglama bilan izohlash mumkin:

$$\frac{\Delta R}{R} = k \frac{\sigma}{E}, \quad (3.4.2)$$

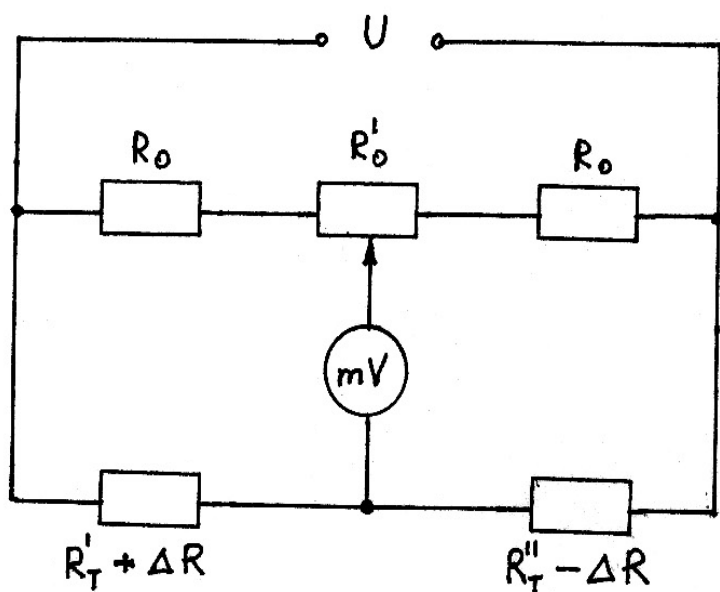
bu yerda σ - ob'ektdagi mexanik kuchlanish; E - ob'ekt materialining elastiklik moduli.

Folgalni tenzoo'zgartkichlarning sezuvchi elementini folga yuziga ximiyaviy ishlov berish (travlenie) natijasida hosil qilinib orqa tarafga kley yoki lak surkalgan bo'ladi. Travlenie paytida folga yuzidagi metallning kerakli shakli va qarshiligi qoldirilib, qolgan qismi olib tashlanadi (3.4.3-rasm). Bu tenzoo'zgartkichlar ob'ektning sirtiga yaxshi yopishadi, amalda xohlagan o'lchamda va shaklda tayyorlash mumkin.

Oxirgi paytlarda kremniy, germaniy, arsenid galliy va boshqa yarimo'tkazgichlarning monokristalidan sanoatda tenzoo'zgartkichlar ishlab chiqarilmoqda. Bularning afzalligi bo'lib, k -koeffitsientining kattaligi (-200 dan +850 gacha) ekanligi hisoblanadi. Lekin mexanik mustahkamligi past va xarakteristikalarini takrorlanishi yaxshi emas.

Tenzoo'zgartkichlarning asosiy xatoligi ularning graudirovkasini aniqligi bilan belgilanadi. Ob'ektning o'zida individual graudirovka qilinganda asosiy xatolikni 0,2-0,5% dan kamiga tushirish mumkin.

Tenzoo'zgartkichlarning qarshiligini o'lchash uchun ko'p hollarda muvozanatlashmagan ko'prik zanjirlari qo'llaniladi. Tenzoo'zgartkichlarning differentsial ulanishiga ko'proq e'tibor beriladi, ya'ni ob'ektga mexanik ta'sir etilganda tenzorezistorning biri R_T'

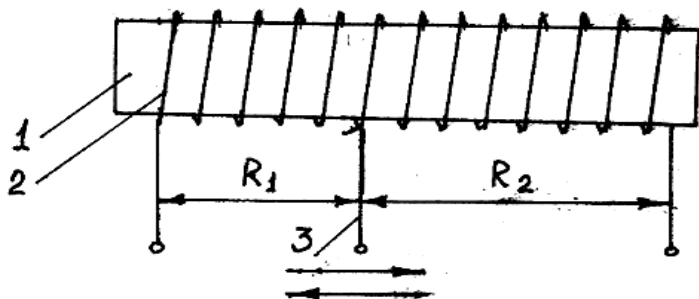


cho'ziladi ikkinchisi R_T'' esa siqiladi (3.4.4-rasm). Bunday ulanishda temperatura xatoligidan xalos etiladi va sezgirligi ikki marotaba ko'tariladi.

Tenzoo'zgartkichlar statik va vaqt bo'yicha o'zgaruvchi defomatsiyalarni o'lchashda keng qo'llaniladi.

Reostatli o'zgartkichlar

Oddiy ko'rinishda reostatli o'zgartkichlar **reostat** va o'lchanayotgan noelektr kattalik ta'sirida u bo'yicha surkalib-siljiydigan **shchyotkadan** iborat bo'ladi. Ularning konstruktiv ishlanmasi ko'p hollarda **chiziqli** yoki **burchakli** siljishni elektr kattalikka o'zgartirishga mo'ljallanadi. 3.4.5-rasmda chiziqli reostatli o'zgartkich sxemasi keltirilgan. Bu yerda, 1- reostat karkasi; 2- karkasga o'ralgan chulg'am; 3- reostat bo'yicha surkalib siljuvchi shchyotka. Bu yerda $R_p = R_1 + R_2$.



3.4.5-rasm. Reostatli o'zgartkichning sxemasi

Reostat chulg'ami simi qarshiligi temperatura koeffitsienti kichik bo'lgan qotishmalardan yasaladi. Ko'pincha konstantan va manganin ishlatiladi. CHulg'am qarshiligi o'nlardan bir necha ming omgacha bo'lishi mumkin. SHchyotkalarni simlardan yoki prujinalanuvchi yalpoq tilimchalardan yasaladi va toza metallar (platina, kumush) va qotishmalar ishlatiladi.

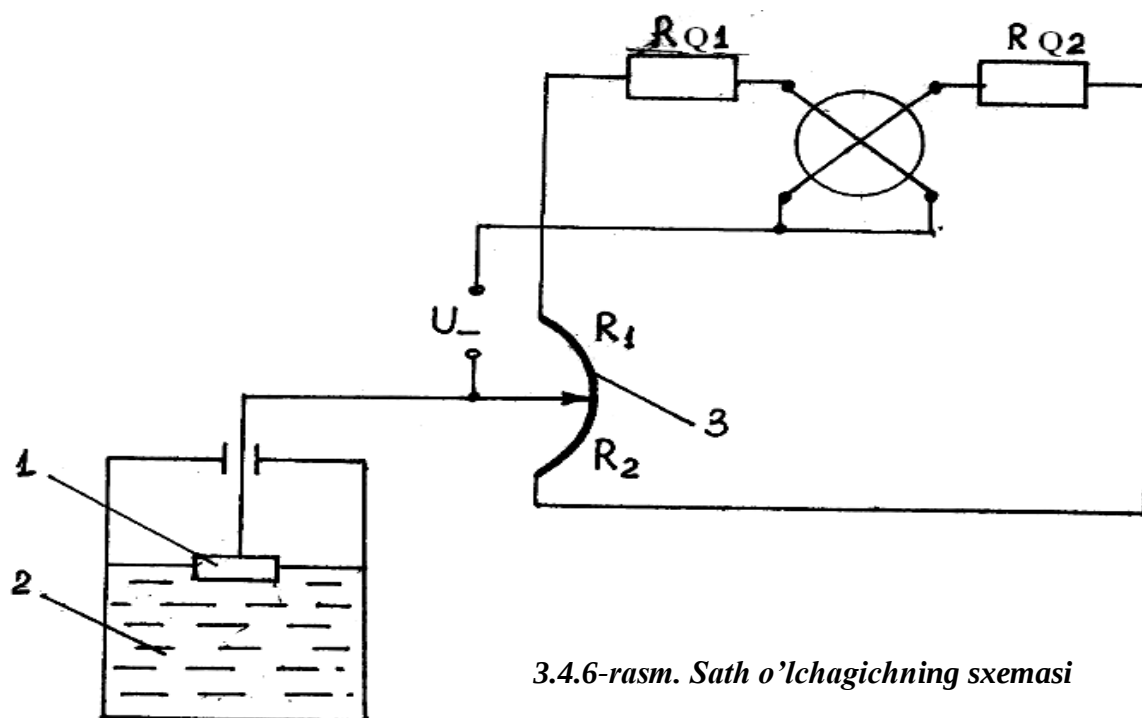
Reostat karkasining shakli o'lchanayotgan siljish xiliga qarab (chiziqli yoki burchakli) va o'zgartish funksiyasi turiga qarab (chiziqli, nochiziqli) va tsilindr, tora, prizma va sh.k. ko'rinishlarda bo'lishi mumkin. Karkaslarni yasashda dielektriklar (getinaks, plastmassa, keramika) va izolyatsiya laki qoplangan metallar (anodlangan sirtli dyuralyuminiy) qo'llaniladi.

Reostatli o'zgartkichlarning afzalligi katta chiqish quvvati hisoblanadi, kamchiligi esa, ishqalanuvchi kontaktning mavjudligi.

Reostatli o'zgartkichlar **burchakli** va **chiziqli** siljishlarni va bunday siljishlarga o'zgartirilishi mumkin bo'lgan kattaliklarni (zo'riqish, bosim, suyuqliklar sathi va hajmi va sh.k.) o'lchashlarda qo'llaniladi.

Masalan, suyuqlikning sathi yoki hajmini o'lchash uchun reostali o'zgartkichni qo'llanilishi 3.4.6-rasmdagi sxemada ko'rsatilgan. Bu yerda qalqi 1 ning holati suyuqlik 2 ning sathi yoki hajmiga bog'liq. Suyuqlikning ko'payishi yoki kamayishi qalqini holatini o'zgartiradi, bu esa qalqi shchyotka bilan mexanik bog'langanligi uchun uni reostat 3 bo'ylab so'radi va R_1 , R_2 qarshiliklarni o'zaro nisbatini o'zgartiradi. Bu o'z navbatida logometrik asbobning ramkalaridagi toklar nisbatini o'zgartirib, asbobning qo'zg'aluvchan qismini buradi. Logometrik asbobning shkalasi suyuqlikning o'lchanayotgan sathi yoki hajmi qiymatlarida graduirovka qilinadi.

Termistorli o'zgartkichlar. Bu o'zgartkichlar **termosezuvchan rezistor** yoki **termoqarshiliklar** deb yuritiladi. Bularning ish printsipli bu o'zgartkichlarning elektr qarshiligini temperaturaga bog'liqligiga asoslangan. Termoqarshilik, odatda, mis va platinadan yasalgan bo'lib, termopara kabi termoelektr yurituvchi kuch (EYuK) ishlab chiqarmaydi, balki temperatura o'zgarganda o'z qarshiligini o'zgartiradi. Metall qarshiliklarda temperatura bilan elektr qarshilik o'rtasida mutanosib bog'lanish bor. Termoqarshilik temperaturasi o'lchanadigan muhitga joylashtiriladi va termoqarshilik qarshiligining o'zgarishi avtomatik ko'prik sxemasi yordamida o'lchanadi.



3.4.6-rasm. Sath o'lchagichning sxemasi

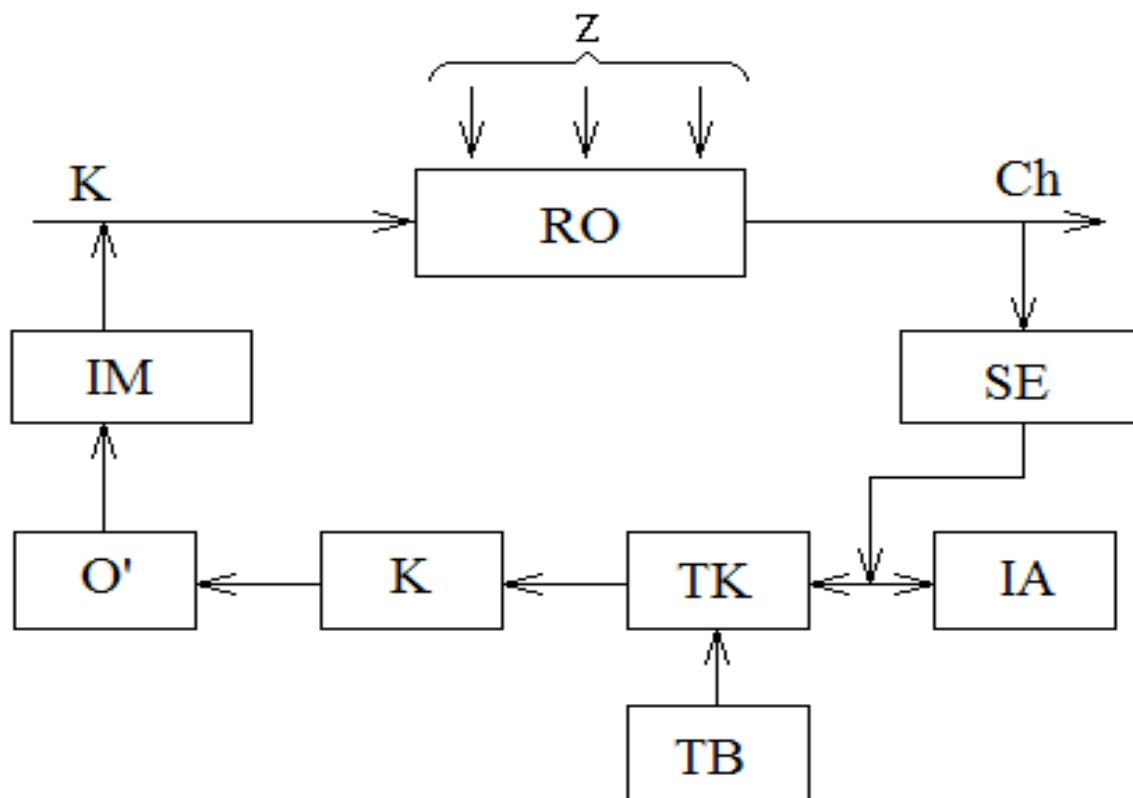
10-Mavzu. Avtomatlashtirish tizimlari va uning elementlari

1. Avtomatik rostlash tizimlari.
2. Rostlagichlar va rostlash qonunlari.
3. Ijrochi elementlar va rostlovchi organlar.
4. Relelarning asosiy turlari.
5. Tok va kuchlanish relelari.
6. Oraliq relelari.

Avtomatik rostlash tizimlari

Avtomatlashtirish tizimlarini quyidagilarga ajratish mumkin: avtomatik nazorat, avtomatik rostlash va avtomatik boshqarish.

Avtomatik nazorat-texnologik jarayon xaqida operativ ma'lumotlarni avtomatik ravishda qabul qiladi va qayta ishlash uchun kerakli bo'lgan sharoitlarni ta'minlaydi. Avtomatik rostdash-texnologik jarayonlarning bir yoki bir nechta parametrlarini avtomatik ravishda belgilangan qiymatlarda ishlashini ta'minlaydi.



4.1.-Расм. Автоматик ростлаш тизимини функционал схемаси.

РО-ростланувчи объект; СЭ-сезгир элемент;

ИА-иккиламчи асбоб; ТБ-топширик берувчи (задатчик);

ТК-таққослаш қурилмаси; К-кучайтиргич;

Ў-ўзгартиргич;

ИМ-ижро механизми.

Avtomatik boshqarish-texnologik operatsiyalarni belgilangan muttasilligining avtomatik ravishda bajarilishini va boshqaruv ob'ektiga nisbatan bo'ladigan ta'sirlarning muayyan muttasilligini ishlab chiqishdan iboratdir. Texnologik jarayonlarning avtomatik boshqarishni vazifasi rostlagichlar, ya'ni avtomatik rostdash tizimlari yordamida rostlanuvchi ob'ektdagi kerak bo'lgan texnologik sharoitni avtomatik ravishda saqlash, agar bu sharoit bo'zilsa, uni qayta tiklashdan iboratdir. Avtomatik rostdash tizimlari (ART) bir-birlari bilan ma'lum ketma-ketlikda bog'langan bo'lib har biri tegishli vazifani bajaruvchi alohida elementlardan iborat. 4.1-rasmda ART ning funktsional sxemasi keltirilgan.

ART da rostlanuvchi kattalikni hozirgi va berilgan qiymatlari ayirmasi o'lchanadi va tengsizlik ishorasiga ko'ra rostlagich ob'ektga nisbatan rostlovchi ta'sir ishlab chiqarib tengsizlikni yo'qotadi. Rostlanuvchi ob'ektni chiqishiga sezgir element (datchik) o'rnatiladi. Datchik rostlanuvchi kattalikning hozirgi qiymatini qabul qilib, uni rostdash tizimidagi keyingi zvenolarga uzatish uchun qulay bo'lgan signalga o'zgartiradi. Topshiriq beruvchi (zadatchik) o'zining chiqishida rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymatiga proportsional

signal ishlab chiqarishga mo'ljallangan qurilmadir. Signal avtomatik rostlagichning chiqishidan ijro etuvchi mexanizm kirishiga keladi. Rostlagichning komanda signalini o'zidagi rostlovchi organning tegishli signaliga o'zgartiruvchi qurilma ijro etuvchi mexanizm deyiladi.

Avtomatik rostlash tizimidagi elementlarni funktsional belgilarga ko'ra quyidagi guruhlariga bo'lish mumkin:

- Sezgir elementlar;
- Taqqoslash elementlari;
- Topshiriq beruvchi elementlar;
- O'zgartiruvchi elementlar;
- Kuchaytirgichlar;
- Tuzatuvchi elementlar;
- Ijro etuvchi elementlar;
- Stablizatorlar;
- Hisoblash elementlari

Iste'mol qiladigan energiya turiga ko'ra (baza elementlari bo'yicha) avtomatik rostlash tizimi elementlari elektrikli, pnevmatik, gidravlik, mexanik va kombinatsiyalashgan bo'ladi.

ART boshqarish algortmi bo'yicha (berilgan topshiriq o'zgarishiga ko'ra) quyidagi guruhlariga bo'linadi:

- Stabillovchi avtomatik rostlash tizimlari;
- Dasturli avtomatik rostlash tizimlari;
- Kuzatuvchi avtomatik rostlash tizimlari;
- Optimal rostlash tizimlari;
- Moslashuvchi avtomatik rostlash tizimlari.

Stabillovchi avtomatik rostlash tizimlarida rostlanuvchi kattalikning qiymati doimiy bo'ladi. Bu tizimlarda avtomatik rostlagichning vazifasi rostlanuvchi kattalikning muayyan, mutlaqo doimiy qiymatida saqlash va texnologik jarayonni stabillashdir. Bu xolda texnologik reglament talablariga ko'ra rostlanuvchi kattalikning qiymati doimiy bo'ladi. Hozirgi paytda stabillovchi ART lar juda keng tarqalgan.

Dasturli avtomatik rostlash tizimida oldindan ma'lum bo'lgan qonunga ko'ra o'zgaradigan qiymatli rostlanuvchi kattalik mavjud bo'ladi. Bu tizimda rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymati rostlagich topshiriq beruvchisi (zadatchigi) orqali ma'lum qonun bo'yicha ishlab chiqariladi.

Rostlanuvchi kattalikning berilgan qiymati ixtiyoriy ravishda o'zgarayotgan kattalikning nisbatidan aniqlansa, bu tizim kuzatuvchi avtomatik rostlash tizimi deyiladi. Bu tizimning rostlovchanlik vazifasi rostlanuvchi kattalikning xozirgi qiymati ikkinchi mustaqil kattalik qiymatini aniq takrorlashidan (yoki uni kuzatishdan) iborat.

Rostlanuvchi kattalikning qiymati rostlagich tomonidan berilsa yoki optimal satxda saqlansa, bu sistema optimal rostlash tizimi deyiladi. Bu tizimning yana bir turi ekstremal ART dir. Ba'zan texnologik jarayon o'tishining optimal sharoitlarini tajriba o'tkazmasdan, avvaldan aniqlash qiyin bo'ladi. SHunda ekstremal tizim tanlangan optimallik mezonlariga muvofiq ravishda sharoitlarni topish va ularni saqlash vazifasini amalga oshiradi.

Xarakteristikalar o'zgargan texnologik jarayonning o'tishi optimal bo'lgan

sharoitlarni topib, ularni amalga oshiruvchi tizimni moslashuvchi ART deyiladi.

ART uzluksiz va uzlukli tizimlarga bo'linadi. Uzluksiz ART da rostlanuvchi kattalik tizim zanjiri bo'yicha uzluksiz o'zgaradi va rostlanuvchi ob'ektga nisbatan rostlovchi miqdorning uzluksiz ta'sirini hosil qiladi. Uzlukli ART da rostlanuvchi kattalikning uzluksiz o'zgarishi boshqaruvchi va ijro etuvchi zvenolarga vaqti-vaqti bilan ta'sir qiladi.

ART larga qo'yiladigan talablar: tizimning turg'un bo'lishligi; o'tish jarayonini tez bajarilishi; dinamik va statik xatolarni kichik bo'lishligidir. Ushbu talablarni bajarilishi ART ning aniq va sifatli ishlashini ta'minlaydi.

Rostlagichlar va rostlash qonunlari

Avtomatik rostlash tizimlarining asosiy texnika vositalaridan biri rostlagichlardir. Rostlagichlarni vazifasi ob'ektni belgilangan rejimda ishlashini ta'minlashdan iboratdir. Konkret texnologik jarayonni boshqarish uchun maxsus tayyorlangan rostlagichlar ishlatilishi mumkin. Bunday rostlagichlar qator talablarga javob berishi kerak. Jumladan, ularni aniq signalli datchiklarga ulash mumkinligi; standart; normallashtirilgan yoki normallashtirilmaganligi. Datchiklarni ulash usuli bo'yicha rostlagichlar ko'rishni 3 ta usuli mavjud: agregatli; apparatli; priborli. Agregatli printsiptda rostlagich kirishiga faqat standartlashgan datchiklar ulanadi. Bunday printsiptda sanoatda ishlab chiqarilgan elektrik, gidravlik o'lchash o'zgartkichlari ishlatiladi. Apparat printsiptida rostlagichni kirish qismini almashtirish mumkin, bunda har xil datchiklardan foydalanishga imkon bo'ladi. Pribor printsiptida datchik ikkilamchi o'lchov asbobiga ulanib, uni ko'rsatish qo'shimcha o'zgartkich orqali rostlagichga ulanadi. Rostlagichlarga qo'yiladigan asosiy talablar: rostlash qonunini aniq bajarilishi; rostlash qonunini o'zgartirish mumkinligi; parametrlarini o'zgartirish mumkinligi.

Rostlagichlarni ikki turi mavjud: to'g'ri ta'sirli, to'g'ri bo'lmagan ta'sirli. Ularda uch xil energiya tashuvchilar ishlatiladi: elektr toki; qisilgan havo; suyuqlik. Demak, energiya tashuvchilar turiga qarab rostlagichlar: elektrikli, gidravlik va pnevmatik turlariga bo'linadi. Rostlagichlarni elektrogidravlik, elektropnevmatik turlari ham mavjud.

Rostlagichlar standart P, PI, PID rostlash qonunlari bo'yicha ishlaydi. Ularni matematik ifodalari quyida keltirilgan.

$u=a_0x$ -proportsional (P)

$u= a_0x + a_1 \int_0^t x dt$ -proportsional-integral (PI)

$u= a_0x + a_1 \int_0^t x dt + a_2 \frac{dx}{dt}$ -proportsional-integral-differentsial PID

bu yerda: u -rostlagichni rostlovchi organga ta'siri (chiqish signali); x -rostlanayotgan kattalikni belgilangan qiymatdan chetlanishi (kirish signali); a_0 , a_1 , a_2 -rostlagich koeffitsienti.

Elektrik rostlagichlar. Texnologik jarayonlarni boshqarishda elektrik rostlagichlar ko'plab ishlatiladi, chunki har xil fizik kattaliklarni elektr usuli bilan aniqlash qulay. Bajaruvchi mexanizm sifatida ko'pincha elektr dvigatellar, elektrik klapanlar, maxsus elektr yuritmalar ishlatiladi.

Pnevmatik rostlagichlar. Bunday rostlagichlarni ishlash printsiplari qisilgan havoni energiya manbai sifatida ishlatishga asoslangan. Afzalliklari yong'in va portlash xavfi yo'qligi, zaharli muhitda ham ishlatish mumkinligi, arzon va soddaligidir. Avtomatika elementlariga pnevmatik sig'imlar, drossellar, membranalar, silfonlar, prujina va boshqalar kiradi. Pnevmozatkichlar sifatida metall yoki plastmassa trubkalar ishlatiladi. Bajaruvchi mexanizm sifatida pnevmomexanik qurilmalardan foydalaniladi.

Gidravlik rostlagichlar. Hidravlik rostlagichlarda qisilgan suyuqlik energiya tashuvchi sifatida ishlatiladi. Hidravlik bajaruvchi mexanizmlar sifatida esa gidro dvigatellardan foydalaniladi.

Ijrochi elementlar va rostlovchi organlar

Texnologik ob'ektlardagi rostlovchi yoki boshqaruvchi organlarni berilgan boshqarish qonunlariga muvofiq yurgizish uchun xizmat qiladigan mashina va mexanizmlar ijrochi elementlar deyiladi. Ijrochi elementlar boshqarish signallarini mexanik harakatga-aylanish yoki surilishga aylantiradi. Manba energiyasini turiga ko'ra ijrochi elementlar elektrik, gidravlik va pnevmatik turlarga bulinadi. Ijrochi elementlarga qo'yiladigan asosiy talablar: yuqori ishonchlilik; boshqaruvchi signalni yuqori aniqlikda ishlashi; ishga tushish tezligini yuqoriligi; FIK yuqori bo'lishi; narxining arzonligi va geometrik o'lcham hamda massasini kichikligi.

Elektr ijrochi elementlar. Elektr ijrochi elementlar tok, kuchlanishni miqdoriy o'zgarishi va elektr signali fazasining o'zgarishini bo'rilish, surilish va aylanish kabi mexanik harakatlarga aylantiradi. Ijrochi elektr yuritmalar sifatida o'zgaruvchan yoki o'zgarmas tok dvigatellaridan foydalaniladi.

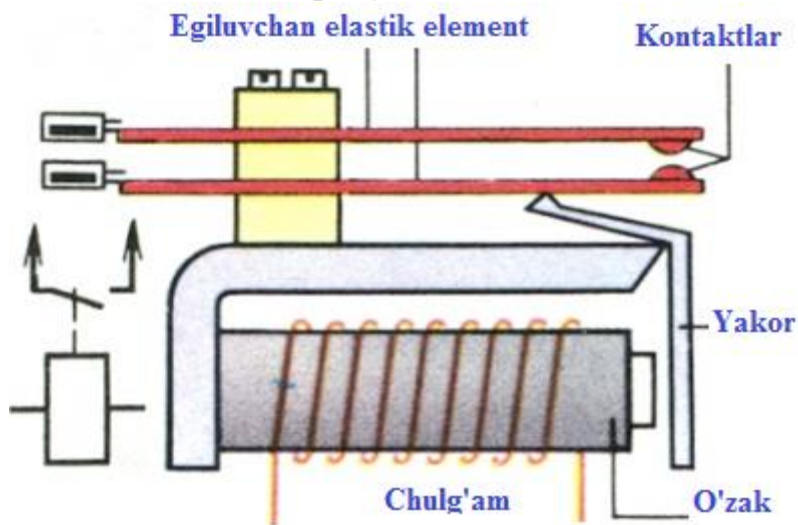
Elektr yuritmalı ijrochi mexanizmlar. Bunday mexanizmlar elektrdvigatel, reduktor, rostlovchi organga reduktor valini ulaydigan qurilma, cheklovchi uzgichlar, teskari bog'lanish reoxordi, ijrochi mexanizm xolatini masofadan ko'rsatib turuvchi asboblardan tuziladi. Ijrochi mexanizmlarning chiqish qurilmasi to'g'ri chiziqli yoki aylanma harakat qilish imkoniga ega bo'ladi. Bunday ijrochi mexanizmlarda kontaktli yoki kontaktsiz boshqarish qurilmalari bo'lib, ulardan chiquvchi boshqarish signali rostlovchi organning bir marta to'la aylanib to'xtashini yoki ko'p marta aylanishini ta'minlaydi.

Elektromagnitli ijrochi mexanizmlar. Bunday mexanizmlar mexanik, gidravlik va pnevmatik tizimlardagi energiya va massa oqimini masofadan turib boshqarish uchun xizmat qiladi. Ular 2 xil bo'ladi: suriluvchi elektromagnitli klapan; elektromagnitli sirpanuvchi mufta. Elektromagnitli yuritmalar elektr dvigatellarga qaraganda ancha arzon, ularning ishlashi ishonchli va ishga tushish tezligi yuqoridir. Elektromagnitli mufta ish mexanizmlarni ishga tushirish, to'xtatish va ularning tezligini o'zgartirish uchun xizmat qiladi. Ular 27 va 100 V o'zgarmas tok manbaiga ulanadi va 5-22 Vt quvvat oladi. Ulanish vaqti 20-40 m sek, uzilish vaqti 15-30 msek.

Rostlovchi organlar. Rostlovchi organlar elektr energetikasi ob'ektlarida sarf bo'layotgan energiya yoki modda oqimini o'zgartirib texnologik jarayonga bevosita ta'sir qiluvchi va uning optimal rejimida o'tishini ta'minlaydigan asosiy organlardan biridir. Rostlovchi organlar rostlash diapazoni va surish kuchiga ko'ra baholanadi. Rostlovchi organning sarf xarakteristikasi-bosim tushishi o'zgarmagan xolda, rostlanuvchi moddaning sarfi bilan zatvor surilishi orasidagi bog'lanishga muvofiq ifodalanadi. Rostlovchi organning nisbiy sarf xarakteristikasi to'g'ri chiziqli bo'lishi talab etiladi. Rostlovchi organning avtomatik tizimda ishlatish uchun tanlashda ish ob'ektlarining xarakteristikasi bilan rostlovchi organ xarakteristikasining o'zaro mosligiga katta e'tibor beriladi.

Релеларнинг асосий турлари

Реле – бу киришдаги (бошқарувчи) катталигининг равон ўзгариши билан чиқишдаги (бошқарилувчи) катталиги кескин ўзгарадиган электр апаратиدير.



Бунда иккала катталикдан биттаси албатта электр катталиги (параметри) бўлиши керак.

Релелар қуйидаги белгиларига кўра классификация қилинади:

1. Қаерда қўлланишига кўра – автоматика схемаларида қўлланувчи релелар; энергетик тизимни химоя қилиш релелари; электр юритмаларни бошқариш ва химоя қилиш релелари.

2. Ишлаш принципига кўра – электромагнит релелар; поляризацияланган (қутбланган) релелар; индукцион;

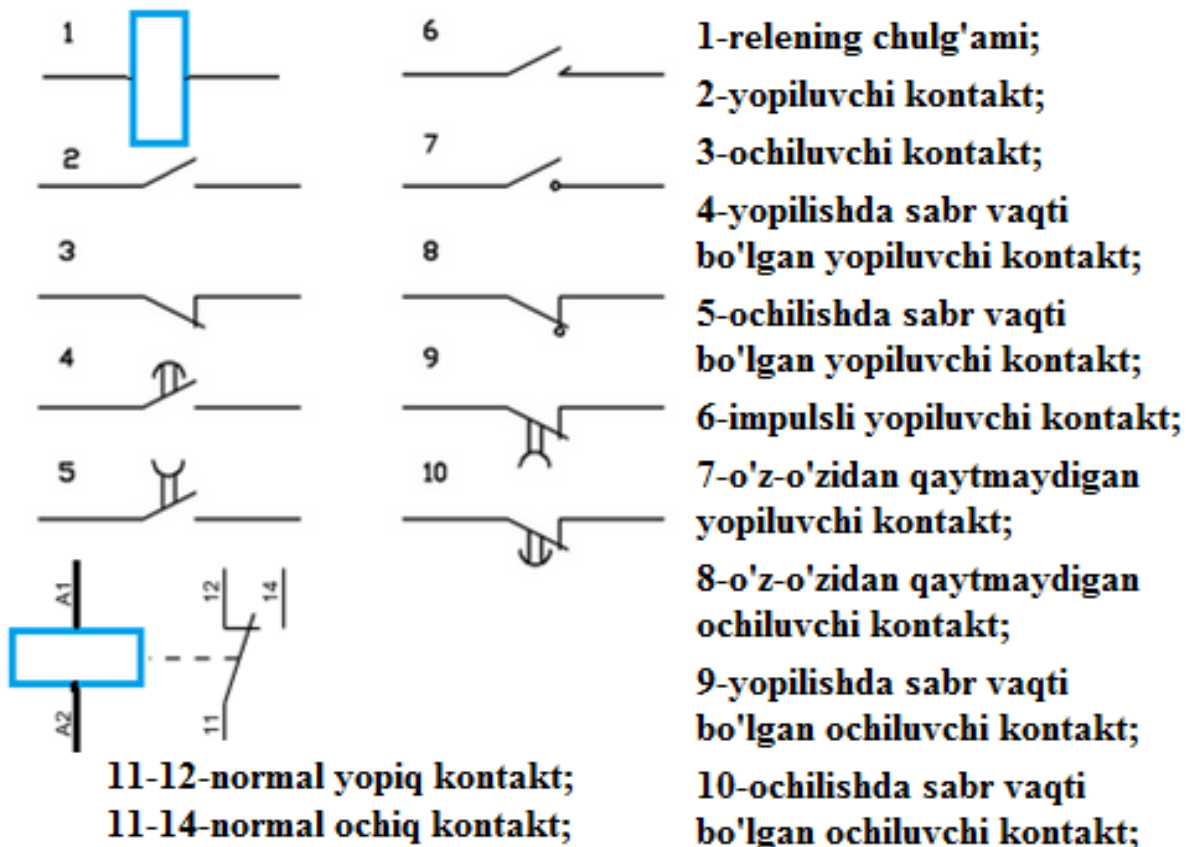
5.1.1-Расм. Электромагнит реленинг тузилиши

магнитоэлектрик, ярим ўтказгичли ва бошқалар.

3. Реленинг киришидаги параметрига кўра – ток релеси; кучланиш; қувват; частота ва бошқа катталиклар (параметрлар) релелари.

4. Бошқарилаётган занжирга таъсир турига кўра - контактли релелар ва катаксиз релелар.

5. Уланиш усулига кўра – бирламчи (бевосита уланувчан) ва иккиламчи (ўлчов трансформаторлари орқали уланувчан) релелар.



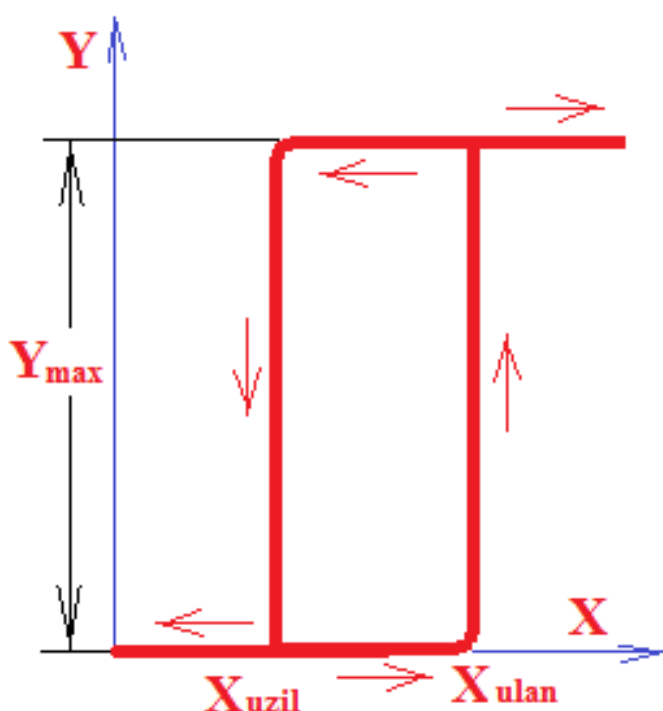
5.1.2-Расм. Реленинг схемалардаги шартли белгилари

Ўзак, ўзакка ўралган чулғам, қўзғалувчан якор ва контактлар электромагнит релеларнинг асосий элементлари ҳисобланади. (5.1.1-Расм) Чулғамдан электр токи ўтганда қўзғалувчан якор ўзакка тортилади ва нормал очик контактлар ёпилади, нормал ёпиқ контактлар эса очилади. Чулғамдан ток ўтиши тўхтаганда эса қўзғалувчан чкор дастлабки ҳолатига қайтади ва нормал очик контактлар очилади, нормал ёпиқ контактлар эса ёпилади.

Электр занжирларни схемаларида релелар ва уларнинг чулғамларини шатли белгилар билан белгиланади. Релеларнинг схемалардаги шартли белгилари 5.1.2-расмда келтирилган.

Реленинг чиқишидаги параметр (Y) билан унинг киришдаги параметр (X) билан $Y=F(X)$ боғланиш графиги реленинг асосий характеристикаси ҳисобланади.

Бу $Y=F(X)$ боғланишни уланувчи контактли реле мисолида кўриб чиқамиз. Ушбу релеларда киришда сигнал йўқлигида ижрочи механизмнинг контактлари очик (уланмаган) бўлиб, бошқарилаётган занжирдаги ток нолга тенг бўлади.



5.1.3-Расм. Реленинг асосий характеристикаси

$Y=F(X)$ боғланиш графигида (5.1.3-Расм) абсцисса ўқи бўйича таъсир этиш (кириш) сигнали X ва ордината ўқи бўйича эса чиқишдаги сигнал миқдори Y белгиланган. Реленинг ишлаб кетишини таъминловчи таъсир этиш (кириш) сигналининг миқдори *ишлаб кетиш катталиги* деб аталади. То $X < X_{улан}$ экан (бу ерда $X_{улан}$ – ишлаб кетиш катталиги), чиқиш параметри Y нолга тенг ёки ўзининг энг минимал қийматига тенг бўлади (контакtsiz релелар учун). $X \geq X_{улан}$ бўлганда чиқишдаги параметр ўзининг $Y_{мин}$ қийматидан $Y_{макс}$ қийматигача кескин равишда (сакраб) ўзгаради. Бунда реленинг ишлаб кетиши содир этилади. Реле ишлаб кетгандан кейин таъсир этиш (кириш) катталиги X камайтириб борилса, $X \leq X_{узил}$ бўлганда ($X_{узил}$ – қўйиб юбориш катталиги) реле ўз якорини

қўйиб юборади (ижрочи механизми ўз ишини тўхтатади).

Чиқишдаги параметр Y ўзининг $Y_{макс}$ қийматидан $Y_{мин}$ қийматига кескин (сакраб) камайтишини таъминловчи киришдаги таъсир этувчи сигнал миқдори *қўйиб юбориш катталиги* деб аталади.

Ишлаб кетиш ёки қўйиб юбориш катталигининг реле ростланган белгиланган қиймати *таъсир этувчи катталikka қўра ўрнатилган қиймат* деб аталади.

Ишлаб кетиш учун команда берилган вақтдан то чиқишдаги сигнал сакраб ўзгаргунча кетган вақт *улаш (уланиш) вақти* деб аталади.

$X_{улан}$ га нисбатан таъсир этувчи (кириш) сигнали қанча катта бўлса, реле шунча тез ва ишончли ишлашни таъминлайди. $X_{ишчи}/X_{улан}$ нисбати реленинг *заҳира (запас)* коэффициенти деб аталади.

Кўп релелар учун $X_{узил}/X_{улан}$ нисбати аҳамиятли ҳисобланади. Ушбу нисбат *қайтариш коэффициенти* (коэффициент возврата) деб аталади.

Занжирни узиш учун команда берилган вақтдан чиқиш сигналининг энг минимал қийматгача камайиши учун кетган вақт *узиш (узилиш) вақти* деб аталади. Контактли аппаратлар учун ушбу вақт иккита қўшилувчидан иборат бўлиб, улардан биттаси *қўйиб юбориш вақти* деб, иккинчиси эса *ёй вақти* деб юритилади.



5.2.4-Расм. PT-40 русумли ток релесининг умумий кўриниши

Энергетика тизимини ҳимоя қилиш релеларига қуйидаги талаблар қўйилади, булар: *селективлик, ишлаб кетиш тезлиги, сезгирлик ва ишончлилик*.

Селективлик дегани, бу занжирнинг фақат авария ҳолатдаги бўлагини ҳимоя қилишдир (манбадан узишдир).

Ишлаб кетиш тезлиги авария ҳолатининг олдини олади, авария ҳолатида ҳам энергетика тизимининг барқарорлигини ҳамда электр энергиясининг юқори сифатини таъминлайди.

Реле сезгирлигининг ошиши ҳимояланмаганлик даражасини кескин камайтиради.

Ишончлилик эса оғир авария ҳолатининг олдини олади ва объектнинг нормал ишлашини таъминлайди.

Электр юритмаларини ҳимоя қилиш релелари ва автоматик релелари қуйидаги специфик (махсус) талабларга жавоб беришлари керак. Мазкур релелар жуда оғир шароитларда ишлайдилар, яъни бошқа ускуналар билан туртиниш эҳтимоллиги,

контактлар тебраниши, ишчи муҳит чанг ва бошқа қўшилмалар билан ифлосланган шароитлар ва шу кабилар. Замонавий электр юритмалари схемаларида соатига 1000-1200 улаб-узиш талаб қилиниши муносабати билан релелар юқори даражадаги механик ва электрик емирилишга бардошлиликга (яъни улаб-узиш миқдори $(1-10)10^6$ га) эга бўлишлари керак. Шунингдек мазкур гуруҳ релелари ишончли ишлашни таъминлашлари талаб қилинади.

Ток релелари токнинг қийматини ортиши билан ишга тушади ва уларни қуйидаги турлари мавжуд:

- бирламчи ток релелари, улар узгичларнинг юритмасига бевосита созланган бўлади;
- иккиламчи ток релелари, улар ток трансформаторлари орқали уланади, уларга электромагнит (РТ-40), индукцион (РТ-80), иссиқлик (ТРА), дифференциал (РНТ, ДЗТ), интеграл микросхемали (РСТ) ва филтр (РТФ), яъни тескари кетма-кетлик ток релелари киради.



5.2.5-Расм. Вилка-розетка кучланиш релеси

Ток релелари истеъмол қилинаётган токнинг қиймати руҳсат этилган қийматдан ортиб кетганда ҳимояланаётган занжирни тармоқдан узиб қўйиш учун мўлжалланган бўлиб, улар электр занжирларни ва электр энергия манбаларини ўта юклама ва қисқа туташув тоқларидан ҳимоя қилишда ишлатилади.

Реле ҳимоя қурилмаларида ток релеси энг кўп тарқалган бўлиб, улар занжирга кетма-кет уланади, уларнинг чулғамлари кесим юзаси нисбатан катта бўлган симлардан кам ўрамли қилиб тайёрланади. Шунинг учун ток релеларининг ички қаршилиги жуда кичик

бўлади.

Кучланиш релелари – бу бир корпусга йиғилган, кучланишни назорат қилувчи электрон қурилма ва юкламани узуб-уловчи релелар мажмуасидир. Уларнинг асосий параметрларидан бири уларнинг тезкорлигидир. Замонавий кучланиш релеларида ишлаб кетиш вақти бир неча ўн наносекундга тенг бўлади.



5.2.6-Расм. Тақсимлаш кучланиш релеси

Кучланиш релелари қўлланиши ва уланишига қараб қуйидагиларга бўлинади:

- вилка-розетка кучланиш релеси;
- узайтиргич (удлинитель) кучланиш релеси;
- тақсимлаш кучланиш релеси;
- уч фазали кучланиш релеси.

Вилка-розетка кучланиш релелари (В-протестор 16АН, РН-101М) бевосита розеткаларга ўрнатилади ва улар маълум бир истеъмолчиларни кучланишнинг белгиланган қийматларидан ортиб ёки камайиб кетишидан ҳимоя қилади. Кучланиш релеси занжирдаги кучланишнинг таъсир этувчи (эффектив)

қийматини ўлчаб, натижасини рақамли таблога чиқариб беручи микроконтролёр ёрдамида бошқарилади.

Юкламани узиб-улаш электромагнит релелар орқали амалга оширилади. Сабр вақти ва кучланишни рухсат этилган қийматлари оралиғи тақарида жойлашган тугмача (кнопка)лар орқали амалга оширилади.

Узайтиргич (удлинитель) кучланиш релелари (РН-101М, ЗУБР П616й, В-протестор 10Асй) ҳам худди юқоридаги “Вилка-розетка кучланиш релелари”дан тузилиши ва иш принципи бўйича деярли фарқ қилмайди, фақат уларда икки ва ундан ортиқ розеткалар жойлашган бўлади. Бунда бир пайтнинг ўзида бир нечта истеъмолчиларни, масалан музлаткич, телевизор ва шунга ўхшаш маиший техникаларни ҳамоя қилиш имконияти туғилади.

Тақсимлаш кучланиш релелари (В-протестор 16-80А, ЗУБР Д340Т) тақатиш шкафларига ўрнатиш учун мўлжалланган бўлиб, улар ҳам тузилиши ва иш принципи бўйича юқоридаги релелардан деярли фарқ қилмайди. Уларнинг асосий афзалликларидан бири улар ёрдамида бир нечта хонадонларни, хатто бутун бошли бир уйни ҳам бир вақтнинг ўзида ҳамоя қилиш мумкин бўлади.

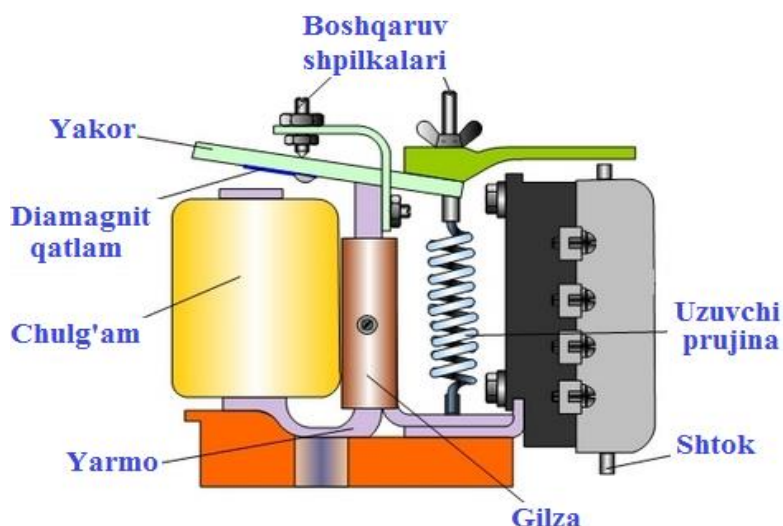


5.2.8-Расм. Уч фазали кучланиш релеси

Уч фазали кучланиш релелари кенг доирада ишлатилади, улар бир нечта мустақил ҳолатларда, масалан кучланиш релеси, максимал кучланиш релеси ва вақт релелари сифатида ишлатилади. Қуввати 8,5 кВА дан ошмаган юкламаларни бевосита кучланиш релесининг контактлари орқали узиб-улаш мумкин. Агар юкламанинг қуввати 8,5 кВА дан ортиқ бўлса, у ҳолда узиб-улашда тегишли қувватга эга бўлган магнит ишга туширгич, контактор ёки узгичлардан фойдаланилади.

Уч фазали кучланиш релелари одатда уч фазали двигателларни ва шунга ўхшаш уч фазали қурилмаларни ҳамоя қилишда ишлатилади. Улар кондизиционер, музлаткич, компрессор қурилмалари ва шунга ўхшаш электр юритмаси мавжуд бўлган қурилмаларни ўтакучланишдан ва фаза йўқолишидан ҳамоя қилишда қўл келади.

Агар бино уч фазали кириш жойига эга бўлса, у ҳолда кучланишни сакрашидан ҳамоя қилиш мақсадида уч фазали кучланиш релесидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади. Бунда агар битта фаза йўқолган тақдирда реле қолган иккита фазани ҳам ўчириб қўяди, шунинг учун бу тизимда бир фазали электр қурилмалар ҳам ишлатиладиган бўлса, у ҳолда бир фазали релелардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади.



5.2.9-Расм. Электромагнит вақт релеси

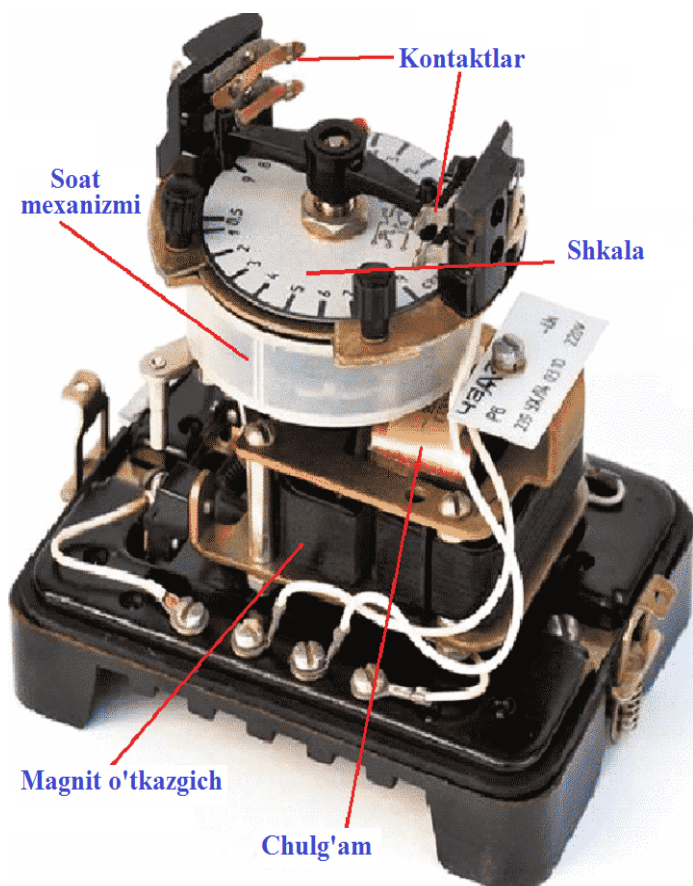
бўлса, 32 ёки 40 А ли қилиб танлаш мақсадга мувофиқ.

5.3. Вақт релелари

Химоя қилиш ва автоматика схемаларида, кўп ҳолларда, икки ёки бир неча аппаратларни ишлатиб юборишда қандайдир кечиктириб улаш вақтини (сабр вақти) ҳосил қилиш талаб қилинади. Технологик жараёнларни автоматлаштиришда ҳам турли технологик операцияларни маълум кетма-кетликда амалга ошириш эътиёжи учраб туради. Айнан мана шундай сабр вақтини ҳосил қилиш учун *вақт релеси* деб аталадиган аппаратлардан фойдаланилади.

Вақт релеларига қуйидаги асосий талаблар қўйилади:

- манба кучланиши, частота, ташқи муҳит, ҳарорат ва бошқа факторларнинг ўзгаришидан қатъий назар, сабр вақтининг ўзгармай қолиши;
- истеъмолад куввати, масса ва ўлчамларининг кичик бўлиши;
- контакт тизимининг етарли кувватга эга бўлиши.



Вақт релеси манбадан узилгандан сўнг ўзининг бошланғич ҳолатига келади. Ишлатилиш жойига қараб вақт релеларига қуйидаги махсус талаблар қўйилади:

- улаб-узиш миқдори 5-6 миллион мартага тенг бўлган юқори даражадаги механик емирилишга бардошлилик;
- сабр вақти 0,25-10 секунд бўлган вақт релелари учун ишлаш аниқлигига эга бўлиш, бунда ишлаб кетишдаги сабр вақтининг миқдори 10% дан ошмаслиги керак;

5.2.10-Расм. Соат механизмли вақт релеси

- релелар ишлаб чиқариш цехларидаги тебранишлар ва силкинишлар шароитида ишлашга мўлжалланган бўлишлари керак;
- энергетик тизимларни химоя қилиш релелари катта аниқлақдаги сабр вақтини таъминлашлари, катта даражадаги емирилишга бардошли бўлишлари керак (бундай релеларнинг сабр вақти 0,1-2,0 с. ни ташкил этади);
- технологик жараёнларни автоматлаштириш учун катта қийматга эга бўлган сабр вақтини ҳосил қилиш талаб қилинади (бир неча минутдан то бир соатгача).

Вақт релелари сабр вақтини ҳосил қилишига қараб қуйидаги турларга бўлинади:

- электромагнит вақт релелари;
- пневматик вақт релелари;
- соат механизмли вақт релелари;
- моторли вақт релелари;
- электрон вақт релелари.

Электромагнит вақт релелари фақат ўзгармас ток занжирларида қўлланилади. Буларда реленинг асосий чулғамидан ташқари қўшимча қисқа туташтирилган чулғами мавжуд бўлади. Реленинг асосий чулғамидан ток ўтганда, ундаги магнит оқими қўшимча қисқа туташтирилган чулғамда ҳам ток ҳосил қилади, бу эса асосий чулғамдаги магнит оқимининг ортишига ҳалақит беради, бу релени ишга тушишини секинлаштиради. Реленинг асосий чулғамидаги ток узилганда қўшимча қисқа туташтирилган чулғамдаги магнит оқимининг таъсирида асосий чулғамдаги магнит оқими маълум бир вақт камаймасдан туради ва бу релени шунча вақт узилмаслигини таъминлайди.

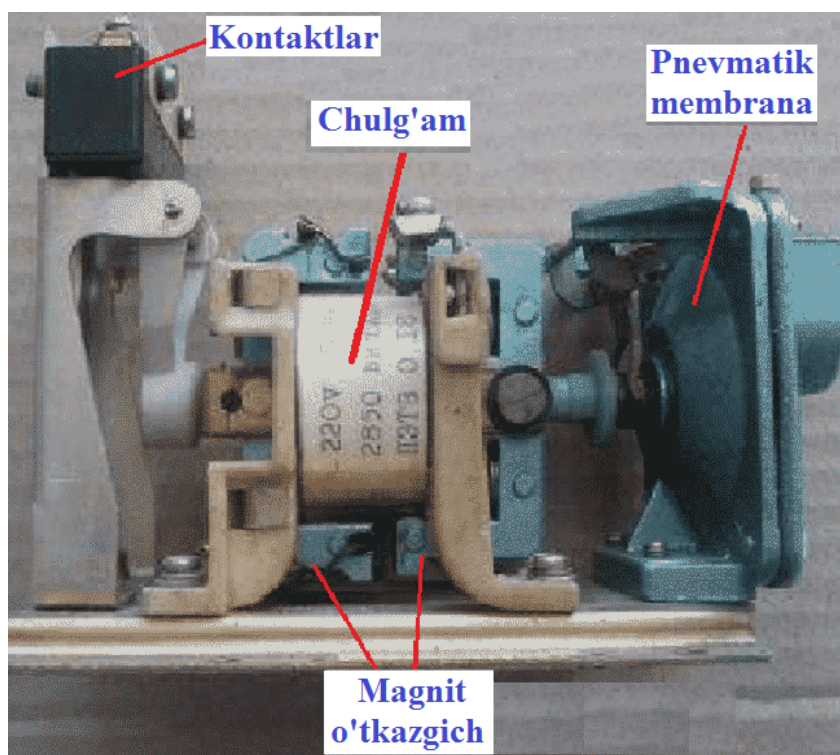
Электромагнит вақт релеларининг ишга тушишдаги сабр вақти 0,07 дақиқадан 0,11 дақиқাগача, узишдаги сабр вақти эса 0,5 дақиқадан 1,4 дақиқাগача бўлади.

Пневматик вақт релелари сабр вақтини ҳосил қилувчи махсус пневматик қурилма билан жиҳозланган бўлади. Сабр вақтини созлаш пневматик қурилманинг ҳаво тешикчаси кесим юзасини ўзгартириш орқали амалга оширилади.

Пневматик вақт релеларининг сабр вақти 0,4 дақиқадан 180 дақиқাগача бўлади, бунда ҳатолик 10% гача бўлиши мумкин.

Соат механизмли вақт релеларида сабр вақти электромагнит тасирида ишга тушувчи пружинали соат механизми орқали ҳосил қилинади.

Реленинг контактлари соат механизми шкалада кўрсатилган вақтни санаб ўтказгандан кейингина ишга тушади. Бу турдаги вақт релелари катта қувват (1000 А гача)ли кучланиши 0,4-10 кВ бўлган автоматик узгичларда ишлатилади.



5.2.9-Расм. Пневматик вақт релеси

Соат механизми, магнит ўтказгич, кесим юзаси кичик бўлган симдан кўп ўрамли қилиб тайёрланган чулғам ва контактлар бу турдаги вақт релеларининг асосий қисмлари ҳисобланади.

Соат механизмли вақт релеларининг сабр вақти *0,1 дақиқа*дан *20 дақиқа*гача бўлади, бунда ҳатолик 10% гача бўлиши мумкин.

Синов саволлари

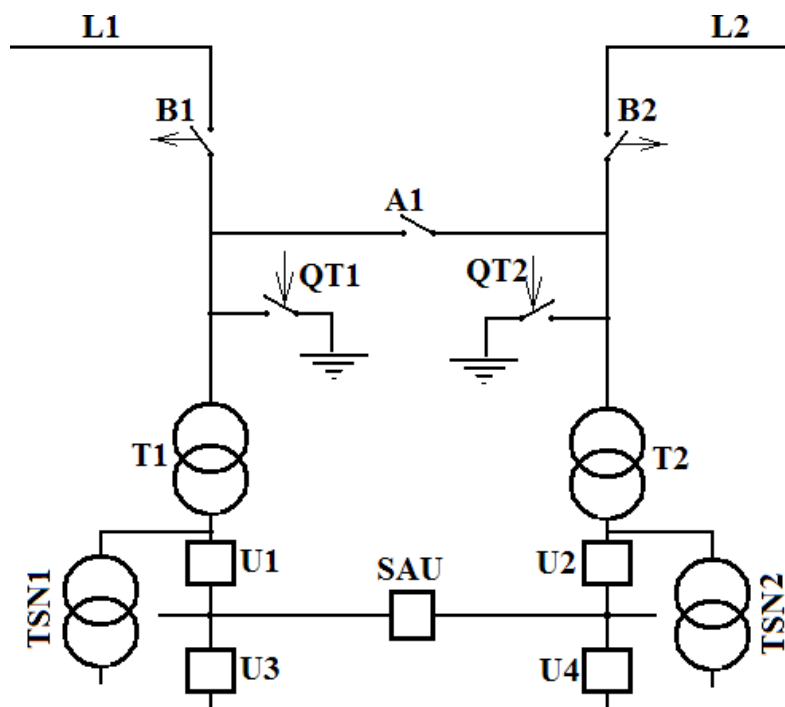
1. Технологик жараёнларни автоматик бошқаришдан мақсад нима?
2. Автоматлаштириш турларига тушунча беринг.
3. Автоматик ростлаш тизимини вазифасини айтинг?
4. АРТ ни функционал схемасини тушунтиринг.
5. АРТ даги элементлар қандай гуруҳларга бўлинади?
6. Стандарт ростлаш қонунларини ёзинг ва тушунтириб беринг?
7. Ижрочи элементларни вазифаси нима?
8. Электр юритмали ижрочи элементларни тузилишини айтинг?
9. Электромагнитли ижрочи механизмларни қандай турларини биласиз?
10. Ростловчи органни вазифаси нима?

11-Mavzu. Taqsimlash tarmoqlarida avtomatik rostlash qurilmalari

1. Transformatorlar ish rejimini avtomatik boshqarish.
2. Transformatorlar kuchlanishini avtomatik rostlash.
3. Reaktiv quvvatni avtomatik rostlash.

Transformatorlar ish rejimini avtomatik boshqarish

Podstantsiyalarni avtomatlashtirish iste'molchilarning sifatli elektr energiya bilan ta'minlashni, avariya va shunga o'xshash buzilishlar bo'lganda shaxsiy tarkibning ishtirokisiz, bu buzilishlarni bartaraf qilishni ta'minlashi kerak.



5.1-Rasm. Ikki transformatorli podstantsiyaning sxemasi

Podstantsiyalarda avtomatik qurilmalarning quyidagi turlari qo'llaniladi:

- Sifatli elektr energiyasi bilan ta'minlovchi-normal rejim avtomatikasi (podstantsiyadagi kuchlanishni rostlash, parallel ishlayotgan transformatorlarni birortasini uzish yoki ulash);
- Elektr qurilmalarini uzib yoki ulab qo'yuvchi-avariya avtomatikasi (AQU, ZAU, CHAYu va hokazolar);
- Podstantsiyadagi ba'zi bir qurilmalarni boshqarish va nazorat qilishni ta'minlovchi-texnologik avtomatika (havo bosimini normal ushlab turish uchun kompressorlarni uzib-ulash avtomatikasi, akkumulyator batareyasidagi kuchlanishni sozlash avtomatikasi).

5.1-rasmda ikki transformatorli podstantsiyaning sxemasi keltirilgan. Sxemada A1, A2-ajratkichlar, B1, B2-bo'laklagichlar, T1 va T2-kuch transformatorlari, L1 va L2-elektr uzatish liniyalari, TSN1 va TSN2-podstantsiyaning energiya bilan ta'minlash transformatorlari, KT1 va KT2-qisqa tutashtirgichlar, U1, U2, U3 va U4-sektsiya uzgichlari, SAU-sektsiyalararo uzgich.

Normal xolatda har bir transformator (T1 va T2) bo'laklagichlar (B1 va B2) orqali liniyalar (L1 va L2) dan elektr energiya olib turadi. Sektsiya uzgichlari U1 va U2 normal uzilgan xolatda bo'ladi.

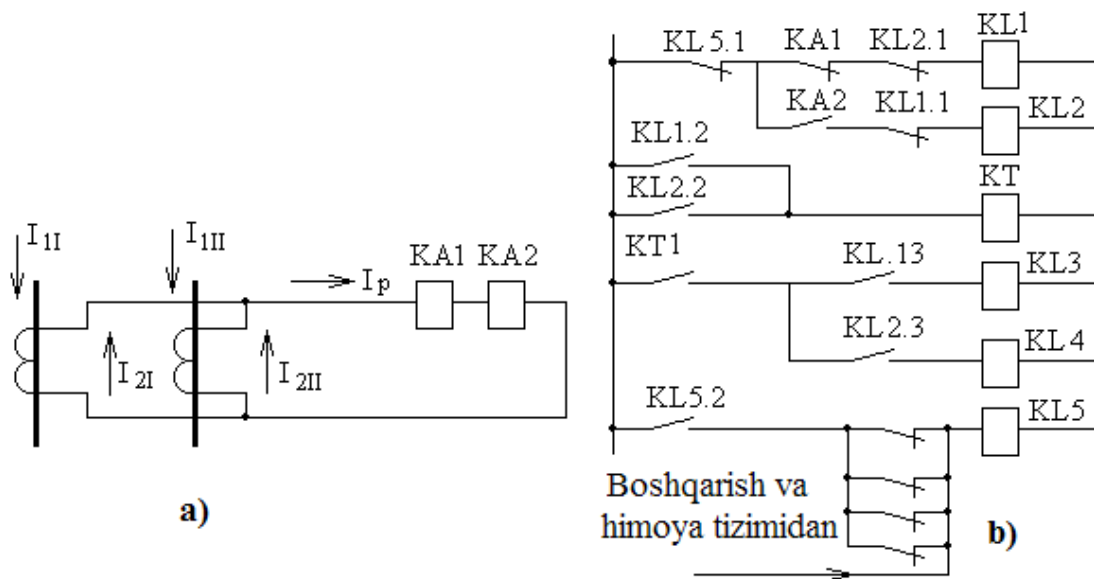
Tarmoq liniyalaridan birortasi avariya tufayli uzilsa yoki past kuchlanishli shinalarida qisqa tutashuv sodir bo'lganda (bu avariyalarni bartaraf qilishda) quyidagi avtomatika qurilmalarini ishlatish ko'zda tutilgan:

- Manba liniyalaridan birida yoki past kuchlanish shinalarida buzilish bo'lgan vaqtda B1 yoki B2 sektsiya uzgichi uzilsa transformatorni AQU amalga oshiriladi;
- Ichki buzilish tufayli T1 yoki T2 transformator ximoya qurilmalari tomonidan uzilgan paytda sektsiya uzgichi U3 ni ZAU qurilmasi tomonidan ulab qo'yiladi;

- Biror liniya (L1 yoki L2) butunlay ishdan chiqqan paytda, shu liniyaga ulangan transformatorni boshqa bir liniyaga avtomatik ulash amalga oshiriladi. (Masalan, L1 ishdan chiqsa B1 uziladi va T1 A1 ajratkich orqali L2 liniyaga ulanadi).

Parallel ishlayotgan transformatorlarni yuklamasi (iste'molchi iste'mol qilayotgan quvvat) foydalanishda o'zgarmas bo'lib turmaydi. Yuklama kamayganda ulardan birortasini uzish, yuklama tiklanganda esa yana ulash lozim, bunda transformatorlarda elektr energiya isrofi minimal bo'ladi.

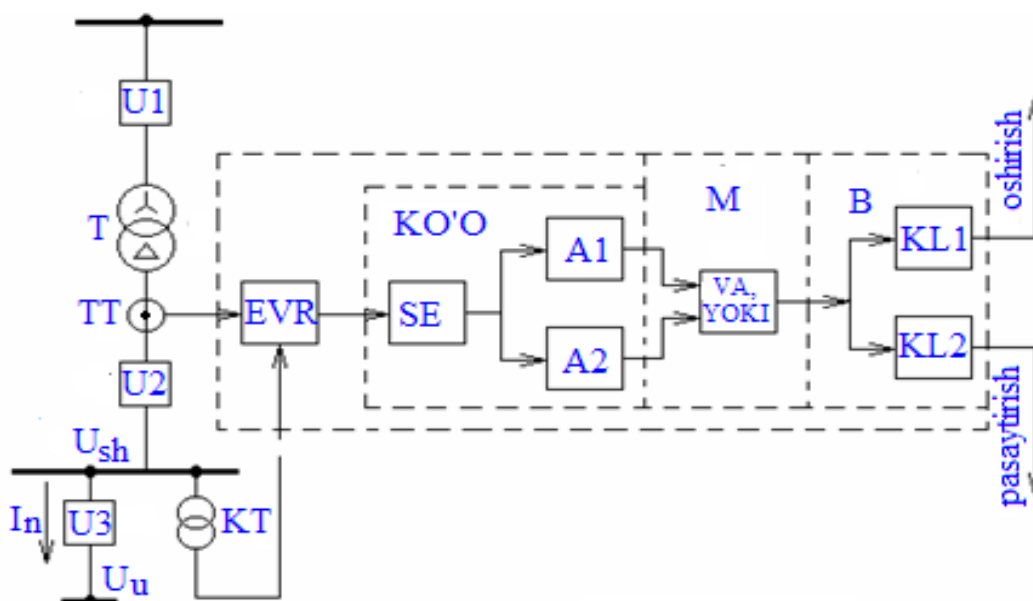
Transformatorlarni avtomatik ulash va uzish sxemasida (5.2-rasm) minimal tok releasi (KA1) va maksimal tok releasi (KA2) ketma-ket ulangan, ular parallel ishlayotgan transformatorlarning toklar yig'indisiga ulangan ($I_r = I_{21} + I_{211}$). Transformatorlar to'la yuklanishda bo'lganda ikkala releni tegishli kontaktlari (KA1 va KA2) ochiq bo'ladi. Yuklama pasayganda ($I = (0,6 \div 0,8)I_{t,n}$) KA1 rele ishga tushadi va uni KL1 oraliq releasi



5.2-rasm. Transformatorlarni avtomatik ulash va uzish sxemasi

chulg'ami zanjiridagi KA1 kontakti yopiladi (3.2 b-rasm). U rele ishga tushib KL1.1 kontakti KL rele chulg'ami zanjirini ajratadi, vaqt releasi (KT) KL1.2 kontakt orqali harakatga kelib, KL1.3 kontakt bilan transformatorlardan birini uzgichini uzishga zanjirni tayyorlaydi. Kechikish vaqti tugagandan so'ng vaqt relesini KT.1 kontakti ulanadi va KL3 ishga tushib transformatorni uzadi.

Yuklama belgilangan qiymatdan ortib ketganda maksimal tok relesi KA2 ishga tushadi va KL2, KT va KL4 relelarni harakatga keltiradi, natijada transformator tarmoqqa ulanadi. Sxemada KL1 va KL2 relelar zanjiri bir-biriga ulangan, bu bir vaqtni o'zida transformatorni uzishga va ulashga signal berilishini oldini oladi.



5.4-rasm. Transformator kuchlanishini avtomatik rostlash kurilmasini funktsional sxemasi.

Transformatorlar kuchlanishini avtomatik rostlash

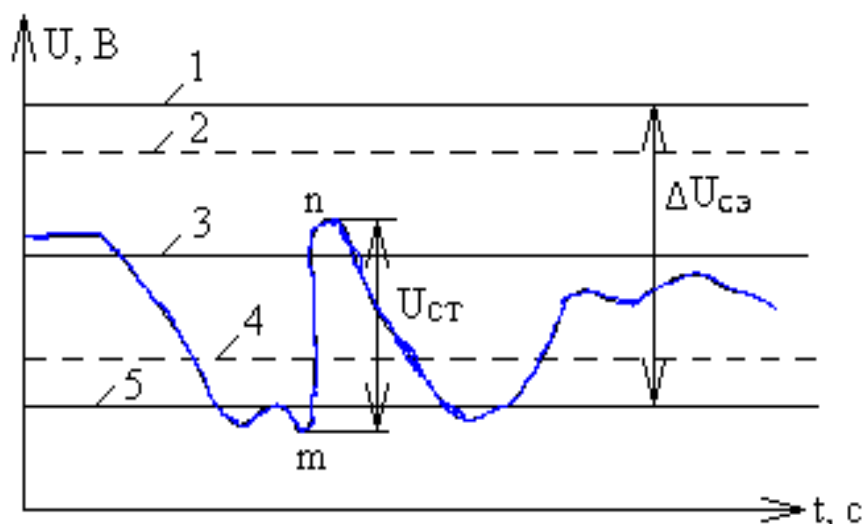
Elektr energiya iste'molchilari aniq bir nominal kuchlanishda normal ishlaydi. Kuchlanishni nominal qiymatdan kamayib yoki ortib ketishi ishlab chiqarilayotgan maxsulot sifatini pasayishiga, elektrotexnik qurilmalarini ishlash muddatini kamayishiga olib keladi. SHuning uchun kuchlanishni nominal qiymatda ushlab turish extiyoji tug'iladi.

Hozirgi vaqtda podstantsiya transformatorlar kuchlanishni yuklama ostida rostlash (YuOR) qurilmasi bilan jihozlangan bo'lib bu qurilma transformatorni yuqori kuchlanish tomonidagi o'ramlar sonini avtomatik qayta ulab kuchlanishni rostlaydi. Transformator kuchlanishni rostlash qurilmasi bilan birgalikda transformatorni transformatsiyalash koeffitsientini avtomatik rostlash tizimini vujudga keltiradi. Avtomatik rostlash tizimini asosiy xarakteristikalar:

- rostlash pog'onasi, $U_n=1,25-2,5\%$;
- sezmaydigan zonasi (ΔU_{sz})-bunday kuchlanishni o'zgarish zonasida rostlagich ishga tushmaydi. Har doim $\Delta U_{sz} > U_n$ bo'lishi kerak;
- rostlash aniqligi-sezmaydigan zona kuchlanishini yarmiga teng kuchlanishni o'zgarishi bilan xarakterlanadi;
- kechikish vaqti-qisqa vaqtli kuchlanishni o'zgarishida rostlagichni ishga tushmasligini ta'minlovchi parametr;
- rostlagich ustavkasi-rostlagich ta'minlashi zarur bo'lgan kuchlanish.

5.3-rasmda kuchlanishni rostlash jarayoni grafigi ko'rsatilgan.

Grafikda 3 chiziq rostlagich ustavkasi, 5 va 1 sezmaydigan zonalar chegarasi (ΔU_{sz})



5.3-rasm. Kuchlanishni rostlash jarayoni

rostlagich harakatga kelishi zarur bo'lgan kuchlanish qiymati bilan aniqlanadi. Grafikdan ko'rinadiki, talab etilayotgan kuchlanish qiymati $\pm \Delta U_{sz}/2$ aniqlikda rostlanadi. 3.3-rasmda qaytarish kuchlanishi 2,4 shtrix chiziqlar bilan ko'rsatilgan. Qayta ulanish-agarda kuchlanishni chetlashish vaqti rostlagichni kechikish vaqti (t_1) va yuritma mexanizmini ta'sir vaqti (t_2) yig'indisidan katta bo'lsa sodir bo'ladi. Bunda kuchlanish grafigi m nuqtadan n nuqtaga sakrash bilan o'zgaradi, ya'ni kuchlanish rostlash pog'onasi qiymati (U_n) miqdoriga o'zgaradi. Energotizimda ishlatiladigan transformatorlar kuchlanishini avtomatik rostlash qurilmasini funktsional sxemasi 5.4-rasmda ko'rsatilgan. Funktsional sxema o'lchash (O'), mantiqiy (M) va bajaruvchi (B) qismlardan iborat.

O'lchash qismidagi EVR qurilmasi rostlagichni statik xarakteristikasini ta'minlaydi. Bu qurilma yuklanish toki qanday qiymatga ega bo'lishidan qat'iy nazar kuchlanishni belgilangan qiymatda bo'lishini ta'minlaydi. Kuchlanishni o'lchash organi (KO'O) kuchlanishni solishtirish elementi (SE) va A1, A2 kuchaytirgichlardan iborat. Solishtirish elementi chiqishdagi kuchlanishni belgilangan kuchlanish bilan solishtiradi va solishtirish farqini ishorasiga ($\pm \Delta U$) asosan uni tegishli releli kuchaytirgichga tavsiya etadi. KO'O ni minimal yoki maksimal kuchlanish relesi, ikki mutloq elektrik qiymatni solishtiruvchi diod sxema asosida yig'iladi.

Mantiqiy qism vaqtini kutish elementi «EV», «YoKI», «VA» elementlaridan iborat. Kechikish vaqtini yuzaga keltirish rostlagichni qisqa vaqtli kuchlanish o'zgarishida ishlab ketmasligini ta'minlash uchun zarur.

Bajaruvchi qism KL1 va KL2 oraliq relelardan iborat bo'lib, kuchlanish oshib ketganda KL2 rele, kamayib ketganda esa KL1 rele ishga tushadi. Elektr energetikaci tizimida ishlatiladigan eng ishonchli rostlagichlardan biri ART-1N tipli rostlagichdir. U podstantsiyalarda kuchlanishni uzluksiz ravishda rostlaydi va unda kuchlanishni ustavka qilish imkoniyati mavjud. ART-1N rostlagich bilan parallel ulangan transformatorni guruxli rostlash va xususiy sxema elementlarini to'g'ri ishlashini nazorat qilish mumkin.

Reaktiv quvvatni avtomatik rostlash

Elektr stantsiyalarda sinxron generatorlar me'yoriy yuklamada yuqori quvvat koeffitsienti (sos φ) bilan ishlaydi, ya'ni nisbatan katta bo'lmagan reaktiv quvvat ishlab

chiqaradi, uni iste'moli esa elektr stantsiyalarni parallel ishlashdagi statik turg'unligi bilan chegaralangan.

Hozirgi zamon yuqori va o'ta yuqori elektr uzatish liniyalaridagi uzatilayotgan aktiv quvvat (R) me'yordan (R_m) kichik bo'lganda katta quvvatli boshqarilmaydigan generator hisoblanadi. Reaktiv quvvat generatorlari-sinxron kompensatorlar esa uni iste'molchisidir. Hozirda tiristorli qurilmalar bilan uzuliksiz boshqariladigan reaktorli va reaktor-kondensatorli reaktiv quvvat statik kompensatorlari (SK) yaratilgan. Ular elektrstantsiya shinalariga va elektr uzatish magistral liniyalariga ulanadi.

Boshqariladigan reaktiv quvvat qurilmalari (manbalari) ya'ni, sinxron va statik kompensatorlar quyidagilarni ta'minlaydi:

- Kuchlanish va reaktiv quvvat bo'yicha elektr uzatishda talab etiladigan ish rejimlari;
- Uzatilayotgan aktiv quvvatni yuqori chegaradagi statik va dinamik turg'unligi;
- Elektr uzatishni to'la fazali bo'lmagan ish rejimida ham kuchlanish va tokni simmetrikligi;
- Liniyalarda (kommutatsiya) o'ta kuchlanishni oldini olish.

Elektr stantsiyalar va taqsimlash podstantsiyalaridagi alohida kuch transformatorlari va avtotransformatorlar yuklama ostida kuchlanishni rostlovchi-transformatsiyalash koeffitsientini o'zgartiruvchi qurilmalar bilan jixozlanadi. Bunday qurilmalarga elektroenergetika ob'ektlari reaktiv quvvatini rostlovchi va transformatsiyalash koeffitsientini boshqaruvchi rostlagichlar kiradi. Ular yordamida reaktiv quvvat oqimi va shinalardagi kuchlanishlarni me'yoriy darajada bo'lishi ta'minlanadi.

Sinxron kompensatorlar-an'anaviy reaktiv quvvat generatori xisoblanadi va elektr energetikasi tizimida keng qo'llaniladi. Sinxron kompensatorni ish rejimi, ya'ni reaktiv quvvatni uzatishi yoki iste'mol qilishi uni qo'zg'atishga asoslangan.

Sinxron kompensator nominal tokda qo'zg'atilganda reaktiv quvvat beradi, qo'zg'atish toki bo'lmaganda esa reaktiv quvvat iste'mol qiladi.

Qo'zg'atish toki sinxron kompensatorning qo'zg'atishni avtomatik rostlash qurilmalari bilan boshqariladi. Sinxron kompensatorlarni elektr mashinali qo'zg'atish qurilmali modifikatsiyasi (asosan tiristorli chetkasiz qo'zg'atishli) amalda keng qo'llaniladi.

Reaktiv quvvatni avtomatik kompensatsiyalash, ya'ni quvvat koeffitsientini oshirish ishlab chiqarishda kondensator batareyalari (KB) yordamida ham amalga oshiriladi. Ishlab chiqarishda reaktiv quvvatga bo'lgan talab kun davomida o'zgarib turadi, shuning uchun reaktiv quvvatni avtomatik ravishda rostlab turilmasa kuchlanishni kamayib yoki ortib ketishiga, natijada ba'zi qurilmalarni ishdan chiqishiga olib keladi.

Kuchlanishga bog'liq xolda KB quvvatini avtomatik rostlash maksimal va minimal kuchlanish relelari yordamida amalga oshiriladi. Yuklamani kamayishi kuchlanishni oshishiga olib keladi, natijada maksimal kuchlanish relesi KB ni bir qismini uzib qo'yadi. Kuchlanish kamayganda esa minimal kuchlanish relesi KB ni yana ulab qo'yadi. Qisqa vaqt davomida sodir bo'ladigan kuchlanishni o'zgarishini (yolg'on signallar) sezmaslik uchun KB ni boshqarishda vaqt relelaridan foydalaniladi.

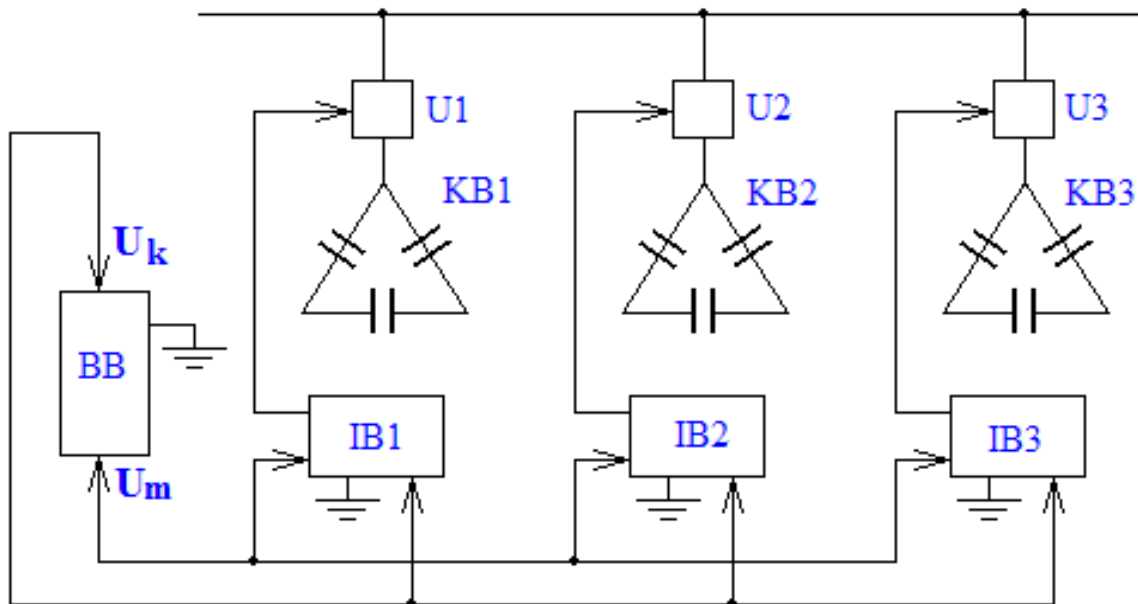
5.5-rasmda reaktiv quvvatni avtomatik kompensatsiyalashni blok sxemasi keltirilgan.

Bu qurilma o'zgaruvchan tok zanjirlarida KB quvvatini ko'p pog'onali boshqarishga asoslangan. Ko'p pog'onali boshqarish bir pog'onali boshqarishga nisbatan sezgir hisoblanadi.

Bu qurilma buyuruvchi (BB) va ijro bloklari (IB) dan tuzilgan. Buyuruvchi (BB) blokiga manba (U_m) va kirish (U_k) kuchlanishi beriladi. BB da hosil qilingan ta'sir signali $\pm \Delta U = (U_m - U_k)$ ijro bloki (IB) ga beriladi. Ijro bloki kondensatorlarni ma'lum bir qismini uzadi yoki ulyadi.

Ma'lumki, reaktiv quvvatning asosiy iste'molchilari asinxron dvigatellar (60%), kuch transformatorlari (20%), induksion pechlar va to'g'rilagichlardir (20%).

Kuchlanishi 1000 V gacha bulgan KB larning o'rnatish joylari quyidagicha



3.5-rasm. Reaktiv kuvvatni ko'p pog'onali avtomatik boshqarish sxemasi.

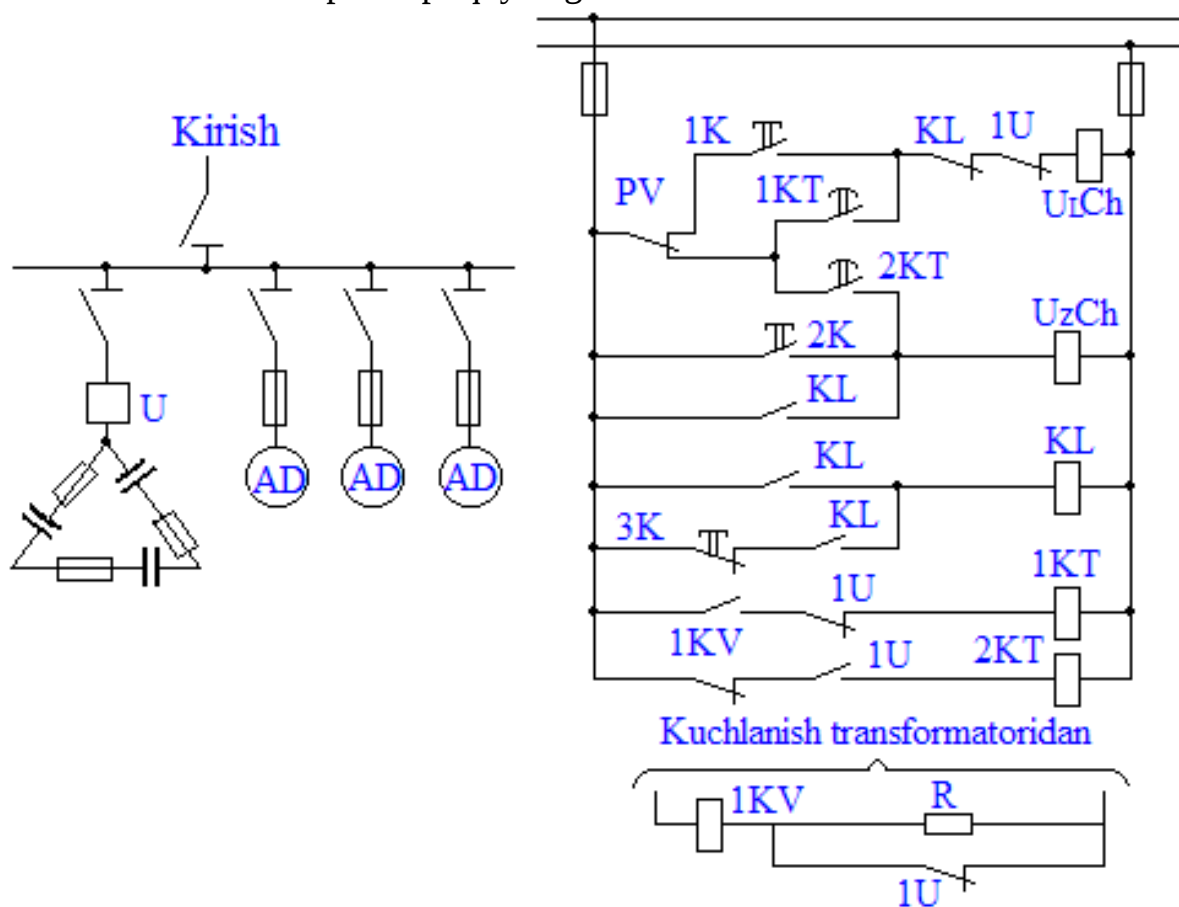
tanlanadi:

- Markazlashtirilgan o'rnini qoplashda KB tsex transformatori (TP) yonida o'rnatiladi va uni 0,4 kV li taqsimlash qurilmasi (TQ) ga ulanadi;
- Guruh uchun o'rnini qoplashda KB guruh tarqatish qurilmasi yoki shina yoniga o'rnatiladi va ularga ulanadi;
- Individual o'rnini qoplashda KB asinxron dvigatelga (iste'molchi) yaqin joylashtirilib, uning stator chulg'amiga ulanadi.

Reaktiv quvvatni rostlash vaqt, tok yoki kuchlanish bo'yicha amalga oshiriladi. Vaqt va tok printsiplarida to'la (S) va reaktiv quvvatni (Q) sutkalik grafiklaridan foydalaniladi. Kuchlanish printsiplida esa maksimal va minimal kuchlanish relesi signali bo'yicha rostlash amalga oshiriladi.

5.6-rasmda reaktiv quvvatni bir pog'onali avtomatik boshqarish sxemasi ko'rsatilgan.

Sxemani ishlash printsipli quyidagicha: Kuchlanish 1 KV minimal kuchlanish rele

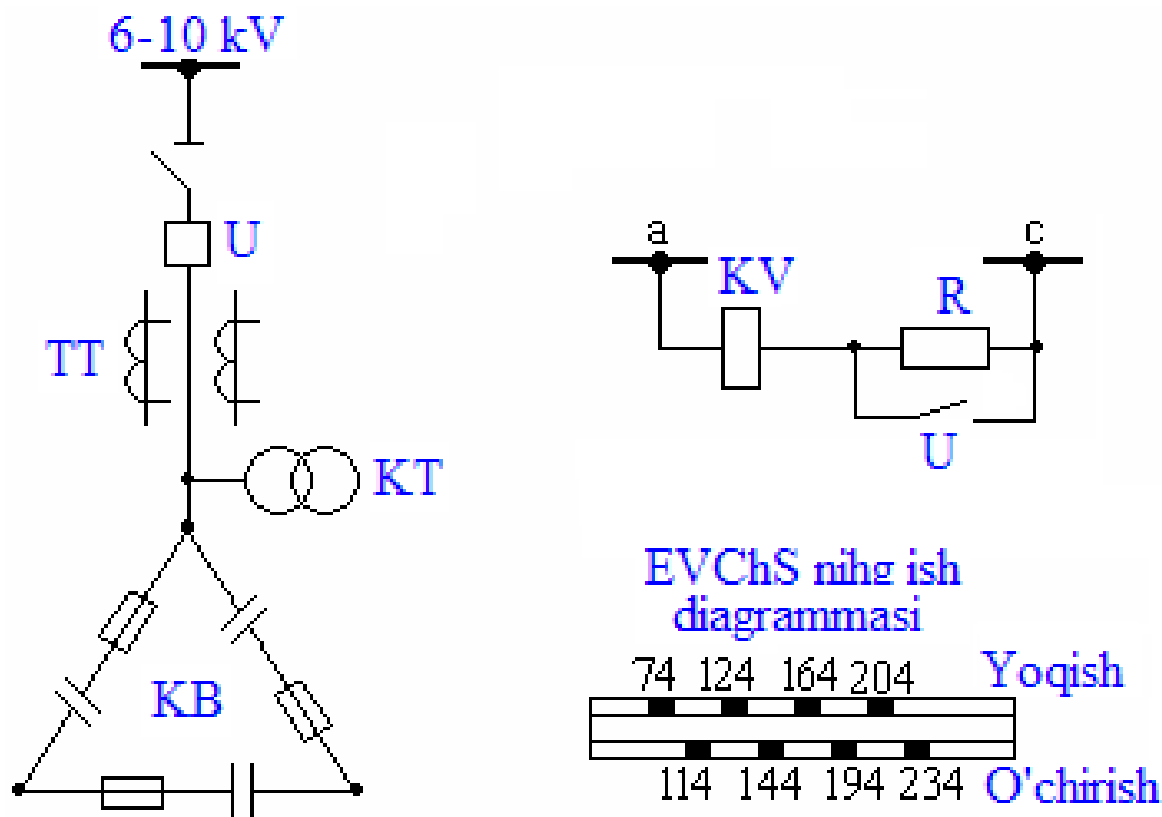


5.6-rasm. Reaktiv quvvatni bir pog'onali avtomatik boshqarish sxemasi.

yordamida nazorat qilinadi. Tarmoqda kuchlanish pasayganda bu rele vaqt rele 1 KT zanjiridagi o'zini kontaktini ulaydi, u ma'lum kechikish vaqtidan so'ng ulanish chulg'ami (ULCh) zanjirini tutashtiradi, natijada uzgich U kondensator batareyasini ulaydi. Kuchlanish belgilangan qiymatdan oshib ketganda 2 KV releni 2 KT vaqt rele 2 KT zanjiridagi kontakti ulanadi, u ma'lum kechikish vaqtidan so'ng o'zish chulg'ami (UzCh) zanjirini ulaydi, uzgich U kondensator batareyasini uzadi. 1 KT va 2 KT vaqt relolari qisqa muddatli kuchlanishni o'zgarishi yuz berganda uzgichni ishlamasligini ta'minlaydi. Kondensator batareyalarini ximoyasi oraliq rele (KL) orqali amalga oshiriladi.

5.7-rasmda KB quvvatini kuchlanish bo'yicha korrektsiyalab, sutka vaqti bo'yicha bir pog'onada avtomatik rostlashni kombinatsiyalangan sxemasi keltirilgan.

Bu sxemada sutkani berilgan vaqtida EVCHS soat ta'sirida KB ulangandan keyin tarmoqdagi kuchlanish yuqori bo'lsa, minimal kuchlanish releli KV o'zining ulanuvchi



5.7-rasm. Reaktiv quvvatni avtomatik rostlashni kombinatsiyalangan sxemasi

kontakti bilan KB ni yana o'chiradi, tarmoqni bu bo'limida kuchlanish pasaygan bo'lsa, KV releli o'zining uzuvchi kontakti bilan KB ni ulaydi, bunda EVCHS soat bo'yicha berilgan vaqtni kutmaydi. SHunday qilib EVCHS soatlari sutka vaqti bo'yicha belgilangan dasturga binoan KB ni ulaydi va o'chiradi, KV releli esa sutkani usha vaqtlarida tarmoq kuchlanishiga bog'liq xolda EVCHS ishiga tuzatishlar kiritadi. Bunday rostlash natijasida tarmoqdagi kuchlanishni U_{nom} qiymati me'yorlangan $\pm 5\%$ -dan chiqmaydi. KV rele zanjirlariga sxemani aniqroq sozlash uchun zarur bo'ladigan qo'shimcha qarshilik R ulanadi. Kuchlanish bo'yicha rostlash sxemasi kuchlanishni turtki yuklamalar vujudga keltiradigan qisqa vaqtli tebranishlardan ishlamaydigan qilib sozlanishi kerak.

Hozirgi vaqtda tiristorli o'chirgichlar xizmat qiladigan avtomatik kondensator qurilmalari amalda keng qo'llaniladi.

KB (seriyalari UK-0,38-220 - UK-0,38-540) quvvatini ko'p pog'onali kombinatsiyalangan avtomatik rostlash uchun ARKON turdagi rostlagichlar qo'llaniladi, ularni 6-10 kV tarmoqlarda ham ishlatish mumkin.

Sinov savollari

1. Taqsimlash tarmoqlarida avtomatik rostlash qurilmalarini qanday turlarini bilasiz?
2. Transformatorlar ish rejimini avtomatik boshqarishdan maqsad nima?
3. Kuchlanishni avtomatik rostlash tizimini asosiy parametrlarini ayting.
4. Kuchlanishni avtomatik rostlash qurilmasini funktsional sxemasi qanday elementlardan tuzilgan?
5. Reaktiv quvvatni avtomatik kompensatsiyalashdan maqsad nima.
6. Sinxron kompensatorlar va statik kondensatorlarga tushuncha bering.
7. Reaktiv quvvatni asosiy iste'molchilari qanday qurilmalar.
8. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalovchi qurilmalarni o'rnatilish joylariga tushuncha bering.
9. ZAU qurilmalariga qo'yiladigan asosiy talablarni ayting?
10. Sektsiyali ZAU sxemasini tushuntiring?
11. ZAU ning sektsiya kontaktorlarida tuzilgan sxemasi qanday qurilmalarda qo'llaniladi?
12. AQU ni qo'llashdan maqsad nima?
13. O'zgaruvchan operativ tokda ishlaydigan AQU larni qanday turlarini bilasiz?
14. Bir martali qayta ulash qanday ta'minlanadi?
15. CHAYu ni qo'llashdan maqsad nima?
16. CHAYu qurilmasiga qo'yiladigan asosiy talablarni ayting?
17. CHastotani nominal qiymatdan pasayib ketishi qanday oqibatlarga olib keladi?
18. CHastotani mutloq qiymati bo'yicha avtomatik yuksizlantirishga tushuncha bering?

12-Mavzu: Zaxirani avtomatik ulash (ZAU)

1. Sxemasi va ishlash printsipi.
2. Zaxirani avtomatik ulash (ZAU)ga qo'yiladigan talablar.

Zaxirani avtomatik ulash (ZAU) sxemasi va ishlash printsipi

Zaxirani avtomatik ulash (ZAU) qurilmalari sanoat elektr ta'minotini avtomatlashtirishdagi asosiy elementlardan hisoblanadi.

Sanoat korxonalarining ko'pgina elektr tarmoqlarida liniya va transformatorlar alohida-alohida ishlatiladi. Bunday xollarda podstantsiya shinalari ikkita sektsiyaga bo'lingan bo'lib, har biri alohida liniyadan energiya olib turadi. Transformator yoki liniyada avariya sodir bo'lib, buzilish bo'lsa ZAU qurilmasi manbani qayta tiklaydi va texnologik jarayonlarni turib qolishiga amalda yo'l qo'ymaydi.

ZAU qurilmalari sanoat korxonalari ob'ektlarini elektr ta'minoti sxemalarini soddalashtirishga va arzonlashtirishga olib keladi.

ZAU qurilmasi ishga tushirish va avtomatik qurilmalaridan tashkil topgan.

ZAU qurilmalari tarmoq, kuch transformatorlar, generatorlar, elektr dvigatellar, elektr chiroqlar va boshqa zaxiradagi qurilmalarni ulashga mo'ljallangan. Ular ximoya

qurilmasi tomonidan uzilgan bo'lsa yoki navbatchi personalni noto'g'ri harakati tufayli uzilgan bo'lsagina ZAU ishga tushadi.

ZAU qurilmalariga qo'yiladigan asosiy talablar:

- Har qanday sababga ko'ra shinalardagi kuchlanish yo'qolganda ham ishga tushishi;
- Ishchi iste'mol manbasi yo'qolganda, xech qanday kutish vaqtisiz zaxiradagi iste'mol manbasini ulashi;
- Iste'molchilar chastotali avtomatik yuksizlantirish (CHAYu) qurilmasi tomonidan uzilgan bo'lsa, ZAU ni ishlamasligi.

Elektr ta'minoti uzuliksizligini iste'molchilarni ikkita liniya yoki ikkita transformator orqali energiya manbasiga ulash bilan ta'minlash mumkin. Bunda ikki xil xolat bo'lishi mumkin:

- Manbalarni alohida ishlashi-biri yuklamaning bir qismi uchun, ikkinchisi esa yuklamaning ikkinchi qismi uchun, masalan podstantsiyaning alohida shinalar sektsiyasi uchun ishlaydi;
- Iste'molchi ishchi manbadan normal ta'minlanadi, boshqasi esa zaxirada turadi.

Birinchi xolatda elektr ta'minoti bir qism iste'molchilarda buzilganda ZAU ishga tushib, podstantsiya shinalaridagi sektsiya uzgichi ulanadi va elektr energiya ta'minoti tiklanadi.

Ikkinchi xolatda esa, zaxiradagi energiya manbai ishchi energiya manbai uzilgandan so'ng ishga tushadi. O'ta ma'suliyatli iste'molchilarni elektr energiya ta'minotida ZAU ko'zda tutiladi, shuning uchun 1-toifali iste'molchilari bo'lgan podstantsiyalarda ZAU ni bo'lishi shart.

ZAU ni ishga tushirish minimal kuchlanish relesi orqali yoki bu rele bilan chastota relesi birgalikda ishlashi orqali amalga oshiriladi, bunda ZAU manba uzilgandan so'ng $0,2 \div 1$ sek. vaqt o'tgach ishga tushiriladi.

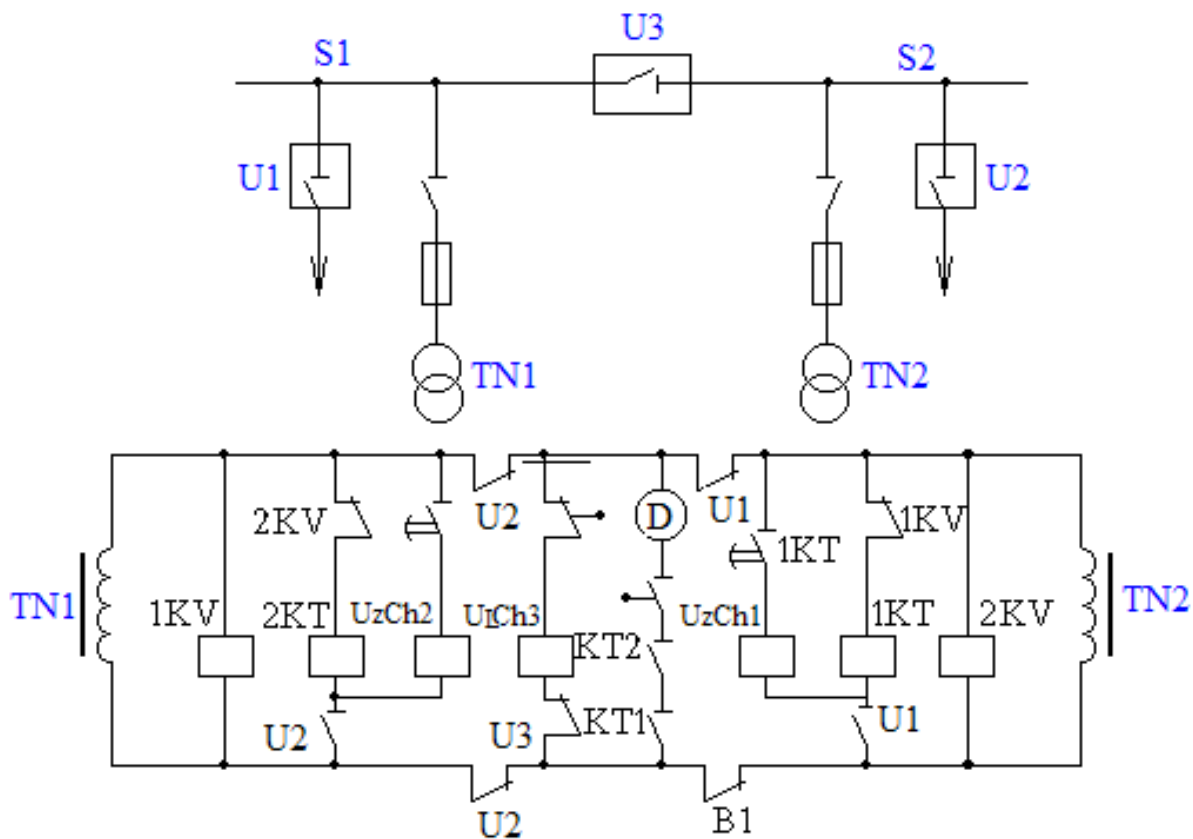
ZAU ni ishga tushish vaqti iste'molchidan manbaga qarab kamayib borishi kerak, bunda liniyaning ximoya vositalarini ishga tushish vaqtini ham hisobga olish kerak.

Ishlab chiqarishni elektr ta'minotida zaxira energiya manbalari va qurilmalarini avtomatik ishga tushirish muhim ahamiyatga egadir. ZAU elektr ta'minotini uzluksizligini ta'minlaydi. Bu o'z navbatida podstantsiya sxemasini soddalashtiradi, liniya va transformatorlarni alohida-alohida ishlashini ta'minlaydi, qisqa tutashuv tokini kamaytiradi, releli himoya tizimini soddalashtiradi va ishchi xodimlar sonini kamaytiradi.

Ishlab chiqarishda ZAU qurilmalari bilan liniya uzgichlari, transformatorlar, elektrodvigatellar va sektsiya uzgichlari jihozlanadi.

ZAU sxemasi ishchi energiya uzgichi himoya tizimi ta'sirida uzilgandan keyin ishlab ketadi. 5.8-rasmda sektsiyali ZAU sxemasi keltirilgan. Ishchi xolatda V1 va V2 uzgichlar ulangan. Sektsiya uzgichi V3 uzilgan, uni yuritmasi ulashga tayyor.

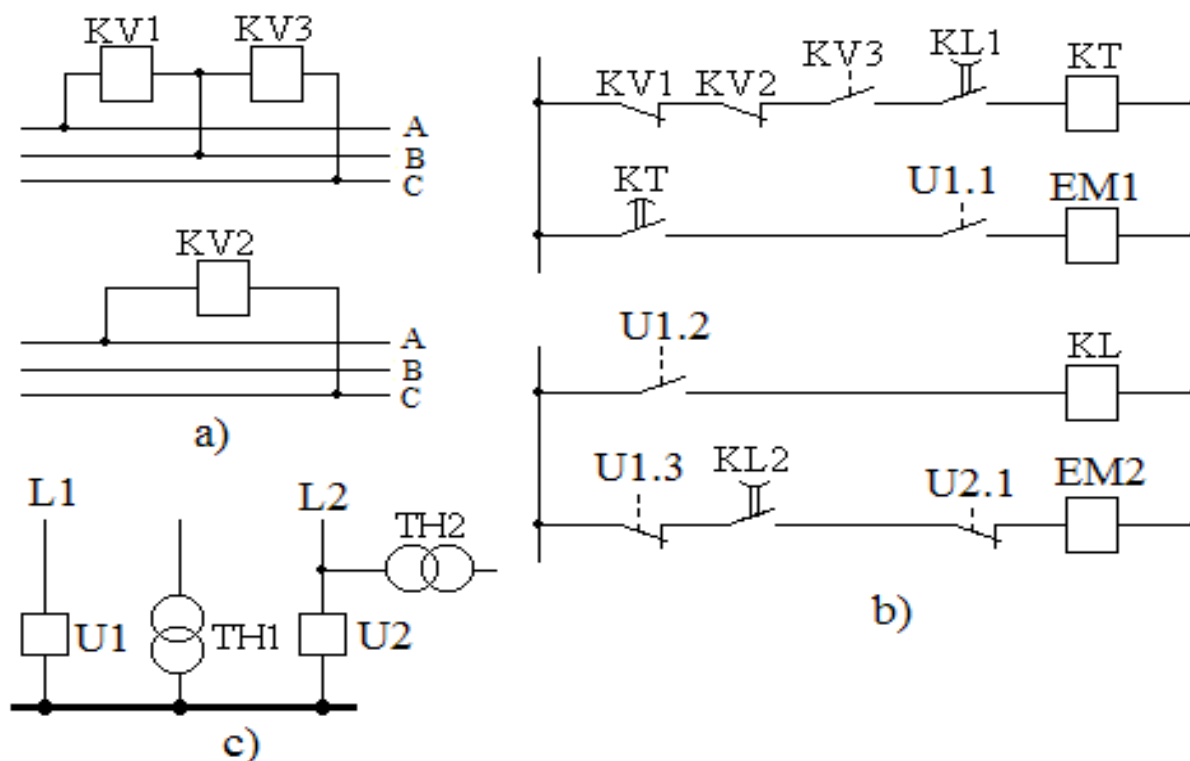
Sektsiya shinalaridagi kuchlanish 1KV va 2KV relelari orqali nazorat qilinadi, kuchlanish TN1 va TN2 dan olinadi. SHinalarda kuchlanish bo'lganda 1KV va 2KV ni kontaktlari ochiq bo'ladi. Boshqarish zanjirlari TN1 va TN2 transformatorlaridan kuchlanish bilan ta'minlanadi.



5.8-расм. Секцияли ЗАУ схемаси

Kuchlanish 1 sektsiyada yo'qolganda 1KV rele kontakti yopiladi, vaqt relesi zanjirida 1KT kontaktlarini yopadi. U biroz vaqtdan so'ng uzish chulg'ami (UzCh1) ga kuchlanish beradi va U1 uzgich uziladi. Ulanish chulg'ami (U1Ch3) va U3 uzgich TN2 transformatoridan kuchlanish olib ulanadi. Yuritma kontaktlari dvigatel (D) zanjirida uziladi. U3 ulanganda, agarda qisqa tutashuv bartaraf etilmagan bo'lsa u shu ondayoq (o'zini xususiy himoya vositasi orqali) uziladi, U2 uzgich uzilmaydi, chunki uni himoyasi biroz vaqtdan keyin ishga tushadi, U3 ni qayta ulanishi sodir bo'lmaydi. 2-sektsiyada energiya ta'minoti buzilganda sxema xuddi yuqorida bayon etilganday ishlaydi.

O'zgarmas operativ tokda ishlaydigan ZAU qurilmasi elektromagnit yuritmalı uezgichi bo'lgan qurilmalarda qo'llaniladi. Bunday elektromagnitlar nisbatan katta quvvatli elektr energiya iste'mol qiladi. ZAU qurilmasini avtomatikasi o'zgarmas yoki quvvatli to'g'rilagichlarda to'g'rilangan operativ tokda bajariladi. 5.9-rasmda elektromagnit yuritmalı ZAU qurilmasini sxemasi ko'rsatilgan. ZAU qurilmasi KV1, KV2 minimal kuchlanish relesi va KV2 maksimal tok relesi bilan jihozlangan (5.9-rasm, a).



5.9-рasm. Электромагнит юритмali ZAU қурилмаси ва

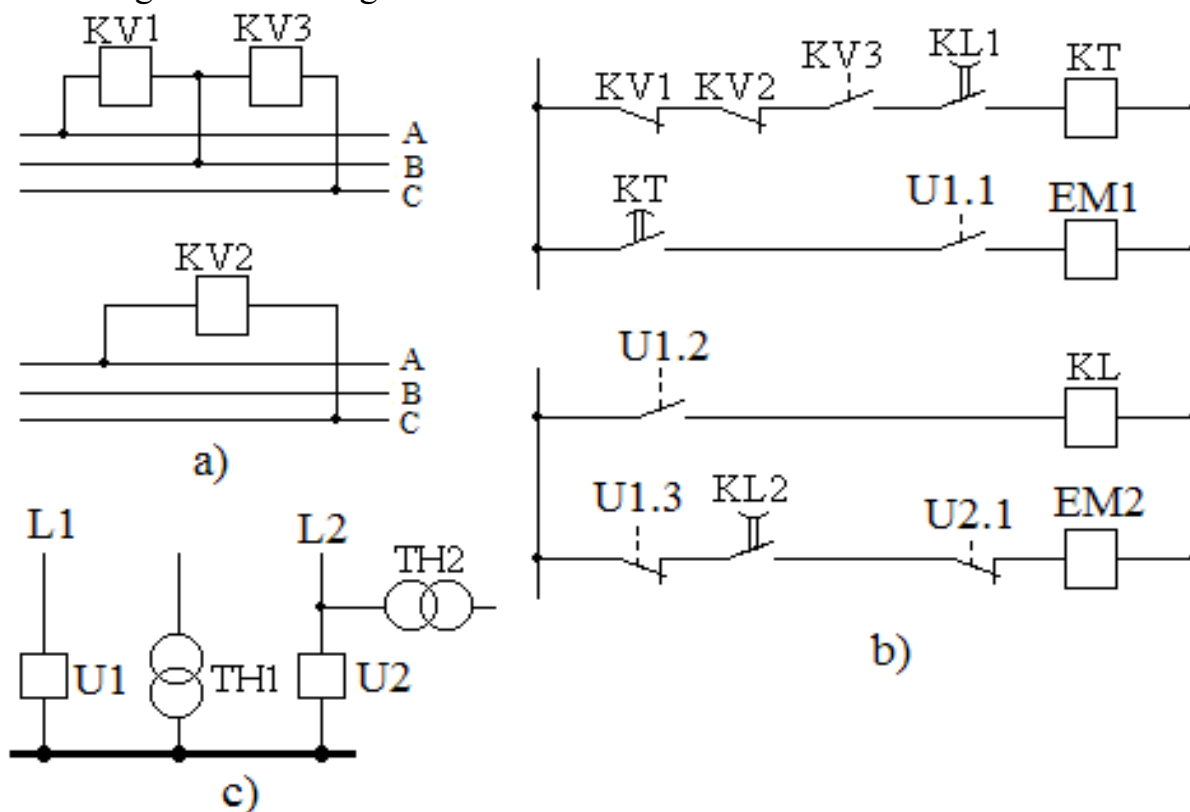
тадрмок схемаси

Kechikish vaqtini t_{ZAU} vaqt relesi (KT) hosil qiladi (5.9-rasm, b). Bir martali ta'sirni oraliq relesi (KL) ta'minlaydi. Normal ish rejimida U1 uezgich ulangan, V2 esa uzilgan, shina va zaxira liniyada kuchlanish bor (5.9-rasm, v).

ZAU qurilmasi quyidagicha ishlaydi. Podstantsiya shinasida kuchlanish yo'qolganda KV1 va KV3 relelar ishga tushadi, ularni vaqt relesi (KT) zanjiridagi kontaktlari tutashadi. Agarda L2 liniyada kuchlanish bo'lsa KV2 releni kontaktlari yopiq xolatda bo'ladi. t_{ZAU} vaqtdan so'ng vaqt relesi (KT) elektromagnit (EM1) ni o'chirish zanjiridagi kontaktlari tutashadi, U1 uezgich uziladi, uni U1.1 va U1.2 yordamchi kontaktlari ajraladi, elektromagnit (EM2) ni ulash zanjiridagi U1.3 kontakt tutashib V2 uezgichni ulaydi.

ZAU ni ko'p tarqalgan sxemalaridan yana birini, 1000 V dan yuqori kuchlanishlar uchun ko'rib chiqamiz. 5.9-rasmda prujinali yuritma bilan ta'minlangan sektsiya uezgichli ZAU ning sxemasi keltirilgan. Oxirgi uezgich (U) bilan uziladigan dvigatel (D) yuritmasi sxemada qo'llanilgan. Blokirovkalash relesini (RB) manba bilan ta'minlash uchun to'g'rilagich ko'zda tutilgan. 1U va 2U uezgichlar ulangan xolda, uezgich (U) esa uzilgan xolda.

ЗАУ ni ishga tayyorligi (L) signal lampasi orqali amalga oshiriladi. Minimal kuchlanish relelari (1KV va 2KV) va blokirovka relesi (RB) ulangan xolda. Prujinali yuritmaning kontakti ulangan bo'ladi.



5.9-расм. Электромагнит юритмали ЗАУ қурилмаси ва

тармоқ схемаси

Birinchi sektsiyada kuchlanish yo'qolganda kuchlanish relelari (1KV va 2KV) ishga tushadi. Rele (1KT) kechikish vaqtidan keyin oraliq relesi (1KL) orqali uzgich (1U) ni uzadi va uning blok-kontakti (1U) elektromagnit uzgich (U_{UL}) ni ulaydi. Elektromagnit uzgich (U_{UL}) ulanishi bilan birinchi sektsiyadagi kuchlanish (manba) tiklanadi va ulanishning keyingi bosqichlari uchun dvigatel (D) ishga tushadi.

Ikkinchi sektsiyada kuchlanish yo'qolganda ham sxema xuddi shunga o'xshash ishlaydi. Blakirovkalash relesi ЗАУ ning ishlashini bir marotabaligini ta'minlaydi.

Uzgichlar (1U yoki 2U) uzilganda, ma'lum vaqtdan keyin blokirovkalash relesi elektromagnit uzgich (U) ni uzib qo'yyadi.

Sinov savollari

1. Rele ximoyasiga qo'yiladigan asosiy talablarni ayting?
2. Operativ tok nima?
3. Operativ tok manbalariga tushuncha bering?
4. Rele ximoyasi zanjirida ishlatiladigan relelarni ayting?
5. Maksimal tok relesini ishlash printsipini tushuntiring?
6. Vaqt relesidan qanday xolatlarida foydalaniladi?
7. Maksimal tok ximoyasi nima?
8. Boshqarishning qanday turlari mavjud?
9. Signalizatsiyaning qanday turlarini bilasiz?

10. Ishonchlilik nima?

11. Ishonchlilikni oshirish usullarini ayting?

13-Mavzu: Avtomatik qayta ulash (AQU)

1. Sxemasi va ishlash printsiipi.

2. Avtomatik qayta ulash (AQU)ga qo'yiladigan talablar.

Sxemasi va ishlash printsiipi

Kuchlanishni oshib ketishi, ajratkichlarni noto'g'ri ishlatish natijasida noturg'un qisqa tutashuv yuzaga kelishi mumkin, bunda himoya tizimi ishga tushadi. Qisqa muddatli katta yuklanishlarda transformatorlarni gazli himoya tizimi ishlab ketadi. Bunday qisqa muddatli buzilishlar o'z-o'zidan tuzaladi va liniya yoki transformator elektr tarmoqqa qayta ulanadi. Elektr ta'minotidagi, qisqa muddatli uzilishlar (liniya, transformator, dvigatel va boshqa mexanizmlar uzgichlari ba'zi mexanizmlarni ishga tushirishda uziladi) avtomatik qayta ulash (AQU) orqali kamaytiriladi. AQU nonormal ish rejimini bartaraf etishni tezlashtiradi, tarmoqni normal ish rejimini tiklashni tezlashtiradi. AQU 1 martali yoki 2 martali bo'lishi mumkin.

Ishlab chiqarishni elektr ta'minoti tizimida oddiy va yuqori effektli 1 martali AQU dan foydalaniladi. Ko'p martali AQU 10 kilometrdan uzun liniyalarda, agarda qabul qilish podstantsiyalarida ZAU ko'zda tutilmagan bo'lsa ishlatiladi. AQU qurilmalari konstruksiyasi bo'yicha mexanik va elektrik ishga tushuvchi bo'ladi. Ular o'zgaruvchan va o'zgarmas toklarda ishlaydi. AQU vaqti kichik bo'lishi kerak $t = 0,5-1,5$ sekund. 5.10-rasmda bir tomonlama ta'minotli liniyani o'zgarmas operativ tokda bajarilgan AQU sxemasi keltirilgan. Kalitni 1 (UI) xolatga qo'yganda C kondensator zaryadlanadi. Kondensatorni zaryadlanish vaqtiga bog'liq ravishda kalitni 2 (UI) xolatga o'tishi 20-30 sekunddan so'ng sodir bo'ladi.

Uzgich uzish chulg'ami (UzCH) zanjiridagi himoya kontaktlari tutashgandan so'ng uziladi. Ugich V1 blok kontakti tutashadi, rele 2KL ishga tushadi va vaqt relesi zanjiridagi normal ochiq kontaktini yopib RPV-58 ni ishga tushiradi.

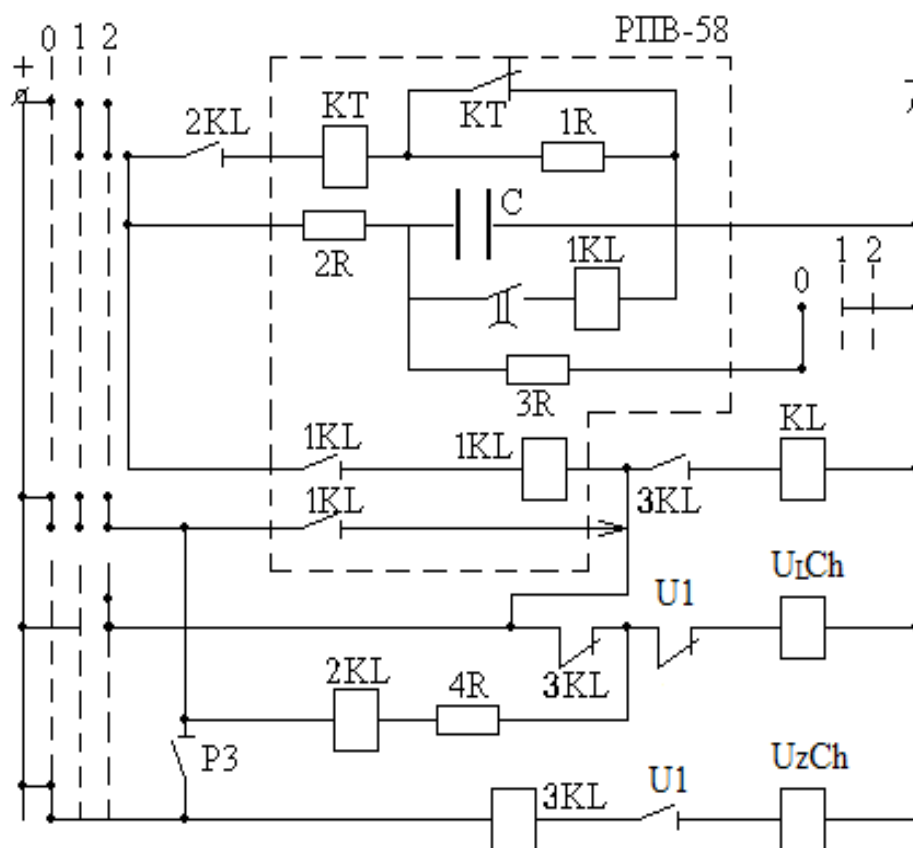
Qo'shimcha qarshilik 4R uzgichni ulashga yo'l qo'ymaydi. Rele kontakti (KT) tutashganda kondensator zaryadsizlanadi. Natijada 1KL rele ishga tushib tok chulg'ami zanjirdagi kontakti tutashtiradi va (UICH) chulg'am yuritmasiga tok beriladi, uzgich ulanadi. Rele 1KL ulash chulg'ami (UICH) zanjirida blok-kontakt KT1 ajralguncha o'zini ushlab turadi, natijada uzgichni mukammal ulanishini ta'minlaydi. 1KL releni 2 kontakti tutashib, himoya tezda ishlab ketishi uchun impuls beradi. (Qisqa tutashuvda uzgich ulanadi). Ugich ulangandan so'ng uni blok-kontakti V1 ajraladi, 2KL va KT relelar oldingi xolatiga qaytadi.

Qisqa tutashuvda uzgich ulanganda himoya tezlik bilan ishga tushadi va yana uzgichni uzadi. Rele KT ishga tushadi va 1KL rele chulg'ami zanjiridagi kontakti tutashtiradi. Lekin 1KL rele ishga tushishga ulgurmaydi, chunki kondensator S zaryadlanishga ulgurmaydi. Boshqarish kaliti bilan («0» xolat) uzgich uzilganda KT vaqt relesi zanjiri elektr ta'minotdan ajraladi. 3R qarshilikka manfiy qutbli tok beriladi va S kondensator zaryadsizlanadi. Rele 3KL oldingi xolatiga sekin qaytadi. Releli himoya ishlab ketganda va R3 kontakti tutashganda rele 3KL ni tok chulg'ami tok oladi. Kuchlanish chulg'ami zanjirida uni kontakti tutashadi va UICH yuritma zanjirida kontakti ajraladi. Bu bilan uni ko'p marta ulanishini bartaraf etadi, qisqa tutashuv yuz berganda, 3KL releni dastlabki xolatiga qaytishi kuchlanish chulg'amidan boshqarish kaliti bilan musbat tok olinganda yuz beradi.

O'zgaruvchan operativ tokda ishlaydigan AQU qurilmalari. AQU o'zgaruvchan operativ tokda yukli yoki prujinali uzgichlarda amalga oshiriladi.

Ularni quyidagi turlari mavjud:

- Ikki tomonlama ta'minotli liniyalarni AQU qurilmalari;
- Ikki tomonlama ta'minotli liniyalarni AQU uch fazali qurilmalari;



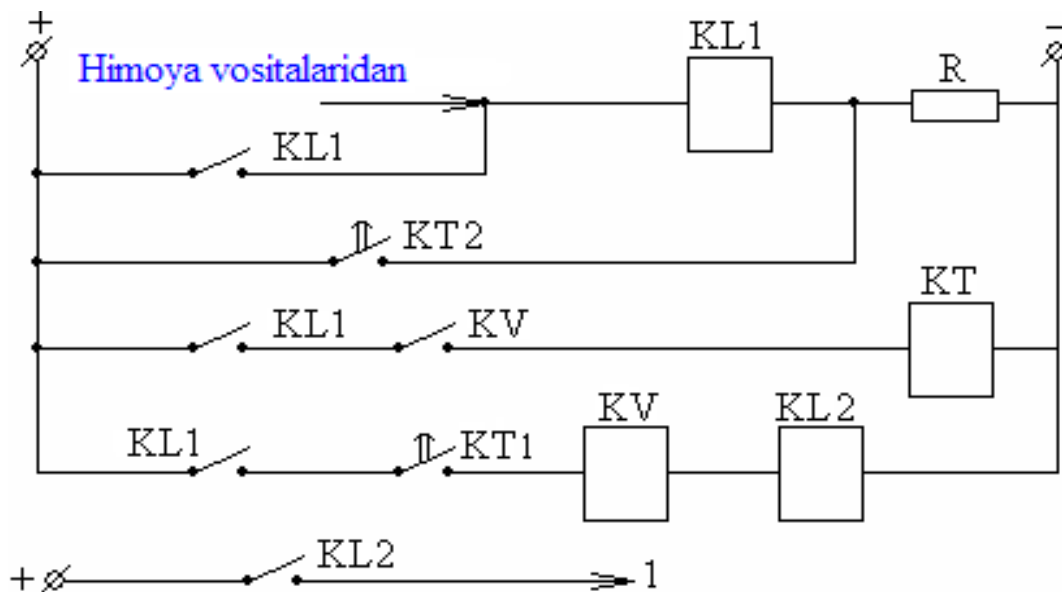
5.10-расм. АҚУ схемаси.

- Tez ta'sirli AQU qurilmalari.

5.11-rasmda elektrodvigatelni AQU sxemasi keltirilgan bo'lib, uni ishlash printsiipi quyidagicha:

AQU sxemasi kichik kuchlanish ximoya vositalari yordamida ishga tushiriladi. Bunda rele KL1 ishga tushadi va KL1 kontaktlar yopiladi. Kuchlanish relesi KV ma'lum kuchlanish ($U_{ishchi}=(0,8\div 0,9)\cdot U_{nom}$) ga erishgandan keyin ishga tushadi va KT releni ishga tushiradi. KT1 kontakt yopilgandan keyin oraliq relesi KL2 ishga tushadi va dvigatelni (1) ishga tushirishga buyruq beradi. AQU ning dastlabki xolatga kelishi KT relasining KT2 kontaktini ulashi bilan amalga oshiriladi.

Agar podstantsiyadagi shinalarga asinxron dvigatellar bilan birga sinxron dvigatellar ham ulangan bo'lsa, u xolda AQU ni ishga tushirish kuchlanish relelari bilan emas, balki chastota relelari orqali amalga oshiriladi.



5.11-расм. Электродвигателни АҚУ схемаси.

Avtomatik qayta ulash (AQU)ga qo'yiladigan talablar

AQU qurilmalari quyidagi xollarda ishlamasligi shart:

- Navbatchi personal tomonidan o'chirilganda;
- Avtomatik ravishda ximoya vositalari tomonidan o'chirilganda;
- Avariya qarshi avtomatika qurilmalari tomonidan o'chirilganda;
- Navbatchi personal tomonidan ulangandan keyin ximoya avtomatikasi o'chirganda.

Sanoat elektr ta'minotida uch fazali avtomatik qayta ulash (AQU) qurilmalari ishlatiladi va bular bir martali qayta ulash qurilmalari va ikki martali qayta ulash qurilmalariga bo'linadi.

Ikki martali AQU qurilmalari tarmoq kuchlanishi 35 kV gacha bo'lgan liniyalarda ishlatiladi, agar bu tizimda zaxirali qayta ulash bo'lmasa AQU qurilmasining ikkinchi marta ishga tushish vaqti 15 sekunddan kam bo'lmasligi kerak.

Manba bir tomonlama bo'lgan bir transformatorli podstantsiyalarda transformatorlarga AQU qurilmalari o'rnatilishi shart. Ikki transformatorli

podstantsiyalarda esa, bir transformatorni ishlashi yuklamani ko'payishiga olib kelsa, u xolda AQU qurilmalar o'rnatish maqsadga muvofiq.

14-Mavzu: Chastota bo'yicha avtomatik yuksizlantirish

1. Sxemasi va ishlash printsipti.
2. Chastota bo'yicha avtomatik yuksizlantirishga qo'yiladigan talablar.

Sxemasi va ishlash printsipti

Elektr energiyani asosiy sifat ko'rsatkichi bu uning chastotasini o'zgarmasligidir ($f=50\pm 0,1$ Gts). CHastotani o'zgarishi sinxron generatorlar quvvatini kamayishi, generatorni ma'lum bir qismini o'chirilishi yoki iste'molchilar yuklamalarini ortishi sababli vujudga keladi. Iste'molchilar yuklamasini ortishi generatorni katta yuklanishda ishlashiga olib keladi, natijada aylanish tezligi kamayadi, bu esa ishlab chiqarilayotgan elektr energiyani chastotasini kamayishiga olib keladi. CHastotani nominaldan kamayishi ishlab chiqarilgan energiyani sifatini pasaytiradi. Nominal chastotani tiklash uchun iste'molchilarni bir qismini uzib qo'yish kerak bo'ladi. Iste'molchilarni bundan avtomatik ravishda uzib qo'yish chastotali avtomatik yuksizlantirish (CHAYu) deyiladi.

CHAYu qurilmasi quyidagi asosiy talablarga javob berishi kerak:

- Aktiv quvvatni yetarli bo'lmashligini har qanday xarakteri va sababidan qat'iy nazar elektr energiya iste'molchilarini tarmoqdan ajratishi zarur;
- CHastotani qisqa vaqt davomida ham 45 Gts dan pasayishiga yo'l qo'ymaslik kerak, $f < 47$ Gts chastotada maksimal ishlash vaqti 20 sek, $f < 48,5$ Gts da esa 60 sekunddan oshmasligi zarur;
- Elektr energiya iste'molchilarini o'chirishda birinchi navbatda muhim bo'lmaganlari o'chirilishi lozim;
- Energotizim uzoq muddat ishlay oladigan darajagacha chastotani tiklash.

Elektr energiya iste'molchilarini CHAYu qurilmasi bilan o'chirish chastota $f=49\div 49,2$ Gts gacha kamayganda boshlanadi. Tarmoqdan ajratilayotgan quvvat umumiy iste'mol qilinayotgan quvvatdan va uni chastotasini pasayishidan aniqlanadi va yuklamani rostlash effekti deyilib K koeffitsient bilan xarakterlanadi.

$$K=\Delta R_n(\%)/\Delta f(\%)=1,5\div 2,5$$

CHastotani $\Delta f=1\%$ pasayishi energetizim umumiy yuklamasini $\Delta R_n=1,5\div 2,5\%$ ga pasaytirishni talab etadi. Energotizimda aktiv quvvatni yetishmasligidan chastotani pasayishi ishlab chiqarilayotgan va iste'mol qilinayotgan energiyalar quvvatlari tenglashgunga davom etadi. Demak, yuklama aktiv quvvatini ΔR_n pasayishi aktiv quvvat R_d yetishmasligiga teng bo'ladi. SHuning uchun energetizim chastotasi nominal qiymatdan ($f_n=50$ Gts) qandaydir f qiymatgacha kamayganda, chastotani nominalgacha

tiklash uchun tarmoqdan uzilishi zarur bo'lgan quvvatni (R_{uz}) aniqlash uchun yuqorida keltirilgan ifodadan foydalanish mumkin. Bu yerda

$$\Delta f (\%) = (50 - f) \cdot 100 / 50$$

$$\Delta R_n (\%) = R_d (\%) = R_{uz} (\%) = R_{uz} \cdot 100 / R_{n,nom}$$

bu yerda $R_{n,nom}$ -energotizim chastotasi $f = 50$ Gts bo'lgandagi yuklama quvvati.

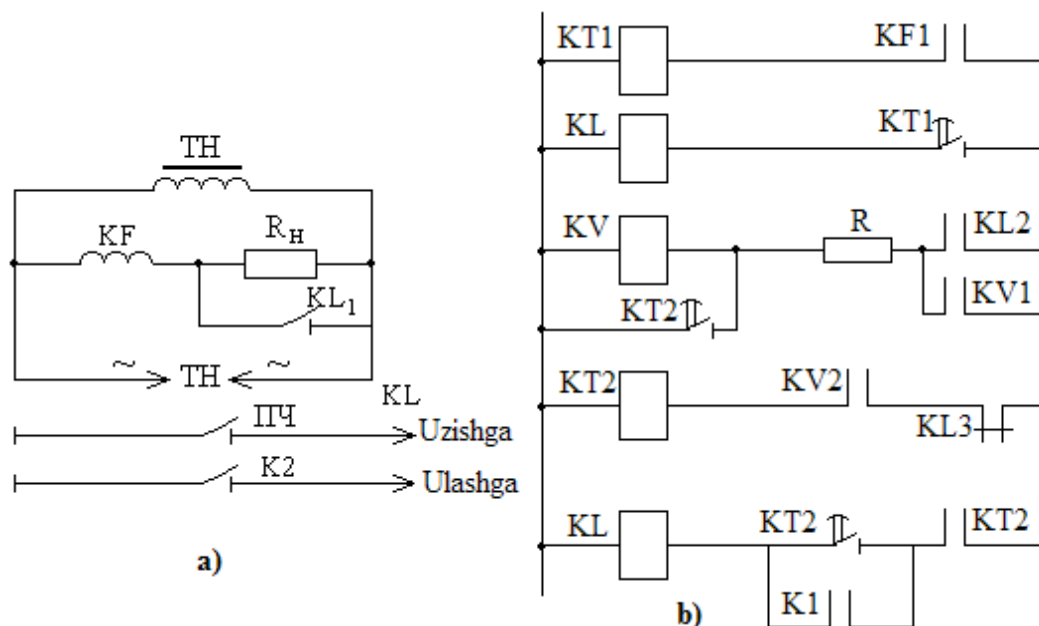
$\Delta f (\%)$, $\Delta R_n (\%)$ va K ni hisobga olib quyidagini hosil qilamiz:

$$R_{uz} = (50 - f) K \cdot R_{n,nom} / 50$$

Avtomatikaning vazifasi R_{uz} aniqlash va elektr ta'minoti tizimidan ajratishdir. CHastota me'yorlashgandan so'ng o'chirilgan iste'molchilar avtomatik qayta ulanadi (CHAQU). CHAYu qurilmasini ishga tushirish tarmoq chastotasini o'zgarish tezligi yoki IVCH rusumli chastota relesi yordamida chastotaning absalyut qiymatiga bog'liq xolda amalga oshiriladi.

Bu rele kuchlanish transformatori orqali manbaga ulanadi va shunt qarshiligi bilan rostlanadi (5.12-rasm, a). CHAYu va CHAQU qurilmalari birga ishlashi iste'molchilarning chastota me'yorlashganda qayta ulanish vaqtini tezlashtiradi. CHAYu ni ZAU bilan ishlatganda yolg'on signal bilan ishga tushishini yo'qotadi. 5.12-rasm, b da CHAYu ni CHAQU bilan birga ishlash sxemasi keltirilgan. CHastota relesi (KF) tarmoqdagi chastota 48 Gts dan kam bo'lganda ishga tushadi, ya'ni KF1 kontaktlarini ulaydi.

Bunda vaqt relesi KT1 ishga tushadi va uning kontaktlari ma'lum vaqtdan so'ng ulanadi. Oraliq KL rele ishga tushib KL1 va KL2 kontaktlarini ulaydi va KL3 ni uzadi. Bunda KL4 kontakt ulanib, iste'molchi uziladi. KL2 kontakt ulanib KV relesi ishga tushadi va KV1 orqali o'z-o'zini blakirovka qiladi. KL3 ochiq bo'lgani uchun KT2 ishga tushmaydi. Tarmoq chastotasi tiklangandan so'ng KF va KT1 relelar uziladi va KL1, KL2, KL4 kontaktlar ham uziladi, KL3 esa ulanadi va KT2 ishga tushadi, ma'lum vaqtdan so'ng K1 va K2 kontaktlar iste'molchilarni ulaydi. Biroz vaqtdan so'ng KT2 K releni uzib qo'yadi. SHunda sxema dastlabki xolatga qaytadi.

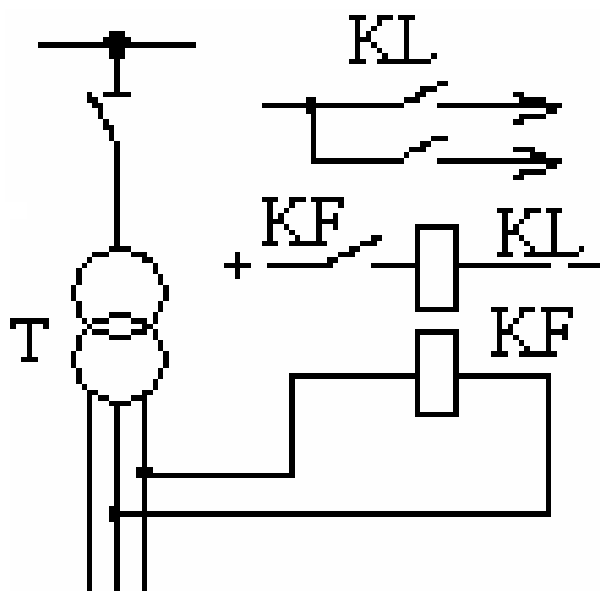


5.12-расм. Частотали автоматик юксизлантириш

CHAYu ning ikki xil usuli mavjud: chastotaning mutloq qiymati bo'yicha va chastotani o'zgarish tezligi bo'yicha CHAYu. CHAYu ning birinchi usuli ko'pincha sanoat korxonalarining elektr ta'minot tizimida qo'llaniladi.

CHastotaning mutloq qiymati bo'yicha CHAYu sxemasi 3.13-rasmda keltirilgan.

Sxemani ishlash printsipti, ma'lum bir berilgan qiymatdan chastotani o'zgarishi bilan chastota rele (KF) ishga tushib, oraliq relolari (KL) orqali ma'lum bir qism iste'molchilarni uzib qo'yishdan iborat.

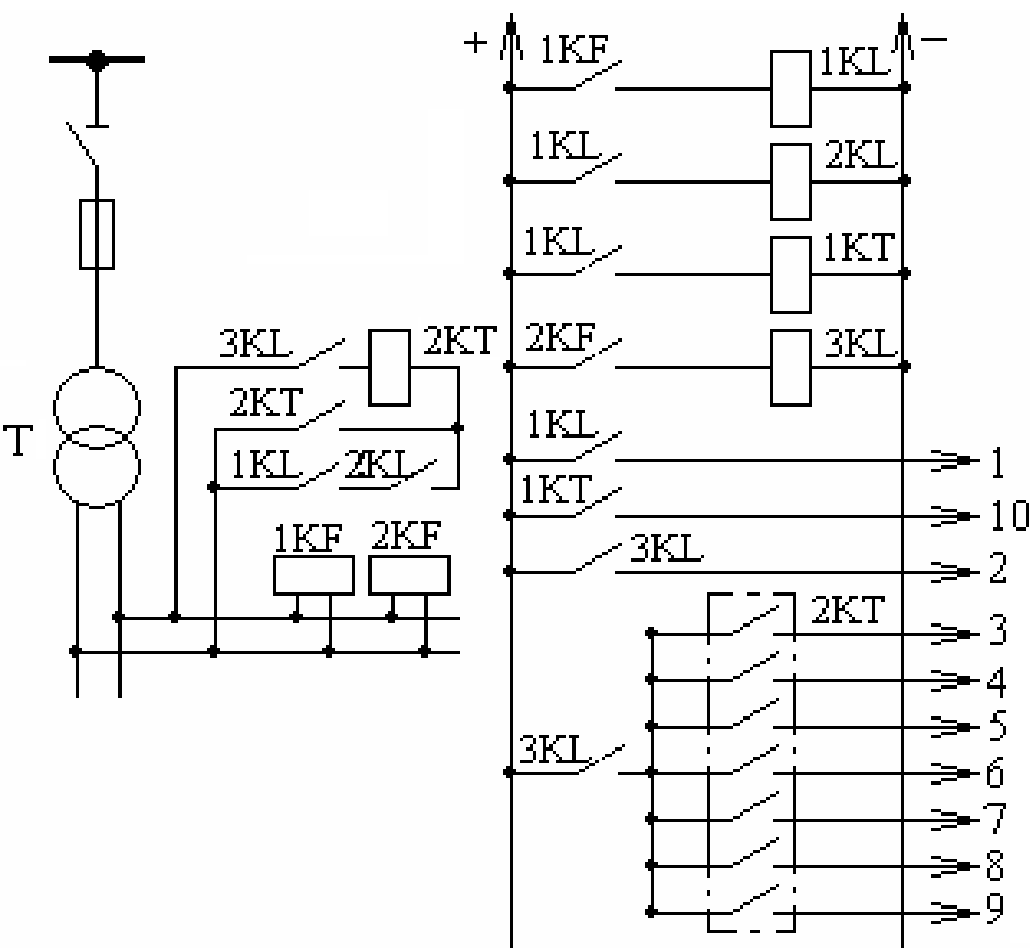


5.13-расм. Частотанинг
мутлоқ қиймати бўйича
ЧАЮ схемаси

Ikkinchi usul, ya'ni chastotani o'zgarish tezligi bo'yicha CHAYu ning sxemasi 5.14-rasmda keltirilgan. Uning ishlash printsipi, chastotaning pasayishi bilan iste'molchilarni ma'lum tartibda uzishga asoslangan bo'lib, ko'pincha energiya tizimlarida qo'llaniladi. CHastotani pasayishi bilan chastota relesi (1KF) ishga tushadi va birinchi navbatdagi iste'molchilarni uzish uchun oraliq rele (1KL) ga impuls beradi. SHu bilan birga bu paytda oraliq rele (2KL) orqali maxsus elektrodvigatelli vaqt relesi (2KT) ham ishga tushadi.

Agar chastotaning nominal qiymati tiklanmasa, u xolda ikkinchi chastota relesi (2KF) ishga tushib, keyingi navbatdagi iste'molchilar oraliq rele (3KL) orqali uzib qo'yiladi. Bundan keyin ham chastotaning nominal qiymati tiklanmasa, u xolda elektrodvigatelli rele (2KT) ishga tushib, uchinchi navbatdagi iste'molchilar guruhini uzib qo'yadi.

Agar yuqorida keltirilgan iste'molchilar navbatma-navbat o'chirilganda ham



**5.14-расм. Частотани ўзгариш тезлиги бўйича ЧАЮ
схемаси**

chastota 49-50 Gts gacha ko'tarilmasa, ishga tushish vaqti eng ko'p bo'lgan vaqt relesi (1KT) orqali oxirgi navbatdagi iste'molchilar (10) guruhi uzib qo'yiladi.

SHuni ham hisobga olish kerakki, chastota relesi «yolg'on» signal sababli ishga tushganda (masalan, manba kuchlanishining qisqa vaqt o'zgarishi, qisqa tutashuv paytdagi chastotani pasayishi va boshqalar) CHAYu qurilmasi ishga tushmasligi kerak.

Bu qurilmada ishga tushish chastotasi avtomatik ravishda o'zgaruvchi IVCH-011 rusumli chastota relesi qo'llanilgan.

[illegible]

Belgilangan vaqt o'tgandan so'ng vaqt (KT) relesi oraliq rele (1KL va 3KL) larni ishga tushirish uchun impuls beradi. Oraliq rele (1KL) iste'molchilarni uzish uchun ko'rsatma beradi, ya'ni CHAYu sodir bo'ladi.

CHastota nominal qiymatga tiklangandan keyin, chastota rele (KT) dastlabki xolatga keladi va oraliq relelari (1KL va 3KL) uziladi. Bunda oraliq rele (3KL3) kontakti ulanib qoladi va oraliq rele (2KL) ishga tushadi. Oraliq rele (2KL) o'zining kontaktlari (2KL1 va 2KL2) orqali iste'molchilarni ulash uchun komanda beradi, ya'ni chastotaviy avtomatik qayta ulash sodir bo'ladi.

Bunday qurilmalarida vaqt relesi bilan birgalikda ishlovchi tok relolari qo'llaniladi.

Tok bo'yicha yuksizlantirish qisqa vaqtli (masalan ZAU ishlaganda, AQU ishlaganda va boshqalar) va uzoq vaqtli (masalan tarmoqning buzilgan joyini tuzatish) bo'lishi mumkin.

Sinov savollari

1. Bir martali qayta ulash qanday ta'minlanadi?
2. CHAYu ni qo'llashdan maqsad nima?
3. CHAYu qurilmasiga qo'yiladigan asosiy talablarni ayting?
4. CHastotani nominal qiymatdan pasayib ketishi qanday oqibatlarga olib keladi?
5. CHastotani mutloq qiymati bo'yicha avtomatik yuksizlantirishga tushuncha bering?

15-Mavzu: Elektr ta'minoti tizimida avariya qarshi ximoya qurilmalari

1. Maksimal tok himoyasi.
2. Differentsial bo'ylama ximoya.
3. Avtomatlashtirish tizimi va elementlarini ishonchliligi.

Releli ximoya va operativ tok manbalari

Elektr tarmog'i yoki elektr qurilmasini normal ishlashini nazorat qilib turuvchi maxsus tizim rele ximoyasi deyiladi. Rele ximoyasi nazorat qilib turiladigan elektr tarmog'i yoki elektr qurilmasini normal bo'lmagan ish rejimida energiya manbasidan avtomatik uzadi yoki ogoxlantirish zanjiri signalini ulaydi. Viklyuchatelni uzish yoki ogoxlantirish zanjirini ulash normal bo'lmagan ish rejimi yoki shikastlanish xarakteriga bog'liq. Ayrim xolatlarda releli ximoya qurilmasi avariya ro'y berganda iste'molchilarning energiya bilan ta'minlanishini tiklash uchun mo'ljallangan avtomatik qurilmani ishga tushiradi.

Rele ximoyasiga qo'yiladigan asosiy talablar: selektivlik; tezkorlik; sezgirlik va ishonchlilikdir.

Releli ximoyani selektivligi (tanlab o'chirish)-bu elektr qurilma yoki elektr tarmog'ini faqat shikastlangan qismini energiya tarmog'idan uzishdir. Ximoyani ishlab ketish vaqti ximoyani selektiv ta'sirini ta'minlovchi kechikish (kutish) vaqti bilan xarakterlanadi. Kutish vaqti shikastlangan uchastka viklyuchatelini ta'sir vaqti va ximoyani ishlab ketish vaqtidan aniqlanadi.

SHikastlangan uchastka tezlik bilan uzilsa shikastlanish oldi olinadi yoki uchastka ozroq shikastlanadi. Sezgir ximoya ximoyalalanayotgan qurilmani normal ish rejimidan chetga chiqishni darhol sezib, shikastlanish oqibatlarini shikastlanish boshlanishidayoq ancha kamaytiradi.

Ishonchli ximoya aniq va buzilmasdan ishlashi lozim, bunga releli ximoya sxemasini to'g'ri tanlash, yuqori sifatli asboblarni o'rnatish, sifatli montaj qilish va releli ximoya qurilmasidan to'g'ri foydalanish orqali erishiladi. Ishga tushish vaqtiga qarab

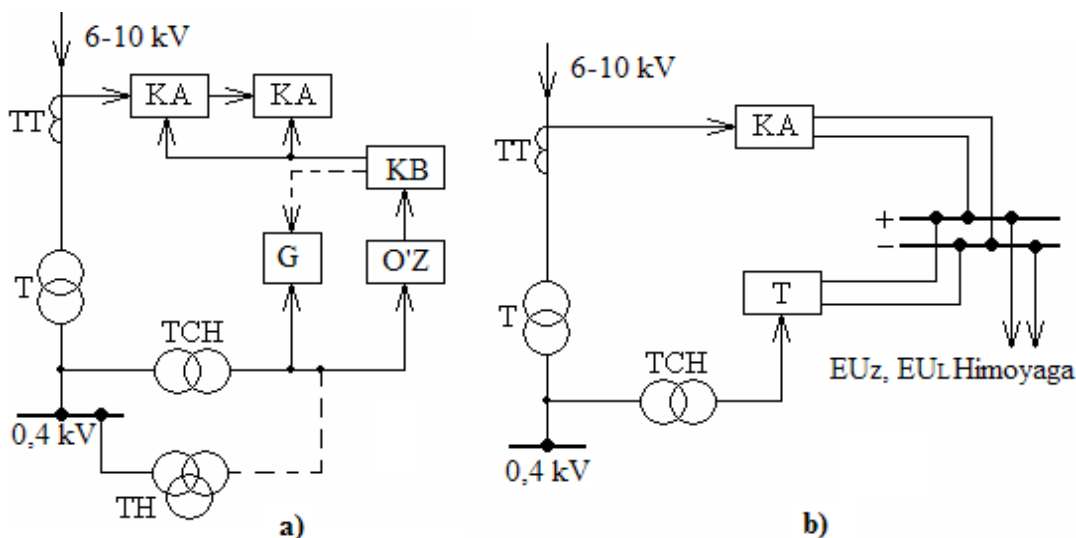
releli ximoyalar tez ishlaydigan ximoya (0,04-0,1 sek) va vaqt saqlab ishlaydigan (kutish vaqtli) ximoyaga bo'linadi.

Releli ximoya qurilmasini mantiqiy, bajaruvchi, signal beruvchi organlari ishi va kommutatsiya apparatlarini elektromagnit boshqaruvini ta'minlovchi tok operativ tok (iste'mol qilish manbalari) deyiladi. Releli ximoya qurilmasini ishonchli ishlashi energiya iste'mol qilish manbalari, ya'ni operativ tok manbasini ishonchliligiga bog'liq. Operativ tok manbalari har qanday avariya xolatlarida ham ximoyani mukammal ishlashini ta'minlovchi belgilangan kuchlanish va quvvatni ta'minlashi kerak. Releli ximoya qurilmalarida operativ tok manbalari sifatida akkumulyator batareyalari, kondensator batareyalari, to'g'rilangan o'zgarmas tok va o'zgaruvchan tokdan foydalaniladi.

6.1-rasmda podstantsiyalarda qo'llaniladigan operativ tok manbalarini sxemasi keltirilgan.

Eng mukammal va ishonchli operativ tok manbasi akkumulyator batareyalaridir. Lekin akkumulyator batareyalari boshqa operativ tok manbalariga nisbatan ancha qimmat turadi va ular uchun alohida xona, zaryadlash qurilmalari va xizmat ko'rsatuvchi mutaxassis talab etadi. Tok transformatori (TT), kuchlanish transformatori (TN) va shaxsiy extiyot uchun transformatori (TSN) birgalikda qo'llanilganda ximoya tizimi ishonchli o'zgaruvchan tok bilan ta'minlanishi mumkin. Lekin fazalararo qisqa tutashuvda bunday operativ tok manbalaridan foydalanib bo'lmaydi.

To'g'rilangan o'zgarmas tok manbalari-to'g'rilagichlar (T) shaxsiy extiyot transformatorlariga ulanadi va u o'zgarmas operativ tok shinasini o'zgarmas kuchlanish bilan ta'minlaydi. O'zgarmas tok shinasidan releli ximoyani barcha apparatlari va kommutatsiya jixozlari energiya bilan ta'minlanadi.



6.1-Расм. Подстанцияларда қўлланиладиган оператив ток

Podstantsiyalarda qisqa vaqt davomida kuchlanish umuman yo'qolishi mumkin. Bunday xolatlarda operativ tok manbasi sifatida akkumulyator batareyalaridan tashqari

oldindan zaryadlangan kondensator batareyalaridan (KB) foydalanish mumkin. Zaryadlangan kondensator energiyasi bir necha minut saqlanishi mumkin va u ajratgichni bir marta uzish uchun yetarli bo'ladi.

Barcha operativ tok manbalarini o'ziga xos afzalliklari va kamchiliklari mavjud. Releli ximoya qurilmasi uchun operativ tok manbasini tanlashda ximoya sxemasi va uni elementlari ximoyalanayotgan elektr tarmog'i yoki qurilmasini xarakteridan kelib chiqib tanlanadi.

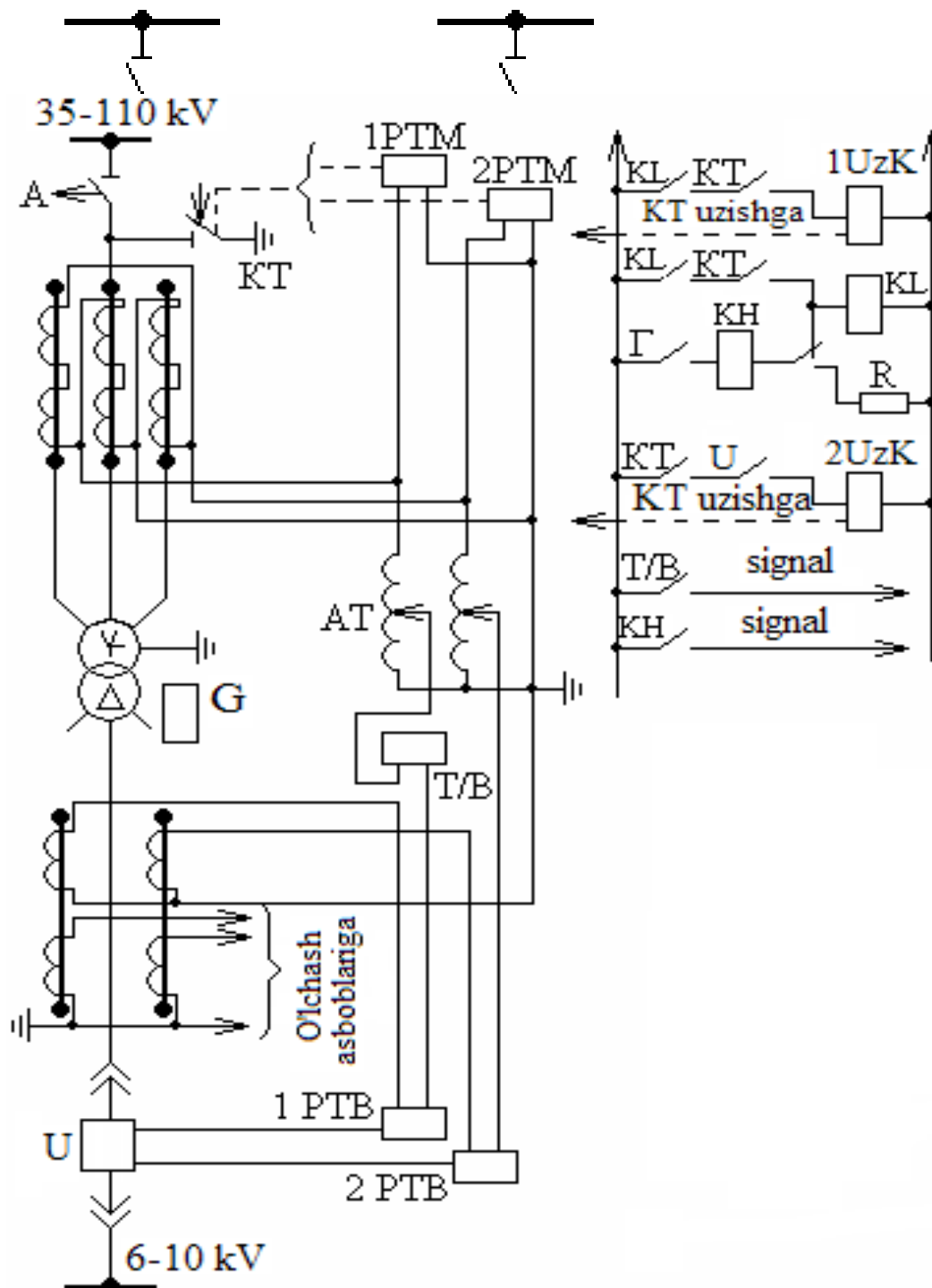
Elektr ta'minoti tizimidagi alohida qurilmalar uchun

rele ximoyalari

Maksimal tok ximoyasi. Maksimal tok ximoyasi rele ximoyasining asosiy turidir. Maksimal tok ximoyasi vositasida generatorlar, kuch transformatorlari, elektr dvigatellar, kabel va havo elektr uzatish liniyalari har qanday qisqa tutashuvdan, yerga tutashishdan va o'ta yuklanishdan ximoya qilinadi.

Ximoya qilinadigan ob'ektning xarakteri, qurilma kuchlanishi, elektr uzatish liniyasini tuzilishi, yerga ulangan neytralning mavjudligi va ximoyaning tanlab ishlashiga qarab maksimal tok ximoyasi turli variantda bajariladi. Eng sodda va arzon ximoya viklyuchatel yuritmasi ichiga o'rnatilgan bevosita ta'sir qiluvchi RTM yoki RTV rusumli tok relelari ishlatilgan ximoyadir.

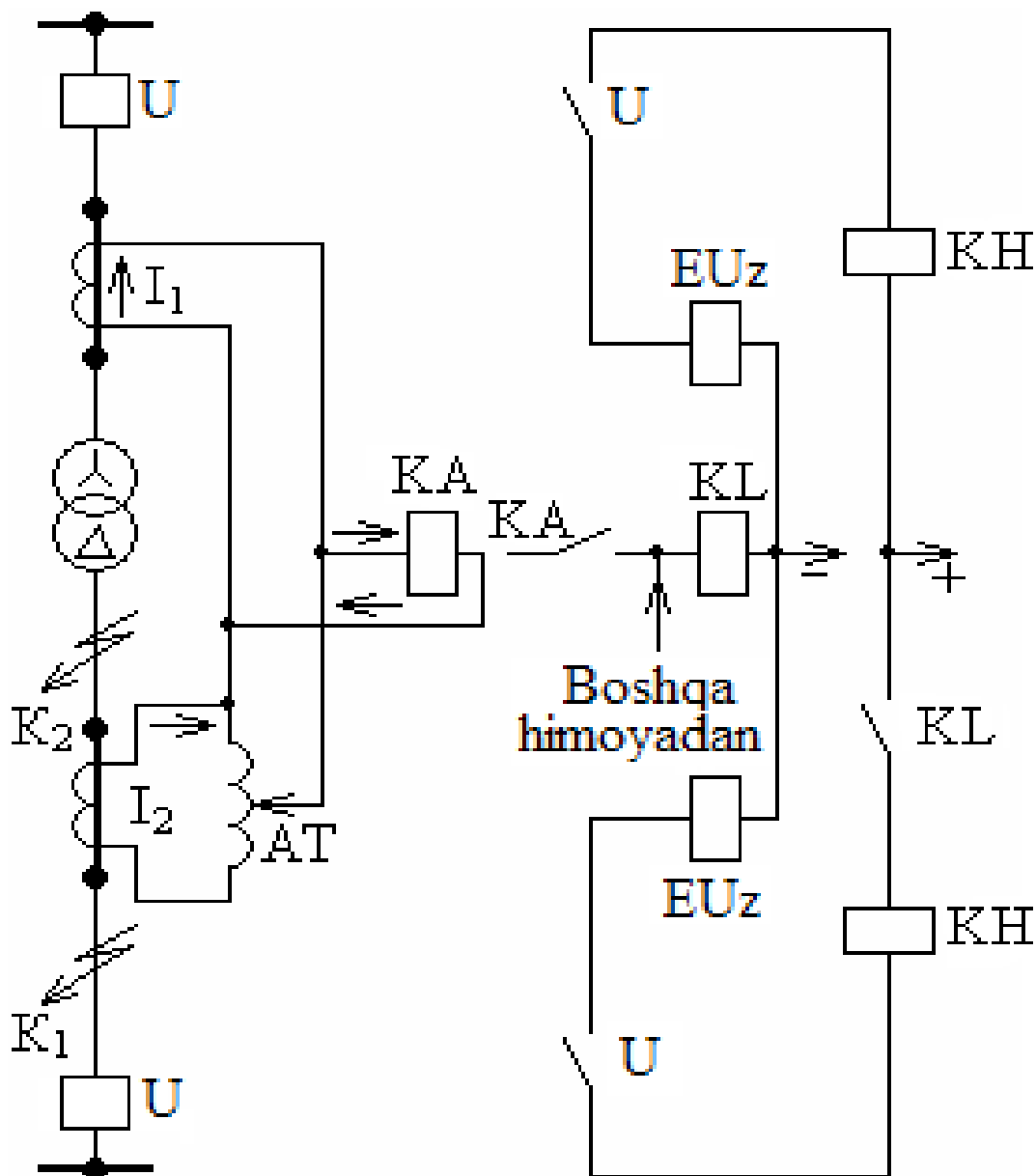
6.2-rasmda turli variantda bajarilgan maksimal tok ximoyasining sxemasi keltirilgan. Ikki fazali ximoya (rasm-6.2, a) ixtiyoriy fazalar o'rtasida qisqa tutashuv bo'lganda ishlaydi, ximoyaning sezgirliigi kam. Ximoya tizimlarida o'zgaruvchan operativ tokda ishlaydigan RT-80 rusumli o'ta sezgir relelar juda keng qo'llaniladi (rasm-6.2, b).



6.3-Расм. Қувват 63000 кВА бўлган куч трансформаторини релели химоя схемаси

O'zgarmas operativ tokdan ta'minlanadigan, kechikish vaqti tokka bog'liq bo'lmagan uch fazali maksimal tok ximoyalarida tok relesi sifatida oniy ta'sir qiluvchi ET-500 rusumli reledan foydalaniladi (rasm-4.2, v). Ximoya sxemasi fazalar orasida har

qanday qisqa tutashuv bo'lganda va bitta faza yerga tutashganda ishga tushadi. Uzish



6.4-Расм. Дифференциал бўйлама химоя схемаси

elektromagniti zanjirida viklyuchatel yuritmasi bilan mexanik bog'langan blakirovka kontaktlari o'rnatilgan. Bu kontaktlar viklyuchatel ulangandan keyingina tutashadi.

Kuch transformatorlarini ximoyasi. Releli ximoya tizimi kuch transformatorida fazalararo va chulg'am o'ramlariaro qisqa tutashuvlarda, yer bilan qisqa tutashuvda hamda uni nonormal ish rejimlarida transformatorlarni tarmoqdan uzishi yoki bu haqida signal berishi lozim.

Transformatorlarga o'rnatiladigan ximoya turi uni quvvati, vazifasi, o'rnatilish joyidan kelib chiqib aniqlanadi. 4.3-rasmda quvvat 63000 kVA bo'lgan kuch transformatorini releli ximoya sxemasi keltirilgan.

Transformatorni yuqori kuchlanishli chiqishlariga qisqa tutashtirgich (KT) va ajratgich (A) o'rnatiladi. SHikastlangan transformatorni ximoya tizimi ishlab ketganda qisqa tutashtirgichni ulanishga impuls beriladi.

Qisqa tutashtirgich ulanib transformatorni yuqori kuchlanish chiqishlarida sun'iy qisqa tutashuv sodir etiladi, uning ta'sirida ximoya tizimi ishga tushib liniyani uzadi. Liniya uzilgandan so'ng ajratgich shikastlangan transformatorni liniyadan uzadi. So'ngra liniya avtomatik qayta ulash qurilmasi yordamida qayta ulanadi. Ximoya sxemasi o'zgaruvchan operativ tokda bevosita ta'sirli RTM va RTV rusumli relelari, bilvosita ta'sirli RT-80 rusumli rele, gaz relesi G, ko'rsatish relelari va oraliq relesi asosida bajarilgan.

Transformatorlarni ichki shikastlanish, yuqori toklar va o'ta kuchlanishdan ximoyalashda asosan bo'ylama differentsial ximoyadan foydalaniladi. Differentsial ximoyani ishlash printsiplari ximoyalalanayotgan uchastkani boshi va oxiridagi toklarni solishtirishga asoslangan. Kuch transformatorlarini yuqori va past kuchlanishlari tomoniga o'rnatilgan tok transformatorlarini oraliq'li ximoyalalanayotgan zona hisoblanadi.

Agarda tok transformatorlarini xarakteristikalarini bir xil bo'lsa va transformator normal ish rejimida ishlaganda tok transformatorlarini ikkilamchi chulg'amidagi toki bir xil bo'ladi, ularni farqi nolga teng bo'ladi. SHuning uchun tok KA va oraliq KL relelarini chulg'amidan tok o'tmaydi, ximoya tizimi ishga tushmaydi. 6.4-rasmda differentsial bo'ylama ximoya sxemasi keltirilgan.

Ximoyalalanayotgan zonada (K_2 nuqta) qisqa tutashuv sodir bo'lsa tok transformatorlarini ikkilamchi chulg'amlarida toklar farqi yuzaga keladi va reledan o'tuvchi tok uni ishga tushish tokiga teng yoki undan katta bo'lsa rele ishga tushadi, oraliq relesi orqali shikastlangan uchastka ikki tomonlama uziladi.

Differentsial ximoya ishonchli, o'ta sezgir va tezkor hisoblanadi, lekin tashqi qisqa tutashuvlarda ximoyani ta'minlamaydi.

Maxsus tokli ximoya nol ketma-ketlikda, transformatorni nol simiga o'rnatiladi. U past kuchlanish tomonida bir fazali qisqa tutashuvdan ximoyalaydi, transformatorni tarmoqdan uzadi.

Gazli ximoya transformatorni barcha ichki shikastlanishdan ximoyalaydi. Ishlash printsiplari chulg'amlararo va fazalararo qisqa tutashuvlarda moyini qizishi va gaz ajralib chiqishiga va moy satxini kamayishiga asoslangan. Gazli ximoya sxemalarida PGZ-22, BF 80/Q rusumli relelardan foydalaniladi.

Kuch transformatorlarini mikroprotessorli ximoya tizimi. Xalq xo'jaligini turli sohalarida minglab turli quvvatli kuch transformatorlaridan foydalaniladi. Ularda turli shikastlanish va avariya holatlarini oldini olish maqsadida releli ximoya va avtomatika qurilmalaridan foydalaniladi. Ularning o'ziga xos afzalliklari va kamchiliklari mavjud. Ma'lumki, mavjud releli ximoya qurilmalarini takomillashtirish va yangilarini yaratish energetik qurilmalardan samarali foydalanish omillaridan biridir. Elektronika va

axborotlar texnologiyasi tez rivojlanayotgan hozirgi davrda energetik tizim va qurilmalarni avariya ximoyalash va avtomatik boshqarishda ko'p funktsiyali mikroprotessorli qurilmalarni tadbiq etish davr talabidir.

Hozirda bir qator rivojlangan mamlakatlarda, shu jumladan Germaniyani «Siemens», Rossiyaning «Signal» korxonalaridan energetik qurilmalarni avariya ximoyalovchi mikroprotessorli qurilmalarni yaratish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. SHular jumlasidan kuch transformatorlarni turli shikastlanish va avariya xolatlaridan ximoyalovchi mikroprotessorli qurilmalar ishlab chiqarildi va amaliyotga tadbiq etilmoqda.

Qurilma o'lchov transformatori, analog-raqamli o'zgartkich va mikroprotessor, bosh mikroprotessor, doimiy va tezkor xotira qurilmalari, boshqaruv paneli hamda energiya ta'minoti bo'lgichi va elektromagnit relelar va uni komplektlaridan iborat.

Qurilma quyidagi funktsiyalarni bajaradi:

- Fazalararo qisqa tutashuvdan dasturli uch pog'onali tokli ximoya;
- Bir fazali yer bilan qisqa tutashuvdan dasturli ximoya;
- Faza yo'qolishidan tokli ximoya;
- Oxirgi 10 ta avariya xolatlarini to'g'risida axborotni yozib boradi va xotirada saqlaydi.

Qurilma quyidagi texnik imkoniyatlarga ega:

- Qisqa tutashuv yuz bergan joyini aniqlash;
- Energiya manbasida kuchlanish yo'qolganda ma'lum vaqt davomida ($t \geq 0,5$ sekund) qurilmani ishchi xolatini ta'minlash;
- Ximoya parametrlarini masofadan boshqarish va qurilmani ishlash to'g'risidagi axborotni PEXM ga uzatish mumkinligi;
- Qurilmani keng harorat oralig'ida ishlash mumkinligi (-20°S dan 50°S gacha):

Qurilmani ishonchli ishlashi, uni ximoyalayotgan ob'ektni avariya xolati to'g'risidagi olingan signalni doimiy ravishda testlash, ya'ni tekshirib ko'rish bilan ta'minlanadi.

Avariya ximoyalovchi mikroprotessorli qurilmalarini o'lchash qismlarida signal o'lchashni yangi printsiplari qo'llanilgan bo'lib, unda kirish axborotini (signal) o'lchash tezkorligi, sezgirligi va aniqligi yuqori. Qurilma ximoyalayotgan ob'ektda nosozlik va shikastlanish (qisqa tutashuv va boshqalar) sababli yuzaga kelgan elektr signal bo'zishlaridan (pomex) tegishli kirish axborot signallarini aniq ajratib olish imkoniyatiga ega. Kirish axboroti signallari bu elektromagnit va elektromexanik o'tkinchi jarayonlarni sanoat chastotali sinusoidal kuchlanish va tokni tashkil etuvchilaridir.

Kuchlanish faza toklari I_a , I_v , I_s ga va birlamchi o'lchov transformatorlari tokining nolli ketma-ketligi $3I_o$ va tok transformatorlarining nolli ketma-ketligiga proporsionaldir. Toklar kuchlanishga ballast rezistorli R_b ikkilamchi o'lchov transformatorlari orqali o'zgartiriladi.

Mikroprotsessori rekursiv bo'lmagan (to'g'ri emas) raqamli chastota filtrlari kuchlanishni majburiy tashkillovchisini, tokning elektromagnit qisqa tutashuv o'tkinchi jarayoniga proportsional bo'lgan funktsiyani bajaradi. Ularni ortogonal sinus U_s va kosinus U_s tashkillovchilarini, teskari ketma-ketliklari simmetrik tashkillovchisini ajratadi va tokning noli ketma-ketligi garmonikalarini yig'indisini hisoblaydi.

Diskretlashni har bir uchta intervali orqali, ya'ni doimiy ravishda $3T = T_p/4 = 5 \text{ ms}$ vaqtdan so'ng ko'rsatilgan tashkillovchilarini ajratish uchun, hisoblash natijalari asosiy protsessorga uzatiladi.

Doimiy va tezkor xotira qurilmali mikroprotsessori quyidagilarni amalga oshiradi:

- Ortogonal tashkillovchilarni darajaga ko'tarish;
- Faza toklari amplitudasini (eng kattasini) kvadratini tokning ketma-ketligini hisoblash;
- Garmonikalar amplitudasi kvadrat yig'indisini hisoblash;

Bu parametrlari dasturlangan tok relesini ishga tushirish qiymatlari bilan taqqoslanadi. Qiymatlar belgilangandan ortib ketganda tokli ximoyalashni birinchi pog'onasi o'zishga yoki kutish vaqtli uni ikkinchi va uchinchi pog'onasi va boshqa ko'rsatilgan ximoyalarni amalga oshirish uchun taymer ishga tushadi. Tok relesi ishga tushgandan so'ng uni kirish signali qiymati bir oz kamayadi, bunda releni yuqori qiymatli (1 yaqin) qaytish koeffitsienti ta'minlanadi. Bu mikroprotsessori qurilmani asosiy xususiyatlaridan biridir.

Asosiy mikroprotsessori viklyuchatellarni ishlamasdan qolishini rezervlash, ximoya yoki chastotali avtomatik yuksizlantirish tizimi bilan o'chirilgan viklyuchatelni ikki martalab qayta ulanishini, o'zishga harakatni tezlatish, viklyuchatelni boshqarish signallarini koordinatsiya qilish va axborotlarni ko'rsatish mantiqiy algoritmlarni bajaradi.

Ishga tushirish, ishlash va ushlab turish to'plamida, avtomatik va ximoya vaqtini ushlab turishda mikroprotsessori WD-taymerni dasturlashni o'zgartiradi, u qurilmani odatdagi xolatda (kutish rejimida) uni doimiy ravishda tekistlashni amalga oshiradi, ximoya avtomatikasi tomonidan viklyuchatelni uzishga yoki ulashga berilgan ko'rsatmani bekor qilish ham mumkin.

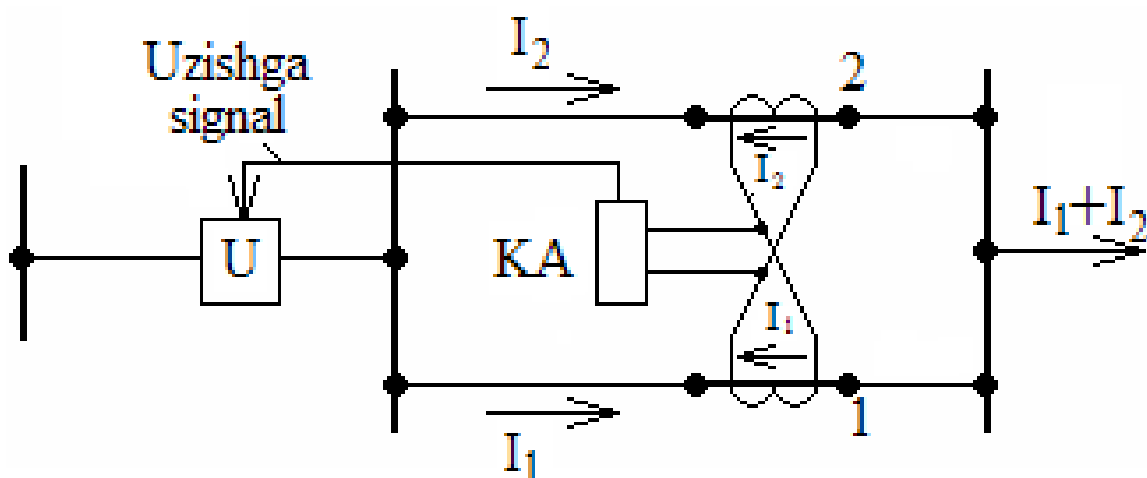
Asosiy mikroprotsessori PEXM bilan (RS 232 S-interfeys bo'yicha yoki optik tolali aloqa liniyasi bilan) avtomatik boshqarish tizimining yuqori sathlari axborotini almashtirib turishi mumkin.

Mikroprotsessori bilan bajariladigan kirish axborotini ajratib olish usullari, uni dasturli adaptiv filtrlash, sinusoidal majburlangan tok va kuchlanishlarni ortogonal tashkil etuvchilarini ishlab chiqish va ularni simmetrik tashkil etuvchilarga ajratish energetik tuzilmalarni avariya dan ximoyalash qurilmalarini axborotni qayta ishlash va har doim funktsional imkoniyatlarini yuqori darajaga ko'taradi va kerakli tezkorligini ta'minlaydi.

Havo va kabel liniyalarini ximoyasi. Havo elektr uzatish liniyalari momoqoldiroq, kuchli shamol va izolyatorlarni ifloslanishidan shikastlanishi mumkin. Yer ostiga ko'milgan kabellarning sovitilish sharoitlarini buzilishi, kabelning metall qatlamini zanglashi va namlik sababli shikastlanishi mumkin. Bunday shikastlanishlar havo va kabel

liniyalarida fazalararo qisqa tutashuvlar yoki alohida fazani yer bilan qisqa tutashuvini yuzaga keltiradi. Liniyani shikastlangan uchastkasini darhol o'chirish uchun releli ximoyadan foydalaniladi. Transformatorlarini nul nuqtalari yerlashtirilib ishlaydigan elektr tarmoqlarida bir fazali va fazalararo qisqa tutashuvlarda ximoya tizimi liniyani o'chirishga ta'sir ko'rsatadi.

Nolb nuqtalari izolyatsiyalangan transformatorlar bilan ishlovchi tarmoqlarda bitta fazani yer bilan qisqa tutashuvda ximoya tizimi signalga ta'sir etadi. Liniyalarni ximoyasi turli bo'ladi, ularni tanlash tarmoq kuchlanishi va sxemasi hamda iste'molchilarni toifalariga bog'liq. Ishlab chiqarish korxonalarini elektr ta'minoti uchun bir tomonlama ta'minotli liniyadan foydalaniladi. Ularda maksimal tok ximoyasi, tokli kesib qo'yish, parallel liniyalarni ko'ndalang differentsial ximoyasi hamda yerga qisqa tutashuvdan ximoya qo'llaniladi.



6.5-Расм. Параллел линияларни кўндаланг дифференциал химоясини схемаси

6.5-rasmda parallel liniyalarni ko'ndalang differentsial ximoyasini sxemasi keltirilgan.

Parallel liniyalar nimstantsiya shinasiga umumiy viklyuchatel orqali ulangan. Har bir liniyaga o'rnatilgan tok transformatorlarini ikkilamchi chulg'amlari, simlar bilan o'zaro ulangan. Tok transformatorlarini ikkilamchi chulg'amlariga parallel qilib tez ta'sirli tok relesi ulanadi. Reledagi tok birinchi va ikkinchi liniyalardagi toklarni farqiga teng bo'ladi.

$$I_p = I_1 - I_2$$

Normal ish rejimida $I_r = 0$ bo'ladi. Agarda biror liniyada shikastlanish sodir bo'lsa $I_r \neq 0$ bo'ladi. I_r ni qiymati releni ishlab ketish tokiga teng yoki katta bo'lsa rele ishga tushadi va liniya viklyuchatelinii uzishga ta'sir etadi.

Kabel tarmoqlarida bir fazali yer bilan qisqa tutashuvdan ximoyalash nul ketma-ketli tok transformatorlari bilan bajariladi. Bunday transformatorlar aylana yoki to'rtburchak ko'rinishida bo'ladi va ximoyalanayotgan uch tomirli kabelga kiygiziladi. Transformatorni chulg'amiga ximoya relesi ulanadi. Normal rejimda liniyani har bir fazasi

yerga nisbatan bir xil sig'imga ega bo'ladi. Biror fazani yer bilan qisqa tutashuvda ximoya relesi orqali tok o'tadi, ximoya signalga ta'sir etadi. Fazalararo qisqa tutashuvda esa ximoya viklyuchatelni uzishga ta'sir etadi.

Avtomatlashtirish tizimi va elementlarini ishonchliligi

Avtomatlashtirish tizimi va elementlarini ishonchliligi tizimning berilgan vazifalarni to'la bajarish qobiliyati, tizimning beto'xtovligi va uzoq muddat ishlashi orqali belgilanadi.

Beto'xtovligi–tizimning ishlatish jarayonida berilgan vaqt davomida to'xtashlarsiz ishlay olish qobiliyatidir.

Uzoq muddatlilik – bu tizimning ish qobiliyatini oxirgi xolatgacha saqlay olish xossasidir. U tabiiy va ma'naviy eskirish omillari bilan belgilanadi va tizimning xizmat qilish muddati bilan aniqlanadi.

Tizim ishonchliligining optimal darajasini o'rnatish va ta'minlash murakkab va ma'suliyatli vazifadir, chunki elektr energetikasi tizimini boshqarish avtomatlashtirishni ko'p funktsiyali tizimiga kiradi, uning tarkibida ko'p texnik qurilmalar va apparatlar hamda operator xodim bo'ladi. Bunda bir tomondan ayrim vazifalarni bajarishda bir nechta qurilmalardan foydalanishi mumkin, ikkinchi tomondan ayni bir qurilmani bir nechta vazifani bajaruvchi o'rnida foydalanish mumkin. Tizimlarning ko'pligi ham katta ahamiyatga ega. Bu tizimning ishonchliligini ayrim qism tizimlar va qurilmalar ishonchliligidan yuqoriroq tutishga imkon beradi. Operator xodimlarining bo'lishi berilgan vazifalarni umumiy ishonchliligini oshirish ham mumkin, xodimlar texnik qurilmalar bilan izchil ishlagan xolda ishonchliligini kamaytirish ham mumkin.

Real qurilmaning uzluksiz ishlash vaqti berilgan qiymatdan yuqori bo'lishi kerak, ya'ni $\tau > \tau_b$ shart bajarilish kerak. Agarda $R(\tau)$ – berilgan vaqt davomidagi uzluksiz ishlash ehtimolligi, $q(\tau) - \tau_b$ vaqt davomida to'xtash ehtimoli, bo'lsa quyidagi tenglik o'rinli bo'ladi.

$$q(\tau) = 1 - R(\tau)$$

Berilgan τ_b vaqt oralig'ida $r(\tau)$ ehtimollik

$$R(\tau) = e^{-\frac{\tau_b}{\tau_{yp}}}$$

formula bo'yicha hisoblanadi. O'rtacha to'xtovsiz ishlash vaqti quyidagicha aniqlanadi.

$$\tau_{ur} = 1 / K\lambda$$

Bu yerda: K - qurilmaning to'xtab qolish jadalligi.

λ – qurilmaning yuklanish koeffitsienti.

Qurilmaning to'xtab qolish jadalligi uning pasportida keltirilgan.

Ishonchlilikni oshirishning asosiy usullari ishlab chiqarish bosqichida ko'zda tutilgan zahiralash va foydalanish davrida sifatli texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash hisoblanadi. Zahiralashni funktsional va tuzilmaviy turlari mavjud.

Funksional zahiralash tizimga o'zaro bir-birini to'ldiruvchi vazifalarni kiritish bilan ta'minlanadi, masalan analogli va raqamli qayd etish, qo'lda va masofadan turib boshqarish, asboblarni yordamida va displeyda nazorat qilish.

Tuzilmaviy zahiralash boshqarishning eng muhim vazifalarini bajarishda qurilmalarni parallel o'rnatishni nazarda tutadi. Tuzilmaviy zahiralashni quyidagi turlari bor: ishchi qurilmalar to'xtaganda zahira qurilmalarini avtomatik ulash; oldindan montaj qilingan zahira qurilmani kommutatsion aloqalarning o'zgarishi hisobiga ulash; nosoz qurilmani yechib olish va uni zahiradagi bilan almashtirish.

Texnik xizmat ko'rsatishni va ta'mirlashni tashkil etish, bir tomondan, qurilmalarning ishonchliligi to'g'risidagi ma'lumotlarni, yuz berishi mumkin bo'lgan to'xtashlarni oldindan aytish maqsadida to'plash va taxlil qilish, ikkinchi tomondan esa – optimal davriylikni boshqarish va nazorat o'lchov asboblarni ta'mirlash ishlari hajmini ishlab chiqish va ta'minlashni ko'zda tutadi.

Elektr energetikasi tizimi va qurilmalarini avtomatik boshqarish tizimlariga texnik xizmat ko'rsatish ta'mirlashlar orasidagi davrda ishonchlilik ko'rsatkichlarini kerakli darajada tutib turishning asosiy usuli hisoblanadi. U tizimning ayrim qurilmalarini ish qobiliyatini test signallari bo'yicha tekshirishni, qurilmalarni tozalashni, qurilmalarni ayrim elementlarini sozlashni, kontaktlarni va boshqa moslamalarni ishlash qobiliyati va ishonchliligini tekshirishni nazarda tutadi.

Texnik xizmat ko'rsatish davrida o'tkaziladigan ta'mirlash ishlari joriy ta'mirlash deyiladi, ular elektrotexnik qurilmalarni boshqarish tizimi va elementlarining ish qobiliyatini ta'minlash yoki tiklash uchun bajariladi. Ishonchlilik ko'rsatkichlarini to'la tiklash uchun tizimning barcha qismlarini ta'mirlagandan so'ng uni tekshirib ko'rish zarur.

Sinov savollari

12. Rele ximoyasiga qo'yiladigan asosiy talablarni ayting?
13. Operativ tok nima?
14. Operativ tok manbalariga tushuncha bering?
15. Avariya qarshi avtomatikani vazifasi nima?
16. Avariya qarshi boshqaruv tizimi qanday funktsiyalarni bajaradi?
17. Avariya qarshi boshqaruv tizimini qanday turlarga ajratish mumkin?
18. Telemexanizatsiyalash nima?
19. Dispatcherlash nima?
20. Teleshqaruv qanday boshqaruvlardan tuzilgan?
21. Telesignalizatsiya nima?
22. Telemexanikani qanday tizimlarini bilasiz?
23. Ishonchlilik nima?
24. Ishonchlilikni oshirish usullarini ayting?

1.2. Amaliy mashg'ulotlar

1-Амалий машғулот

Мавзу: Назорат ўлчаш асбоблари ҳақида умумий маълумотлар

1. Электр ўлчашлар

Стандарт бўйича **ўлчаш** қуйидагича таърифланади:

Ўлчаш – махсус техник воситалар ёрдамида физик катталиклар қийматларини тажриба йўли билан топиш демакдир.

Ўлчашнинг натижаларини олиш усули бўйича ўлчашлар қуйидаги турларга бўлинади:

Бевосита ўлчаш, бу ерда ўлчанаётган катталикнинг қиймати тажриба маълумотларидан бевосита аниқланади.

$$\acute{O} = \tilde{O}, \quad (1.1.1)$$

бунда $\acute{O}$ – ўлчанаётган катталикнинг изланаётган қиймати; $\tilde{O}$ -тажриба маълумотларидан бевосита аниқланадиган қиймат.

Билвосита ўлчаш, бу ерда ўлчанаётган катталикнинг қиймати шу катталик ва бевосита ўлчанган катталиклар орасидаги маълум боғланиш асосида топилади.

$$\acute{O} = F(\tilde{O}_1, \tilde{O}_2, \dots, \tilde{O}_n) \quad (1.1.2)$$

Масалан, ўзгармас ток занжирларида кувватни амперметр ва вольтметр ёрдамида ўлчаш, бу ерда $U = \tilde{O}_1$ ва $I = X_2$ у ҳолда $\acute{D} = UI$.

Мажмуий ўлчаш деганда, катталикнинг изланаётган қиймати шу катталикнинг изланаётган қиймати билан бевосита ўлчанган катталиклар қийматлари орасидаги боғловчи тенгламалар системасини ишлаш йўли орқали топилиши тушунилади.

$$F_1(\acute{O}_1, \acute{O}_2, \acute{O}_3, \dots, \tilde{O}_1, \tilde{O}_2, \tilde{O}_3, \dots) = 0. \quad (1.1.3)$$

Биргаликда ўлчаш деганда, турли номли икки ва ундан ортиқ катталиклар орасидаги муносабатни топиш учун бир вақтда ўтказиладиган ўлчашлар тушунилади. Масалан, ўтказгичларнинг температурага боғлиқлигини аниқлайдиган формула ёрдамида α ва β коэффициентларини топиш.

Ўлчов натижаларини ифодалаш усули бўйича ўлчашларни икки турга бўлиш мумкин:

Мутлақ ўлчаш – битта ёки бир нечта асосий катталикларни бевосита ўлчашларга асосланади. Масалан, узунликни рулетка ёрдамида ўлчаш.

Нисбий ўлчаш – катталикни бирлик ролини ўйнайдиган номдош катталикка нисбати ўлчанади ёки катталикнинг изланаётган деб қабул қилинган номдош катталикка нисбатан ўзгариши ўлчанади. Масалан, осциллографда Лиссажу фигуралари ёрдами билан частотани ўлчаш.

Электр ўлчашлар **бевосита баҳолаш** ва **таққослаш** усулларига бўлинади.

Бевосита баҳолаш усулида ўлчанаётган катталикнинг қиймати тўғрисида олдиндан ўлчанаётган катталик бирликларида градуировкаланган битта ёки бир нечта асбобларнинг кўрсатишлари орқали фикр қилинади.

Таққослаш усулида ўлчанаётган катталиқ ўлчов томонидан қайта ишлаб чиқарилган катталиқ билан солиштирилади. Таққослаш усули **нолга келтириш, дифференциал** (айирмали ўлчаш), **ўриндошлиқ, мос келишликларга** бўлинади.

Нолга келтириш усули, бу усулда ўлчанаётган катталиқни ўлчови билан солиштириш усули бўлиб катталиқларнинг индикаторига натижавий таъсири нолгача олиб борилади. Нол индикатор юқори сезгирликка эга эканлиги ва ўлчовлар катта аниқликда ишланиши сабабли ўлчашларда юқори аниқликка эришилади. Масалан, электр қаршилиқни кўприқни тўла мувозанатлаштириш (тенглаштириш) билан ўлчаш.

Дифференциал (айирмали ўлчаш) усули, бу усулда худди нолга келтириш усулидаги каби ўлчанаётган катталиқ бевосита ёки билвосита ўлчов билан солиштирилади, катталиқнинг ўлчанаётган қиймати тўғрисида солиштириш натижаси бўйича бир вақтда бу катталиқларнинг кўрсатган эффектларининг фарқига асосан ва ўлчов томонидан қайта ишлаб чиқарилган маълум катталиқ орқали хулоса қилинади. Бу ерда тўлиқмас тенглаштириш ўтказилади, ўлчанаётган катталиқ тўлиқ тенглаштирилмайди. Масалан, _вольтметр ёрдамида иккита кучланишнинг фарқини топиш.

Ўриндошлиқ усули, бу усулда бир асбоб билан кетма-кетликда изланаётган катталиқ ва ўлчов ўлчаниб уларнинг натижалари бўйича изланаётган катталиқ ҳисоблаб топилади. Масалан, изланаётган ва намунавий қаршилиқлардаги тоқлар орқали қаршилиқ қийматини аниқлаш.

Мос келишлиқ усули, бу усулда ўлчанаётган катталиқ қиймати билан ўлчов ишлаб чиқараётган қиймат орасидаги фарқни ўлчашда шкалаларнинг белгиларини ёки даврий сигналларнинг мослашишидан фойдаланилади. Масалан, стробоскоп ёрдамида айланиш тезлигини ўлчаш.

Ўлчашлар ўлчанаётган катталиқнинг вақт бўйича ўзгариши билан **статик** ва **динамик** ўлчашларга бўлинади.

2. Ўлчаш воситалари

Ўлчаш воситаси деганда, ўлчашлар учун фойдаланиладиган ва меъёрланган метрологик хусусиятга эга бўлган техника восита тушунилади.

«**Метрология тўғрисида**» ги **Қонунда** фойдаланишда бўлган ўлчаш воситалари ўлчаш натижаларининг қонунлаштирилган бирликларда белгилаб қўйилган аниқликда бўлишини таъминлаши ва қўллаш шартларига мос келиши лозим деб таъкидланади.

Ўлчаш воситалари метрологик вазифалари бўйича **эталонлар, намунавий** ва **ишчи** воситаларига табақаланади.

Ўлчаш воситалари мўлжалланганлигига ва бажарадиган вазифаларига қараб қуйидаги воситаларга бўлинади: **ўлчов; ўлчаш асбоби; ўлчаш ўзгарткичи; ўлчаш ускунаси; ахборот-ўлчаш тизими; ўлчаш комплекси.**

Ўлчов деб, берилган ўлчамдаги физик катталиқни қайта ҳосил қилиш учун мўлжалланган ўлчаш воситасига айтилади. Ўлчовлар **бир қийматли** ва **кўп қийматли** ўлчовларга, ҳамда **ўлчовлар тўпламига** бўлинади.

Бир қийматли ўлчовлар бир ўлчамдаги физик катталиқни қайта ҳосил қилиш учун мўлжалланади. Масалан, қаршилиқнинг ўлчов ғалтаги. **Кўп қийматли**

ўлчовлар турли ўлчамдаги номдош катталикларни қайта ҳосил қилиш учун қўлланилади. Масалан, ўзгарувчан сиғимли конденсатор. Ўлчовлар **тўплами** деганда турли ўлчамларда қатор номдош катталикларни қайта ҳосил қилиш мақсадида якка ҳолдагина эмас, балки хилма-хил бирикмаларда қўлланиладиган махсус йиғилган ўлчовлар комплекти тушунилади. Масалан, индуктивлик магазини, қаршиликлар магазини ва ш.к.

Ўлчаш асбоби деганда, кузатувчи томонидан бевосита идрок этиладиган шаклда ўлчаш ахбороти сигналини ишлаб чиқариш учун мўлжалланган ўлчаш воситаси тушунилади. Масалан, амперметр, вольтметр, ваттметр ва ш.к.

Ўлчаш ўзгарткичлари деганда, узатишга, кейинги ўзгартишга, ишлов беришга ва (ёки) сақлашга, (лекин кузатувчи томонидан бевосита идрок эта олмайдиган) қулай шаклда ўлчаш ахбороти сигналини ишлаб чиқаришга мўлжалланган ўлчаш воситаси тушунилади. Ўлчаш ўзгарткичлари икки турга бўлинади, буларга электр катталикларни электр катталикларга ва ноелектр катталикларни электр катталикларга ўзгартирадиган ўлчаш воситалари киради. Электр катталикларни электр катталикларга ўзгартирадиганларга электр ўлчашлар соҳасида кенг тарқалган масштаби ўзгарткичлар киради. Масалан, ўлчаш трансформаторлари, кучланиш бўлувчилар, шунтлар, қўшимча резисторлар, ўлчаш кучайтиргичлари ва ш.к. Бундай ўзгарткичлар ўлчаш асбобларининг ўлчаш чегараларини кенгайтириш, кўп чегарали ўлчаш воситаларини яратиш ва ўлчаш ишларининг хавфсизлигини таъминлашга имконият яратади. Ноелектр катталикларни электр катталикларга ўзгартирувчиларга, масалан, оптоэлектрон, индуктивли, сиғимли, реостатли каби ўзгарткичлар киради.

Ўлчаш ускунаси деб, бир жойда жойлаштирилган ва кузатувчи бевосита идрок этишига қулай шаклда ўлчаш ахбороти сигналини ишлаб чиқаришга мўлжалланган ўзаро функционал бирлаштирилган ўлчаш воситаларининг (ўлчовлар, ўлчаш ўзгарткичлари, ўлчаш асбоблари) мажмуига айтилади. Масалан, ўлчаш трансформаторларини қиёслаш қурилмаси, магнит материалларни синаш қурилмаси ва ш.к.

Ахборот-ўлчаш тизими (АЎТ) деб автоматик ишлов беришга, узатишга ва автоматик бошқарув тизимларида қўллашга қулай шаклда ўлчаш маълумоти сигналини ишлаб чиқаришга мўлжалланган, ўзаро алоқа каналлари билан уланган ўлчаш воситалари (ўлчовлар, ўлчаш ўзгарткичлари, ўлчаш асбоблари) ва ёрдамчи қурилмалар мажмуига айтилади.

Ўлчаш воситаларининг кейинги ривожланиши ўлчаш комплексларида амалга оширилмоқда.

Ўлчаш воситалари қатор аломатлари бўйича таснифланиши мумкин. Мисол сифатида, ўлчаш асбобларининг таснифланишини қуйидаги аломатлари бўйича кўриб чиқамиз.

Чиқиш катталигининг тури бўйича:

- узлуксиз сигнали (аналогли), буларда чиқувчи катталик (ўлчаш механизмининг ҳаракатланувчи қисмининг чизиқли ёки бурчак силжиши) ўлчанаётган катталикнинг ўзгаришини вақт бўйича узлуксиз функцияси бўлади;

- рақамли, буларда чиқувчи катталик рақамли код бўлиб ўлчанаётган катталикнинг дискрет функциясидир.

2. Элементлар базаси бўйича:

- электромеханик;
- электрон.

3. Маълумотларни тақдим этиш шакли бўйича:

- кўрсатувчи;
- қайд қилувчи, буларда кўрсатишларни қайд қилиш кўзда тутилган бўлади (ш.к. ўзиёзар ва босмаловчилар).

4. Ўлчанадиган катталик қийматини ўлчаш усулига қараб:

- бевосита;
- таққослаш.

5. Ўлчанадиган катталикни турига қараб:

- амперметрлар, вольтметрлар, омметрлар ва ш.к. лар таснифланади.

3. Ўлчаш воситалари хатоликлари

Ўлчаш воситалари хатоликлари асосий тавсифлардан ҳисобланади. Воситалар хатоликлари ўлчанаётган катталикнинг вақт бўйича ўзгаришига қараб статик ва динамикларга бўлинади. Ҳосил бўлиш шароитига қараб хатоликлар асосий ва қўшимчаларга бўлинади. Асосий хатоликлар ўчов воситалари нормал шароитда қўлланилганда ва қўшимча хатоликлар эса, таъсир этувчи катталиклардан бирортаси нормал қийматидан четга чиққанда ҳосил бўлади.

Электр ўлчаш асбобларининг хатоликлари ифодаланиши бўйича абсолют, нисбий ва келтирилган хатоликларга бўлинади.

Абсолют хатолик деб асбобнинг кўрсатиши X_a билан ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий қиймати $\tilde{O}_h$ орасидаги фарққа айтилади.

$$\Delta = \tilde{O}_a - \tilde{O}_h. \quad (1.1.4)$$

Нисбий хатолик деб абсолют Δ хатоликни ўлчанаётган катталикнинг ҳақиқий X_h қийматига нисбатига айтилади ва одатда фоизларда ифодаланади:

$$\delta = \frac{\Delta}{\tilde{O}_h} 100 = \frac{\tilde{O}_a - \tilde{O}_h}{\tilde{O}_h} 100, \% \quad (1.1.5)$$

Келтирилган хатолик деб абсолют Δ хатоликни меъёрловчи X_N қийматга нисбатига айтилади ва фоизларда ифодаланади:

$$\gamma = \frac{\Delta}{\tilde{O}_N} 100 = \frac{\tilde{O}_a - \tilde{O}_h}{\tilde{O}_N} 100, \% \quad (1.1.6)$$

Ўлчаш асбобларининг хатоликлари ўлчанаётган катталикнинг қийматини ўзгаришига боғлиқ бўлмаса аддитив, мутаносиб равишда ўзгарса мултипликатив дейилади.

Стандартга биноан асбобларга тегишли аниқлик синфи белгиланади. Аниқлик синфи деганда йўл қўйиладиган асосий ва қўшимча хатоликлар билан белгиланадиган асбобнинг умумлашган тавсифи тушунилади. Агарда асбобнинг аддитив хатолиги мултипликатив ташкил этувчидан кўп бўлса аниқлик синфи бир

сон билан, агарда иккала хатолик ўлчовдош бўлса каср билан ифодаланади. Биринчи ҳолда белгиланган аниқлик синфи қийматидан асбобнинг фоизларда олинган асосий келтирилган хатолиги ортиб кетмаслиги керак. Кўрсатувчи ва қайд этувчи асбобларга асосий келтирилган хатолик бўйича саккизта аниқлик синфи белгиланган: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 ва 4,0. Иккинчи ҳолда аниқлик синфи с/д каср билан ифодаланиб, асбобнинг фоизларда ифодаланган асосий нисбий хатолигини чегаравий қиймати қуйидаги формуладан топилади:

$$\delta = \pm \left[c + d \left(\left| \frac{X_{\kappa}}{X} \right| - 1 \right) \right], \quad (1.1.7)$$

бунда X_{κ} - ўлчаш диапазонини катта қиймати; X - ўлчанаётган катталик қиймати; с, д- доимий сонлар бўлиб, $(c/d) > 1$ бўлади.

Аниқлик синфи каср билан ифодаланадиган асбобларга кўприклар, компенсаторлар, рақамли асбобларни киритиш мумкин.

Ўлчаш асбобларининг циферблатига ва корпуси панелига, асбобларнинг метрологик тавсифлари ва бошқа хусусиятларини акс эттирувчи шартли белгилар қўйилади. Булар ёрдамида керакли асбобни танлаб олиш ва ишлатиш мумкин бўлади.

4. Ўлчаш воситалари структураси

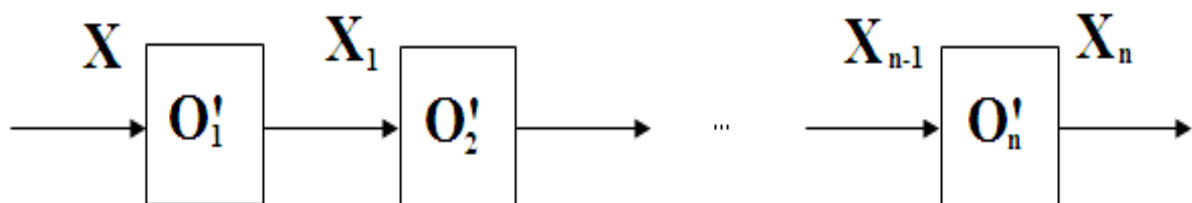
Ўлчаш воситалари ёрдамида ўлчанаётган физик катталиклар ўлчаш ахбороти сигнали сифатида фойдаланиладиган бирор чиқиш катталигига ўзгартирилади. Ўлчанаётган катталик қиймати ҳақида ахборот ташувчи сигнал ўлчаш воситасида керакли чиқиш сигналинини олиш мақсадида қатор ўзгаришларга дучор бўлади. Сигналнинг ҳар бир ўзгариши алоҳида бўғинларда, яъни звеноларда амалга оширилади деб тасаввур этиш мумкин. Бу бўғин-звеноларни маълум ўзгартириш занжирига уланиши структура схемани ҳосил қилади.

Ўлчаш воситасининг звеноларга бўлиш турли аломатлар асосида бажарилиши мумкин. Масалан, статик режимда ўлчаш воситасининг звенолари тадқиқодчинини қизиқтирган ўзгартириш функциясини тақдим этади. Динамик режимда звенолар динамик характеристикалари бўйича ажратилади.

Алоҳида звеноларнинг уланишига қараб структура схемаларининг иккита асосий турга бўлишади: тўғри ўзгартувчи ва компенсацияли ўзгартувчи (сигнални мувозанатлаштирадиган) структура схемалари. Иккинчи турдаги структура схемаларининг қайта боғланишли схемалар ҳам дейилади.

Тўғри ўзгартувчи ўлчаш воситасининг структура схемаси 1.1.1-расмда келтирилган. Бунда: $\check{Y}_1, \check{Y}_2, \dots, \check{Y}_n$ лар - звенолар; X - ўлчанаётган катталик тўғрисида ахборот ташувчи кириш сигнали; $X_1, X_2, \dots, X_{n-1}$ - оралик сигналлари; X_n - чиқиш сигнали.

Тўғри ўзгартувчи схемалар асосида содда, ишончли, етарли тезкорликка эга ҳамда



1.1.1-расм. То'ғ'ри о'згартувчи о'лчаш воситасининг структура схемаси

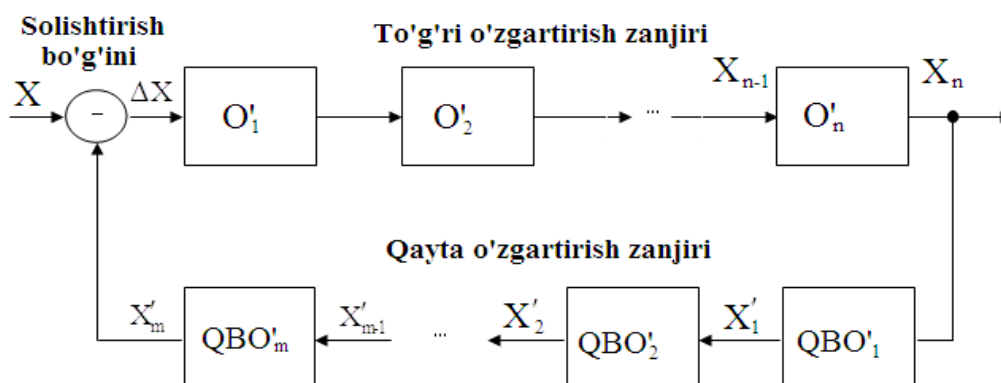
унча қиммат бўлмаган ўлчаш воситалари ишлаб чиқарилади. Масалан, аналог асбоблар (вольтметрлар, амперметрлар, ватметрлар ва ш.к.) ва ўлчаш ўзгарткичларини келтириш мумкин.

Компенсацияли ўзгартувчи ўлчаш воситасининг структура схемаси 1.1.2-расмда келтирилган. Бунда ҚБЎ₁, ҚБЎ₂, ..., ҚБЎ_м лар қайта ўзгартиш занжири звенолари; X - ўлчанаётган катталик сигнали; X_n - чиқувчи сигнал; X'_m - қайта ўзгартириш занжири чиқиш сигнали.

Компенсацияли ўзгартувчи ўлчаш воситасининг структура схемаси таҳлилидан кўринишича киришга X сигнали берилганда, чиқишда X_n сигнали пайдо бўлади. Солиштириш бўғинида X ва X'_m сигналлари тенг бўлмагунча X'_m ўсиб боради. Бу ҳолда X_n қиймати бўйича ўлчанаётган катталик қиймати ҳақида фикр қилинади, яъни ўрнатилган режимда тўлиқ компенсация бўлганда $\Delta X = X - X'_m = 0$ бўлади. Бундай схемалар асосида ўзгармас ток ўлчаш кўприклари, компенсаторлар ва ш.к. қурилади. Бундай асбоблар юқори аниқликка эга бўлиб, кичик сигналларни ўлчаш имконини беради. Аммо уларнинг тезкорлиги кам, баҳоси юқори, ишончлиги пастроқ бўлади.

5. Ахборот-ўлчаш тизимлари ҳақида маълумотлар

Ҳозирги замон машина, технологик жараёнлар, мураккаб қурилмалар ва ишлаб чиқариш тизимлари, айниқса электроэнергетика соҳасига тегишли комплексларда катта сондаги турли физик катталикларни ўлчашларини ва назоратини ташкил этиш талаб қилинади. Маслан, Россиядаги Саяно-Шушен ГЭС ида гидротехник қурилмалар ва электротехника тизимидаги агрегатлар ва аппаратларнинг ишлашини амалга ошириш назорати тахминан 3000 та бирламчи ўзгарткичлар орқали олиб борилади.



1.1.2-расм. Компенсацияли о'згартувчи о'лчов воситасининг структура sxemasi

Бундан кўриниб турибдики, бундай масалаларни хал этишда одатдаги усуллар билан, яъни ҳар бир бирламчи ўзгарткичлар сигналларини алоҳида тегишли ўлчаш воситалари орқали ўлчаш ва назоратини амалга ошириш жуда катта қийинчиликларни олиб келади. Шу сабабдан бундай ҳолларда **ахборот-ўлчаш тизимларидан** (АЎТ) фойдаланилади.

Мўлжалланишига қараб АЎТ лар қуйидагиларга бўлинади:

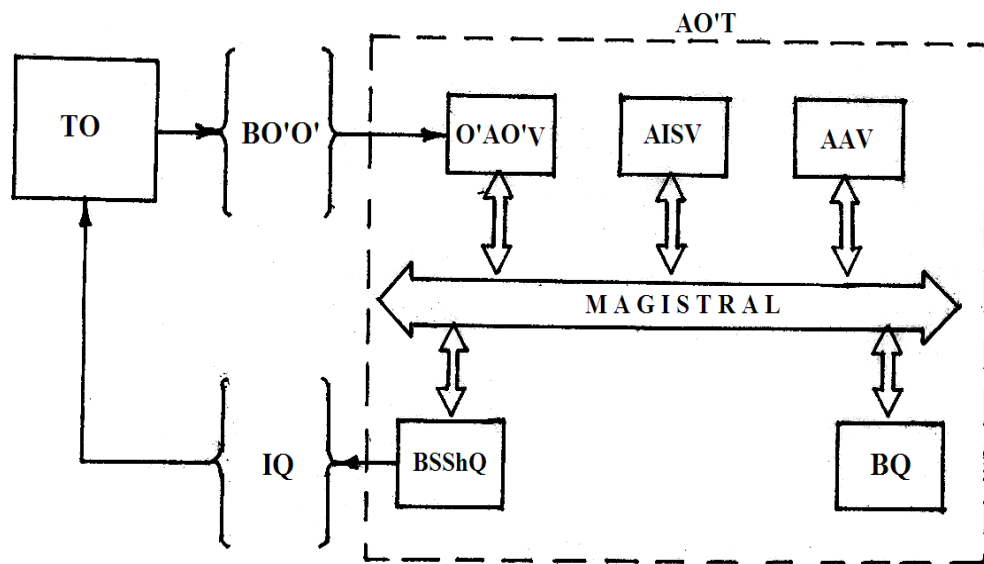
- тадқиқод қилинаётган объектдан ўлчаш ахборотни **йиғиш тизими**; буларни кўпинча **ўлчаш тизимлари** дейилади;
- турли машиналар, агрегатлар ёки технологик жараёнларни ишлашини назорат қилиш учун мўлжалланган **автоматик назорат тизимлари**;
- техник носозликларни аниқлаш учун мўлжалланган **техникавий диагностика тизими**;
- узоқ маасофада жойлашган объектлардан ўлчаш ахборотини йиғиш учун мўлжалланган **телеўлчашлар тизими**.

АЎТ структураси тизимда қабул қилинган бошқариш усулига боғлиқ бўлиб **марказлаштирилмаган** ва **марказлаштирилганларга** бўлинади. Биринчи ҳолдаги АЎТ таркиби ва функционал бўғинлар (узеллар) нинг иш режими ўзгармас бўлиб, буларнинг имкониятлари чегараланган бўлади, лекин соддалиги, ихчамлиги ва паст нархи билан ажралиб туради. Иккинчи ҳолатдаги АЎТ лар радиал, магистрал, радиал-занжирли ва радиал-магистралли структурали турларга бўлинади. Радиал структурали АЎТ марказий бошқариш қурилмасига – контроллерга эга бўлади. Контроллер функционал бўғинларга иш режимини белгилайди, ўзаротаъсир этувчи функционал бўғинларнинг сонини ва таркибини ҳамда улар орасидаги боғланишни ўзгартиради, яъни тизимнинг функционал имкониятларини эгилувчанлик (гибко) билан ўзгартиради.

Ахборот-ўлчаш тизимлари тузилмасига мисол тариқасида 1.1.3,а-расмда марказлашмаган ва 1.1.3,б-расмда марказлашган бошқарувли тизимларнинг структура схемалари келтирилган. Бунда: $\Phi B_1, \Phi B_2, \dots, \Phi B_n$ лар функционал бўғинлар. Марказлашмаган тизимда ҳар бир функционал бўғин ахборот сигнали устидан олдиндан **белгиланган операцияни** бажаради (1.1.3,а-расм). Марказлашган тизимда эса, функционал бўғинлар орасидаги ўзаро таъсир сигналларини алмашуви **контроллер орқали** амалга оширилади (1.1.3,б-расм).

Лекин радиал структурали АЎТ ларда бўғинларни (узелларни) кўпайтириш контроллерни мураккаблаштириб юборади. Бу камчиликдан магистрал структурали АЎТ ҳоли бўлади ва функционал имкониятлари кенгаяди.

1.1.4-расмда ахборот-ўлчаш тизимининг умумлашган структура схемаси келтирилган. Бунда тадқиқод объектдан (ТО) ахборот белгиланган кўпгина бирламчи ўлчаш ўзгарткичлари (БЎЎ) га келади ва электр шаклга ўзгартирилиб



1.1.4-расм. Ахборот-ўлчов тизимининг умумий структура схемаси

ўлчаш ахборотини ўзгартириш воситалари (ЎАЎВ) га узатилади. Бундан рақамли шаклдаги сигнал ахборотга ишлов бериш ва сақлаш рақамли ўлчаш воситалари (АИСВ) га ва шу каби ахборотни акс эттириш воситаси (ААВ) га берилади. Бошқарув сигналларни шакллантириш (БСШҚ) белгиланган кўпгина ижро қурилмалари (ИҚ) лар орқали бошқариш, тестлаш ва ш.к. лар учун тадқиқот объектга таъсир этади. Охирги пайтларда (АИСВ) сифатида универсал ЭВМ лар қўлланилмоқда, буларга системада бошқарув қурилмаси (БҚ) функцияси ҳам юклатилмоқда. Схемада магистрал маъноси, барча функционал бўғинлар учун шина бўлиб ўзаро таъсир сигналларини узатиш учун мўлжалланади.

2-Амалий машғулот

Мавзу: Электр катталиклари ўлчовлари ва электр ўзгарткичлари

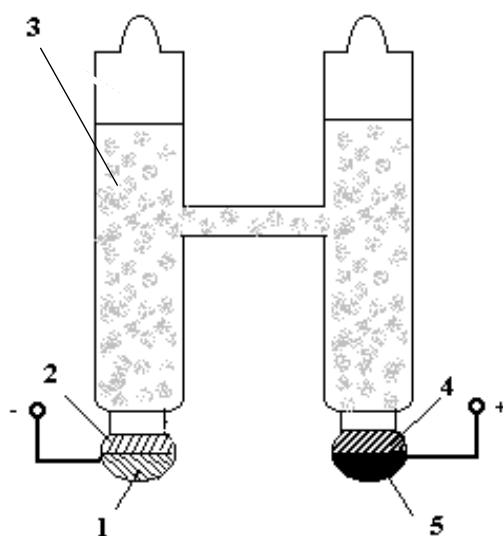
1. Электр юритувчи куч (ЭЮК) ўлчови

ЭЮК (кучланиш) ўлчови бўлиб **тўйинган** ва **тўйинмаган нормал элементлар (НЭ)** хизмат қилади. Намунавий ўлчов сифатида фақат тўйинган НЭ ишлатилади. Тўйинган НЭ аниқлик синфи 0,0002 дан 0,005 гача ЭЮК си 1,018590 дан 1,018700 В гача бўлади. Тўйинмаган НЭ аниқлик синфи 0,002 дан 0,02 гача ЭЮК си 1,019000 дан 1,019600 В гача бўлади.

Нормал элемент бу гальваник элемент бўлиб электролит сифатида сульфат кадмийнинг сувли эритмаси, мусбат электрод-симоб ва симобнинг сульфат оксиди, манфий электрод-кадмий амалгамаси ишлатилади. Электродларнинг чиқишлари платина симидан ясалади ва НЭ ни ўлчаш занжирига улаш учун хизмат қилади.

Тўйинмаган НЭ кичик температура коэффициенти, силкинишларга ва титрашларга сезгирлиги камроқ, лекин ЭЮК турғунлиги бўйича тўйинганлар афзал бўлади.

НЭ ларни титратлашлардан ва ағдарилишдан эҳтиёт, қуёш нурларидан ҳимоя қилиш ва сақлашда ҳароратнинг кескин ўзгаришига йўл қўймаслик керак.



1.2.1-rasm. Normal element

ЭЮК ўлчовининг ўлчами қиймати 1 В дан фарқ қилади, лекин жуда катта аниқликда топилган ва қиймати вақт ўтиши билан жуда кам ўзгаради. Масалан, бир йилда тўйинган НЭ ни ЭЮК сини ўзгариши ± 2 дан ± 50 мкВ, тўйинмаган НЭ ники ± 20 дан ± 200 мкВ дан ортмайди. 1.2.1-расмда тўйинган НЭ нинг тузилиш шакли келтирилган. Бу ерда 1-кадмий амалгамаси, 2-кадмий сульфати, 3-электролит, 4-симоб сульфати, 5-симоб.

Амалиётда доимий кучланиш **ишчи ўлчовлари** сифатида кремнийли стабилитронлар асосида параметрли ва

компенсациялик ўзгармас кучланиш стабилизатори билан ўзгарувчан ток тўғрилагичлари қўлланилади.

2. Электр қаршилик ўлчови

Ўзгармас ва ўзгарувчан ток занжирларида электр қаршилигининг намунавий ва ишчи ўлчовлари бўлиб **ўлчаш ғалтаклари** ва **қаршиликлар магазини** хизмат қилади. Буларда ишлатиладиган материал катта солиштирма қаршиликка эга бўлиши, температурага минимум боғлиқ бўлиб, мис билан жуфтликда термо-ЭЮК ишлаб чиқармаслиги ва қаршиликнинг юқори турғунлигига эга бўлиши керак. Бу талабларга манганин сим ёки манганин тасма (84% мис, 12% марганец ва 4% никел) мос келади.

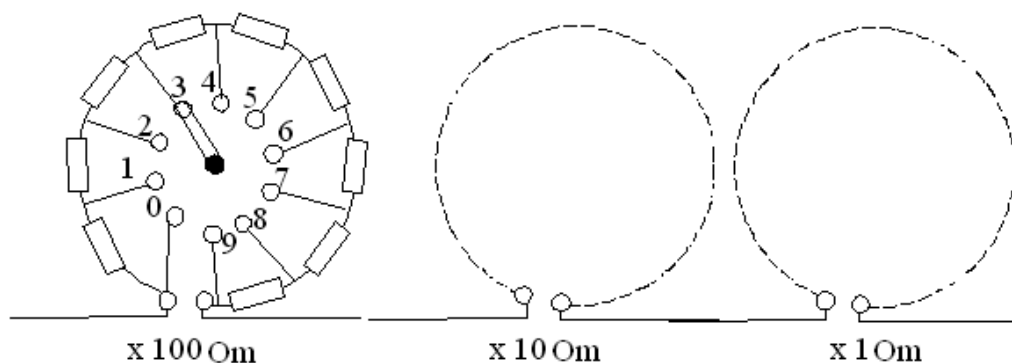
Температура коэффициентининг ҳисобий қиймати нолга тенг. Реал намуналарда бу коэффициент $1 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ дан катта эмас. Манганиннинг солиштирма қаршилиги $0,45 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ га (мисникига нисбатан 26 марта катта) тенг.

Ўлчов ғалтагининг қаршилигини номинал қийматлари 10^n га қаррали бўлади, бунда n – 0 билан бирга (- 4 дан 9) гача бўлган бутун сон қийматлар олади. Ўлчов ғалтаклари учун йўл қўйиладиган нисбий хатолик чегарасига боғлиқ ҳолда аниқлик синфлари 0,0005 дан 0,05 оралиғида ўрнатилади. Буларда қувватнинг номинал ва максимал тарқалиши (рассеяние) ҳам меъёрланади.

Ўлчовнинг турғунлиги қаршиликнинг номинал қиймати фоизларда бир йилда йўл қўйилган ўзгариши билан тавсифланади. Бу ўзгариш стандарт билан меъёрланади ва ҳар бир аниқлик синфи учун йўл қўйилган қийматидан ортиб кетмаслиги керак.

Қайтаулагич қурилмаси билан таъминланган ўлчов ғалтакларининг тўплами **кўп қийматли ўлчов** ёки **қаршиликлар магазини** дейилади. Булар қайтаулагич конструкцияси бўйича дастаклик, штепселлик, санчқилик, клавишлик ва бошқаларга бўлинади.

Қаршиликлар магазини резисторлари секцияларга бирлаштирилган бўлиб, **декадалар** дейилади. Ҳар бир декада қаршиликларнинг аниқ ўнлик разрядига



1.2.2-рasm. Uch dekadali dastaklik magazin shartli sxemasi

мувофиқ бўлади. Бу ерда 0 дан 9 гача терилади. Масалан, 1.2.2-расмда уч декадали дастаклик магазиннинг шартли схемаси келтирилган.

Магазинда декадалар сони 1 дан 10 гача ва кўпроқ бўлади. Декада поғоналаридаги қаршиликларнинг номинал қийматлари 10^{-6} дан 10^{11} Ом.

Юқори частотали (1МГц ва юқори) катта омлик занжирларда қаршиликлари симли бўлмаган магазинлар қўлланилади. Лекин уларнинг аниқликлари симли қаршиликлардан иборат магазинлардан пастроқ бўлади.

Магазинлар қаршиликларининг ҳақиқий қийматини йўл қўйилган оғиши чегараси номинал қийматлари фоизларда қуйидаги ифода орқали топилади:

$$\delta = \pm \left[c + d \left(\frac{R_{\max}}{R} - 1 \right) \right], \quad (1.2.1)$$

бунда c - аниқлик синфига тегишли доимий ташкил этувчи; $R_{\max}$ - магазин қаршилигининг энг катта қиймати; R - магазинда ўрнатилган қаршилик қиймати; d - қуйидаги формуладан топиладиган, коэффициент:

$$d = 10 m a / R_{\max}, \quad (1.2.2)$$

бунда, m -декадалар сони, a - c га боғлиқ бўлган коэффициент, бу келтирилади.

3. Индуктивлик ва ўзаро индуктивлик ўлчови

Бу ўлчовлар бир маъноли ва кўп маъноли бўлиши мумкин. Бир маъноликлар ғалтак сифатида ясалади, кўпмаъноликлар - битта ёки бир нечта декададан иборат, поғонали ёки равон ўзгарувчи магазиндай қилиб ясалади. Ўлчовлар юқори турғунликдаги индуктивлик, кичик актив қаршилик, индуктивликнинг токка боғлиқ эмаслиги, қайта ишлаб чиқарилувчи катталикининг ташқи магнит ва электр майдонлари, температурани ўзгаришига кам боғлиқлиги ва катта изоляция қаршилиги ва б. хусусиятларига эга бўлиши керак. Бу талаблар ўлчовларнинг конструкциялари ва қўлланиладиган материалларни танлаб олиш билан қондирилади. Уларнинг аниқлик синфлари 0,01 дан 5 гача бўлиб $20 \div 30 \cdot 10^6$ Гц частоталарда намунавий ва ишчи ўлчовлар сифатида ишлатилади. L ва M нинг номинал қийматлари $1 \cdot 10^{-9}$ дан 10 Гн гача бўлади.

Йўл қўйилладиган асосий хатолик чегараси номинал ёки ўлчанган қиймат (вариометрлар ва магазинлар учун) фоизларида нисбий хатолик билан меъёрланади.

Асиллик Q ва вақт доимийси τ ўлчов ғалтагининг асосий тавсифлари ҳисобланади.

$$Q = \omega L / R; \quad \tau = L / R, \quad (1.2.3)$$

бунда ω - ўзгарувчан ток частотаси; L - ғалтак индуктивлиги; R - ғалтакнинг актив қаршилиги.

Ўзаро индуктивлик ғалтаги умумий каркалда жойлаштирилган иккита чулғамдан ва икки жуфт қисмадан иборат бўлади.

Параметрлари равон ўзгартириладиган ўзаро индуктивлик ва ўзгарувчан индуктивлик ғалтаклари **вариометрлар** дейилади. Вариометрлар таркиби иккита ғалтакдан иборат бўлиб, бири қўзғалмас ва унинг ичида буриладиган иккинчи қўзғалувчан ғалтакдан иборат. Диапазони 2 мкГн дан 500 мГн гача бўлади.

Индуктивлик ува ўзаро индуктивлик магазинлари L ёки M поғонали ва равон ўзгарадиган кўп маъноли ўлчовларга оид бўлади. Уларда штепселлик ва дастаклик декада қайтаулчагичлари қўлланилади.

4. Электр сиғими ўлчови

Электр сиғими ўлчовлари доимий ва ўзгарувчан сиғимли ўлчов конденсаторлари ва электр сиғими магазинлари кўринишида ишлаб чиқарилади.

Ўлчов конденсаторлар сиғими юқори турғунликка, кичик температура коеффициентига, частота ва токнинг эгрилигини шаклсига сиғимнинг кам боғлиқлигига, катта изоляция қаршилигига ва исрофлар бурчаги ёки исроф бурчагининг тангенци билан тавсифланадиган диелектриктаги энергиянинг исрофини камлигига эга бўлиши керак.

$$\operatorname{tg} \delta = [1/(\omega RC)], \quad (1.2.4)$$

бунда ω - ўзгарувчан ток частотаси; R - конденсаторнинг эквивалент схемасида сиғим билан кетма-кет уланган актив қаршилик; C - конденсатор сиғими.

Бу талабларга ҳаво диелектрикли конденсаторлар жавоб беради. Улар катта геометрик ўлчамларга эга бўлиб, амалда қиймати 0,001 мкФ гача бўлган сиғим талаб қилинганда қўлланилади.

Слюдали конденсаторлар ҳам ишлаб чиқарилади. Уларнинг сиғими микрофараданинг юзлик улушидан тортиб бир қанча микрофарадагача бўлади. Алюмин фолгаси, баҳзи бир пайтларда слюдага юпқа ётқизилган кумуш қатлами электрод хизматини бажаради. Буларда $\operatorname{tg} \delta$ катта қийматга эга бўлади, лекин етарли даражада ихчам, сиғими эса вақт бўйича турғун бўлади.

Сиғимни маромли ўзгартириш учун ўзгарувчан сиғимли конденсаторлар хизмат қилади, уларни магазинлар билан биргаликда қўллаш мумкин.

Стандартда аниқлик синфи 0,005 дан 1,0 гача бўлган сиғимлар магазини ишлаб чиқариш назарда тутилган. Сиғим магазини томонидан йўл қўйиладиган асосий хатолик унинг аниқлик синфи билан қуйидаги муносабат орқали боғланган.

$$\delta = \pm k(1 + 0,8mC_D / C), \quad (1.2.5)$$

бунда δ - магазинда ўрнатилган сиғимнинг нисбий хатолиги; K - аниқлик синфининг сонли белгиси; m – магазин декадалари сони; C_D - энг кичик декададаги битта поғонанинг сиғими ва ўзгарувчан сиғим конденсаторининг сиғимини номинал қиймати, мкФ; C - магазинда ўрнатилган сиғим.

5. Шунтлар ва қўшимча резисторлар

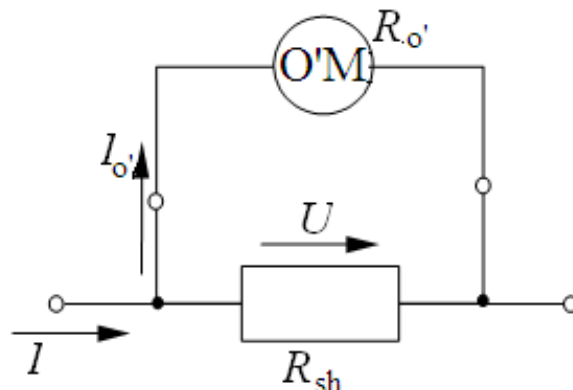
Шунт токни кучланишга ўзгартирадиган оддий электр ўзгарткич бўлиб ҳисобланади. У тўрт қисмали резистор кўринишида бўлади. Ток I келтириладиган иккита кириш қисмалари **тоқлар**, кучланиш U , олинадиган иккита чиқиш қисмалари эса, **потенциал** қисмалар дейилади (1.2.3-расм). Потенциал қисмаларига одатда асбобнинг ўлчаш механизми ўМ уланади. Шунтнинг номинал қийматлари $I_{\text{ном}}$ ва $U_{\text{ном}}$, $R_{\text{ш}} = U_{\text{ном}} / I_{\text{ном}}$.

Шунтлар ўлчаш механизмларнинг тоқлар бўйича чегарасини кенгайтириш учун ишлатилади, бунда ўлчанадиган токнинг катта қисми шунт орқали ўтказилади.

Кичик қисми эса – ўлчаш механизми орқали ўтказилади. Шунтлар кичик қаршиликка эга бўлади. Булар магнитоелектрик ўлчаш механизмлари билан ўзгармас ток занжирларида қўлланилади.

1.2.3-расмда магнитоелектрик ўлчаш механизмини шунт билан уланиши схемаси келтирилган.

Схемадан кўринишича



1.2.3-расм. О'лчаш механизмини шунт билан ulanish sxemasi magazin shartli sxemasi

$$I_{o'} = I \frac{R_{sh}}{R_{sh} + R_{o'}}, \quad (1.2.6)$$

бунда P_y - ўлчаш механизмини қаршилиги.

Юқоридаги ифодадан:

$$R_{o'} = \frac{R_{sh}}{n - 1}, \quad (1.2.7)$$

бунда $n = \frac{I}{I_{o'}}$ - шунтлаш коэффициенти дейилади.

Шунтлар манганиндан ясалади. Агарда шунт катта бўлмаган тоқларга мўлжалланса, (30 А гача) асбоб қутиси ичига жойлаштирилади ва ички шунт дейилади. Катта тоқларга - 5000 А гача ташқи шунтлар ишлатилади, бу ҳолда шунтда тарқаладиган қувват асбобни қиздирмайди. Шунтларнинг аниқлик синфи 0,02; 0,05; 0,1; 0,2 ва 0,5 ларга бўлинади.

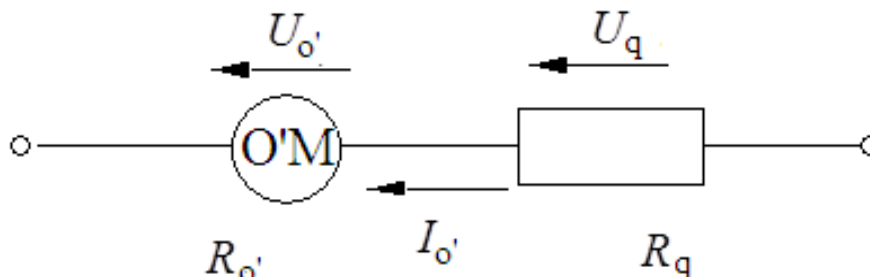
30 А гача бўлган тоқлар учун кўчма магнитоелектрик асбобларнинг шунтлари бир нечта ўлчаш чегарасига мўлжаллаб ишлаб чиқарилади. Бу асбоблар ўзгармас ток занжирларида ток қийматини ўлчаш учун қўлланилади.

Қўшимча резисторлар вольтметрларнинг ва кучланиш манбаига уланадиган параллел занжирли бошқа асбобларнинг кучланишни ўлчаш чегарасини кенгайтириш мақсадида ўлчаш механизми билан кетма-кет уланади (1.2.4-расм). Бу ерда I_y токи қуйидаги ифода билан ёзилади

$$I_{o'} = \frac{U}{R_{o'} + R_q}, \quad (1.2.8)$$

бунда: U - ўлчанаётган кучланиш; $P_{\dot{y}}$ - ўлчаш механизмини қаршилиги; P_{κ} - қўшимча резистор қаршилиги.

Волтметр ўлчаш чегараси $U_{\text{ном}}$, бўлиб бу чегарани m - баробар кенгай-тириш



1.2.4 - rasm. O'lchash mexanizmini qo'shimcha qarshilik bilan ulanishi sxemasi.

керак бўлса қуйидаги ифодадан фойдаланиб P_{κ} топилади.

$$\frac{U_{\text{ном}}}{R_{o'}} = \frac{mU_{\text{ном}}}{R_{o'} + R_q},$$

бу ердан $P_{\kappa} = P_{\dot{y}} (m - 1), \quad (1.2.9)$

бунда $m = U/U_{\text{ном}}$ - баробар кенгайтириш коэффициенти.

Қўшимча резисторлар изоляция хусусиятли материалдан тайёрланган пластина ёки каркасга ўралган изоляцияланган манганин симдан ясалади. Қўшимча резисторларни ўзгармас ва ўзгарувчан ток занжирларида қўллаш мумкин.

Кўчма вольтметрлар учун қўшимча резисторлар бир нечта чегарага мўлжалланиб секцияли қилиб ясалади. Булар ички ва ташқи қўшимча резисторларга бўлинади. Қўшимча резисторлар аниқлик синфлари 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 ва 1,0 ларга бўлинади. Булар 30 кВ кучланишгача қўлланилади.

6. Ўлчаш трансформаторлари

Ўлчаш трансформаторлари **токлар** ва **кучланишлар трансформаторларига** бўлинади ва тегишли катта ўзгарувчан ток ва кучланишларни пасайтириш учун қўлланилади. Бундай трансформаторлар ёрдамида катта ток ва кучланишларни катта бўлмаган стандарт номиналли амперметр ва вольтметрлар (масалан, 5 А ва 100 В) билан ўлчаш имконияти туғилади.

Ўлчаш трансформаторлари магнит ўтказгичга жойлаштирилган ва бир-биридан изоляцияланган иккита чулғамдан иборат бўлиб, уларнинг ўрамлари сони бирламчи чулғамники w_1 , иккиламчи чулғамники w_2 деб белгиланади (1.2.5-рasm).

Токлар трансформаторларида (1.2.5-рasm, а) одатда бирламчи чулғамнинг ўрамлари иккиламчиниқидан кам бўлади, ($w_1 < w_2$), ток I_1 иккиламчи ток I_2 дан катта бўлади. Бирламчи чулғам турли C_1 кесим юзали симлардан тайёрланади. Бу

бирламчи токнинг номинал $I_{1\text{ном}}$ қийматига боғлиқ. Агарда $I_{1\text{ном}}$ 500 А дан катта бўлса бирламчи чулғам ўзак дарчасидан ўтувчи битта йўғон мис сим (шина) дан иборат бўлади. Иккиламчи чулғамлари катта бўлмаган кесим юзали C_2 симлардан ўралади. ГОСТ 7746-78 Е бўйича $I_{1\text{ном}}=0,8 \div 40000$ А бўлганда $I_{2\text{ном}}=1; 2; 2,5; 5$ А бўлиши мумкин.

Кучланишлар трансформаторларида (1.2.5-расм, б) бирламчи кучланиш U_1 , иккиламчи кучланиш U_2 дан катта, шу сабабли $w_1 > w_2$ бўлади. Иккала чулғам ҳам нисбатан ингичка симдан тайёрланади, шунга қарамай $C_1 < C_2$ бўлади. Кўчмас (стационар) кучланишлар трансформаторларида бирламчи $U_{1\text{ном}}$ 750/ $\sqrt{3}$ В гача бўлганда, $U_{2\text{ном}}$ 100 ва 100/ $\sqrt{3}$ бўлади.

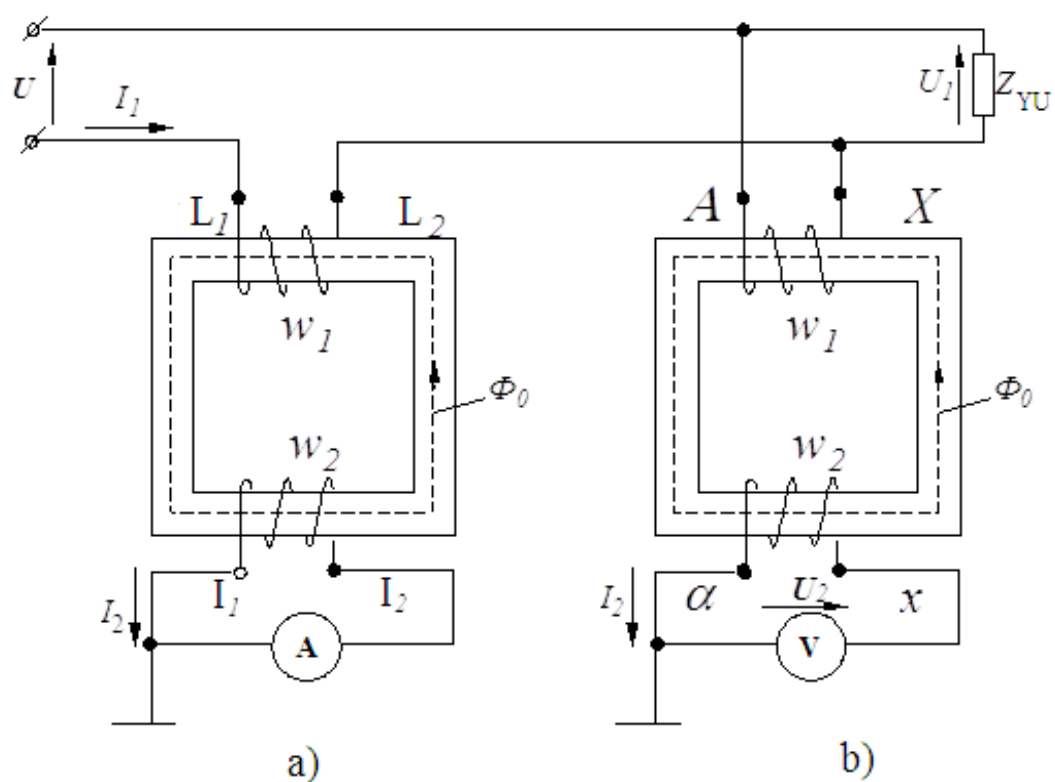
Токлар трансформаторларининг бирламчи чулғами L_1 , L_2 (линия) қисмалари билан занжирга кетма-кет уланади. Иккиламчи чулғами I_1 , I_2 (измерение) қисмаларига кетма-кет амперметр, ваттметр, ҳисоблагич (ҳисоблагич)лар ва ш.к. ларнинг кетма-кет чулғамлари уланади.

Кучланишлар трансформаторларининг бирламчи чулғами қисмалари А, Х (бошланиши-охири) ўлчаш занжирига параллел уланади, иккиламчи чулғам қисмалари а, х га Вольтметр, ваттметр, ҳисоблагичлар ва шу кабиларнинг параллел занжирлари уланади. Схемаларда токлар трансформатори (ТТ), кучланишлар трансформаторини (ТН) деб белгиланади (1.2.6-расм).

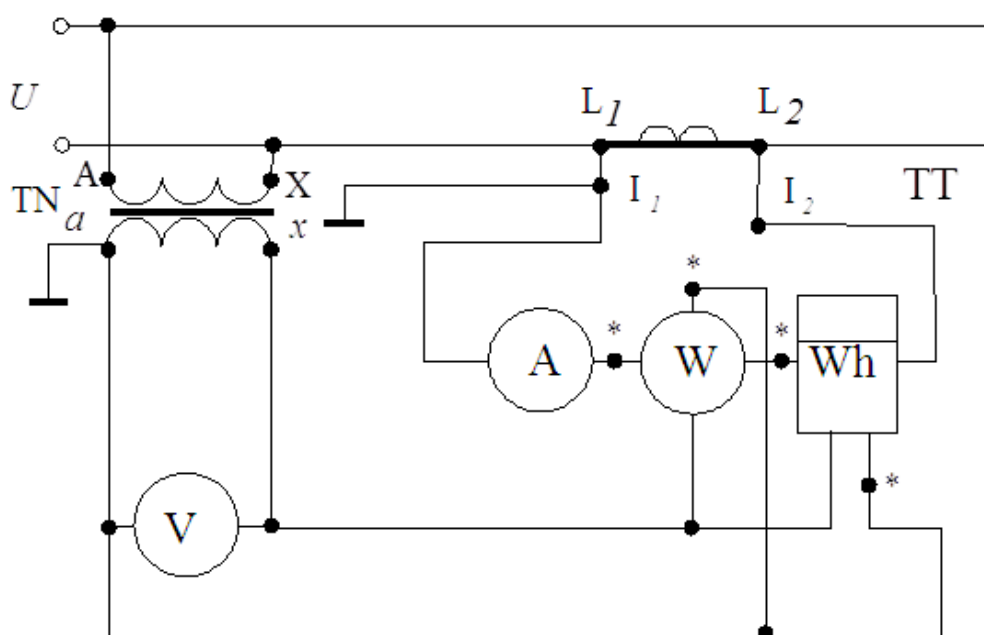
Ўлчанаётган катталикларнинг қийматини аниқлаш учун иккиламчи чулғам қисмаларига уланган асбобларнинг кўрсатишларини ҳақиқий **трансформациялаш коэффициенти**га кўпайтириш керак, яъни $K_I = I_1/I_2$ ва $K_U = U_1/U_2$. Бу ҳақиқий трансформациялаш коэффициентлари тегишли номинал $K_{I\text{ном}}$ ва $K_{U\text{ном}}$ коэффициентлардан трансформаторлар ишлаганда ўтадиган турли энергетик жараёнлар ва конструктив хусусиятлари сабабли фарқ қилиши мумкин. Лекин жуда юқори аниқликда бўлмаган ўлчашлар учун трансформаторларнинг номинал $K_{I\text{ном}}$ ва $K_{U\text{ном}}$ коэффициентларидан фойдаланиш мумкин.

Ўлчаш трансформаторларини қўллашда қуйидагиларни ёдда тутмоқ шарт:

- бирламчи чулғамда ток мавжудлигида ТТ нинг **иккиламчи чулғами очик** қолмаслиги керак;
- ТН нинг **иккиламчи чулғами қисқа** туташувда бўлмаслиги керак;
- трансформаторларнинг иккиламчи занжирлари **ерга уланган** бўлиши керак.



1.2.5 - rasm. O'lchov transformatorlarining ulanish sxemalari



1.2.6 - rasm. O'lchov asboblarning o'lchov transformatorlari orqali ulanishi sxemasi

3-Амалий машғулот

Мавзу: Электромеханик ўлчаш асбоблари

1. Асосий тушунчалар

Электромеханик ўлчаш асбоблари деганда, электромагнит энергиясини бевосита ўлчаш занжиридан асбобга келтирилганда, бу энергия кўзгалувчан қисмнинг кўзғалмас қисмига нисбатан бурчак бурилиши механик энергиясига айланадиган асбоблар тушунилади.

Электромеханик ўлчаш асбоблар асосий электр катталиклар: кучланиш, ток, кувват, қаршилиқ, электр энергияси ва бошқаларни ўлчашга мўлжалланган. Бу асбоблар тўғридан - тўғри ўзгартириш усулида кўрилиб ўлчаш занжири, ўлчаш механизми ва санаш қурилмаларидан иборат бўлади.

Асбобга келтирилган электромагнит энергияни кўзгалувчи қисмнинг сурилиши механик энергиясига ўзгартирилиши бўйича улар қуйидаги асосий гуруҳларга: магнитоэлектрик, электромагнит, электродинамик, электростатик, индукцион ва ш.к.ларга бўлинади.

Бу турдаги асбобларда ўлчанаётган катталик қиймати тўғрисида ахборот санаш қурилмаси (шкала ва кўрсаткич ёки энергия ҳисоблагичларида рақамли ва ўзиёзар ҳамда босмали хилларига бўлинади) орқали олинади.

Асбоблар механизмларида ўлчанаётган катталик таъсирида кўзгалувчи қисмни кўрсатишнинг ўсиши томонига айлантирувчи момент $M_{айл}$ ҳаракатга келтиради:

$$M_{айл} = \Phi(X, \alpha), \quad (2.1.1)$$

бунда X - ўлчанаётган катталик; α - сурилиш бурчаги.

Кўзгалувчи қисм ҳаракатланганда электромагнит энергия ўзгаришига тенг иш бажарилади, бундан:

$$M_{айл} = \partial W_{ем} / \partial \alpha, \quad (2.1.2)$$

яъни $W_{ем}$ - электромагнит энергия.

Кўзгалувчи қисм ҳаракати ўлчанаётган катталикка боғлиқлигини ҳосил қилиш учун айлантирувчи моментга **қарши таъсир этувчи** M_k - **моментини** ҳосил қилинади. Қарши таъсир этувчи моментни механик ва электрик кучлар ҳисобидан ҳосил қилиш мумкин. Биринчи ҳолда бу момент эластик элементлар - пружина, тортқи ёки осмалар томонидан ҳосил қилинади, чунки улар бурилганда эшилиш хусусиятига эга бўлишади. Шу сабабли қарши таъсир этувчи момент ҳосил бўлади. Бу момент бурилиш бурчаги α га тўғри пропорционал бўлиб, қуйидаги муносабат билан ифодаланади:

$$M_k = W \alpha, \quad (2.1.3)$$

бунда W - пропорционаллик коэффициенти, қарши таъсир этувчи **солиштирма момент** деб аталади.

Иккинчи ҳолатда қарши таъсир этувчи моментни ҳосил қилиш учун механизмга қўшимча электр таъсири келтирилади. Электр қарши таъсир этувчи моментли асбоблар **логометрлар** деб аталади.

Кўрсаткичнинг турғун ҳолатида айлантирувчи ва қарши таъсир этувчи моментлар тенг бўлади

$$M_{\text{айл}} = M_{\kappa} \quad (2.1.4)$$

Моментларнинг аналитик ифодасидан фойдаланиб, (2.1.4) дан кўзгалувчи қисмнинг бурилиш бурчаги билан ўлчанадиган катталиқ ва асбобнинг параметрлари ўртасидаги муносабатни топиш мумкин.

$$\alpha = F(\tilde{O}, \hat{A}), \quad (2.1.5)$$

бунда B – асбобнинг параметрлари.

Электромеханик асбоблар тузилиши ёки мўлжалланиши турли бўлишига қарамай умумий деталлар ва қисмларга эга бўлишади:

- кўзгалувчи қисмни бирикмаси;
- қарши таъсир этувчи момент қурилмаси;
- тинчлантиргич;
- санаш қурилмаси ва ш.к.лар.

Электромеханик асбобларни электрон ва рақамли асбоблар секин-аста сиқиб чиқармоқда, лекин булар соддалиги, арзонлиги билан ва жуда юқори аниқлик талаб қилинмайдиган лаборатория ва техник ўлчашларда афзалликларга эга.

Амперметр ва вольтметрларни намунавий асбоб ёрдамида даражалашни ўрганиш

1.Ишнинг мақсади

Амперметр ва вольтметрларни тузилиши, ишлаш принципи ва турларини ўрганиш;
Амперметр ва вольтметрларни текшириш усуллари билан танишиш;
Мутлақ хатолар, нисбий ва келтирилган хатоликларни аниқлаш.

2. Назарий маълумотлар

Электр ўлчаш асбоблари ишлаш принципи ва тузилишига қараб қуйидагиларга бўлинади:

магнетоелектрик тизим асбоблар;
электромагнит тизим асбоблар;
электродинамик тизим асбоблар;
индуксион тизим асбоблар.

Электр улчов асбобларининг кўрсатиши A_x ҳар доим ўлчанаётган миқдорнинг ҳақиқий қиймати A_0 дан фарқ қилади, бу фарқ мутлақ (абсолют) хатолик дейилади:

$$\Delta A = A_x - A_0$$

Мутлоқ хатоликка тесқари ишора билан олинган миқдор тузатма дейилади. Абсолют хатолик ΔA нинг ўлчанаётган миқдорининг ҳақиқий қийматини A_0 га нисбати нисбий хатолик дейилади:

$$\alpha = \Delta A / A_0 \cdot 100\%$$

Кўпинча A_x билан A_0 жуда кам фарқ қилади, шунинг учун

$$\alpha \approx \Delta A / A_x \cdot 100\%$$

деб олиш мумкин. Абсолют хатоликнинг айти асбобнинг чекка қийматига нисбати келтирилган хатолик дейилади:

$$\gamma = \Delta A / A_{\text{чек}} \cdot 100\%$$

Текширилатган ўлчов асбобини текшириш сифати асосан уни текшириш учун танланган намуна асбобнинг аниқлик даражасига боғлиқ, шунинг учун намуна асбоб сифатида аниқлик синфи юқори бўлган асбоблар ишлатилади.

Ўлчаш асбобларининг кўрфаси (вариацияси) қўйидагича аниқланади:

$$\gamma_{\text{кур}} = \Delta X / X_{\text{ек}} \cdot 100\% = (X_{\text{орт}} - X_{\text{кам}}) / X_{\text{ек}} \cdot 100\%$$

Хорт ва Хкам - ўлчанаётган катталиқнинг ортувчан ва камаювчан томон буйича қийматларининг энг катта фарқи.

Хе.к. - ўлчаш катталигининг энг катта қиймати.

3. Ишнинг бажарилиш тартиби

Магнитоэлектрик тизимдаги вольтметрни текшириш.

а) Расм-1.1да келтирилган схемани йиғинг.

б) Керакли асбоблар:

Рн - реостат;

Вн - намуна вольтметр (0-100 В);

Вх - текширилатган вольтметр (0-100 В)

в) Схемани манбага уланг ва реостат Рн орқали Вх - ни кўрсатишини 10 В дан 90 В гача ўзгартиринг ва ҳар 10 В дан кейин Вн- ни кўрсатишини ёзиб боринг.

г) Реостат Рн орқали Вх ни кўрсатишини 90 В дан 10 В гача камайтиринг ва ҳар 10 В дан кейин Вн -ни кўрсатишини ёзиб боринг.

д) Ўлчаш натижалари асосида хатоликларни ҳисобланг.



Расм-1.1.

1.1-Жадвал

№	У _х	У _{н(ошир)}	У _{н(камай)}	Δ _{ошир}	Δ _{камай}	γ	γ (Кўрфаси)
	У	У	У	У	У	%	%
1							
2							
3							

Вольтметр қаршилигини ўлчаш

а) Вольтметрни қаршилигини ўлчаш учун 1.1-расмда кўрсатилган схемани йиғинг ва занжирдаги Вх вольтметрга кетма-кет қилиб миллиамперметр мА уланади.

б) ЛАТР еки Рн реостат орқали Вх га 5-6 хил қийматга эга кучланиш беринг ва ёзиб олинг.

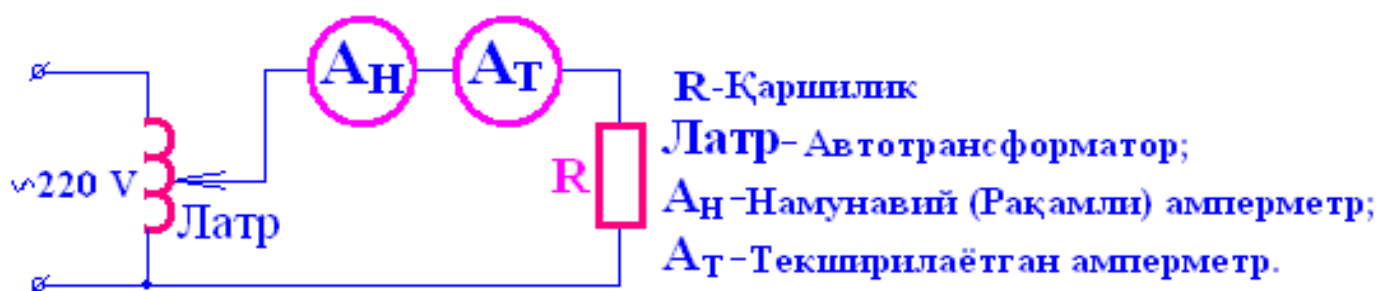
в) Занжирнинг бир қисми учун Ом қонунидан фойдаланиб Вх ни қаршилигини ва қувватни ҳисобланг.

1.2-Жадвал

№	U_X (В)	I (мА)	R_B (Ом)	P_B (Вт)
1				
2				
3				

Амперметрни текшириш

- а) Расм-1.2да кўрсатилган схемани йиғинг.
 б) Схемани манбага уланг ва реостат R_n ёрдамида 1 А дан 6 А гача A_X ни ўзгартиринг ва ҳар 1А дан сўнг A_n ни кўрсатишини ёзиб бординг.
 в) Реостат R_n орқали A_X ни кўрсатишини 6 А дан 1 А гача ўзгартиринг ва ҳар бир 1А дан сўнг A_n ни кўрсатишини ёзинг.
 г) Ўлчаш натижалари асосида хатоликларни ҳисобланг.



Расм-1.2.

1.3-Жадвал

№	I_X	$I_{n(\text{ошир})}$	$I_{n(\text{камай})}$	$\Delta_{(\text{ошир})}$	$\Delta_{(\text{камай})}$	γ	γ (курфаси)
	А	А	А	А	А	%	%
1							
2							
3							

Амперметр қаршилигини ўлчаш.

- а) Амперметрнинг қаршилигини ўлчаш учун 1.2-расмда берилган схемани йиғинг ва шу занжирдаги амперметр A_X га параллел қилиб милливолтметр мВ ни уланг.
 б) R_n реостат ёрдамида амперметр A_X дан 4-5 хил қийматга эга ток кучини ўтказиб, A_X ва мВ кўрсатган натижаларни ёзинг.
 в) Ўлчаш натижалари асосида хатоликларни ҳисобланг.

1.4-Жадвал

№	I_X (А)	U (мВ)	R_A (Ом)	P_A (Вт)
1				
2				
3				

Синов саволлари

1. Тузатма деганда нимани тушинасиз?

2. Мутлоққ, нисбий ва келтирилган хатоликлар нима?
3. Асбоб кўрсатишининг кўрфаси қандай аниқланади?
4. Амперметр ва вольтметр қандай қаршиликларга эга бўлиши керак ва нима учун?
5. Амперметр ва вольтметрларни қандай турлари мавжуд?
6. Амперметр ва вольтметрларни ўлчаш чегаралари қандай қилиб кенгайтирилади?
7. Электр ўлчаш асбобларидаги хатога сабаб нима?

4-Амалий машғулот

Мавзу: Ўлчаш кўприклари ва компенсаторлар

1. Ўзгармас ток кўприклари

Электр ўлчаш техникасида кўприксимон ўлчаш занжирларини қўлланилиши кенг тарқалган.

Ўзгармас ток якка кўприклари деганда ўзгармас ток манбаидан таъминланадиган тўрт елкали кўприк тушунилади. Бу кўприкларнинг хатоликлари ўлчаш чегараларига боғлиқ бўлиб асбоб паспортда келтирилади.

Ташқи ёки ички нол индикаторли кўчма асбоблар тайёрланади. Кичик қаршиликларни ўлчаганда контакт ва улаш симларининг қаршиликлари ўлчанаётган қаршилик қийматига қўшилиб қолиши сабабли сезиларли хатоликлар келтириб чиқаради. Шу сабабли икки қисмали кўприклар қаторида тўрт қисмали кўприклар ҳам қўлланилади. 10 Ом дан 10^6 Ом гача ўлчашлар мўлжалланса **икки қисмали**, агарда 10 Ом дан кичик қийматли қаршиликларни ўлчанадиган бўлинса **тўрт қисмали** схема ишлатилади. Тўрт қисмали схемада контакт ва уланиш симлари қаршиликларини кўприкнинг елкалари ва диагоналлари таркибига киритилади. Масалан, 2.2.1-расмда келтирилган тўрт қисмали кўприк схемасининг ишлаш тавсифини кўриб чиқайлик.

Ушбу кўприкнинг мувозанат тенгламаси қуйидаги кўринишда ифодаланади:

$$P_2 P_x = P_1 P_3. \quad (2.2.1)$$

Бу тенгламадан ўлчанаётган қаршиликни қуйидаги ифодадан аниқлаш мумкин.

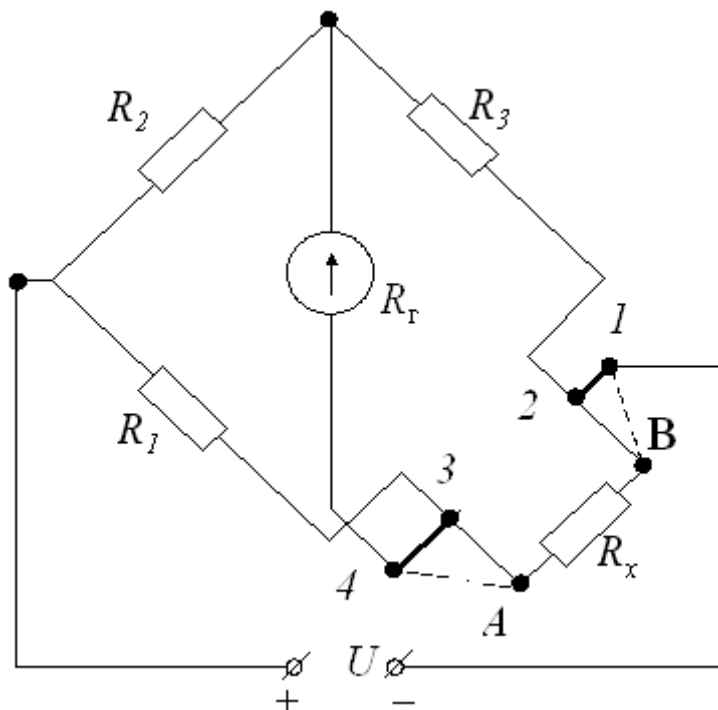
$$P_x = P_1 (P_3/P_2), \quad (2.2.2)$$

бу ерда P_2 ва P_3 , нисбат елкалари, P_1 - солиштириш елкаси дейилади. P_x ни қийматини аниқлаш учун P_1 нинг қиймати ўзгартирилиб (2.2.1) мувозанат тенгламаси қониктирилади. Бу ҳолатни кўприк диагонаliga уланган галванометрни кўрсатиши нолга тенглашиши билдиради.

2.2.1-расмдаги схеманинг ишлашини кўриб чиқамиз. 10 Ом дан 10^6 Ом гача қаршиликларни ўлчашда 1 ва 2 ҳамда 3 ва 4 қисмалар туташтирилади, P_x 2 ва 3 қисмаларига уланади. 10 Ом дан кичик қаршиликларни ўлчаганда P_x тўртала 1 ва 2, 3 ва 4 қисмаларга уланади. 1 ва 2, 3 ва 4 қисмалари ораларидаги уланишлар узилади. У ҳолда P_x дан 2 ва 3 қисмаларга уланган симларнинг ва контактларнинг қаршиликлари P_3 ва P_1 қаршиликлари елкалари таркибига киради. P_3 ва P_1

резисторларининг қаршиликлари улаш симлари ва контактлар қаршиликларидан анча катталиги сабабли кетма-кет уланган бу қаршиликлар ўлчаш натижаси аниқлигига амалий таъсир етказмайди. P_x дан 1 ва 4 қисмаларига уланган симлар ва тегишли контакт қаршиликлари диагоналар қаршилиги таркибига кириб улар ҳам ўлчаш натижасига катта таъсир қилмайди.

Кичик қаршиликларни ўлчашда ўзгармас ток иккиланган кўприклар афзал



2.2.1 - rasm. To'rt qismali ko'priki sxemasi

кўрилади. Буларда улаш симлари ва контакт қаршиликларининг ўлчаш натижасига таъсири минимумга келтирилган. Шу сабабли 10 Ом дан кичик қаршиликларни иккиланган ўзгармас ток кўприкларидида ўлчанади.

Ўзгармас ток кўприкларининг аниқлик синфи ўлчаш чегараларига боғлиқ бўлиб 0,005 дан 5,0 гача бўлади. Аниқлик синфи ўлчашнинг энг катта нисбий хатолиги бўйича аниқланади. Ўзгармас ток кўприкларининг ўлчаш чегараларини барча асбоблар учун умумлаштириб олинганда 10^{-8} дан 10^{16} Ом диапазонида бўлиши мумкин. Ўзгармас ток кўприклар кўчма ва лаборатория учун мўлжалланиб тайёрланади. Кўчма якка кўприклар асбобга жойлаштирилган галванометр ва манбага эга бўлади. Бундай асбобларининг аниқлик синфи 0,1 дан 5,0 гача бўлиб, ўлчаш диапазони 10^{-4} дан 10^5 Ом бўлади.

Лабораторияга мосланган кўприклар якка ва якка – иккиланган бўлиб ўзгарувчан ток тармоғидан таъминланадиган қилиб чиқарилади. Лаборатория кўприкларининг аниқлик синфи 0,01 дан 0,05, ўлчаш чегараси эса $10^{-3} \div 10^8$ Ом ва махсус катта омлик кўприклар 10^{16} Ом, иккиланган кўприклар 10^2 дан 10^{-8} Омларга чиқарилади.

Ўзгармас ток кўприклар асбобларни параметрларини текширувида, кабеллар тадқиқотида, алоқа линияларини шикастланган жойини топиш учун ва изоляция қаршилигини ўлчашларда ишлатилади.

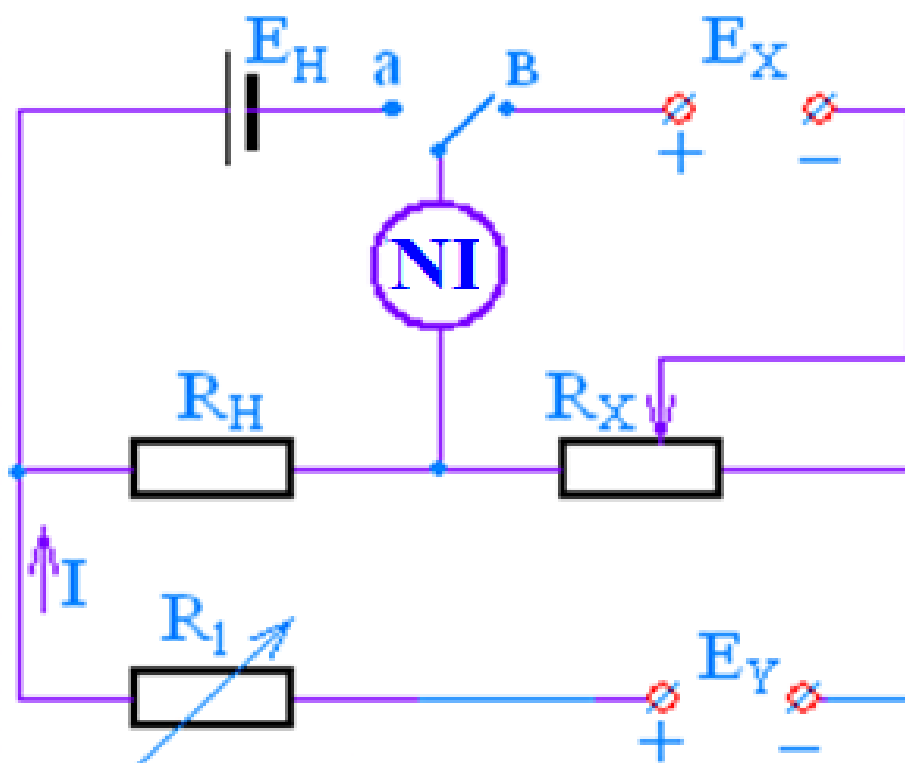
2. Ўзгармас ток компенсаторлари

Компенсаторлар (потенциометрлар) ҳам ўлчаш кўприклари каби таққослаш асбобларига киради. Компенсатор ёрдамидаги ўлчаш жараёни **компенсациялаш** деб ном олган икки кучланишни нол усули билан солиштириш орқали амалга оширилади. Бу усул одатда ўлчаш воситаларини текшируви учун мўлжалланган лаборатория асбобларида ва ўлчаш қурилмаларида қўлланилади.

Компенсация усулининг ўзига хос хусусияти ўлчаш пайтида ўлчаш занжирида токнинг йўқлиги бўлиб, бу асосда юқори аниқликка эришиладиган асбоблар яшаш мумкин бўлади.

2.2.2 - расмда ўзгармас ток компенсаторининг оддий схемаси келтирилган.

Схемада: $\mathcal{E}_n$ - нормал элемент; $\mathcal{E}_x$ - ўлчанилаётган ЭЮК; НИ - нол индикатор; R_n - намунавий резистор; R - қаршилиги маълум резистор; P_1 - реостат; $\mathcal{E}$ - ёрдамчи манба; U - узиб улагич.



2.2.2 - rasm. O'zgarmas tok kompensatorining sxemasi

Схеманинг ишлаши қуйидагидан иборат:

1. Ишчи ток ўрнатилади. Бунинг учун узиб улагич U ни a ҳолатига қўйилади ва P_1 реостатнинг қаршилиги НИ нолни кўрсатгунга қадар ўзгартирилади. Бу ҳолат $\mathcal{E}_n = IR_n$ бўлганда ўрнатилади. Ушбу тенгликдан I ишчи токни аниқласа бўлади, яъни занжирда I ишчи токи ўрнатилади.

2. Узиб улагич U ни b - ҳолатга қўйилади. Сўнгра R резисторнинг қийматини A сургич ёрдамида ўзгартириб НИ да нолни ҳосил қилинади. Бу R_x нинг қандайдир қийматида содир бўлиб $\mathcal{E}_x = IR_x$ қондирилади, бу ерда I - ишчи ток. Шундай қилиб агарда A нинг сурилиш йўли кучланиш бирлигида градуировка қилинган бўлса НИ нолни кўрсатгандаги A нинг жойи $\mathcal{E}_x$ нинг қийматини белгилайди.

Компенсаторнинг **афзаллигидан** бири бўлиб, компенсация пайтида манбадан қувват истеъмол қилмаслиги ҳисобланади. Шунинг учун ЭЮК ни ўлчашга имконият туғилади.

Компенсатор ёрдамида фақатгина ЭЮК ва кучланишни эмас, I_x токини ва P_x қаршилигини қийматларини ўлчаша бўлади.

Токни ўлчаш учун ёрдамчи занжирдан фойдаланилади. Бу занжир ўлчанаётган I_x токининг манбаидан ва намунавий резистор R_H дан иборат бўлади. Компенсатордаги $\mathcal{E}_x$ уланадиган қисмаларга R_H уланади ва ундаги кучланиш тушуви ўлчанади, натижада қуйидаги формулалар ёрдамида изланаётган I_x токининг қиймати топилади.

$$U_x = I_x R_H, \quad (2.2.3)$$

$$I_x = U_x / R_H. \quad (2.2.4)$$

R_x резисторининг қаршилигини ўлчаш учун уни юқоридаги занжирда R_H га кетма-кет қилиб уланади ва навбатма-навбат R_H уланган қисмига R_H ва P_x ларни улаб улардаги кучланишлар тушувлари U_H ва U_x ўлчаб олинади. Қуйидаги формуладан P_x ни ўлчанаётган қиймати ҳисоблаб топилади. Ўлчаш жараёнида ёрдамчи занжирдаги ток ўзгармай туриши керак.

$$R_x = R_N \frac{U_x}{U_N}. \quad (2.2.5)$$

Агарда ўлчанаётган кучланиш қиймати компенсаторнинг ўлчаш чегарасидан катта бўлса, ўлчанаётган кучланиш компенсатор киришига намунавий кучланиш бўлувчи орқали берилади.

Компенсаторларга қуйидаги талаблар қўйилади:

- ўлчаш жараёнида ишчи токнинг қийматини доимийлиги;
- санаб олишнинг соддалиги;
- санаб олишда сонли белгиларнинг етарлиги имконияти.

Компенсаторнинг ўлчаш аниқлиги нормал элементнинг юқори аниқлилиги, нол индикаторнинг сезгирлиги ва ишчи ток занжиридаги ёрдамчи манбанинг турғунлиги билан белгиланади. Аниқрок ўлчайдиган компенсаторларнинг аниқлик синфи 0,0005 ни ташкил қилади.

Аниқлик синфлари 0,0005 дан 0,02 гача бўлган компенсаторларнинг йўл қўйиладиган абсолют ΔU_K хатоси икки ҳадли формула бўйича топилади.

$$\Delta U_K = (a/100) U_{ю} \pm 0,4 U_{мин}, \quad (2.2.6)$$

0,1 ва 0,2 аниқлик синфидаги компенсаторлар учун

$$\Delta U_{\hat{e}} = (\hat{a}/100) U_p, \quad (2.2.7)$$

бунда a - аниқлик синфи қиймати; U - компенсатор кўрсатаётган кучланиш; $U_{ю}$ - компенсатор ўлчайдиган кучланишнинг юқори чегараси; $U_{мин}$ - компенсация қаршилигини энг кичик декадаси поғонаси қиймати.

Компенсаторларнинг ЭЮК (кучланиш) ўлчаш чегараси 1,2; 2,5В. Ишчи ток - 0,1 мА.

Компенсаторлар турли хилда ишлаб чиқарилиши мумкин: бир чегарали ва кўп чегарали; ички ва ташқи галванометрли; яримавтомат ва автомат ва бошқ.

Потенциометрлар ёрдамида электр катталикларни ўлчаш

1.Ишнинг мақсади

- Ўзгармас ток потенциометрларини иш принципларини ўрганиш ва улар ёрдамида электр катталикларни ўлчашни ўрганиш.

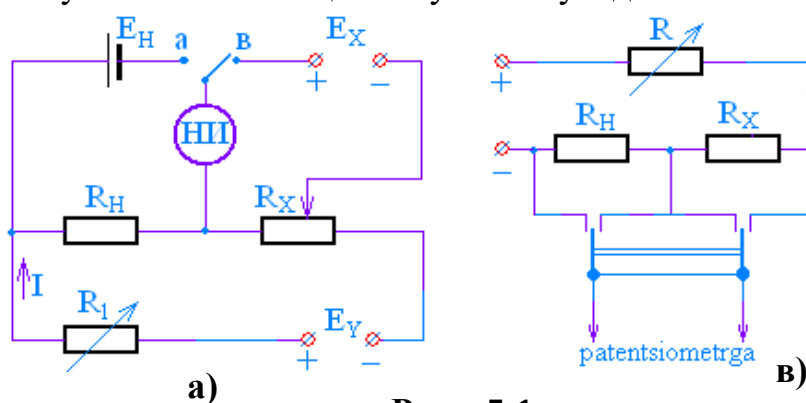
2.Назарий маълумотлар

Потенциометрларнинг ишлаш принципи номаълум ЭЮК E_x ни, маълум ЭЮК ўлчови E_n билан таққослашга асосланган.

Расм-5.1.а) да ўзгармас ток потенциометрининг схемаси келтирилган, бунда E_n - нормал элемент, E_x - ўлчанаётган номаълум ЭЮК, НИ-ноль индикатор ёки галванометр, R_n -намунавий қаршилик бўлиб, унинг қиймати потенциометрнинг ишчи токи ва нормал элементни ЭЮК сига қараб талланади, R_x -қаршиликлар магазини, R_1 -реостат ва ТМ-ёрдамчи ток манбаи.

Потенциометрнинг ишлаш принципи қуйидагича: Улагич U ни а-ҳолатга қуйиб, R_1 -қаршиликни ўзгартириш йўли билан нол индикатордаги токни нолга тенг қилиб олинади, яъни ишчи токи I маълум бир қийматга эришганда НИ да ток нолга тенг бўлади.

Бунда $E_m = I R_n$ бўлади ва бу ердан ишчи токи I ни қийматини топиш мумкин. Ишчи токини ўрнатиб олингандан сўнг, улагич U ни в-ҳолатга қўйилади ва R_x -қаршиликни ўзгартириб, НИ да токни нолга тенг бўлишига эришилади. Бунда $E_x = I R_x$ бўлади, бундан I -ишчи токи ва R_x -қаршиликни қийматини билган ҳолда E_x -номаълум ЭЮК ни аниқлаш мумкин бўлади.



Расм-5.1

Занжирдаги номаълум I_x токни аниқлаш учун Расм-5.1.в) даги схема йиғилади. Бунда R_n қаршиликдаги кучланишлар пасайишини E_x потенциометр ёрдамида аниқланади, бундан $U_x = I_x R_n$ ни топиш мумкин. Занжирдаги ток кучи I_x ни қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин: $I_x = U_x / R_n$

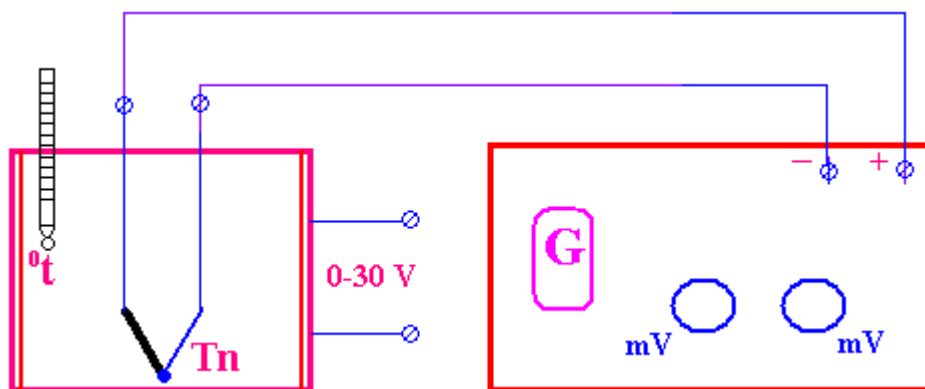
Номаълум қаршилик R_x ни қийматини аниқлаш учун, занжирдаги ток кучи I_x ни ва R_n -қаршиликдаги кучланишлар пасайиши U_n ни аниқланади. Занжирдаги ток кучи I_x ни ўзгартирмаган ҳолда R_x -қаршиликдаги кучланишлар пасайиши U_x ни

потенциометр ёрдамида ўлчанади, бундан номаълум R_x ни қуйидагича аниқланади:
 $R_x = R_H Y_x / Y_H$

Потенциометрлар ёрдамида, уларнинг ўлчаш чегарасидан катта бўлган кучланишларни ҳам ўлчаш мумкин, бунинг учун номаълум кучланишни кучланиш тақсимлагичлари ёрдамида камайтириб кейин ўлчанади.

3.Ишни бажариш тартиби

- 1.Расм-5.2 даги схемани йиғинг.
2. Керакли асбоб ва жихозлар.
- ПП-63 русумли ўзгармас ток потенциометри;
- Тп-термопара ХК;
- НИ-иситгич (резистор –ПЭВ-50-22-Ω).



Расм-5.2

3. Ток таъминоти блокадаги «ЛАТР» дастасини «-0-120 В» ҳолатига ўрнатинг.
4. Иситгични манбанинг «-0-120 В» боғичларига уланг.
5. Термопара боғичларини потенциометрнинг (– Х+) боғичларига уланг.
6. Потенциометрни ички манбага ўтказинг, яъни барча тумблерларни “Н” дан “В” ҳолатига қўйинг.
7. Потенциометрдаги гальвонометрни стрелкасини нолга ўрнатинг.
8. Потенциометр ёрдамида термопарада ҳосил бўлган кучланишни ўлчанг.

С и н о в с а в о л л а р и

1. Потенциометрнинг вазифаси нима?
2. Ўзгармас ток потенциометрнинг ишлаш принципини тушунтиринг.
3. Потенциометрлар ёрдамида қандай катталикларни ўлчаш мумкин?
4. НИ ни вазифаси нима?
5. Потенциометр ёрдамида номаълум қаршилик қандай ўлчанади?

5-Амалий машғулот

Мавзу: Рақамли ўлчаш асбоблари

Рақамли ўлчаш асбоблари билан электр катталикларни ўлчашни ўрганиш

1.Ишнинг мақсади

- Рақамли ва ўзи ёзар ўлчаш асбобларини тузилишини, иш принципини ва уларни ишлатишни ўрганиш.

2.Назарий маълумотлар

Ўлчанилаётган узлуксиз катталиқни ёки бунга пропорционал бўлган физик катталиқни дискрет шаклга автоматик равишда ўзгартириш, худди шундай рақамли кодлаш ва ўлчаш натижасини сонлар кўринишида санаб олиш тузилмасига бериш рақамли ўлчаш асбоб (РЎА) лари ёрдамида амалга оширилади.

Дискретлаш – бу узлуксиз катталиқнинг оний қийматлари фақат аниқ вақт моментларида дискретлаш моментлари сақланиб қолинадиган дискрет катталиққа ўзгартириш операцияси. Иккита яқинроқ дискретлаш моментлари орасидаги вақт оралиғи дискретлаш қадами дейилади. Дискрет сигнал узлуксиз сигналдан фарқли ўлароқ фақат чекланган сонли қийматларга эга бўлиши мумкин.

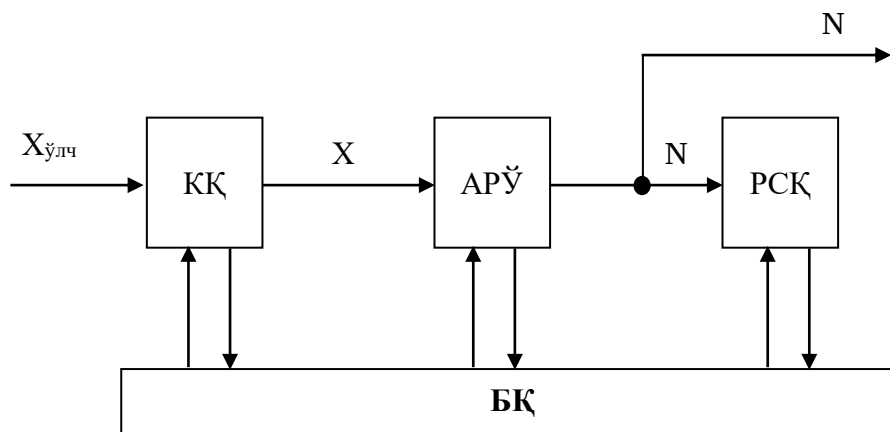
Квантлаш – бу узлуксиз катталиқни оний қийматларини мажмуи маълум қонун бўйича юзага келган фиксацияланган қийматларини яқинроқлари билан алмаштириш йўли билан дискрет катталиққа ўзгартириш операцияси. Иккита қўшни қийматлар орасидаги айирма квант дейилади. Квантлашда ахборотнинг қисми йўқолади, лекин квантлаш натижасида олинган катталиқнинг қиймати квантлаш поғонаси белгилайдиган аниқликда маълум бўлади.

РЎА лар кўп чегарали, универсал бўлиб, ўзгармас ва ўзгарувчан тоқларни ва кучланишни, частотани, фазани, қаршилиқни, кучланишлар нисбатини ва бошқа электр ҳамда ноелектр катталиқларни ўлчаш учун мўлжалланган. Булар тез ва содда йўл билан аниқ ўлчашлар ўтказишга, катта сондаги ўлчанаётган параметрларни оператив назорат этишга, ўлчаш натижасидан субъектив хатоликни чиқариб ташлашга, ўлчанилаётган жорий ахборотни катта аниқликда ва тезликда қайд этишга ва тезкор ҳисоблаш машиналарига ишлов бериш учун қулай шаклда беришга йўл беради.

Рақамли асбобларда ўлчаш ахбороти кўз билан кўриб санаш учун ўнли код билан берилиши ва ташқи қурилмага узатиш учун эса иккилик кодда чиқарилиши мумкин. Ҳар бир рақамли асбоб рақамли санаб олиш қурилмасига эга. Бу қурилма ўлчаш натижаларини рақамли шаклда тақдим этишга мўлжалланган белгилар индикатори дешифратордан иборат. Рақамли асбобларда кейинги пайтларда вакуумли (люминесцентли), газоразрядли, ярим ўтказгичли (ёруғлик диоди матрицалари) ва суюқ кристалли индикаторлар қўлланилмоқда.

РЎА нинг умумлашган структура схемаси Расм-6.1 да келтирилган. Бунда ўлчанилаётган катталиқ $X_{ўлч}$ кириш қурилмаси (КҚ) га берилади. Бу қурилмада кирган сигнал масштаб бўйича ўзгартирилади ва агарда халақит (помеха) бўлса ундан тозаланади. АРЎ да КҚ дан чиққан катталиқ X рақамли санаб қурилмаси (РСҚ) га бериладиган N кодга айлантирилади. N код ташқи қурилмага чиқарилиши мумкин, масалан, кейинги ишлов бериш ва сақлаш учун ЭХМ га

чиқарилиши мумкин. РЎА нинг ишини бошқариш қурилмаси БҚ томонидан РЎА нинг барча функционал бўлинмаларига маълум кетма-кетликдаги команда сигналларини ишлаб чиқариб бошқаради.



Расм-5.1

Ўлчаниладиган катталикларнинг турига қараб РЎА лар қуйидагиларга бўлинади:

- 6) Ўзгармас ва ўзгарувчан ток вольтметрлари;
- 7) омметрлар, ўзгармас ва ўзгарувчан ток кўприклари;
- 8) комбинацияланган асбоблар;
- 9) частота ва вақт интервалларини ўлчагичлар;
- 10) махсус РЎА лар: температура, масса, тезлик ва ш.к. ларни ўлчаш учун.

РЎА томонидан ўлчаниладиган катталиклар диапазони одатда кенг бўлгани учун қатор **поддиапазонларга** бўлинади. Ўлчаш жараёнида керакли диапазонни танлаш қўл билан ёки автоматик ҳолда бажарилади. Танланган диапазонда ўлчаш доимо автоматик равишда бажарилади.

РЎА ларнинг ҳатоликларини меъёрлаш бир неча усулда амалга оширилади:

- 1) келтирилган ҳатоликни меъёрлаш;
- 2) **нисбий ҳатоликни** икки ҳадли ифода билан меъёрлаш, яъни:

$$\delta = \pm \left(a + b \frac{x_k}{x} \right) \quad \text{ёки} \quad \delta = \pm \left[c + d \left(\frac{x_k}{x} - 1 \right) \right]$$

бунда, a, b, c, d - доимий коэффициентлар; x_k - поддиапазонни катта қиймати; x - асбоб кўрсатиши.

- 3) санаб олиш бирлигида ифодаланган **абсолют ҳатоликнинг** қийматини бериш билан.

Ўзи ёзар ўлчаш асбоблари узоқ вақт давомида ўлчанаётган катталиқни ёзиш ва кузатиш учун қўлланилади. Улар фақат секин ўзгарадиган катталиқни ёзиш мумкин. Ўзиёзар асбобларда ўлчанаётган катталиқни ёзиш учун махсус тузилма ўрнатилади. Ҳаракатчан ғалтак билан бир ўқда ёйсимон тутқич ўрнатилган. Тутқичда қалам ва стрелка жойлашган. Қоғоз тасма битта чархдан бошқасига двигателъ ёрдами билан тўхтовсиз ўралади. Натижада қалам қоғоз тасманинг устида

эгри чизик чизади. Бу эгри чизик ўлчанаётган катталиқнинг вақт бўйича ўзгаришини кўрсатади.

Ўзи ёзар ўлчаш асбоблари электр станцияларда ва метеорология станцияларда ҳар хил параметрларни узоқ вақт ёзиш ва кузатиш учун кенг қўлланилади.

Тез ўзгарадиган параметрларни ёзиш ва кузатиш учун электрон ва магнитоэлектрик осциллографлар ишлатилади.

3. Ишни бажариш тартиби.

1. Керакли асбоб ускуналар:

- ЎА1- рақамли вольтметр (0-1000В);
- ЎА2 вольтметр (0-250В);
- ЎА3- ўзгарувчан ток вольтметри (0-250В);
- ЎА4- ўзгармас ток вольтметри (0-450В).

2. Расм-5.2 даги схемани йиғинг.

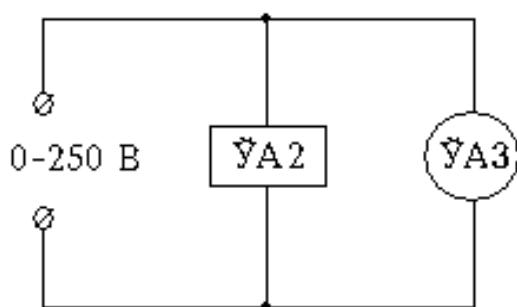
3. Манба кучланишини 0 дан 250 В гача ўзгартириб, ўлчаш асбобларини кўрсатишларини 5.1-жадвалга ёзиб боринг.

4. Олинган натижаларга асосланиб ўлчаш ҳатоликларини ҳисобланг ва ҳатоликни келиб чиқиш сабалари тўғрисидаги фикрингизни ўзинг.

5.1-жадвал

B_1 (В) (ЎА1)									
B_4 (В) (ЎА4)									
Δ (В)									
γ (%)									

5. Расм-5.2 даги схемани йиғинг.



Расм-5.2

6. Манба кучланишини 0 дан 250 В гача ўзгартириб, ўлчаш асбобларини кўрсатишларини 5.2-жадвалга ёзиб боринг.

7. Олинган натижаларга асосланиб ўлчаш ҳатоликларини ҳисобланг ва ҳатоликни келиб чиқиш сабалари тўғрисидаги фикрингизни ўзинг.

5.2-жадвал

B_2 (В) (ЎА2)									
B_3 (В) (ЎА3)									
Δ (В)									

γ (%)									
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

С и н о в с а в о л л а р и

1. Ўлчашлардаги ҳатоликларга сабаб нима?
2. Ўзи ёзар ўлчаш асбобларини иш принципини тушунтиринг.
3. Рақамли ўлчаш асбобларини афзаллик тамонларини айтинг.
4. Электромеханик тизим асбоблари билан рақамли ўлчаш асбобларини фарқи ва ўхшашлик тамонларини айтинг.
5. Вольтметрни ўлчаш чегарасини қандай ошириш мумкин?

6-Амалий машғулот

Мавзу: Замонавий ўлчаш асбоблари

1.Мултиметрлар



2.4.1-Rasm. DT-3216 rusumli multimetr

Мултиметр – кучланиш, ток ва қаршиликни ўлчаш учун мўлжалланган универсал ўлчаш асбоби.

Мултиметр – асосий ва қўшимча вазифаларга эга бўлган универсал ўлчаш асбоби бўлиб, унинг асосий вазифасига ток кучини, электр занжирнинг икки нуктасидаги кучланишни ва қаршиликни ўлчаш кирази. Мултиметрнинг қўшимча вазифасига электр қаршиликни овоз сигнали орқали ўлчаш, ярим ўтказгичли диодларни бутунлигини текшириш, ярим ўтказгичли транзисторларни бутунлигини текшириш, электр сифимни ўлчаш, индуктивликни ўлчаш ва гармоник сигнални частотасини ўлчашларни

киритиш мумкин.

Хозирги кунда мултиметр ва ўлчаш омбирлари (клеш) омалашиб бормокда. Мултиметрларнинг ДТ-3216, ДТ-3219, ДТ-9917Т, ДТ-9962Т моделлари ишлаб чиқарилиб, кенг кўламда қўлланилмокда. Бу ўлчаш асбоблари кучланиш остида ток билан ишлаш талабларига тўла жавоб берувчи асбоблар сарасига кирази.



Rasm-2.4.2. DT-9962T rusumli raqamli multimetr

Мултиметр ДТ-9962Т – янги кўп киррали рақамли мултиметр бўлиб, намликдан ва 1000В гача кучланишдан ҳар томонлама ҳимояланган, шу билан бирга 10А/1000В ва 0,5 А/1000В ли сақлагичлар билан катта токлардан ҳам ҳимояланган. Мултиметр билан п-н ўтиш ва ўтказувчанликни ҳам текшириш имкониятлари ҳам мавжуд.

Ўлчаш омбир(клеш)лари-турли электр катталикларни, жумладан кучланишни, қувватни ва ток кучини

занжирни узмаган ҳолда, яъни электр занжирни иш режимини ўзгартирмаган ҳолда ўлчашга мўлжалланган.

Саноатда ДТ-355 ва СР-09 ва СР-10 русумли ўлчаш омбирлари (Расм-2.4.3) ишлаб чиқарилмоқда.

ДТ-355 русумли ўлчаш омбирлари ўзгарувчан ва ўзгармас ток кучини, кучланишни, частотани, электр қаршиликни, ҳароратни ва сиғимни ўлчайди ҳамда контактларни ва диодларни бутунлиги текширади.

СР-09 ва СР-10 русумли ўлчаш омбирлари бошқа русумдаги ўлчаш омбирларидан ўзининг қулайлиги ва ўлчаш имкониятларини кенглиги билан ажралиб туради.

2.Электр энергияси сифатини назорат қилиш қурилмаси



Rasm-2.4.3. a) DT-355 va b) SR-09 rusumli o'lchash ombirlari

Электр энергияси сифатини назорат қилиш қурилмаси ЩМК96-бу замонавий, кўпқиррали электр энергияси сифатини назорат қилиш анализатори бўлиб, уч фазали занжирнинг барча параметрларини узлуксиз ўлчашга ҳамда электр энергияси сифатини доимий равишда белгиланган меёр талабларига мослигини назорат қилишга мўлжалланган.



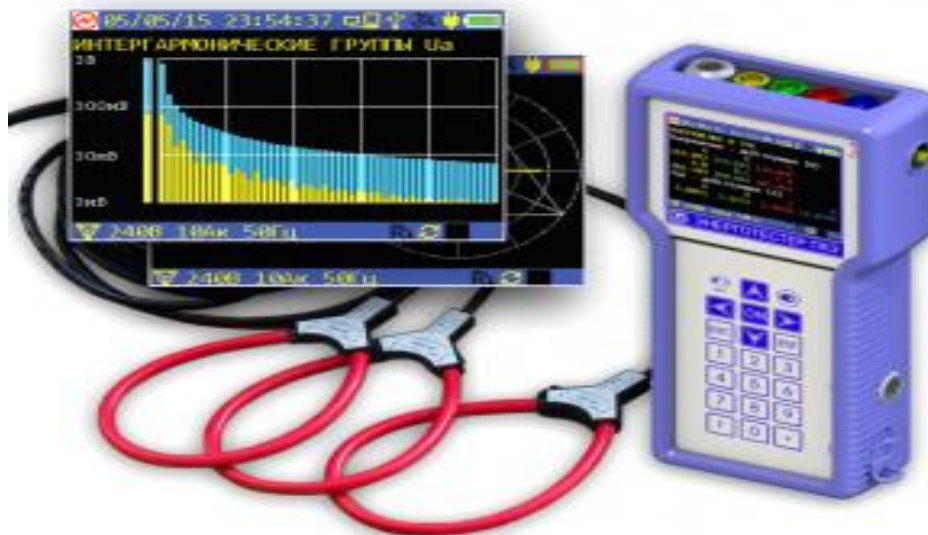
Rasm-2.4.4. Elektr energiyasi sifatini nazorat qilish qurilmasi

Электр энергияси сифатини назорат қилиш қурилмасини электр энергия ишлаб чиқарувчи (энергия сотувчи) ташкилотлар билан бир қаторда энергия истеъмолчилари ҳам истеъмол қилинаётган энергиянинг сифатини назорат қилиш мақсадида ишлатишлари ҳам мумкин бўлади.

Электр энергияси сифатини назорат қилиш қурилмасини ишлатиш

имкониятлари сифатида қуйидагиларни кўрсатиш мумкин:

- електр тармоқлари параметрларини мониторинг қилиш;
- електр энергия сифатини узлуксиз равишда ўлчаш ва назорат қилиш;
 - маълумотларни телеўлчаш ва автоматлаштирилган бошқариш тизимларига узатиш;
- електр энергиясини техник ҳисоб(учет)га олиш.



Rasm-2.4.5. PKE-A rusumli energotester

Қурилма қуйидаги афзалликларга эга:

- ишлатиш имкониятларининг кенглиги;
- тармоқни тўла ва узлуксиз назорат қилиш имконияти;
- ишлатишда жуда қулайлиги.

3. Энерготестер

Энерготестер **ПКЭ-А**-Электр энергиясининг асосий сифат кўрсаткичларини ўлчаш ва ҳисобга олиш(регистрация) учун мўлжалланган. Шу билан бирга **ПКЭ-А** русумли энерготестер қуйидаги вазифаларни ҳам амалга ошириш мумкин:

- бир ва уч фазали электр тармоқларидаги ток ва кучланишларнинг эффектив қийматларини ўлчаш;
- бир ва уч фазали электр тармоқларидаги актив, реактив ва тўла қувватларни ўлчаш;
- иккиламчи занжир параметрларини (ўлчаш трансформаторлари орқали уланган юкламани қувватини) ўлчаш;
- актив ва реактив электр ҳисоблагич (счётчик)ларни ишлашини ва тўғри уланганлигини текшириш;
- електр узатиш линияларидаги электр энергия исрофларини ўлчаш.

Энерготестерда ўлчанган маълумотларни ҳисобга олишни таъминлаш билан бирга уларни автоматлаштирилган бошқариш тизимларига узатиш имконияти ҳам мавжуд.

7-Амалий машғулот

Мавзу: Электр занжир параметрларини ўлчаш

1. Қаршиликлар катталигини ўлчаш усулларини ўрганиш

Ишнинг мақсади

- Электр қаршиликларни ўлчаш усуллари ва воситалари билан танишиш, уларни тузилиши ва ишлаш принципини ўрганиш, ҳамда ўлчаш жараёнида пайдо бўладиган ҳатоликларни ҳисоблашни ўрганиш.

Назарий маълумотлар

Қаршиликлар электр занжирларининг энг асосий параметрларидан бири ҳисоблади. Амалда 10^{-8} Ом дан 10^{17} Ом гача бўлган қаршиликлар ўлчаниб, улар шартли равишда кичкина то 1 Омгача, ўртача $-1 \div 10^5$ Ом ва катта -10^5 Омдан юқори бўлган қаршиликларга бўлинади.

Ҳозирги вақтда қаршиликларни ўлчаш учун мавжуд бўлган усул ва воситалардан энг кўп қўлланилаётганлари қуйидагилардан иборат:

- ◆ амперметр ва вольтметр усулида билвосита ўлчаш;
- ◆ битта асбоб усулида билвосита ўлчаш;
- ◆ бевосита, яъни Омметр ёрдамида ўлчаш.

қаршиликларни амперметр ва вольтметр усулида ўлчаш Ом қонунига асосланган бўлиб, шу қаршиликдаги кучланиш U_x билан ундан оқиб ўтган электр токи I_x маълум бўлса, ўлчанаётган қаршилик R_x нинг сон қиймати қуйидаги ифода бўйича жуда осон ҳисоблаб топилади:

$$R_x = U_x / I_x$$

Лекин бу ифода бўйича ҳисобланганда амперметр ва вольтметрларни қаршилигини ҳисобга олиш керак.

Расм-2.1 даги схемадан улагич (Й)нинг биринчи (И) ҳолатида ўлчанаётган қаршиликнинг ҳақиқий қиймати қуйидагича топилади:

$$R_x = U_x / I_x = R_x^1 - R_A$$

Улагичнинг иккинчи ҳолатида, яъни амперметр ва вольтметрдан олдин уланса, у ҳолда:

$$R_x = \frac{U_x}{I_x} = \frac{R_x^1 \cdot R_v}{R_v - R_x^1}$$

Қаршиликларни битта асбоб билан ҳам ўлчаш мумкин бунда, манбаа кучланиши $U_{\text{қсонст}}$ бўлса Ом қонунини ва Кирхгоф қонунларини қўллаб, ҳисоблаб топилади. қаршиликларни бевосита ҳисоблаб, яъни Омметр ёки Мегометр билан ҳам ўлчаш мумкин. Омметр ёрдамида бир неча килоОмгача бўлган қаршиликлар ўлчаниб, унда қўлланилган магнитоэлектрик ўлчаш механизми (ЎМ) қаршилиги билан кетма-кет ёки параллел уланади. Ўлчанаётган қаршилик R_x кетма-кет уланган Омметрларнинг кўрсатиш чегарасига, қаршилик R_x параллел уланган Омметрнинг кўрсатиш чегарасига қараганда бир мунча кенгдир. Омметрлар кўпинча магнитоэлектрик лагометрли механизмлар билан йиғилади ва бу асбоблар МегаОмметрлар деб аталади. Жуда катта қаршиликлар, масалан, то 1015 Омгача бўлган қаршиликлар тўғридан тўғри Тераомметр деб аталадиган электрон асбоблар билан ўлчанади.

Қаршиликларни солиштириш усули билан ҳам ўлчаш мумкин, бунда ўзгармас ток кўприклари ёрдамида ўлчанади. Бу усул ўзининг юқори аниқлиги билан бошқа усуллардан ажралиб туради.

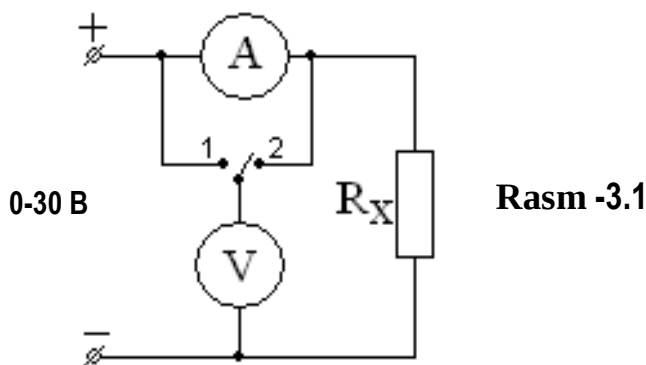
Ишнинг бажариш тартиби

1. Керакли асбоб-ускуналар:

- $R_{x.ў}$ - ўлчанадиган қаршиликлар тўплами;
- Ω -Омметр ёки Мегаомметр;
- мА-ўзгармас ток миллиамперметри;
- В-ўзгармас ток вольтметри;
- У-улагичлар;
- R_H -қаршиликлар магазини;
- ЎТК-ўзгармас ток кўприги;
- НИ - нол индикатор, галванометр.

Амперметр ва вольтметр усули

2. 3.1-расмдаги схемани йиғинг.



3. Улагич У-ни 1-ҳолатга қўйинг, кучланишни 0-30 В гача ўзгартиринг ва кучланишни ҳар бир қийматига тўғри келадиган ток кучини ўлчаб 3.1-жадвалга ёзинг.

4. Ўлчаш натижасига ва Ом қонунига асосан номаълум қаршиликни ҳисоблаб 3.1-жадвалга ёзинг.

5. Улагич У-ни 2-ҳолатга ўтказиб, 3 ва 4-банддаги ишларни қайта бажаринг.

6. Ҳар икки ҳолат учун ҳам нисбий ҳатоликларни ҳисобланг.

Омметр усули

7. Омметрни (-ҳолатга қўйинг ва «нолни ўрнатиш» (установка нол) ёрдамида кўрсаткични нолга келтиринг.

8. Номаълум қаршиликни қийматини Омметр ёрдамида ўлчаб 3.1-жадвалга ёзинг ва нисбий ҳатоликни ҳисобланг.

Солиштириш усули

9. Ўзгармас ток кўпригин манбага уланг ва R_X -боғичларига номаълум қаршиликни уланг.

10. қаршиликлар магазини R_H ёрдамида НИ ни нолга келтиринг ва қаршиликлар магазини қаршилигини 2.1-жадвалга ёзинг.

11. $R_{x.ў}$ -қаршиликни алмаштириб, 9 ва 10-банддаги ишларни ҳар бир қаршилик

учун бажаринг.

12. Ўлчаш натижалари асосида, ўлчашнинг нисбий ҳатолигини ҳисобланг ва жадвалга езинг.

3.1-жадвал

Ўлчаш усули	Улагич ҳолати	В (В)	А (А)	Р _Н (Ом)	Р _Х (Ом)	γ (%)
И-усул	1-ҳолат	10		-		
И-усул	1-ҳолат	20		-		
И-усул	1-ҳолат	30		-		
И-усул	2-ҳолат	10		-		
И-усул	2-ҳолат	20		-		
И-усул	2-ҳолат	30		-		
ИИ-усул	-	-	-	-		
ИИ-усул	-	-	-	-		
ИИИ-усул	-	-	-			
ИИИ-усул	-	-	-			

2. Идуктивлик ва ўзаро индуктивликни аниқлаш усуллариини ўрганиш

Ишнинг мақсади

- Индуктивлик ва ўзаро индуктивликни аниқлаш усуллариини ўрганиш ва ўлчаш воситалари билан танишиш.

Назарий маълумотлар

Ўзгарувчан ток электр занжирларини текширганда кўпинча электр занжир параметрларини кўздан кечиришга тўғри келади. Бу параметрларга актив қаршилик, реактив қаршилик, тўла қаршилик, индуктивлик, сиғим ва ўзаро индуктивликлар киради. Бу параметрлар бевосита ва билвосита қийматларни баҳолаш, аниқлаш ҳамда солиштириш асбоблари ёрдамида ўлчанади.

Бу параметрларни ўлчаш учун амалда ҳар хил кўринишдаги схемалар қўлланилади.

Амперметр, вольтметр ва ваттметр ёрдамида ғалтак пара-метрларини ўлчашда (Расм-4.1) аниқланиши зарур бўлган параметрлар ўлчаш асбобларининг кўрсатиши бўйича ҳисоблаб топилади. Бунинг учун аввал ғалтакнинг тўла қаршилиги аниқланади: $Z_{\Gamma} = U_{\Gamma} / I_{\Gamma}$

Ундан кейин ғалтакнинг актив қаршилиги топилади: $R_{\Gamma} = P_{\Gamma} / I_{\Gamma}^2$

Юкоридаги ифодалар ёрдамида қувват коэффицентини аниқлаймиз: $\cos \varphi_{\Gamma} = R_{\Gamma} / Z_{\Gamma} = P_{\Gamma} / (U_{\Gamma} \cdot I_{\Gamma})$

Тўла ва актив қаршилик маълум бўлса, ғалтакнинг индуктив қаршилигини аниқлаш мумкин:

$$X_{\Gamma} = \sqrt{Z_{\Gamma}^2 - R_{\Gamma}^2}$$

Энди манба кучланишининг частотаси маълум бўлса, ғалтакни индуктивлигини аниқлаш мумкин:

$$X_L = \omega L_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_L \quad \text{бундан} \quad L_L = X_L / \omega = X_L / (2 \cdot \pi \cdot f)$$

Икки ғалтакнинг ўзаро индуктивлигини амперметр, вольтметр ва ваттметр ёрдамида ўлчаш мумкин. Бунинг учун ўлчашлар икки марта олиб борилади. Биринчи бўлиб ғалтакларнинг чулғамлари ўзаро мос ҳолда уланиб, ҳосил қилинган электр занжир параметрлари ўлчанади. (Расм-4.2). Сўнгра эса ғалтак чулғамлари ўзаро қарама-қарши уланиб электр занжир параметрлари ўлчанади.

Ғалтакнинг мос равишда ва қарама-қарши улангандаги тўла қаршилик ва актив қаршиликлар қуйидагича аниқланади:

$$\begin{aligned} Z_{\text{мос}} &= U_{\text{мос}} / I_{\text{мос}} & P_{\text{мос}} &= \Pi_{\text{мос}} / I_{\text{мос}}^2 \\ Z_{\text{кк}} &= U_{\text{кк}} / I_{\text{кк}} & P_{\text{кк}} &= \Pi_{\text{кк}} / I_{\text{кк}}^2 \end{aligned}$$

Юқоридаги ифодалардан ғалтакнинг индуктив қаршиликларини аниқлаймиз:

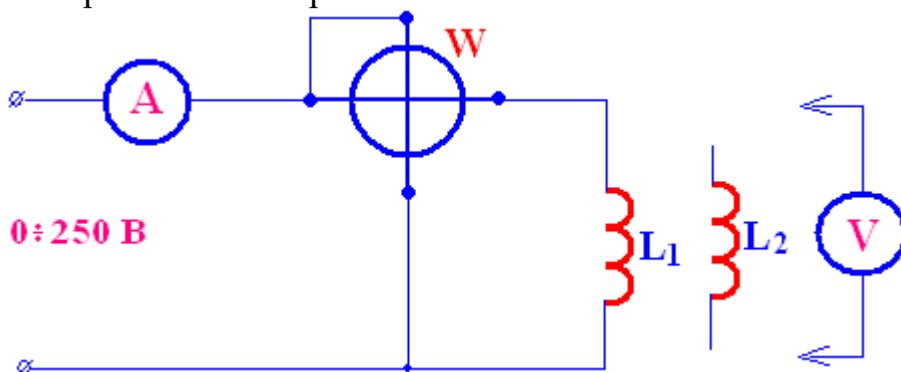
$$X_{\text{мос}} = \sqrt{Z_{\text{мос}}^2 - R_{\text{мос}}^2} \quad \text{ва} \quad X_{\text{кк}} = \sqrt{Z_{\text{кк}}^2 - R_{\text{кк}}^2}$$

Қачонки ғалтак чулғамлари мос улангандаги $X_{\text{мос}}$ ва $X_{\text{кк}}$ қарама-қарши улангандаги индуктив қаршиликлар маълум бўлса, ғалтакларнинг ўзаро индуктивлиги қуйидаги ифода орқали ҳисобланади:

$$M_{12} = \frac{X_{\text{мос}} - X_{\text{кк}}}{4\omega}$$

Ишнинг бажарилиш таритиби

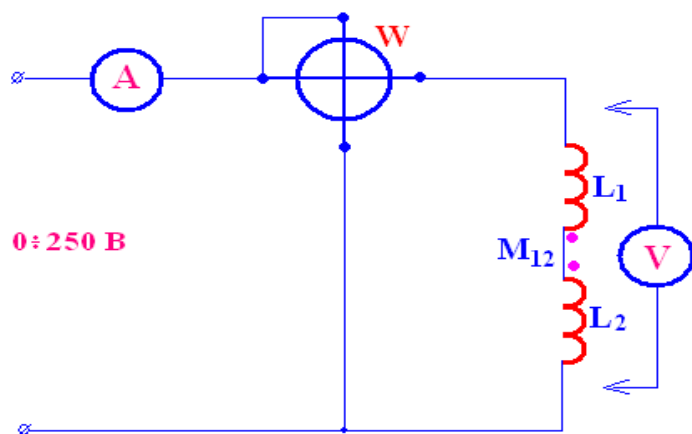
1. Расм-4.1 да келтирилган схемани йиғинг.
2. Керакли асбоблар:



Расм-4.1

- А-300 мА ли амперметр;
- В-250 В ли вольтметр;
- W-0,6 кВт ли ваттметр;
- L_1 ва L_2 –индуктив ғалтаклар.

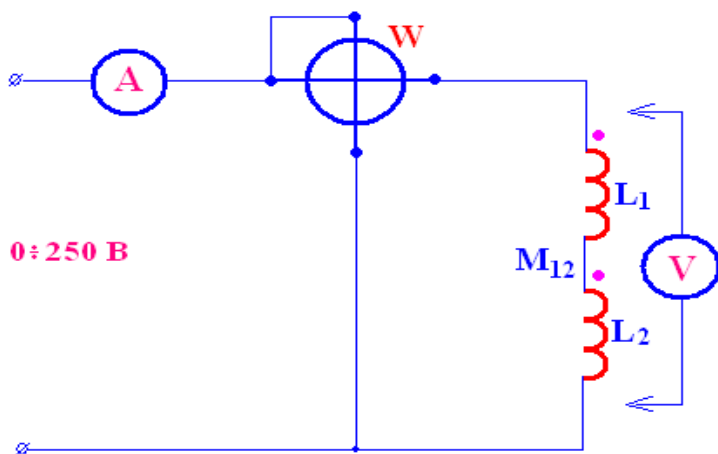
3. Кучланишни ЛАТР орқали 200 В га келтиринг ва L_1 –индуктив ғалтак учун (Расм-4.1) ўлчаш асбобларини кўрсатишларини 4.1-жадвалга ёзинг.



Расм-4.3

4. Схемага L_2 –индуктив ғалтакни уланг ва кучланишни ЛАТР орқали 200 В га келтириб, ўлчаш асбобларини кўрсатишларини 4.1-жадвалга ёзинг.

5. Расм-4.2 да келтирилган схемани йиғинг.



Расм-4.2

6. Кучланишни ЛАТР орқали 200 В га келтиринг ва L_1 ва L_2 –индуктив ғалтаклар мос равишда уланган ҳолат учун (Расм-4.2) ўлчаш асбобларини кўрсатишларини 4.1-жадвалга ёзинг.

7. Расм-4.2 да келтирилган схемани йиғинг.

8. Кучланишни ЛАТР орқали 200 В га келтиринг ва L_1 ва L_2 –индуктив ғалтаклар қарама-қарши равишда уланган ҳолат учун (Расм-4.3) ўлчаш асбобларини кўрсатишларини 4.1-жадвалга ёзинг.

9. Олинган натижаларга асосланиб индуктив ғалтаклар (L_1 ва L_2) ни индуктивлигини ва ўзаро индуктивлик (M_{12})ни ҳисобланг ва ўлчаш ҳатоликларини аниқланг.

4.1-Жадвал

№	У (В)	И (А)	P_W (Вт)	Z_L (Ом)	R_L (Ом)	X_L (Ом)	Л (Гн)	M_{12} (Гн)	γ %
L_1	200								
L_2	200								
Мос	200								
Қар	200								

қарш									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Синов саволлари.

1. Қаршиликларни қандай усуллар ва воситалар билан ўлчаш мумкин?
2. Ўлчаш кўприklarининг камчиликлари ва афзалликларини айтинг?
3. Электр қаршиликни қандай ўлчаш усуллари бор?
4. Қаршиликларни амперметр ва вольтметрлар билан қандай аниқланади?
5. Қаршиликларни битта асбоб (амперметр ёки вольтметр) ёрдамида аниқлаш мумкинми?
6. Омметр ва МегаОмметрлар билан қаршиликлар қандай ўлчанади?
7. Ғалтакни индуктивлиги ўлчанаётганда нима учун ғалтакнинг актив қаршилиги аниқланади?
8. Ўзаро индуктиликни қандай аниқлаш мумкин?
9. Индуктивликни ўлчашнинг қандай усуллари биласиз?

8-Амалий машғулот

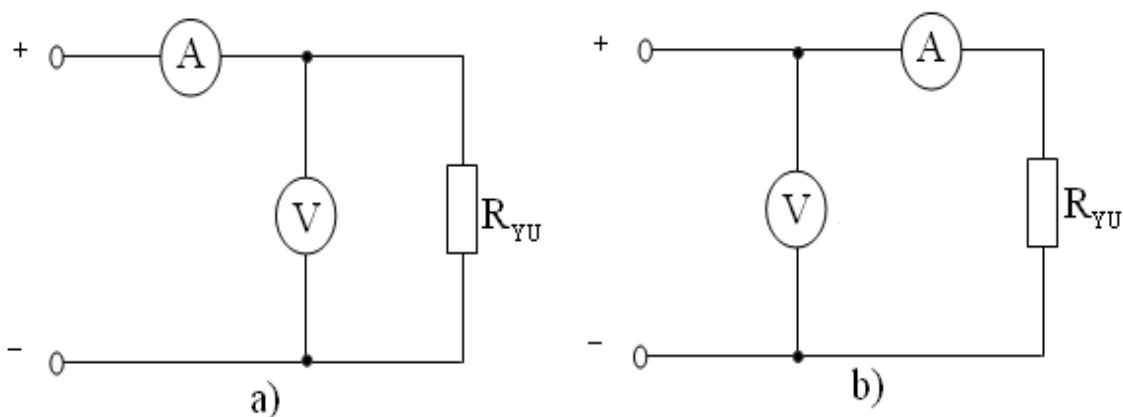
Мавзу: Қувват ва электр энергияни ўлчаш

1. Ўзгармас ва ўзгарувчан ток қувватини ўлчаш

Ўзгармас токда қувват ифодаси $P=UI$ га кўра қувватни **вольтметр** ва **амперметр** ёрдамида **билвосита усул** билан ўлчаш мумкин. Бу ўлчашларда **магнитоэлектрик** тизимидаги вольтметр ва амперметрни қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади.

3.2.1-расмда ўзгармас ток занжирида қувватни ўлчаш учун амперметр ва вольтметрнинг **икки хил уланиши** схемалари келтирилган. Асбобларнинг схемаларда икки хил уланиши ўлчашларда йўл қўйиладиган **услубий хатоликлар** билан белгиланади.

Қувватни ўлчашда, агарда юкламанинг қаршилиги вольтметрнинг қаршилигига нисбатан кичик бўлса 3.2.1,а-расмдаги схема ва юкламанинг қаршилиги нисбатан катта бўлса 3.2.1,б-расмдаги схема қўлланилади.



3.2.1-расм. Ўзгармас ток занжирларида қувватни о'лчаш учун асбобларнинг уланиши схемалари

Амперметр ва вольтметр усулининг кўриниши соддалигига қарамасдан қувватни ўлчашда кам қўлланилади. Сабаби, ушбу усулда икки асбобнинг кўрсатишини бир вақтда санаб олишни ва кейинчалик қувватни ҳисоблаб чиқариш талаб этилади. Бу эса ўлчаш жараёнини мураккаблаштиради ва ўлчаш натижаси аниқлиги паст бўлади.

Ўзгармас ва бир фазали ўзгарувчан ток занжирларида қувватни ўлчашда **электродинамик** ва **ферродинамик** ваттметрлар қўлланилади. Лаборатория амалиётида асосан аниқлик синфи 0,1; 0,2; 0,3 ва 0,5 бўлган электродинамик ваттметрлар қўлланилади. Саноатда техник ўлчашларда аниқлик синфи 1,0; 1,5 ва 2,5 бўлган ферродинамик ваттметрлар кенг қўлланилади. Ваттметрлар бир диапазонли ва кўп диапазонли турда ишлаб чиарилади. Бир диапазонликда асбобнинг шкаласи ўлчанадиган катталиқ қийматларида **градуировка қилинган** бўлади (ватт, киловатт ва ҳоказо). Кўп диапазонли асбоблар лабораторияда қўлланилиб **градуировка қилинмаган** шкалага эга бўлади. Буларни қўллашдан олдин маълум номинал қийматлар I_N ва U_N ҳамда шкаланинг бўлинмалари сони $\alpha_{шк}$ да бўлинманинг қийматини C_N аниқлаб олиш керак.

$$\tilde{N}_N = \frac{U_N I_N}{\alpha_{шк}}. \quad (3.2.1)$$

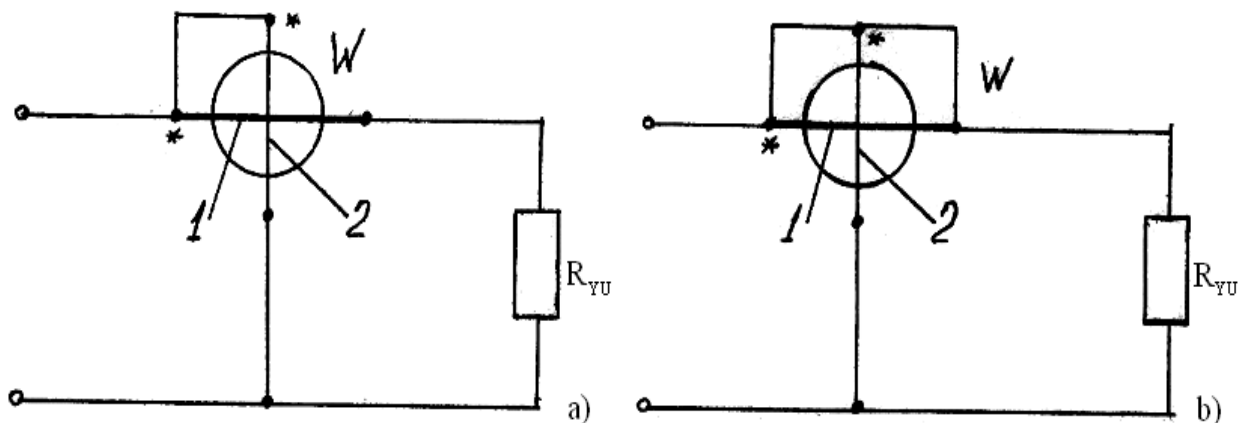
У ҳолда ваттметр ўлчаётган **қувватнинг қиймати** қуйидагича топилади:

$$P = C_N \alpha, \quad (3.2.2)$$

бу ерда, C_N - танлаб олинган диапазон учун шкала бўлинмасининг қиймати; α - шкаладан санаб олинган бўлинмалар сони.

Электродинамик ваттметрлар **ўзгармас ток** ва **частотаси бир неча минг герцгача** бўлган ўзгарувчан ток занжирларида қувватни ўлчаш учун қўлланилади. Ферродинамик ваттметрлар асосан **саноат частотасидаги** ўзгарувчан ток занжирларида қувватни ўлчаш учун қўлланилади.

3.2.2-расмда ваттметрнинг занжирга уланиш схемалари келтирилган. Бу ерда, 1- асбобнинг қўзғалмас ғалтаги бўлиб, юклама занжирига кетма-кет уланади ва ваттметрнинг **кетма-кет занжири** ёки **ток чулғами** деб юритилади; 2- асбобнинг қўзғалувчан ғалтаги бўлиб, юкламага параллел уланади ва **параллел занжир** ёки **кучланиш чулғами** деб юритилади.



3.2.2-rasm. Vattmetrning zanjirga ulanish sxemasi

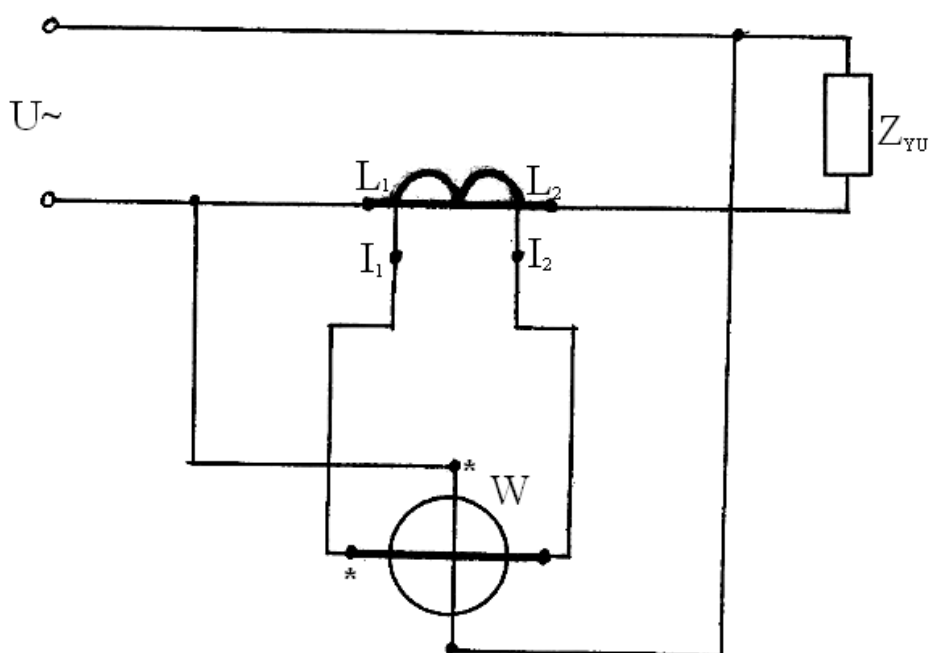
Ғалтакларда **юлдузчалар** билан белгилаб қўйилган қисмалари **генератор қисмалари** дейилади. Ток чулғамининг генератор қисмаси манба тарафга уланади. Кучланиш чулғамининг генератор қисмаси агарда юкламанинг қаршилиги нисбатан катта бўлса манба тарафга (3.2.2,а-рasm) ва нисбатан кичик бўлса юклама (3.2.2,б-рasm) тарафга уланади.

Ўзгарувчан ток занжирларида ваттметрларнинг барча қўлланишида ўлчаш дапазонини кенгайтириш учун ток ва кучланиш **ўлчаш трансформаторларидан** фойдаланилади.

3.2.3-расмда ваттметрни ток ўлчаш трансформатори орқали уланиши схемаси келтирилган. бу ерда ўлчанилаётган қувватнинг қиймати қуйидаги ифода ёрдамида топилади:

$$P = P_w K_{I_n} \quad (3.2.3)$$

бу ерда, P_w - ваттметрнинг кўрсатиши; K_{I_n} - ўлчаш трансформаторининг



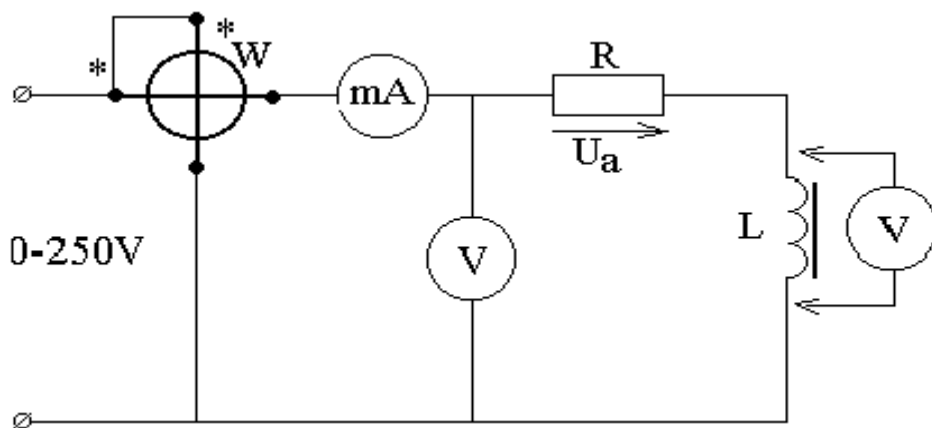
3.2.3-rasm. Vattmetrni tok o'lchash transformatori orqali bir fazali zanjirga ulanishi sxemasi

трансформациялаш коэффициентининг номинал қиймати.

Ишни бажариш тартиби

1.Тажриба стенди билан танишинг, унинг асосий элементлари қаршилиқ, индуктивлик ва уларни созлашни ўрганинг.

2.Расм-5.3.даги схемани йиғинг.



Расм-5.3

3. Керакли асбоблар:

-W- 0,6 кВт ли ваттметр;

-mA-300 мА ли ўзгарувчан ток миллиамперметри;

-В -250В ли ўзгарувчан ток вольтметри;

-Р- ПЭВ-7,5-750Ω ли қаршилиқ;

-Л- ўзакли индуктивлик ғалтаги.

4.ЛАТР калитини «~0-250В» ҳолатга келтиринг.

5.Занжир учларини ток таъминоти «~0-250В» боғичларига уланг ва автотрансформатор дастасини бураш орқали кучланишни 220В га келтиринг.

6.Ўзак ёрдамида ғалтакнинг индуктивлигини ўзгартириб, занжирдаги И токни, актив ва индуктив қаршилиқлардаги U_R , U_L кучланишларни ҳамда актив қувват Р ни ваттметр ёрдамида ўлчанг ва 5.1-жадвалга ёзинг.

5.1-жадвал

№	У (В)	И (мА)	П (Вт)	U_R (В)	U_L (В)
1					
2					
3					

7. Ўлчаш натижаларига асосланиб, қўйидаги катталиқларни ҳисоблаб топинг:

Занжирнинг актив қаршилиги $R = U_R / I$, [Ом]

Ғалтакнинг тўла қаршилиги $Z_L = U_L / I$, [Ом]

Ғалтакнинг индуктив қаршилиги $X_L = \sqrt{Z_L^2 - R_L^2}$, [Ом]

Ғалтакнинг актив қаршилиги $R_L = P / I^2$, [Ом]

Ғалтакнинг индуктивлиги $L = X_L / \omega$, [Гн]

Қувват коэффициенти $\cos \varphi = P / S$

Занжирнинг тўла қаршилиги $Z_N = U_N / I$, [Ом]

Занжирнинг тўла қуввати $S = U_N \cdot I$, [В.А]

Занжирнинг реактив қуввати $Q = S \cdot \sin \varphi$ [ВАр]

Эслатма: Ваттметр қўрсаткичини 0,1 га кўпайтириш керак.

С и н о в с а в о л л а р и

1. Ўзгарувчан ток деб нимага айтилади?
2. Ўзгарувчан ток занжири учун Ом қонунини ёзинг. Ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирлари учун Ом қонуни қандай фарқ қилади?
3. Ўзгарувчан ва ўзгармас ток занжирлари учун Кирхгоф қонунларини қўллашнинг афзалликлари нималардан иборат?
4. Актив қаршилиқ нима ва у қандай аниқланади?
5. Тўла ва индуктив қаршилиқлар қандай аниқланади?

9-Амалий машғулот

Мавзу: Уч фазали занжир параметрларини ўлчаш

1.Ишнинг мақсади

- ◆ уч фазали занжирдаги қувват, ток ва кучланишларни ўлчаш ҳамда қувват коэффициенти аниқлашни ўрганиш;

2. Назарий маълумотлар

Бизга электротехниканинг назарий асослари фанидан маълумки уч фазали электр занжирлари учун актив қувватнинг формуласи умумий ҳолда (носимметрик юклама) қуйидагича ёзилади:

$$P = P_A + P_B + P_C = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C , \quad (3.2.4)$$

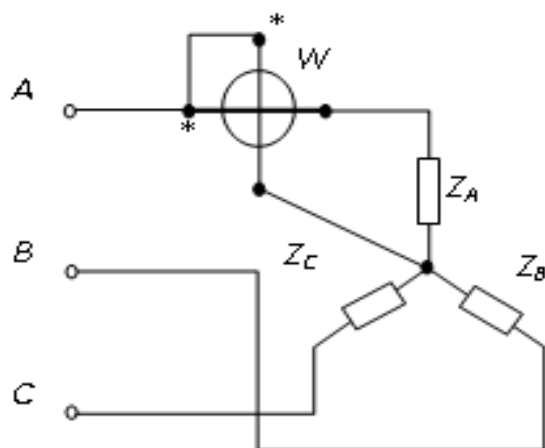
агарда симметрик юклама бўлса:

$$P = 3P_\phi, \quad \text{чунки} \quad P_A = P_B = P_C . \quad (3.2.5)$$

Бундан кўринадики **симметрик юкламали** уч фазали электр занжирларида битта ваттметр билан ҳар қандай фазаси қуввати ўлчаниб учланса уч фазали занжир қуввати топилади. Буни **битта ваттметр усули** дейилади. 3.2.4-расмда истеъмолчилари юлдуз уланган схема келтирилган.

Кўп ҳолларда нейтрал нуқтага ёки учбурчакнинг томонларига ваттметрни улашга мумкин бўлмай қолади. Бундай ҳолларда ваттметр **сунъий нейтрал нуқта** орқали уланади. Уч фазали занжирнинг қувватини аниқлаш учун ваттметр қўрсатган қувват P_w учга кўпайтирилади.

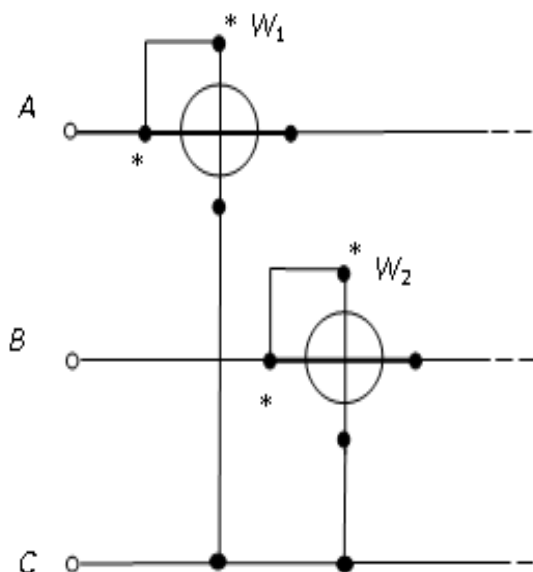
$$P = 3P_w. \quad (3.2.6)$$



3.2.4-rasm. Simmetrik yuklamali uch fazali zanjirda aktiv quvvatni o'lchash sxemasi

Носимметрик юкламали уч фазали занжирларда актив қувватни ўлчаш учун: уч симли бўлса **иккита ваттметр усули**; тўрт симли бўлса **учта ваттметр усули** қўлланилади. Иккита ваттметр қўллаш усулини схемаси 3.2.5-расмда келтирилган.

Иккита ваттметрли схемаларда актив қувват ваттметрларни кўрсатишлари P_{w1} ва P_{w2} нинг **алгебраик йиғиндисига** тенг бўлади:



3.2.5-rasm. Nosimmetrik yuklamali uch simli uch fazali zanjirdagi aktiv quvvatni o'lchash sxemasi

$$P = P_{w1} + P_{w2}. \quad (3.2.7)$$

Бу ифодани тўғрилигини исботлаш учун 3.2.6-расмда келтирилган 3.2.5-расм схемасининг вектор диаграммасидан фойдаланамиз. Юкламаларни симметрик деб фараз қиламиз ва ваттметрлар қувватлари учун қуйидаги ифодаларни ҳосил қиламиз:

$$P_{w1} = U_{AC} I_A \cos(30^\circ - \varphi) = U_L I_L \cos(30^\circ - \varphi), \quad (3.2.8)$$

$$P_{w2} = U_{BC} I_B \cos(30^\circ + \varphi) = U_L I_L \cos(30^\circ + \varphi). \quad (3.2.9)$$

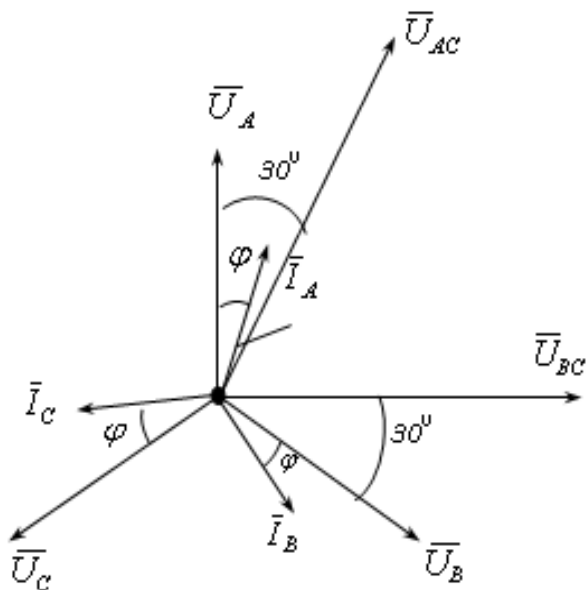
Бу формулани (3.2.7) га қўямиз:

$$P = P_{w1} + P_{w2} = U_L I_L \cos(30^\circ - \varphi) + U_L I_L \cos(30^\circ + \varphi),$$

Бундан $P = U_L I_L 2 \cos 30^\circ \cos \varphi$, ёки $P = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi$,

Яъни
$$P = P_{w1} + P_{w2} = \sqrt{3} U_{Л} I_{Л} \cos \varphi. \quad (3.2.10)$$

Шундай қилиб ваттметрлар кўрсатишлари алгебраик йиғиндиси уч фазали занжир қуввати экан. (3.2.10) ифоданинг таҳлилидан кўриниб турибдики, ҳар бир

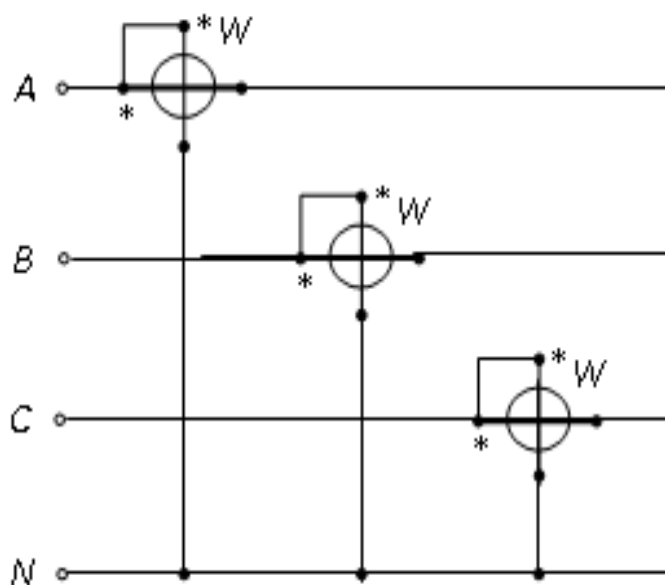


3.2.6-rasm. 3.2.5-rasmdagi sxemaning vektor diagrammasi

ваттметрнинг кўрсатиши фаза силжиш бурчаги φ нинг қиймати ва ишорасига қараб **манфий** ёки **мусбат** бўлиши мумкин. Бундан ташқари $\varphi = +60^\circ$ бўлганда P_{w2} , $\varphi = -60^\circ$ бўлганда P_{w1} қийматлари **нолга** тенг бўлади. $\varphi = 0$ бўлганда, яъни юклама актив қаршилиқ бўлганда W_1 ва W_2 ваттметрларнинг кўрсатишлари **бир хил** бўлади.

3.2.7-расмда тўрт симли уч фазали занжирларда актив қувватни ўлчашни учта ваттметрли схемаси келтирилган. Бу усулда занжир қуввати учта ваттметрнинг кўрсатишларини **арифметик йиғиндиси**га тенг бўлади.

$$P = P_{w1} + P_{w2} + P_{w3}. \quad (3.2.11)$$



3.2.7-rasm. Nosimmetrik yuklamali to'rt simli uch fazali zanjirda aktiv quvvatni o'lchash sxemasi

Амалда уч симли уч фазали занжирларда икки элементли ва тўрт симли занжирларда уч элементли ваттметрлар қўлланилади. Бу ваттметрларни элементларини занжирга уланиши худди алоҳида-алоҳида уланган бир фазали ваттметрлар уланиш каби бўлади.

3.Ишни бажариш тартиби

1. Расм-10.1да келтирилаган схемани йиғинг.

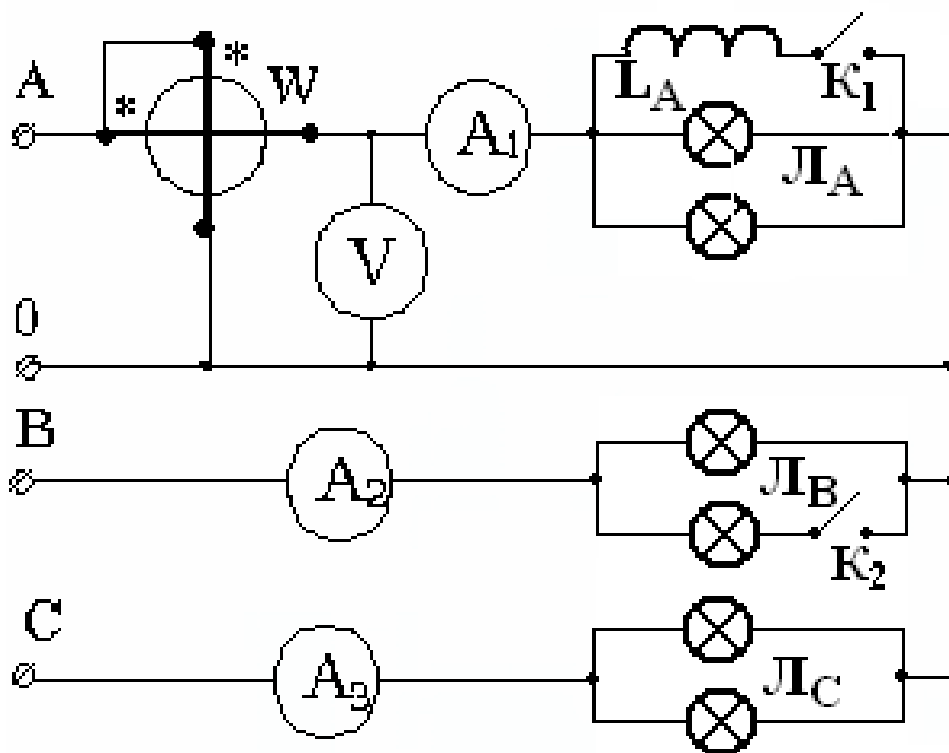
2. Керакли асбоб ва ускуналар:

- 0.6KW ли ваттметр;
- A1, A2, A3-300 мА ли ўзгарувчан ток миллиамперметри;
- В-250 В ли вольтметр;
- Л_А-Индуктив ғалтак;
- -К1,К2-улагичлар.

3. Схемани А,В,С,0 уч фазали манбанинг”3-220В “ боғлагичларига уланг.

4. Симметрик (К2-уланган, К1-уланмаган) юк учун, ноль сим уланган ва уланмаган ҳолатлар учун ўлчаш асбобларини кўрсатишии ёзинг.

5. Носимметрик (К1-уланмаган, К2-уланган) юк учун юқоридаги ишларни бажаринг, сўнгра схемани манбадан узиб қўйинг.



Расм-10.1

6. Олинган натижаларга асосланиб, битта фаза учун ва бутун занжир учун актив, реактив ва тўла қаршиликларни ҳамда актив, реактив ва тўла қувватларни ҳисобланг.

Носимметрик ҳолат учун ток ва кучланишлар вектор диаграммасини чизинг.

$$C_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi}; \quad \cos \phi_{\phi} = \frac{P_{\phi}}{S_{\phi}} \quad K_{\phi} = C_{\phi} \cdot \sin \phi_{\phi}$$

Носимметрик юклар учун: $C=C_{\phi 1}+C_{\phi 2}+C_{\phi 3}$ $\Pi=\Pi_{\phi 1}+\Pi_{\phi 2}+\Pi_{\phi 3}$ $K=K_{\phi 1}+K_{\phi 2}+K_{\phi 3}$

занжирда ЭЮК ҳосил бўлади. Ўтказгичларнинг асбобга уланган учларида ҳарорат доимо бир хил бўлса, ЭЮК ҳамда асбобнинг кўрсатиш термопаранинг кавшарланган учлари ҳароратига боғлиқ бўлади.

Термоқаршилиқ ўтказгич (ёки ярим ўтказгич) электр қаршилигининг ҳароратга боғлиқлигига асосланган. Термо-қаршилиқ асосан мис ва платинадан ясалган бўлиб, термопара каби термоэлектрик юритувчи куч (ЭЮК) ишлаб чиқармайди, балки ҳарорат ўзгарганда ўз қаршилигини ўзгартиради.

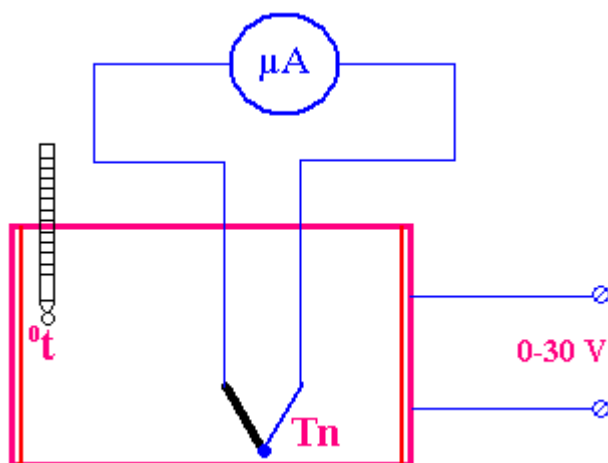
3. Ишни бажариш тартиби.

1. Расм-7.1 га асосан схемани йиғинг.
2. Керакли асбоб ва жихозлар.
-УА1-50 МА ли ўзгармас ток микроамперметри.
-Тп-термопара ХК.
-НИ-иситгич (резистор –ПЭВ-50-22-Ω)
3. Ток таъминоти блокадаги «ЛАТР» дастасини «-0-120 В» ҳолатига ўрнатинг.
4. Иситгични манбанинг «-0-120 В» боғичларига уланг.
5. Термопара боғичларига микроамперметрни уланг.
6. Иситгични ичига симобли термометр ўрнатиб ҳароратни ўлчанг.
7. Манбани уланг ва уни 0 дан 30 в гача бошқаринг. Токнинг 0, 2, 4, 6, 8 μA қийматларида ҳароратни ўлчанг ва 7.1-жадвалга ёзинг. Ўлчаш натижалари асосида термопаралар токи ва ҳароратни боғланиш графигини чизинг.

$$I_{\text{термопара}} = f(t^{\circ}\text{C})$$

7.1-жадвал

И (μA)	0	2	4	6	8	10	12
$T^{\circ}\text{C}$							
$T^{\circ}\text{C}$							
Ўртача							



Расм-7.1

1. Термопара нима ва у қандай афзалликларга эга?
2. Термоқаршилиқни ишлашини тушинтиринг.
3. Термоқаршилиқ қандай материалдан ясалади?
4. Хароратни ўлчашни яна қандай усуллари биласиз?
5. Ўлчаш ўзгарткичлари деганда нимани тушунаси?
6. Параметрик ўлчаш ўзгарткичларини тушунтириб беринг.

11-Амалий машғулот

Мавзу: Автоматлаштириш тизимлари ва унинг элементлари

1. Автоматик ростлаш тизимлари

Автоматлаштириш тизимларини қуйидагиларга ажратиш мумкин: автоматик назорат, автоматик ростлаш ва автоматик бошқариш.

Автоматик назорат-технологик жараён ҳақида оператив маълумотларни автоматик равишда қабул қилади ва қайта ишлаш учун керакли бўлган шароитларни таъминлайди.

Автоматик ростлаш-технологик жараёнларнинг бир ёки бир нечта параметрларини автоматик равишда белгиланган қийматларда ишлашини таъминлайди.

Автоматик бошқариш-технологик операцияларни белгиланган муттасиллигининг автоматик равишда бажарилишини ва бошқарув объектига нисбатан бўладиган таъсирларнинг муайян муттасиллигини ишлаб чиқишдан иборатдир. Технологик жараёнларнинг автоматик бошқаришни вазифаси ростлагичлар, яъни автоматик ростлаш тизимлари ёрдамида ростланувчи объектдаги керак бўлган технологик шароитни автоматик равишда сақлаш, агар бу шароит бўзилса, уни қайта тиклашдан иборатдир. Автоматик ростлаш тизимлари (АРТ) бир-бирлари билан маълум кетма-кетликда боғланган бўлиб ҳар бири тегишли вазифани бажарувчи алоҳида элементлардан иборат. 4.1-расмда АРТ нинг функционал схемаси келтирилган.

АРТ да ростланувчи катталиқни ҳозирги ва берилган қийматлари айирмаси ўлчанади ва тенгсизлик ишорасига кўра ростлагич объектга нисбатан ростловчи таъсир ишлаб чиқариб тенгсизликни йўқотади. Ростланувчи объектни чиқишига сезгир элемент (датчик) ўрнатилади. Датчик ростланувчи катталиқнинг ҳозирги қийматини қабул қилиб, уни ростлаш тизимидаги кейинги звеноларга узатиш учун қулай бўлган сигналга ўзгартиради. Топшириқ берувчи (задатчик) ўзининг чиқишида ростланувчи катталиқнинг берилган қийматига пропорционал сигнал ишлаб чиқаришга мўлжалланган қурилмадир. Сигнал автоматик ростлагичнинг чиқишидан ижро этувчи механизм киришига келади. Ростлагичнинг команда сигналини ўзидаги ростловчи органнинг тегишли сигналга ўзгартирувчи қурилма ижро этувчи механизм дейилади.

Автоматик ростлаш тизимидаги элементларни функционал белгиларга кўра қуйидаги гуруҳларга бўлиш мумкин:

- Сезгир элементлар;

- Таққослаш элементлари;
- Топширик берувчи элементлар;
- Ўзгартирувчи элементлар;
- Кучайтиргичлар;
- Тузатувчи элементлар;
- Ижро этувчи элементлар;
- Стабилизаторлар;
- Ҳисоблаш элементлари

Истеъмол қиладиган энергия турига кўра (база элементлари бўйича) автоматик ростлаш тизими элементлари электрикли, пневматик, гидравлик, механик ва комбинациялашган бўлади.

АРТ бошқариш алгоритми бўйича (берилган топширик ўзгаришига кўра) қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

- Стабилловчи автоматик ростлаш тизимлари;
- Дастурли автоматик ростлаш тизимлари;
- Кузатувчи автоматик ростлаш тизимлари;
- Оптимал ростлаш тизимлари;
- Мослашувчи автоматик ростлаш тизимлари.

Стабилловчи автоматик ростлаш тизимларида ростланувчи катталиكنинг қиймати доимий бўлади. Бу тизимларда автоматик ростлагичнинг вазифаси ростланувчи катталиكنинг муайян, мутлақо доимий қийматида сақлаш ва технологик жараёни стабиллашдир. Бу ҳолда технологик регламент талабларига кўра ростланувчи катталиكنинг қиймати доимий бўлади. Ҳозирги пайтда стабилловчи АРТ лар жуда кенг тарқалган.

Дастурли автоматик ростлаш тизимида олдиндан маълум бўлган қонунга кўра ўзгарадиган қийматли ростланувчи катталик мавжуд бўлади. Бу тизимда ростланувчи катталиكنинг берилган қиймати ростлагич топширик берувчиси (задатчиги) орқали маълум қонун бўйича ишлаб чиқарилади.

Ростланувчи катталиكنинг берилган қиймати ихтиёрий равишда ўзгараётган катталиكنинг нисбатидан аниқланса, бу тизим кузатувчи автоматик ростлаш тизими дейилади. Бу тизимнинг ростловчанлик вазифаси ростланувчи катталиكنинг ҳозирги қиймати иккинчи мустақил катталик қийматини аниқ такрорлашидан (ёки уни кузатишдан) иборат.

Ростланувчи катталиكنинг қиймати ростлагич томонидан берилса ёки оптимал сатҳда сақланса, бу система оптимал ростлаш тизими дейилади. Бу тизимнинг яна бир тури экстремал АРТ дир. Баъзан технологик жараён ўтишининг оптимал шароитларини тажриба ўтказмасдан, аввалдан аниқлаш қийин бўлади. Шунда экстремал тизим танланган оптималлик мезонларига мувофиқ равишда шароитларни топиш ва уларни сақлаш вазифасини амалга оширади.

Характеристикалари ўзгарган технологик жараённинг ўтиши оптимал бўлган шароитларни топиб, уларни амалга оширувчи тизимни мослашувчи АРТ дейилади.

АРТ узлуксиз ва узлукли тизимларга бўлинади. Узлуксиз АРТ да ростланувчи катталиқ тизим занжири бўйича узлуксиз ўзгаради ва ростланувчи объектга нисбатан ростловчи микдорнинг узлуксиз таъсирини ҳосил қилади. Узлукли АРТ да ростланувчи катталиқнинг узлуксиз ўзгариши бошқарувчи ва ижро этувчи звеноларга вақти-вақти билан таъсир қилади.

АРТ ларга қўйиладиган талаблар: тизимнинг турғун бўлишлиги; ўтиш жараёнини тез бажарилиши; динамик ва статик хатоларни кичик бўлишлигидир. Ушбу талабларни бажарилиши АРТ нинг аниқ ва сифатли ишлашини таъминлайди.

2. Ростлагичлар ва ростлаш қонунлари

Автоматик ростлаш тизимларининг асосий техника воситаларидан бири ростлагичлардир. Ростлагичларни вазифаси объектни белгиланган режимда ишлашини таъминлашдан иборатдир. Конкрет технологик жараённи бошқариш учун махсус тайёрланган ростлагичлар ишлатилиши мумкин. Бундай ростлагичлар қатор талабларга жавоб бериши керак. Жумладан, уларни аниқ сигналли датчикларга улаш мумкинлиги; стандарт; нормаллашган ёки нормаллашмаганлиги. Датчикларни улаш усули бўйича ростлагичлар кўришни 3 та усули мавжуд: агрегатли; аппаратли; приборли. Агрегатли принципада ростлагич киришига фақат стандартлашган датчиклар уланади. Бундай принципада саноатда ишлаб чиқарилган электрик, гидравлик ўлчаш ўзгарткичлари ишлатилади. Аппарат принципада-ростлагични кириш қисмини алмаштириш мумкин, бунда ҳар хил датчиклардан фойдаланишга имкон бўлади. Прибор принципада датчик иккиламчи ўлчаш асбобига уланиб, уни кўрсатиш қўшимча ўзгарткич орқали ростлагичга уланади. Ростлагичларга қўйиладиган асосий талаблар: ростлаш қонунини аниқ бажарилиши; ростлаш қонунини ўзгартириш мумкинлиги; параметрларини ўзгартириш мумкинлиги.

Ростлагичларни икки тури мавжуд: тўғри таъсирли, тўғри бўлмаган таъсирли. Уларда уч хил энергия ташувчилар ишлатилади: электр токи; қисилган ҳаво; суюқлик. Демак, энергия ташувчилар турига қараб ростлагичлар: электрикли, гидравлик ва пневматик турларига бўлинади. Ростлагичларни электрогидравлик, электропневматик турлари ҳам мавжуд.

Электрик ростлагичлар. Технологик жараёнларни бошқаришда электрик ростлагичлар кўплаб ишлатилади, чунки ҳар хил физик катталиқларни электр усули билан аниқлаш қулай. Бажарувчи механизм сифатида кўпинча электр двигателлар, электрик клапанлар, махсус электр юритмалар ишлатилади.

Пневматик ростлагичлар. Бундай ростлагичларни ишлаш принципи қисилган ҳавони энергия манбаи сифатида ишлатишга асосланган. Афзалликлари ёнғин ва портлаш хавфи йўқлиги, заҳарли муҳитда ҳам ишлатиш мумкинлиги, арзон ва соддалигидир. Автоматика элементларига пневматик сиғимлар, дросселлар, мембраналар, силфонлар, пружина ва бошқалар киради. Пневмоузаткичлар сифатида металл ёки пластмасса трубкалар ишлатилади. Бажарувчи механизм сифатида пневмомеханик қурилмалардан фойдаланилади.

Гидравлик ростлагичлар. Гидравлик ростлагичларда қисилган суюқлик энергия ташувчи сифатида ишлатилади. Гидравлик бажарувчи механизмлар сифатида эса гидро двигателлардан фойдаланилади.

3. Ижрочи элементлар ва ростловчи органлар

Технологик объектлардаги ростловчи ёки бошқарувчи органларни берилган бошқариш қонунларига мувофиқ юргизиш учун хизмат қиладиган машина ва механизмлар ижрочи элементлар дейилади. Ижрочи элементлар бошқариш сигналларини механик ҳаракатга-айланиш ёки сурилишга айлантиради. Манба энергиясини турига кўра ижрочи элементлар электрик, гидравлик ва пневматик турларга бўлинади. Ижрочи элементларга қўйиладиган асосий талаблар: юқори ишончлилик; бошқарувчи сигнални юқори аниқликда ишлаши; ишга тушиш тезлигини юқорилиги; ФИК юқори бўлиши; нархининг арзонлиги ва геометрик ўлчам ҳамда массасини кичиклиги.

Электр ижрочи элементлар. Электр ижрочи элементлар ток, кучланишни миқдорий ўзгариши ва электр сигнали фазасининг ўзгаришини бўрилиш, сурилиш ва айланиш каби механик ҳаракатларга айлантиради. Ижрочи электр юритмалар сифатида ўзгарувчан ёки ўзгармас ток двигателларидан фойдаланилади.

Электр юритмали ижрочи механизмлар. Бундай механизмлар электродвигател, редуктор, ростловчи органга редуктор валини улайдиган қурилма, чекловчи узгичлар, тескари боғланиш реохорди, ижрочи механизм ҳолатини масофадан кўрсатиб турувчи асбоблардан тузилади. Ижрочи механизмларнинг чиқиш қурилмаси тўғри чизиқли ёки айланма ҳаракат қилиш имконига эга бўлади. Бундай ижрочи механизмларда контактли ёки контакtsiz бошқариш қурилмалари бўлиб, улардан чиқувчи бошқариш сигнали ростловчи органнинг бир марта тўла айланиб тўхташини ёки кўп марта айланишини таъминлайди.

Электромагнитли ижрочи механизмлар. Бундай механизмлар механик, гидравлик ва пневматик тизимлардаги энергия ва масса оқимини масофадан туриб бошқариш учун хизмат қиладди. Улар 2 хил бўлади: сурилувчи электромагнитли клапан; электромагнитли сирпанувчи муфта. Электромагнитли юритмалар электр двигателларга қараганда анча арзон, уларнинг ишлаши ишончли ва ишга тушиш тезлиги юқоридир. Электромагнитли муфта иш механизмларни ишга тушириш, тўхтатиш ва уларнинг тезлигини ўзгартириш учун хизмат қиладди. Улар 27 ва 100 В ўзгармас ток манбаига уланади ва 5-22 Вт қувват олади. Уланиш вақти 20-40 м сек, узилиш вақти 15-30 мсек.

Ростловчи органлар. Ростловчи органлар электр энергетикаси объектларида сарф бўлаётган энергия ёки модда оқимини ўзгартириб технологик жараёнга бевосита таъсир қилувчи ва унинг оптимал режимида ўтишини таъминлайдиган асосий органлардан биридир. Ростловчи органлар ростлаш диапазони ва суриш кучига кўра баҳоланади. Ростловчи органнинг сарф характеристикаси-босим тушиши ўзгармаган ҳолда, ростланувчи модданинг сарфи билан затвор сурилиши орасидаги боғланишга мувофиқ ифодаланади. Ростловчи органнинг нисбий сарф характеристикаси тўғри чизиқли бўлиши талаб этилади. Ростловчи органнинг автоматик тизимда ишлатиш учун танлашда иш объектининг характеристикаси билан ростловчи орган характеристикасининг ўзаро мослигига катта эътибор берилади.

12-Амалий машғулот

Мавзу: Тақсимлаш тармоқларида автоматик ростлаш қурилмалари

Подстанцияларни автоматлаштириш истеъмолчиларнинг сифатли электр энергия билан таъминлашни, авария ва шунга ўхшаш бузилишлар бўлганда шахсий таркибнинг иштирокисиз, бу бузилишларни бартараф қилишни таъминлаши керак.

Подстанцияларда автоматик қурилмаларнинг қуйидаги турлари қўлланилади:

- Сифатли электр энергияси билан таъминловчи-нормал режим автоматикаси (подстанциядаги кучланишни ростлаш, параллел ишлаётган трансформаторларни бирортасини узиш ёки улаш);
- Электр қурилмаларини узиб ёки улаб қўювчи-авария автоматикаси (АҚУ, ЗАУ, ЧАЮ ва ҳоказолар);
- Подстанциядаги баъзи бир қурилмаларни бошқариш ва назорат қилишни таъминловчи-технологик автоматика (ҳаво босимини нормал ушлаб туриш учун компрессорларни узиб-улаш автоматикаси, аккумулятор батареясидаги кучланишни созлаш автоматикаси).

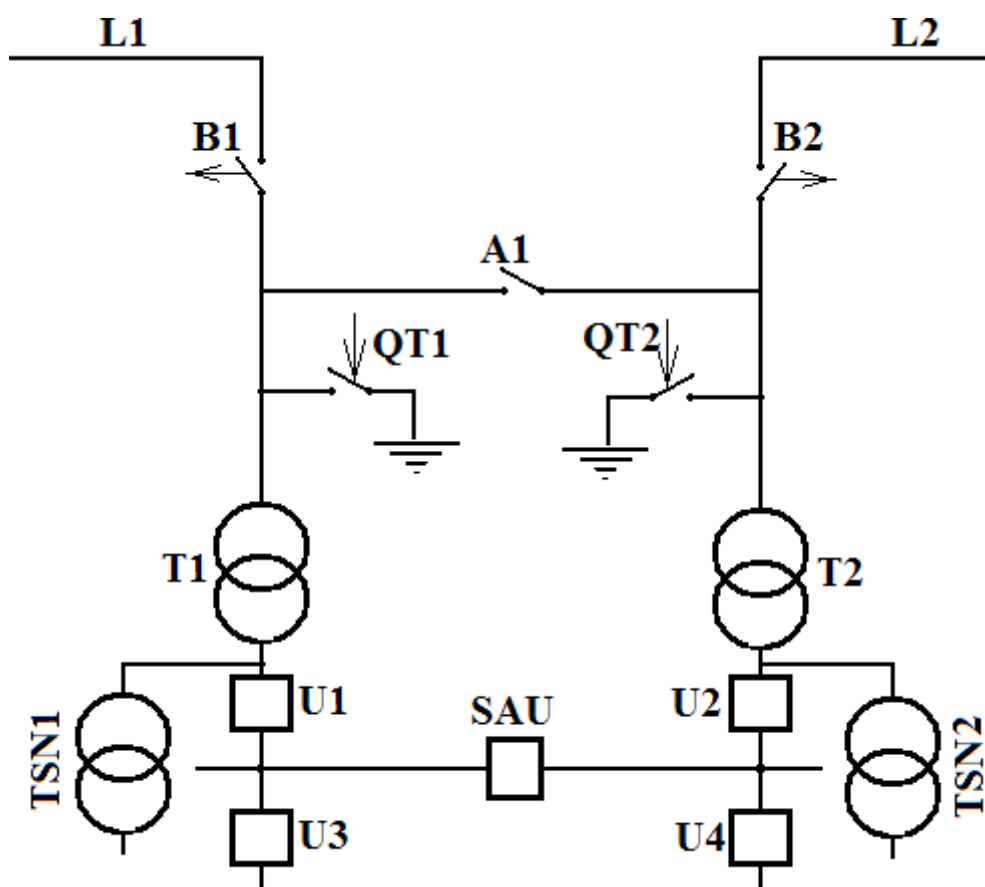
5.1-расмда икки трансформаторли подстанциянинг схемаси келтирилган. Схемада А1, А2-ажраткичлар, Б1, Б2-бўлаклагичлар, Т1 ва Т2-куч трансформаторлари, Л1 ва Л2-электр узатиш линиялари, ЦН1 ва ЦН2-подстанцияни энергия билан таъминлаш трансформаторлари, КТ1 ва КТ2-қисқа туташтиргичлар, У1, У2, У3 ва У4-секция узгичлари, САУ-секциялараро узгич.

Нормал ҳолатда ҳар бир трансформатор (Т1 ва Т2) бўлаклагичлар (Б1 ва Б2) орқали линиялар (Л1 ва Л2) дан электр энергия олиб туради. Секция узгичлари У1 ва У2 нормал узилган ҳолатда бўлади.

Тармоқ линияларидан бирортаси авария туфайли узилса ёки паст кучланишли шиналарида қисқа туташув содир бўлганда (бу аварияларни бартараф қилишда) қуйидаги автоматика қурилмаларини ишлатиш кўзда тутилган:

- Манба линияларидан бирида ёки паст кучланиш шиналарида бузилиш бўлган вақтда Б1 ёки Б2 секция узгичи узилса трансформаторни АҚУ амалга оширилади;

- Ички бузилиш туфайли T1 ёки T2 трансформатор химоя қурилмалари томонидан узилган пайтда секция узгичи U3 ни ЗАУ қурилмаси томонидан улаб қўйилади;
- Бирор линия (Л1 ёки Л2) бутунлай ишдан чиққан пайтда, шу линияга уланган трансформаторни бошқа бир линияга автоматик улаш амалга оширилади. (Масалан, Л1 ишдан чиқса В1 узилади ва Т1 А1 ажраткич орқали Л2 линияга уланади).

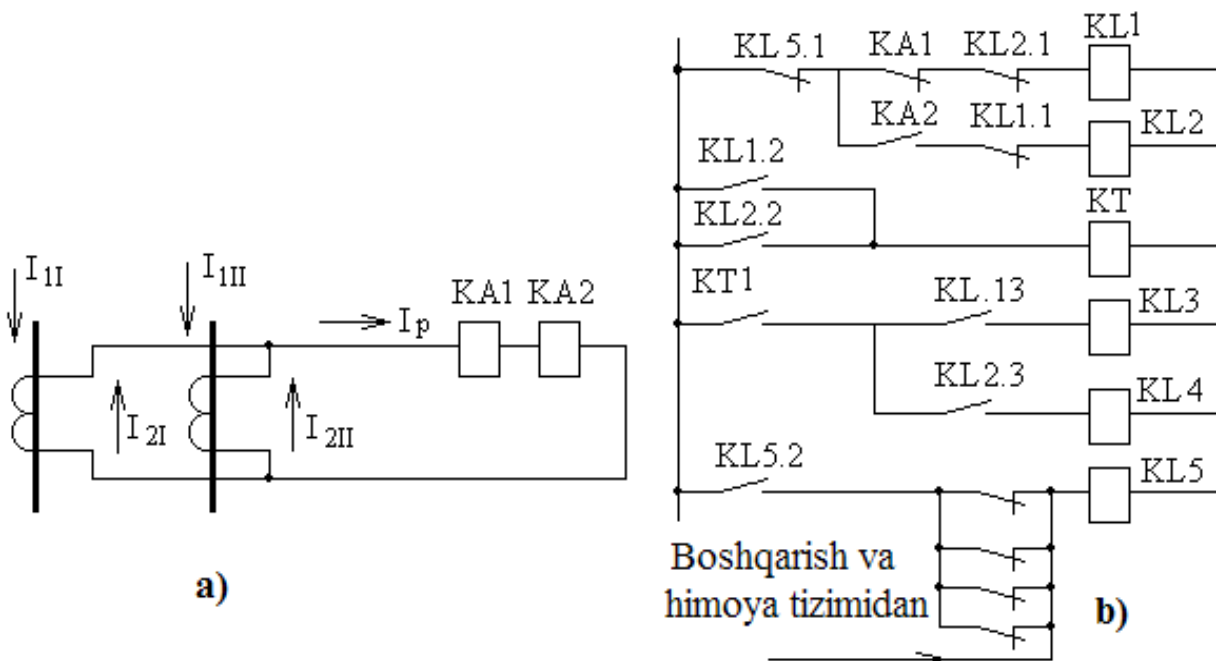


5.1-rasm. Ikki transformatorli podstantsiyaning sxemasi

Трансформаторлар иш режимини автоматик бошқариш

Параллел ишлаётган трансформаторларни юкламаси (истеъмолчи истеъмол қилаётган қувват) фойдаланишда ўзгармас бўлиб турмайди. Юклама камайганда улардан бирортасини узиш, юклама тикланганда эса яна улаш лозим, бунда трансформаторларда электр энергия исрофи минимал бўлади.

Трансформаторларни автоматик улаш ва узиш схемасида (5.2-рasm) минимал ток релеси (КА1) ва максимал ток релеси (КА2) кетма-кет уланган, улар параллел



5.2-рasm. Transformatorlarni avtomatik ulash va uzish sxemasi

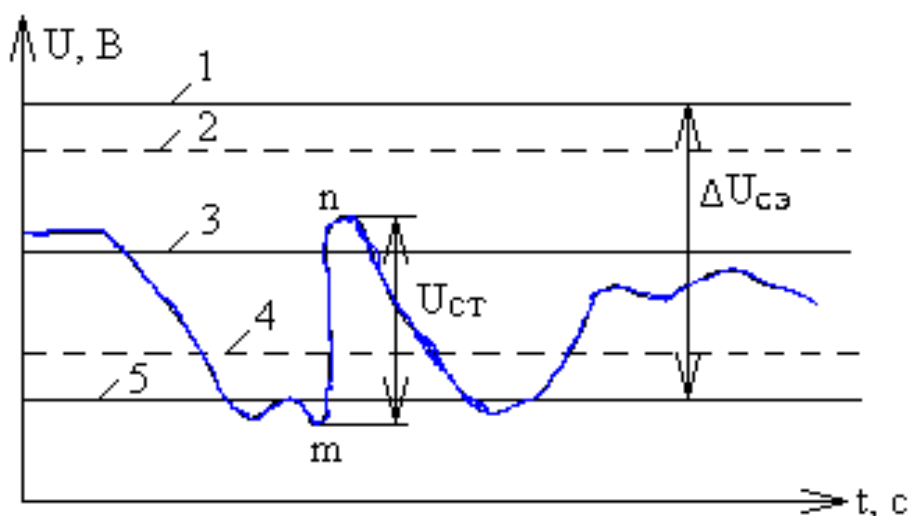
ишлаётган трансформаторларнинг тоқлар йиғиндисига уланган ($I_p = I_{21} + I_{211}$). Трансформаторлар тўла юкланишда бўлганда иккала релени тегишли контактлари (КА1 ва КА2) очик бўлади. Юклама пасайганда ($I = (0,6 \div 0,8) I_{т.н}$) КА1 реле ишга тушади ва уни КЛ1 оралик релеси чулғами занжиридаги КА1 контакти ёпилади (3.2 б-рasm). У реле ишга тушиб КЛ1.1 контакти КЛ реле чулғами занжирини ажратади, вақт релеси (КТ) КЛ1.2 контакт орқали ҳаракатга келиб, КЛ1.3 контакт билан трансформаторлардан бирини узгичини узишга занжирни тайёрлайди. Кечикиш вақти тугагандан сўнг вақт релесини КТ.1 контакти уланади ва КЛ3 ишга тушиб трансформаторни узади.

Юклама белгиланган қийматдан ортиб кетганда максимал ток релеси КА2 ишга тушади ва КЛ2, КТ ва КЛ4 релеларни ҳаракатга келтиради, натижада

трансформатор тармоқга уланади. Схемада КЛ1 ва КЛ2 релелар занжири бир-бирига уланган, бу бир вақтни ўзида трансформаторни узишга ва улашга сигнал берилишини олдини олади.

5.3. Трансформаторлар кучланишини автоматик ростлаш

Электр энергия истеъмолчилари аниқ бир номинал кучланишда нормал ишлайди. Кучланишни номинал қийматдан камайиб ёки ортиб кетиши ишлаб чиқарилаётган махсулот сифатини пасайишига, электротехник қурилмаларини ишлаш муддатини камайишига олиб келади. Шунинг учун кучланишни номинал



5.3.1-рasm. Kuchlanishni rostlash jarayoni

қийматда ушлаб туриш эҳтиёжи туғилади.

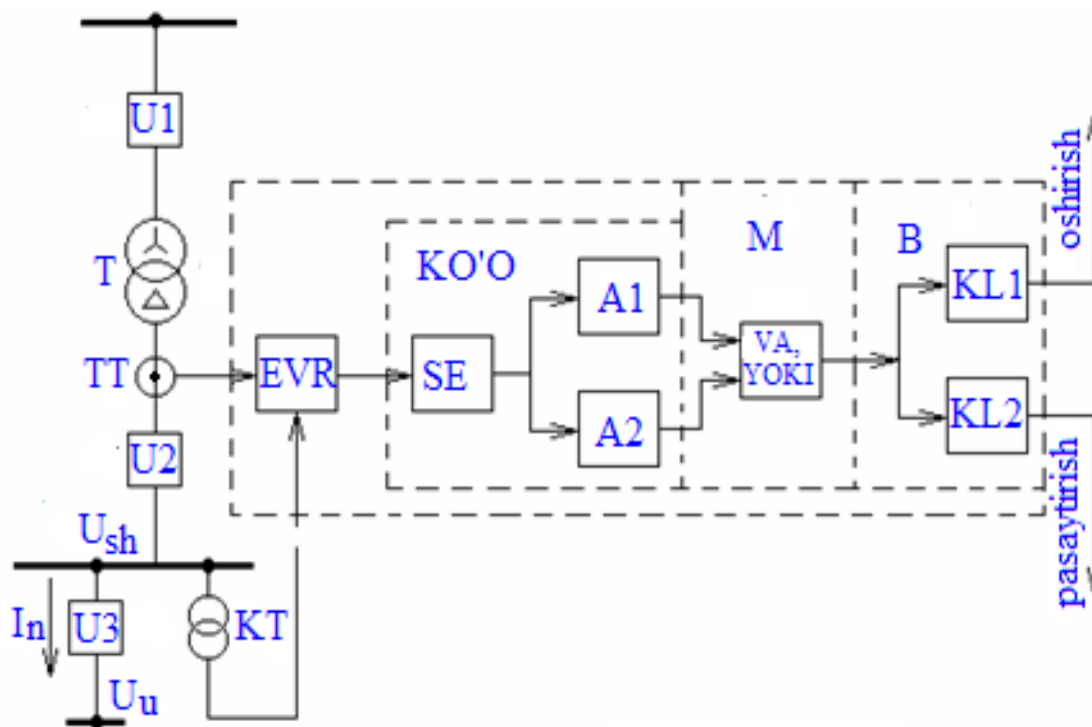
Ҳозирги вақтда подстанция трансформаторлар кучланишни юклама остида ростлаш (ЮОР) қурилмаси билан жиҳозланган бўлиб бу қурилма трансформаторни юқори кучланиш томонидаги ўрамлар сонини автоматик қайта улаб кучланишни ростлайди. Трансформатор кучланишни ростлаш қурилмаси билан биргаликда трансформаторни трансформациялаш коэффициентини автоматик ростлаш тизимини вужудга келтиради. Автоматик ростлаш тизимини асосий характеристикалари:

- ростлаш поғонаси, $U_n=1,25-2,5\%$;
- сезмайдиган зонаси ($\Delta U_{сз}$)-бундай кучланишни ўзгариш зонасида ростлагич ишга тушмайди. Ҳар доим $\Delta U_{сз}>U_n$ бўлиши керак;

- ростлаш аниқлиги-сезмайдиган зона кучланишини ярмига тенг кучланишни ўзгариши билан характерланади;
- кечикиш вақти-қисқа вақтли кучланишни ўзгаришида ростла-гични ишга тушмаслигини таъминловчи параметр;
- ростлагич уставкаси-ростлагич таъминлаши зарур бўлган кучланиш.

5.3.1-расмда кучланишни ростлаш жараёни графиги кўрсатилган.

Графикда 3 чизиқ ростлагич уставкаси, 5 ва 1 сезмайдиган зоналар чегараси ($\Delta U_{сз}$) ростлагич ҳаракатга келиши зарур бўлган кучланиш қиймати билан аниқланади. Графикдан кўринадики, талаб этилаётган кучланиш қиймати $\pm \Delta U_{сз}/2$ аниқликда ростланади. 5.3.1-расмда қайтариш кучланиши 2,4 штрих чизиқлар билан кўрсатилган. Қайта уланиш-агарда кучланишни четлашиш вақти ростлагични кечикиш вақти (t_1) ва юритма механизмини таъсир вақти (t_2) йиғиндисидан катта бўлса содир бўлади. Бунда кучланиш графиги m нуқтадан n нуқтага сакраш билан ўзгаради, яъни кучланиш ростлаш поғонаси қиймати (U_n) миқдорига ўзгаради. Энерготизимда ишлатиладиган трансформаторлар кучланишини автоматик ростлаш қурилмасини функционал схемаси 5.3.2-расмда кўрсатилган. Функционал схема ўлчаш (Ў), мантиқий (М) ва бажарувчи (Б) қисмлардан иборат.



5.3.2-rasm. Transformator kuchlanishini avtomatik rostlash kurilmasini funktsional sxemasi.

Ўлчаш қисмидаги ЭВР қурилмаси ростлагични статик характеристикасини таъминлайди. Бу қурилма юкланиш токи қандай қийматга эга бўлишидан қатъий назар кучланишни белгиланган қийматда бўлишини таъминлайди. Кучланишни ўлчаш органи (КЎО) кучланишни солиштириш элементи (СЭ) ва А1, А2 кучайтиргичлардан иборат. Солиштириш элементи чиқишдаги кучланишни белгиланган кучланиш билан солиштиради ва солиштириш фарқини ишорасига ($\pm \Delta U$) асосан уни тегишли релели кучайтиргичга тавсия этади. КЎО ни минимал ёки максимал кучланиш релеси, икки мутлоқ электрик қийматни солиштирувчи диод схема асосида йиғилади.

Мантиқий қисм вақтни кутиш элементи «ЭВ», «ЁКИ», «ВА» элементларидан иборат. Кечиқиш вақтини юзага келтириш ростлагични қисқа вақтли кучланиш ўзгаришида ишлаб кетмаслигини таъминлаш учун зарур.

Бажарувчи қисм КЛ1 ва КЛ2 оралиқ релелардан иборат бўлиб, кучланиш ошиб кетганда КЛ2 реле, камайиб кетганда эса КЛ1 реле ишга тушади. Электр энергетикаси тизимида ишлатиладиган энг ишончли ростлагичлардан бири АРТ-1Н типли ростлагичдир. У подстанцияларда кучланишни узлуксиз равишда ростлайди ва унда кучланишни уставка қилиш имконияти мавжуд. АРТ-1Н ростлагич билан параллел уланган трансформаторни гурухли ростлаш ва хусусий схема элементларини тўғри ишлашини назорат қилиш мумкин.

13-Амалий машғулот

Мавзу: Захирани автоматик улаш (ЗАУ)

Захирани автоматик улаш (ЗАУ) қурилмалари саноат электр таъминотини автоматлаштиришдаги асосий элементлардан ҳисобланади.

Саноат корхоналарининг кўпгина электр тармоқларида линия ва трансформаторлар алоҳида-алоҳида ишлатилади. Бундай ҳолларда подстанция шиналари иккита секцияга бўлинган бўлиб, ҳар бири алоҳида линиядан энергия олиб туради. Трансформатор ёки линияда авария содир бўлиб, бузилиш бўлса ЗАУ қурилмаси манбани қайта тиклайди ва технологик жараёнларни туриб қолишига амалда йўл қўймайди.

ЗАУ қурилмалари саноат корхоналари объектларини электр таъминоти схемаларини соддалаштиришга ва арзонлаштиришга олиб келади.

ЗАУ қурилмаси ишга тушириш ва автоматик қурилмаларидан ташкил топган.

ЗАУ қурилмалари тармоқ, куч трансформаторлар, генераторлар, электр двигателлар, электр чироқлар ва бошқа захирадаги қурилмаларни улашга

мўлжалланган. Улар химоя қурилмаси томонидан узилган бўлса ёки навбатчи персонални нотўғри ҳаракати туфайли узилган бўлсагина ЗАУ ишга тушади.

ЗАУ қурилмаларига қўйиладиган асосий талаблар:

- Ҳар қандай сабабга кўра шиналардаги кучланиш йўқолганда ҳам ишга тушиши;
- Ишчи истеъмол манбаси йўқолганда, ҳеч қандай кутиш вақтисиз захирадаги истеъмол манбасини улаши;
- Истеъмолчилар частотали автоматик юксизлантириш (ЧАЮ) қурилмаси томонидан узилган бўлса, ЗАУ ни ишламаслиги.

Электр таъминоти узуликсизлигини истеъмолчиларни иккита линия ёки иккита трансформатор орқали энергия манбасига улаш билан таъминлаш мумкин. Бунда икки хил ҳолат бўлиши мумкин:

- Манбаларни алоҳида ишлаши-бири юкламанинг бир қисми учун, иккинчиси эса юкламанинг иккинчи қисми учун, масалан подстанциянинг алоҳида шиналар секцияси учун ишлайди;
- Истеъмолчи ишчи манбадан нормал таъминланади, бошқаси эса захирада туради.

Биринчи ҳолатда электр таъминоти бир қисм истеъмолчиларда бузилганда ЗАУ ишга тушиб, подстанция шиналаридаги секция узгичи уланади ва электр энергия таъминоти тикланади.

Иккинчи ҳолатда эса, захирадаги энергия манбаи ишчи энергия манбаи узилгандан сўнг ишга тушади. Ўта маъсулиятли истеъмолчиларни электр энергия таъминотида ЗАУ кўзда тутилади, шунинг учун 1-тоифали истеъмолчилари бўлган подстанцияларда ЗАУ ни бўлиши шарт.

ЗАУ ни ишга тушириш минимал кучланиш релеси орқали ёки бу реле билан частота релеси биргаликда ишлаши орқали амалга оширилади, бунда ЗАУ манба узилгандан сўнг $0,2 \div 1$ сек. вақт ўтгач ишга туширилади.

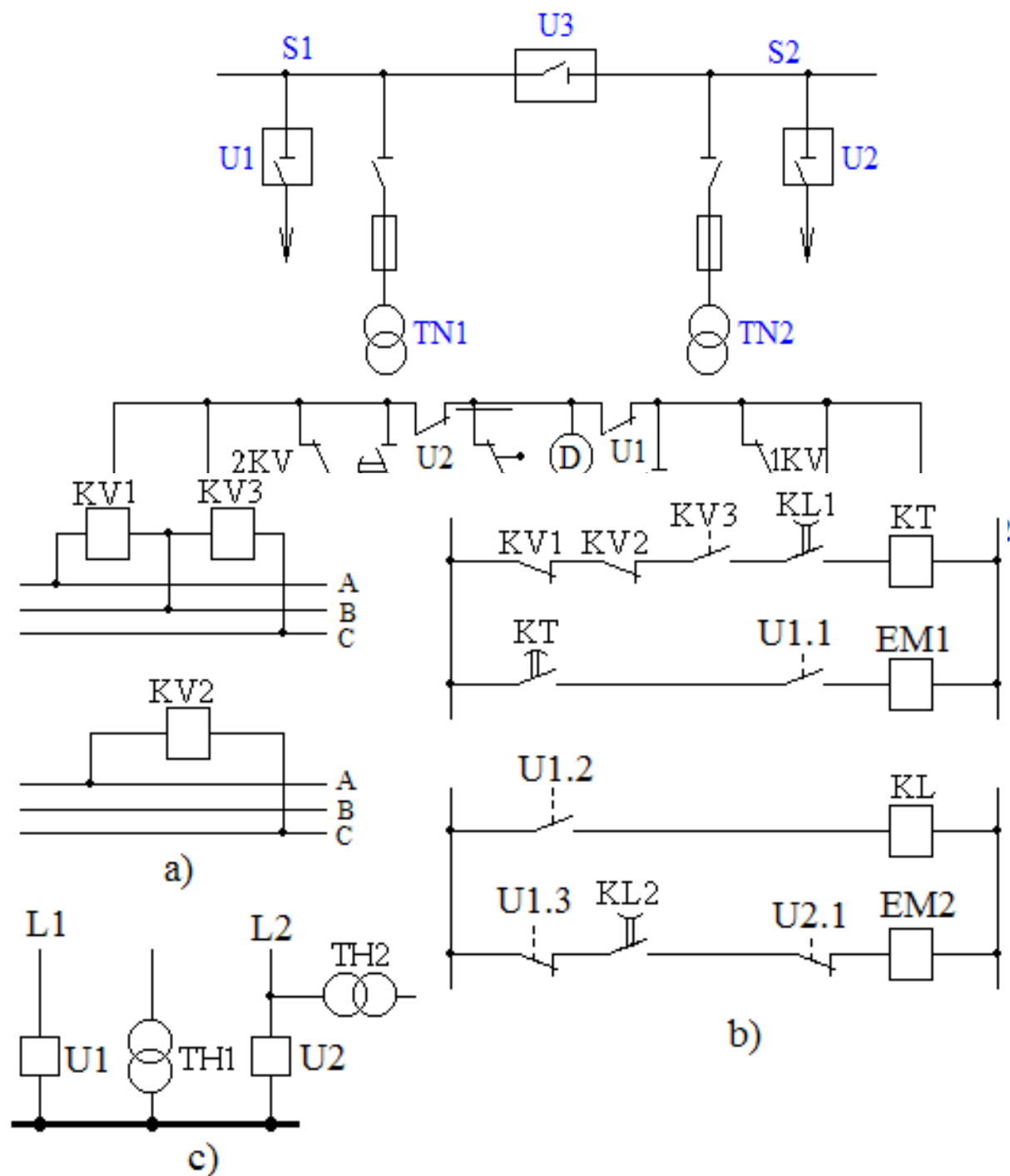
ЗАУ ни ишга тушиш вақти истеъмолчидан манбага қараб камайиб бориши керак, бунда линиянинг химоя воситаларини ишга тушиш вақтини ҳам ҳисобга олиш керак.

Ишлаб чиқаришни электр таъминотида захира энергия манбалари ва қурилмаларини автоматик ишга тушириш муҳим аҳамиятга эгадир. ЗАУ электр таъминотини узлуксизлигини таъминлайди. Бу ўз навбатида подстанция схемасини соддалаштиради, линия ва трансформаторларни алоҳида-алоҳида ишлашини таъминлайди, қисқа туташув токини камайтиради, релели химоя тизимини соддалаштиради ва ишчи ходимлар сонини камайтиради.

Ишлаб чиқаришда ЗАУ қурилмалари билан линия узгичлари, трансформаторлар, электродвигателлар ва секция узгичлари жиҳозланади.

ЗАУ схемаси ишчи энергия узгичи химоя тизими таъсирида узилгандан кейин ишлаб кетади. 5.5.1-расмда секцияли ЗАУ схемаси келтирилган. Ишчи ҳолатда В1 ва В2 узгичлар уланган. Секция узгичи В3 узилган, уни юритмаси улашга тайёр.

Секция шиналаридаги кучланиш 1КВ ва 2КВ релелари орқали назорат қилинади, кучланиш ТН1 ва ТН2 дан олинади. Шиналарда кучланиш бўлганда 1КВ ва 2КВ ни контактлари очик бўлади. Бошқариш занжирлари ТН1 ва ТН2 трансформаторларидан кучланиш билан таъминланади.



**5.5.2-rasm. Elektromagnit yuritmalı ZAU qurılması va
tarmoq sxemasi**

Кучланиш 1 секцияда йўқолганда 1KV реле контакти ёпилади, вақт релеси занжирида 1КТ контактларини ёпади. У бировз вақтдан сўнг узиш чулғами (УзЧ1) га кучланиш беради ва У1 узгич узилади. Уланиш чулғами (УлЧ3) ва У3 узгич ТН2 трансформатордан кучланиш олиб уланади. Юритма контактлари двигател (Д) занжирида узилади. У3 уланганда, агарда қиска туташув бартараф этилмаган бўлса у шу ондаёқ (ўзини хусусий ҳимоя воситаси орқали) узилади, У2 узгич узилмайди, чунки уни ҳимояси бировз вақтдан кейин ишга тушади, У3 ни қайта уланиши содир бўлмайди. 2-секцияда энергия таъминоти бузилганда схема худди юқорида баён этилгандай ишлайди. Ўзгармас оператив токда ишлайдиган ЗАУ қурилмаси

электромагнит юритмали узгичи бўлган қурилмаларда қўлланилади. Бундай электромагнитлар нисбатан катта қувватли электр энергия истеъмол қилади. ЗАУ қурилмасини автоматикаси ўзгармас ёки қувватли тўғрилагичларда тўғриланган оператив токда бажарилади. 5.5.2-расмда электромагнит юритмали ЗАУ қурилмасини схемаси кўрсатилган. ЗАУ қурилмаси KB1, KB2 минимал кучланиш релеси ва KB2 максимал ток релеси билан жиҳозланган (5.5.2-расм, а).

Кечикиш вақтини $T_{ЗАУ}$ вақт релеси (КТ) ҳосил қилади (5.5.2-расм, б). Бир мартали таъсирни оралиқ релеси (КЛ) таъминлайди. Нормал иш режимида У1 узгич уланган, В2 эса узилган, шина ва захира линияда кучланиш бор (5.5.2-расм, в).

ЗАУ қурилмаси қуйидагича ишлайди. Подстанция шинасида кучланиш йўқолганда KB1 ва KB3 релелар ишга тушади, уларни вақт релеси (КТ) занжиридаги контактлари туташиди. Агарда Л2 линияда кучланиш бўлса KB2 релени контактлари ёпиқ ҳолатда бўлади. $T_{ЗАУ}$ вақтдан сўнг вақт релеси (КТ) электромагнит (ЭМ1) ни ўчириш занжиридаги контактлари туташиди, У1 узгич узилади, уни У1.1 ва У1.2 ёрдамчи контактлари ажралади, электромагнит (ЭМ2) ни улаш занжиридаги У1.3 контакт туташиб В2 узгични улайди.

Инновацион технологияларнинг ривожланиши ва электр қурилмаларнинг такомиллашадиганлиги сабабли автоматик бошқариш тизимига ҳам янги қурилмалар кириб келмоқда, бунга замонавий захирани автоматик улаш қурилмаларини мисол қилиб келтириш мумкин (5.5.3-расм).

Замонавий захирани автоматик улаш қурилмаси ўзининг жуда тезлиги ва сезгирлиги билан ажралиб туради. Ушбу автоматик қурилмада бир нечта ишга тушириш органлари мавжуд бўлиб, улар орқали авария ҳолатларини мувофиқлаштириб бошқариш мумкин бўлади.

Замонавий захирани автоматик улаш қурилмаси қуйидаги афзалликларга эга:



- авария ҳолатдаги ишга тушиш вақти жуда кам (5 дан 12 секундгача);
- асосий линиядан захира линияга уланганда линиялардаги фазаларни мувофиқлиги таъминлайди;
- қурилма ёрдамида актив, реактив ва тўла қувватни аниқлаш ҳамда тармоқдаги кучланиш ва юклама токини назорат қилиш мумкин;
- авариядан кейинги ҳолатга тиклаш, яъни аввалги нормал ҳолатга

**5.5.3-расм. Zamonaviy zaxirani avtomatik ulash
qurilmasini tashqi ko'rinishi**

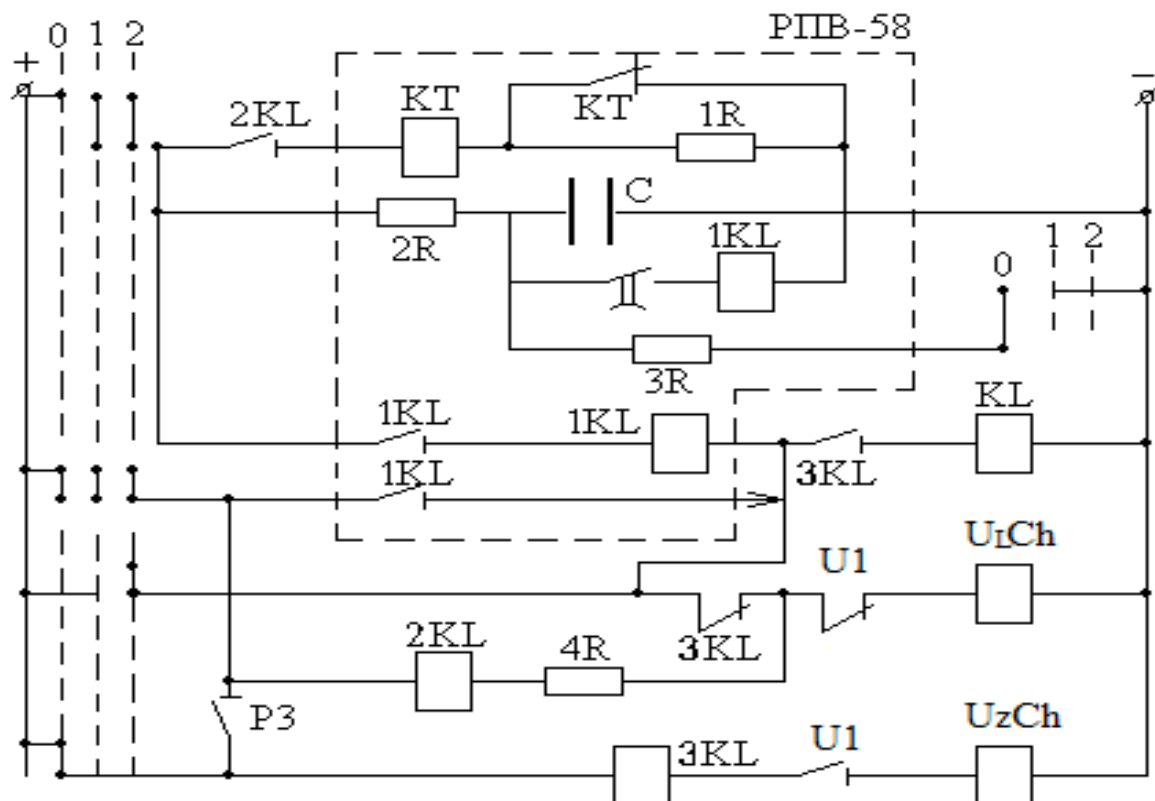
қайтариш хизмат кўрсатувчи ходимларсиз амалга оширилади;
қурилма 1000 мартагача бўлган узиб-улаш ҳолатларини ўзининг хотирасида сақлаб
қолади.

14-Амалий машғулот

Мавзу: Автоматик қайта улаш (АҚУ)

Кучланишни ошиб кетиши, ажраткичларни нотўғри ишлатиш натижасида нотурғун қисқа туташув юзага келиши мумкин, бунда ҳимоя тизими ишга тушади. Қисқа муддатли катта юкланишларда трансформаторларни газли ҳимоя тизими ишлаб кетади. Бундай қисқа муддатли бузилишлар ўз-ўзидан тузалади ва линия ёки трансформатор электр тармоқга қайта уланади. Электр таъминотидаги, қисқа муддатли узилишлар (линия, трансформатор, двигател ва бошқа механизмлар узгичлари баъзи механизмларни ишга туширишда узилади) автоматик қайта улаш (АҚУ) орқали камайтиради. АҚУ нономал иш режимини бартараф этишни тезлаштиради, тармоқни нормал иш режимини тиклашни тезлаштиради. АҚУ 1 мартали ёки 2 мартали бўлиши мумкин.

Ишлаб чиқаришни электр таъминоти тизимида оддий ва юқори эффектли 1 мартали АҚУ дан фойдаланилади. Кўп мартали АҚУ 10 километрдан узин линияларда, агарда қабул қилиш подстанцияларида ЗАУ кўзда тутилмаган бўлса ишлатилади. АҚУ қурилмалари конструкцияси бўйича механик ва электрик ишга тушувчи бўлади. Улар ўзгарувчан ва ўзгармас тоқларда ишлайди. АҚУ вақти кичик бўлиши керак $t = 0,5-1,5$ секунд. 5.6.1-расмда бир томонлама таъминотли линияни ўзгармас оператив тоқда бажарилган АҚУ схемаси келтирилган. Калитни 1 (Ул) ҳолатга қўйганда С конденсатор зарядланади. Конденсаторни зарядланиш вақтига



5.6.1-rasm. AQU sxemasi.

боғлиқ равишда калитни 2 (Ул) холатга ўтиши 20-30 секунддан сўнг содир бўлади.

Узгич узиш чулғами (УзЧ) занжиридаги ҳимоя контаклари туташгандан сўнг узилади. Узгич В1 блок контакти туташади, реле 2КЛ ишга тушади ва вақт релеси занжиридаги нормал очик контактини ёпиб РПВ-58 ни ишга туширади.

Қўшимча қаршилиқ 4Р узгични улашга йўл қўймайди. Реле контакти (КТ) туташганда конденсатор зарядсизланади. Натижада 1КЛ реле ишга тушиб ток чулғами занжирдаги контактни туташтиради ва (УлЧ) чулғам юритмасига ток берилади, узгич уланади. Реле 1КЛ улаш чулғами (УлЧ) занжирида блок-контакт КТ1 ажралгунча ўзини ушлаб туради, натижада узгични мукаммал уланишини таъминлайди. 1КЛ релени 2 контакти туташиб, ҳимоя тезда ишлаб кетиши учун импульс беради. (Қисқа туташувда узгич уланади). Узгич улангандан сўнг уни блок-контакти В1 ажралади, 2КЛ ва КТ релелар олдинги холатига қайтади.

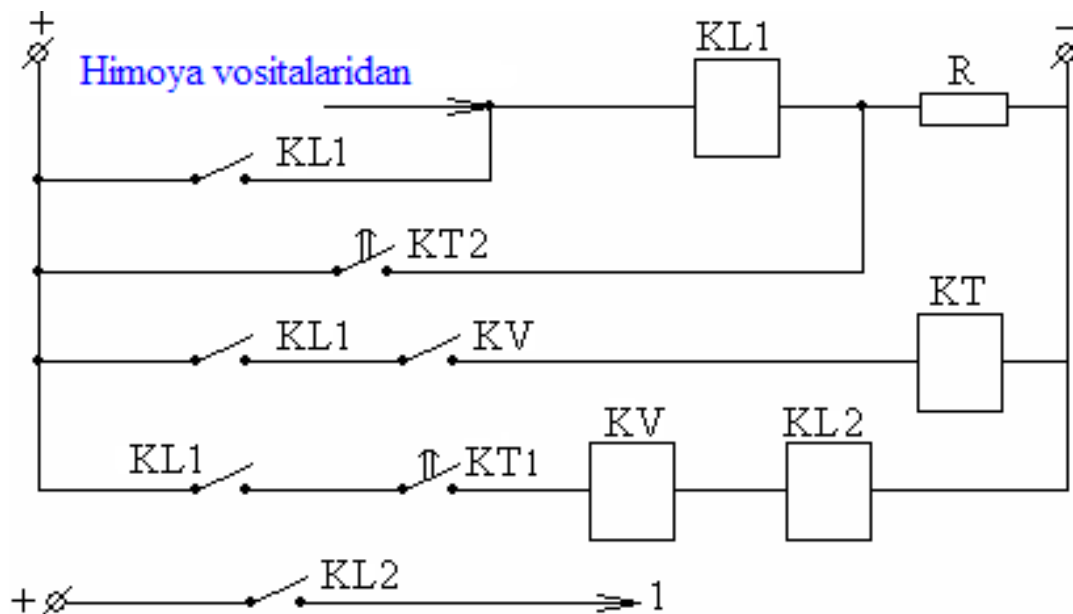
Қисқа туташувда узгич уланганда ҳимоя тезлик билан ишга тушади ва яна узгични узади. Реле КТ ишга тушади ва 1КЛ реле чулғами занжиридаги контактни туташтиради. Лекин 1КЛ реле ишга тушишга улгурмайди, чунки конденсатор С зарядланишга улгурмайди. Бошқариш калити билан («0» холат) узгич узилганда КТ вақт релеси занжири электр таъминотдан ажралади. 3Р қаршилиққа манфий қутбли ток берилади ва С конденсатор зарядсизланади. Реле 3КЛ олдинги холатига секин қайтади. Релели ҳимоя ишлаб кетганда ва Р3 контакти туташганда реле 3КЛ ни ток чулғами ток олади. Кучланиш чулғами занжирида уни контакти туташади ва УлЧ юритма занжирида контакти ажралади. Бу билан уни кўп марта уланишини бартараф этади, қисқа туташув юз берганда, 3КЛ релени дастлабки холатига қайтиши кучланиш чулғамидан бошқариш калити билан мусбат ток олинганда юз беради.

Ўзгарувчан оператив токда ишлайдиган АҚУ қурилмалари. АҚУ ўзгарувчан оператив токда юкли ёки пружинали узгичларда амалга оширилади.

Уларни қуйидаги турлари мавжуд:

- Икки томонлама таъминотли линияларни АҚУ қурилмалари;
- Икки томонлама таъминотли линияларни АҚУ уч фазали қурилмалари;
- Тез таъсирли АҚУ қурилмалари.

5.6.2-расмда электродвигателни АҚУ схемаси келтирилган бўлиб, уни ишлаш принципи қуйидагича:



5.6.2-rasm. Elektrodvigatelni AQU sxemasi.

АҚУ схемаси кичик кучланиш химоя воситалари ёрдамида ишга туширилади. Бунда реле КЛ1 ишга тушади ва КЛ1 контактлар ёпилади. Кучланиш релеси КВ маълум кучланиш ($U_{ишчи} = (0,8 \div 0,9) \cdot U_{ном}$) га эришгандан кейин ишга тушади ва КТ релени ишга туширади. КТ1 контакт ёпилгандан кейин оралиқ релеси КЛ2 ишга тушади ва двигателни (1) ишга туширишга буйруқ беради. АҚУ нинг дастлабки ҳолатга келиши КТ релесининг КТ2 контактини улаши билан амалга оширилади.

Агар подстанциядаги шиналарга асинхрон двигателлар билан бирга синхрон двигателлар ҳам уланган бўлса, у ҳолда АҚУ ни ишга тушириш кучланиш релелари билан эмас, балки частота релелари орқали амалга оширилади

АҚУ қурилмалари қуйидаги ҳолларда ишламаслиги шарт:

- Навбатчи персонал томонидан ўчирилганда;
- Автоматик равишда химоя воситалари томонидан ўчирилганда;
- Аварияга қарши автоматика қурилмалари томонидан ўчирилганда;
- Навбатчи персонал томонидан улангандан кейин химоя автоматикаси ўчирганда.

Саноат электр таъминотида уч фазали автоматик қайта улаш (АҚУ) қурилмалари ишлатилади ва булар бир мартали қайта улаш қурилмалари ва икки мартали қайта улаш қурилмаларига бўлинади.

Икки мартали АҚУ қурилмалари тармоқ кучланиши 35 кВ гача бўлган линияларда ишлатилади, агар бу тизимда захирали қайта улаш бўлмаса АҚУ қурилмасининг иккинчи марта ишга тушиш вақти 15 секунддан кам бўлмаслиги керак.

15-Амалий машғулот

Мавзу: Частота бўйича автоматик юксизлантириш

Электр энергияни асосий сифат кўрсаткичи бу унинг частотасини ўзгармаслигидир ($f=50\pm 0,1$ Гц). Частотани ўзгариши синхрон генераторлар қувватини камайиши, генераторни маълум бир қисмини ўчирилиши ёки истеъмолчилар юкламаларини ортиши сабабли вужудга келади. Истеъмолчилар юкламасини ортиши генераторни катта юкланишда ишлашига олиб келади, натижада айланиш тезлиги камаяди, бу эса ишлаб чиқарилаётган электр энергияни частотасини камайишига олиб келади. Частотани номиналдан камайиши ишлаб чиқарилган энергияни сифатини пасайтиради. Номинал частотани тиклаш учун истеъмолчиларни бир қисмини узиб қўйиш керак бўлади. Истеъмолчиларни бундан автоматик равишда узиб қўйиш частотали автоматик юксизлантириш (ЧАЮ) дейилади.

ЧАЮ қурилмаси қуйидаги асосий талабларга жавоб бериши керак:

- Актив қувватни етарли бўлмаслигини ҳар қандай характери ва сабабидан қатъий назар электр энергия истеъмолчиларини тармоқдан ажратиши зарур;
- Частотани қисқа вақт давомида ҳам 45 Гц дан пасайишига йўл қўймаслик керак, $f < 47$ Гц частотада максимал ишлаш вақти 20 сек, $f < 48,5$ Гц да эса 60 секунддан ошмаслиги зарур;
- Электр энергия истеъмолчиларини ўчиришда биринчи навбатда муҳим бўлмаганлари ўчирилиши лозим;
- Энерготизим узоқ муддат ишлай оладиган даражагача частотани тиклаш.

Электр энергия истеъмолчиларини ЧАЮ қурилмаси билан ўчириш частота $f=49\div 49,2$ Гц гача камайганда бошланади. Тармоқдан ажратилаётган қувват умумий истеъмол қилинаётган қувватдан ва уни частотасини пасайишидан аниқланади ва юкламани ростлаш эффекти дейилиб К коэффициент билан характерланади.

$$K = \Delta P_n(\%) / \Delta f(\%) = 1,5 \div 2,5$$

Частотани $\Delta f = 1\%$ пасайиши энерготизим умумий юкламасини $\Delta P_n = 1,5 \div 2,5\%$ га пасайтиришни талаб этади. Энерготизимда актив қувватни етишмаслигидан частотани пасайиши ишлаб чиқарилаётган ва истеъмол қилинаётган энергиялар қувватлари тенглашгунга давом этади. Демак, юклама актив қувватини ΔP_n пасайиши актив қувват P_d етишмаслигига тенг бўлади. Шунинг учун энерготизим частотаси номинал қийматдан ($f_n = 50$ Гц) қандайдир f қийматгача камайганда, частотани номиналгача тиклаш учун тармоқдан узилиши зарур бўлган қувватни ($P_{уз}$) аниқлаш учун юқорида келтирилган ифодадан фойдаланиш мумкин. Бу ерда

$$\Delta f(\%) = (50 - f) \cdot 100 / 50$$

$$\Delta P_n(\%) = P_d(\%) = P_{уз}(\%) = P_{уз} \cdot 100 / P_{н.ном}$$

бу ерда $P_{н.ном}$ -энерготизим частотаси $f = 50$ Гц бўлгандаги юклама қуввати.

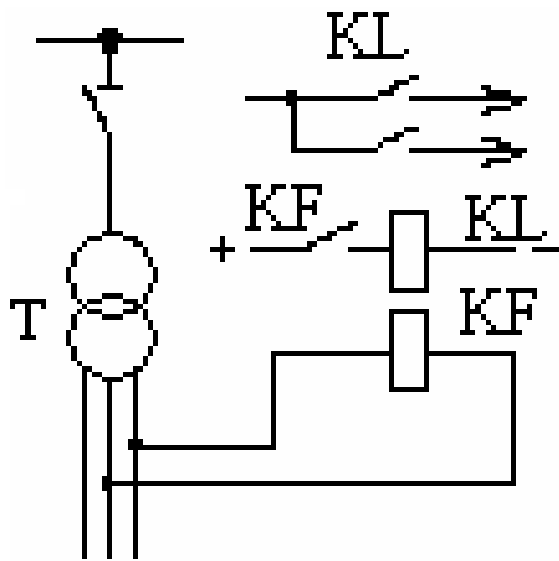
$\Delta\phi$ (%), ΔP_n (%) ва K ни ҳисобга олиб қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$P_{уз} = (50 - \phi) K \cdot P_{н.ном} / 50$$

Автоматиканинг вазифаси $P_{уз}$ аниқлаш ва электр таъминоти тизимидан ажратишдир.

Частота меъёрлашгандан сўнг ўчирилган истеъмолчилар автоматик қайта уланади (ЧАҚУ). ЧАЮ қурилмасини ишга тушириш тармоқ частотасини ўзгариш тезлиги ёки ИВЧ русумли частота релеси ёрдамида частотанинг абсалют қийматига боғлиқ ҳолда амалга оширилади.

Бу реле кучланиш трансформатори орқали манбага уланади ва шунт қаршилиги билан ростланади (5.7.1-расм, а). ЧАЮ ва ЧАҚУ қурилмалари бирга



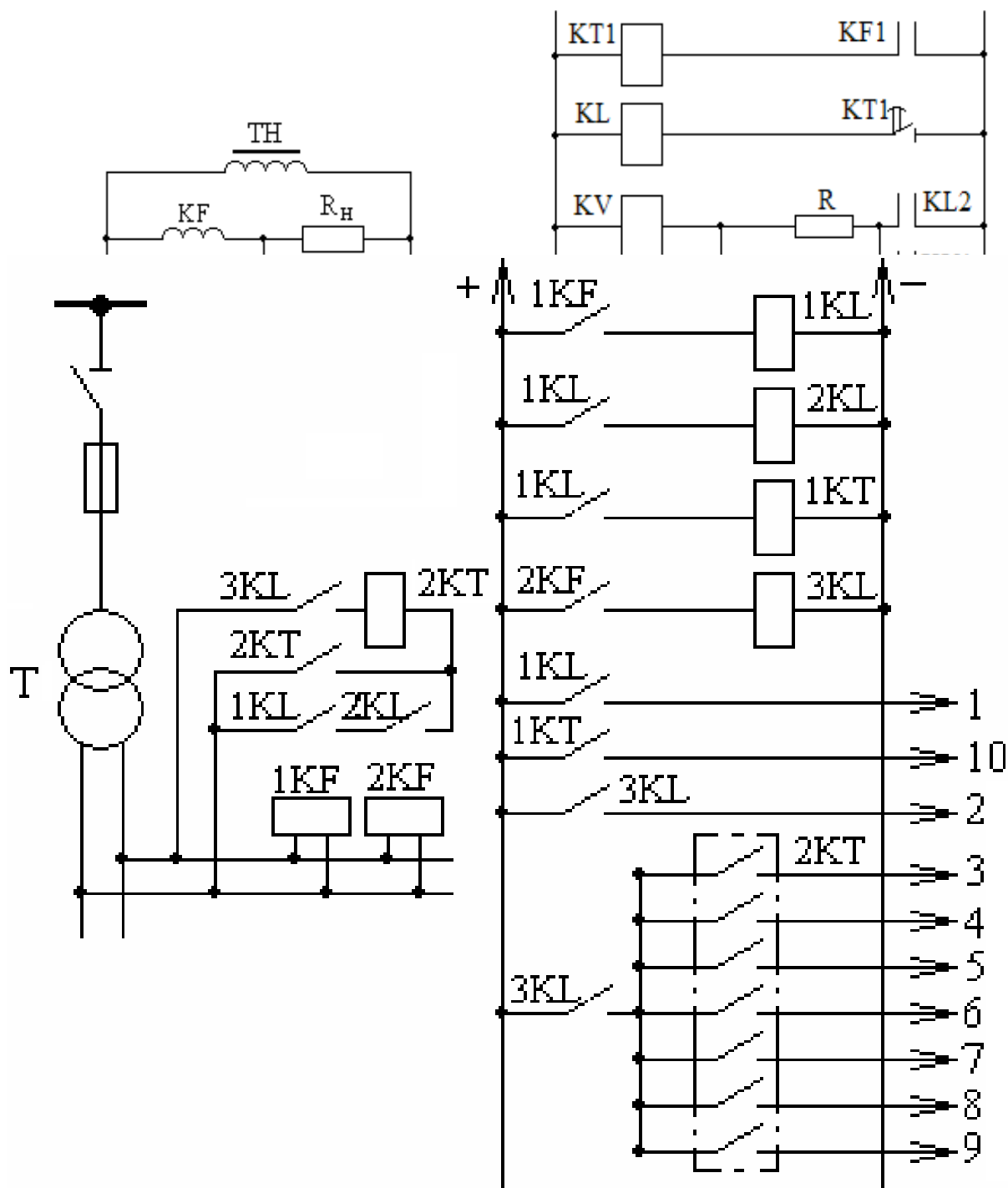
**5.7.2-rasm. CHastotaning
mutloq qiymati bo'yicha
CHAYu sxemasi**

ишлаши истеъмолчиларнинг частота меъёрлашганда қайта уланиш вақтини тезлаштиради. ЧАЮ ни ЗАУ билан ишлатганда ёлғон сигнал билан ишга тушишини йўқотади. 5.7.1-расм, б да ЧАЮ ни ЧАҚУ билан бирга ишлаш схемаси келтирилган. Частота релеси (КФ) тармоқдаги частота 48 Гц дан кам бўлганда ишга тушади, яъни КФ1 контактларини улайди.

Бунда вақт релеси КТ1 ишга тушади ва унинг контактлари маълум вақтдан сўнг уланади. Оралиқ КЛ реле ишга тушиб КЛ1 ва КЛ2 контактларини улайди ва КЛ3 ни узади. Бунда КЛ4 контакт уланиб, истеъмолчи узилади. КЛ2 контакт уланиб КВ релеси ишга тушади ва КВ1 орқали ўз-ўзини блакировка қилади. КЛ3 очик бўлгани учун КТ2 ишга тушмайди. Тармоқ частотаси

тиклангандан сўнг КФ ва КТ1 релелар узилади ва КЛ1, КЛ2, КЛ4 контактлар ҳам узилади, КЛ3 эса уланади ва КТ2 ишга тушади, маълум вақтдан сўнг К1 ва К2 контактлар истеъмолчиларни улайди. Бироз вақтдан сўнг КТ2 К релени узиб қўяди. Шунда схема дастлабки ҳолатга қайтади.

ЧАЮ нинг икки хил усули мавжуд: частотанинг мутлоқ қиймати бўйича ва частотани ўзгариш тезлиги бўйича ЧАЮ. ЧАЮ нинг биринчи усули кўпинча саноат корхоналарининг электр таъминот тизимида қўлланилади.



5.7.3-rasm. CHastotani o'zgarish tezligi bo'yicha CHAYu sxemasi

Частотанинг мутлоқ қиймати бўйича ЧАЮ схемаси 5.7.2-расмда келтирилган. Схемани ишлаш принципи, маълум бир берилган қийматдан частотани ўзгариши билан частота релеси (КФ) ишга тушиб, оралик релелари (КЛ) орқали маълум бир қисм истеъмолчиларни узиб қўйишдан иборат. Иккинчи усул, яъни частотани ўзгариш тезлиги бўйича ЧАЮ нинг схемаси 5.7.3-расмда келтирилган. Унинг ишлаш принципи, частотанинг пасайиши билан истеъмолчиларни маълум тартибда узишга асосланган бўлиб, кўпинча энергия тизимларида қўлланилади. Частотани пасайиши билан частота релеси (1КФ) ишга тушади ва биринчи навбатдаги истеъмолчиларни узиш учун оралик реле (1КЛ) га

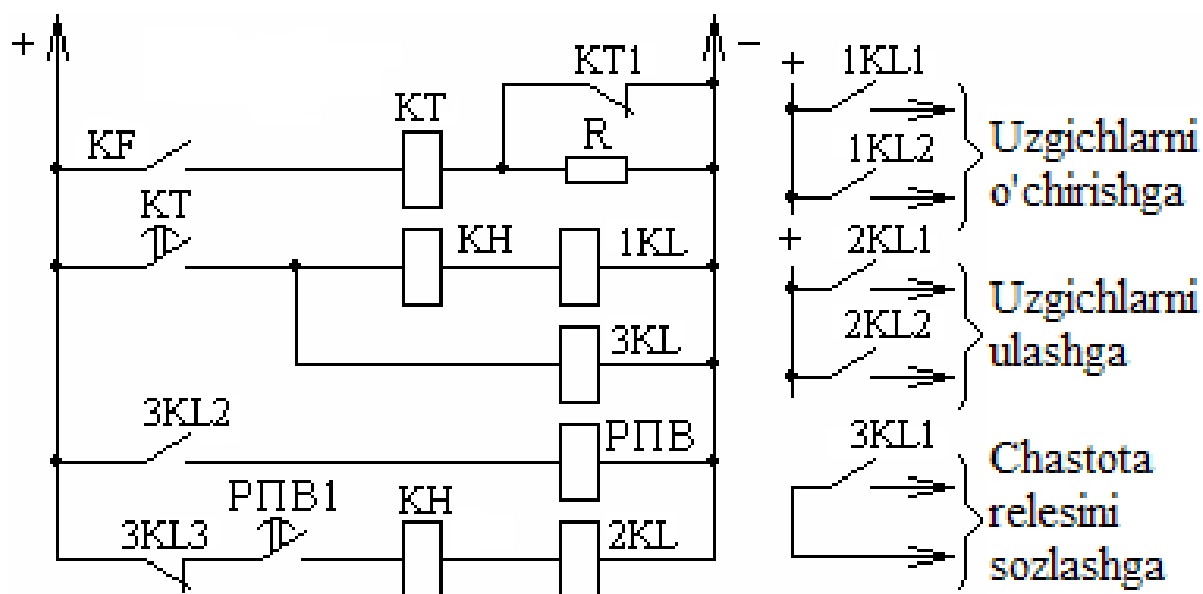
импульс беради. Шу билан бирга бу пайтда оралик реле (2КЛ) орқали махсус электродвигателли вақт релеси (2КТ) ҳам ишга тушади.

Агар частотанинг номинал қиймати тикланмаса, у холда иккинчи частота релеси (2КФ) ишга тушиб, кейинги навбатдаги истеъмолчилар оралик реле (3КЛ) орқали узиб қўйилади. Бундан кейин ҳам частотанинг номинал қиймати тикланмаса, у холда электродвигателли реле (2КТ) ишга тушиб, учинчи навбатдаги истеъмолчилар гуруҳини узиб қўяди.

Агар юқорида келтирилган истеъмолчилар навбатма-навбат ўчирилганда ҳам частота 49-50 Гц гача кўтарилмаса, ишга тушиш вақти энг кўп бўлган вақт релеси (1КТ) орқали охириги навбатдаги истеъмолчилар (10) гуруҳи узиб қўйилади.

Шуни ҳам ҳисобга олиш керакки, частота релеси «ёлғон» сигнал сабабли ишга тушганда (масалан, манба кучланишининг қисқа вақт ўзгариши, қисқа туташув пайтдаги частотани пасайиши ва бошқалар) ЧАЮ қурилмаси ишга тушмаслиги керак.

ЧАЮ қурилмалари орқали «нотўғри» узиб қўйилган истеъмолчиларни электр таъминот тизимини тиклаш учун, 5.7.4-расмда келтирилган, частотали автоматик қайта улаш (ЧАҚУ) схемалари ишлатилади. Бу қурилмада ишга тушиш частотаси автоматик равишда ўзгарувчи ИВЧ-011 русумли частота релеси



5.7.4-rasm. ЧАҚУ қурилмалари орқали «нотўғри» узиб қўйилган истеъмолчиларни частотали автоматик қайта улаш sxemasi

қўлланилган.

Частотани пасайиши билан частота релеси (КФ) ишга тушади ва ўзининг контактлари орқали вақт релесини (КТ) ишга туширади.

Белгиланган вақт ўтгандан сўнг вақт (КТ) релеси оралик реле (1КЛ ва 3КЛ) ларни ишга тушириш учун импульс беради. Оралик реле (1КЛ) истеъмолчиларни

узиш учун кўрсатма беради, яъни ЧАЮ содир бўлади.

Оралик реле (3КЛ) нинг (3КЛ3) контакти узилади, (3КЛ1) контакти ёпилиб частота релесини уставкасини ўзгартиришга сигнал беради, (3КЛ2) контакти ёпилиб, РПВ релесини ишга туширади. РПВ релеси РПВ1 контакти орқали оралик релеси (2КЛ) ни улайди, лекин 2КЛ реле ишга тушмайди, чунки 3КЛ3 контакт очик холда қолган.

Частота номинал қийматга тиклангандан кейин, частота релеси (КТ) дастлабки ҳолатга келади ва оралик релелари (1КЛ ва 3КЛ) узилади. Бунда оралик релесининг (3КЛ3) контакти уланиб қолади ва оралик реле (2КЛ) ишга тушади. Оралик релеси (2КЛ) ўзининг контактлари (2КЛ1 ва 2КЛ2) орқали истеъмолчиларни улаш учун команда беради, яъни частотавий автоматик қайта улаш содир бўлади.

Ток бўйича автоматик юксизлантириш бир линия ёки трансформаторда бузилиш бўлганда бошқа линия ёки трансформаторга улашда ишлатилади. Бунда трансформатор ва линиянинг рухсат этилган ўта юкланишини ҳисобга олиш керак бўлади.

Бундай қурилмаларида вақт релеси билан биргаликда ишловчи ток релелари қўлланилади.

Ток бўйича юксизлантириш қисқа вақтли (масалан ЗАУ ишлаганда, АҚУ ишлаганда ва бошқалар) ва узоқ вақтли (масалан тармоқнинг бузилган жойини тузатиш) бўлиши мумкин.

1.3.Tajriba mashg'ulotlar

1-Tajriba ishi

O'zgarmas tok murakkab zanjirlarini tekshirish

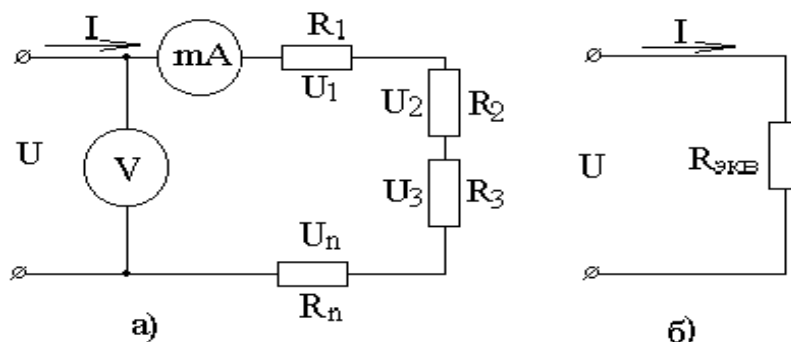
1.Ishning maqsadi

- alohida shaxobchalardagi kuchlanish tushuvini aniqlash (Om qonuni asosida).
- aralash ulangan O'zgarmas tok elektr zanjirlarini yig'ishini va ularni hisoblashni O'rganish.

2.Nazariy ma'lumotlar

Elektr zanjiri deb elektr tokini elektr energiya manbaidan elektr toki iste'molchilarigacha shu energiyani yetkazadigan yopiq yO'lni tashkil qiluvchi qurilma va elementlarga aytiladi. Zanjirning asosiy elementlariga (generator) ulovchi simlar va iste'molchilar kiradi. Iste'molchilarni manbaga ulashda ketma-ket, parallel va aralash ulash qO'llaniladi.

Birinchi holatda rezistorlar R_1, R_2, R_n kuchlanish manbai bilan U yakka kontur hisoblanadi. (Rasm-4.1) va bu zanjirda bir xil tok (I) oqadi. Bu xolatda har bir qarshilikda Om qonuniga asosan kuchlanishlar tushuvi hosil bo'ladi:



Расм-3.1

$U_k = I \cdot R_k$ $U_1 = I \cdot R_1$ $U_2 = I \cdot R_2$ $U_3 = I \cdot R_3$ $U_n = I \cdot R_n$ tushuvi hosil bo'ladi. (k-qarshiliklar tartib nomeri).

Boshqa tomondan Kirxgofning 2 chi qonuniga asosan barcha kuchlanishlar yig'indisi kirish kuchlanishiga teng bo'ladi, ya'ni

$$U_k = U_1 + U_2 + \dots + U_n = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + \dots + I \cdot R_n = I \cdot (R_1 + R_2 + \dots + R_n) = I \cdot R_{ekv}$$

Bu yerda $R_{ekv} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$.

Ekvivalent yoki yig'indi qarshilik shunday bir qarshilikki, kuchlanish manbai U ga ulanganda, xuddi ketma-ket ulangan qarshiliklardagi tokka teng bo'lgan tok hosil bo'ladi. Elektr zanjiridagi tok qO'yidagi formula bilan aniqlanishi mumkin:

$$I = U_1 / R = U_2 / R_2 = U_3 / R_3 ; \quad [A]$$

Har bir elektr energiya iste'molchisidagi aktiv quvvat qO'yidagiga teng bo'ladi:

$$R_1 = U_1 \cdot I ; \quad R_2 = U_2 \cdot I ; \quad \dots ; \quad R_n = U_n \cdot I ; \quad [Wt]$$

Elektr zanjirning aktiv quvvati qO'yidagiga teng:

$$R = U \cdot I = U_1 \cdot I + U_2 \cdot I + U_3 \cdot I + \dots + U_n \cdot I \quad [Wt]$$

O'zgarmas tok elektr zanjirlari umumiy holatda elektr energiya manbalari, elektr energiya iste'molchilari, O'lchash asboblari, kommutatsion apparatlar, ulagich sim va O'tkazgichlardan iborat bo'ladi. Zanjirning asosiy elementlari (generator) ulagich simlar va iste'molchilar hisoblanadi. Elektr energiya manbalarida boshqa tur energiyasi (gidro, yonilg'i, atom va hokazo) elektr energiyasiga aylantiriladi. Elektr energiya iste'molchilarida manbalarning elektr energiyasi, boshqa bir holatga, misol uchun mexanik energiya, issiqlik energiyasiga va kimyoviy energiyalarga O'zgartiriladi.

Iste'molchilarni elektr energiya manbaiga ulashni usuliga kO'ra ketma-ket, parallel va aralash ulashlarga bO'linadi. Parallel ulash vaqtida R_1 , R_2 , va R_n qarshiliklar bir xil kuchlanish manbai U da bO'ladi, ya'ni:

$$U = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 = \dots = I_n \cdot R_n$$

Bunday holatda, har bir qarshilik O'zining avtonom tokiga ega bO'ladi. $I_k \cdot U / R_k$; natijada Kirxgofning 1-chi qonuniga asosan zanjirdagi umumiy tok, aloxida iste'molchilardagi toklarni yig'indisidan iborat bO'ladi, ya'ni:

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n = U / R_e = U_1 / R_1 + U_2 / R_2 + \dots + U_n / R_n$$

Bu yerda $1/R_{ekv} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$

Oddiy O'zgarmas tok elektr zanjirlaridagi tok va kuchlanishlarni aniqlash Kirxgof qonunlari asosida amalga oshiriladi.

3. Ishning bajarish tartibi

1. Rasm-3.2 da keltirilgan sxemani yig'ing.

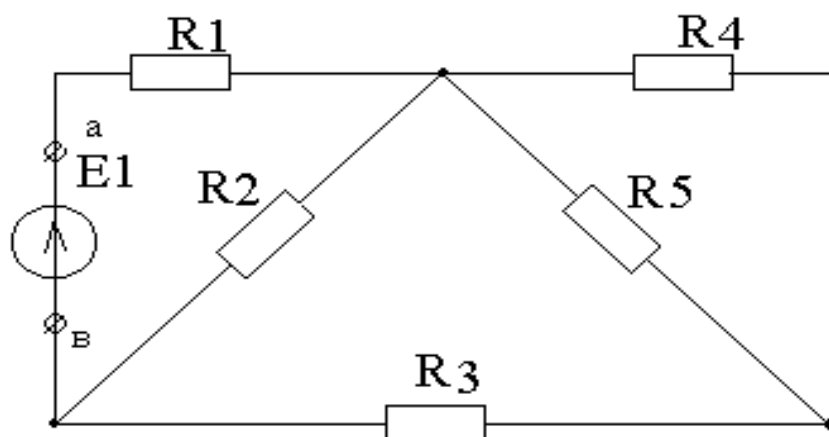
2. Kerakli asboblari:

- E_1 - 50 V li kuchlanish manbai;

- R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - R_5 - PEV-7,5-200 Om li rezistorlar;

- V - 0-50 V gacha bO'lgan O'zgarmas tok vol'tmetri.

3. Sxemani «a» va «v» uchlarini 50 V li kuchlanish manbaiga ulang.



Rasm-3.2

4. Zanjirdagi har bir elementdagi kuchlanishlar tushuvini vol'tmetr yordamida O'lchang va 3.1-jadvalga yozing.

5. O'lchash natijalariga asoslanib, har bir tarmoqdagi toklarni hisoblang va 3.1-jadvalga yozing.

6. $E_1 = 50V$, $R_1 = 220 \text{ Om}$ va $R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 200 \text{ Om}$ ga teng bO'lsa, O'zgarmas tok murakkab zanjirlarini hisoblash usullaridan foydalanib, har bir tarmoqdagi

toklarni hisoblab toping.

7. 5 chi va 6 chi bandlarda aniqlangan toklarni taqqoslang va O'z xulosalaringizni daftarga yozing.

3.1-jadval

J	O'lchash natijalari						Hisoblash natijalari				
	E V	U 1 V	U 2 V	U 3 V	U 4 V	U 5 V	I_1 A	I_2 A	I_3 A	I_4 A	I_5 A
1											
2											

Sinov savollari

1. Om qonunini ifodalang va uni qO'llashga misollar keltiring?

2. Zanjirni ekvivalent qarshiligi nima?

3. Zanjirni bir qismi va butun zanjir uchun Om qonunini yozing, ichki va tashqi zanjirlar uchun?
4. Bir nechta e.yu.k. li yopiq kontur uchun Kirxgofning 2-chi qonunini ifodalang? Bu holatda konturlardagi har bir e.yu.k. ning ishorasi qanday aniqlanadi?
5. Qanday zanjir murakkab zanjir deb ataladi? Ularni hisoblashda qaysi qonunlardan foydalaniladi?

2-Tajriba ishi

Sig'im elementli O'zgaruvchan tok zanjirlarini tekshirish

1.Ishning maqsadi

- ♦ aktiv qarshilik va sig'im elementlardan tashkil topgan O'zgaruvchan tok zanjirini uchun Om va Kirxgof qonunlarini qO'llashni O'rganish.
- ♦ vektor diogrammalar qurishni O'rganish.

2.Nazariy ma'lumotlar

Agar kondensatordagi kuchlanish vaqt bO'yicha O'zgarmasa, kondensatorning bir qoplamasida $q=Cu$ zaryad, ikkinchi qoplamasida esa $-q=-Cu$ zaryad bO'ladi va kondensatordan tok oqib O'tmaydi.

Agar bu kuchlanish vaqt bO'yicha sinusoidal qonuniyat bilan O'zgarsa, kondensatordagi zaryad miqdori ham sinusoidal

$u=U_m \sin \omega t$ qonun bilan O'zgaradi: $q = CU = CU_m \sin \omega t$

Bunda kondensator razryadlanadi va zaryadlanadi, bu vaqtda zaryadlanish va razryadlanish toki oqib O'tadi, bu tok ham sinusoidal $i=I_m \sin(\omega t + 90^\circ)$ qonun bilan O'zgaradi. Demak kondensatordagi tok kuchlanishdan 90° ga oldinga O'tib ketadi. (Rasm-4.1.b)

Om qonuniga asosan kondensatordagi tok qO'yidagiga teng bO'ladi: $I_m = \frac{U_m}{X_C}$; $X_C = \frac{1}{\omega C}$ -

sig'im qarshilik,

bunda zanjarning (Rasm-4.4.a) tO'la qarshiligi

uning sig'im qarshiligiga teng bO'ladi, ya'ni: $Z=X_C$ $R=0$

Faza siljish burchagi nolga teng, chunki:

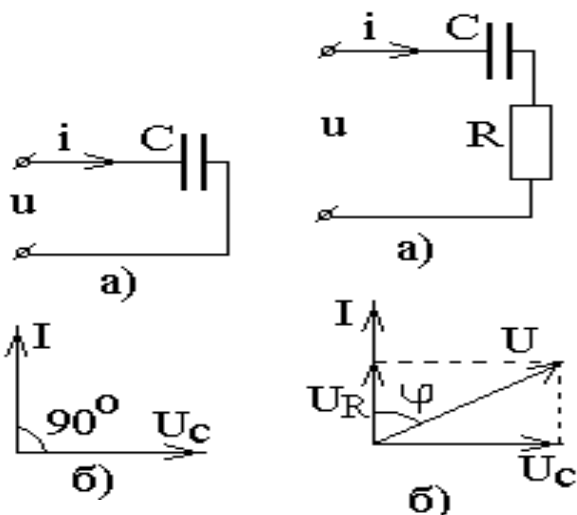
$$\varphi = \arccos(R/Z) = \arccos(0/X_C) \quad \varphi = 0$$

Agar kondensator bilan aktiv qarshilik ketma-ket ulansa (Rasm-4.2.a), u holda zanjarning tO'la qarshiligi qO'yidagiga teng bO'ladi:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad \varphi = \arccos(R/Z)$$

Zanjirdagi umumiy kuchlanish kondensatordagi va aktiv qarshilikdagi kuchlanishlar tushuvining yig'indisiga teng, ya'ni:

$$U = U_C + U_R$$



Bunday zanjirda tok manba kuchlanishidan φ -burchakka oldinga O'tib ketadi va bunday zanjir sig'im xarakterga ega bo'lgan zanjir deyiladi, bunda faza siljish burchagi noldan kichik bo'ladi, ya'ni: $\varphi < 0$

3. Ishni bajarish tartibi

1. Rasm-4.3 dagi sxemani yig'ing.

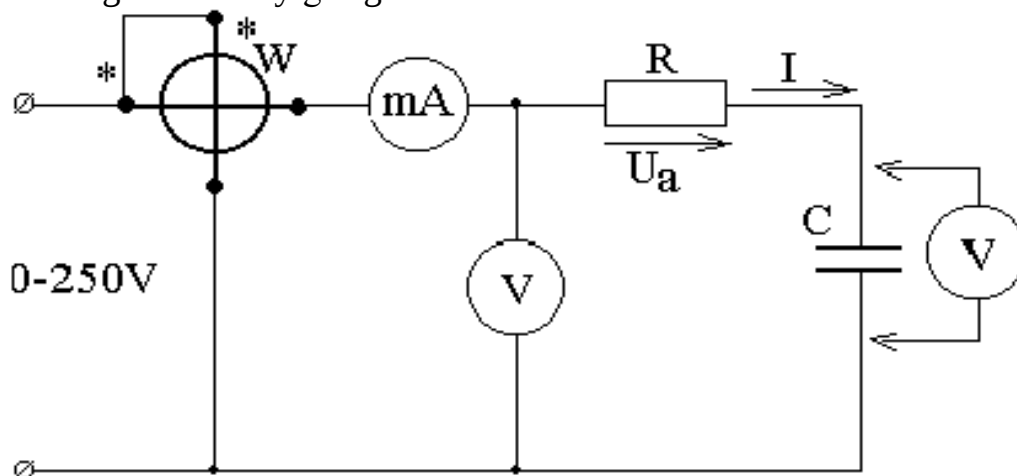


Рис-4.3

2. Kerakli asboblari:

- W- 0,6 kW li vattmetr;
- mA-300 mA li O'zgaruvchan tok milliampermetri;
- V -250V li O'zgaruvchan tok voltmetri;
- R- PEV-7,5-750Ω li qarshilik;
- S1, S2, S3-4mkF –400V li kondensatorlar.

3. LATR kalitini «~0-250V» holatga keltiring.

4. Zanjir uchlarini tok ta'minoti «~0-250V» bog'ichlariga ulang va avtotransformator dastasini burash orqali kuchlanishni 220V ga keltiring.

5. Kondensatorlarni har xil ulash yo'li bilan, sig'imni O'zgartirib, zanjirdagi tok kuchi, aktiv qarshilik va sig'im qarshilikdagi kuchlanish pasayishlarini O'lchang va 4.1-jadvalga yozing.

4.1-jadval

N _o	U (B)	I (mA)	P (Bt)	U _R (B)	U _C (B)
1					
2					
3					

6. O'lchash natijalariga asoslanib, qO'yidagi kattaliklarni hisoblab toping:

Zanjirning aktiv qarshiligi	$R = U_R / I$, [Om]
Zanjirning to'la qarshiligi	$Z_n = U_n / I$, [Om]
Sig'im qarshilik	$X_s = U_c / I$, [Om]
Kondensator sig'imi	$S = 1 / (\omega X_s)$ [F]
Zanjirning to'la quvvati	$S = U_n \cdot I$, [V.A]
Zanjirning reaktiv quvvati	$Q = S \cdot \sin \varphi$ [VAr]
quvvat koeffitsienti	$\cos \varphi = R / S$

Sinov savollari

1. O'zgaruvchan tok deb nimaga aytiladi?
2. O'zgaruvchan tokning O'rtacha qiymati nimaga teng?
3. O'zgaruvchan tokning effektiv qiymati bilan amplituda qiymati O'rtasida qanday farq bor?
4. Sig'im harakterga ega zanjir uchun vektor diagramma qanday bo'ladi?
5. Kondensatorda tok qanday O'zgaradi?
6. Reaktiv qarshilik qachon nolga teng bo'ladi?

3-Tajriba ishi

Induktiv elementli O'zgaruvchan tok zanjirlarini tekshirish

1.Ishning maqsadi

- ♦ aktiv qarshilik R induktivlik L va sig'im S dan iborat bo'lgan bir fazali O'zgaruvchan tok zanjirida Ohm va Kirxgof qonunlarini tekshirish.
- ♦ zanjirning aktiv, reaktiv va to'la qarshiliklarini topish, hamda kuchlanish va tok orasidagi faza burchak siljishini o'lchash natijalari asosida vektor diagrammalar qo'rishni o'rganish.

Nazariy ma'lumotlar

Har qanday uchta passiv elementlardan tashkil topgan O'zgaruvchan tok elektr qurilmalari elektr zanjiri hisoblanadi; -aktiv qarshilik r elektr energiyasini sochilishini xarakterlaydi. (Elektr energiyasini ish energiyasiga va issiqlik energiyasiga aylanishi).

-induktivlik L zanjirning magnit maydonini xarakterlaydi.

-sig'im S zanjirning elektr maydonini xarakterlaydi.

Bu elementlar amaliy jixatdan aktiv qarshilik, induktivlik g'altagi va sig'im ko'rinishida ifodalanadi. Bu elementlar bir-biridan farqlanadi va ketma-ket ulanadi. Umumiy xolda O'zgaruvchan tok elektr zanjiridagi to'la qarshilik qo'yidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$Z = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2}, \text{ [Om]}$$

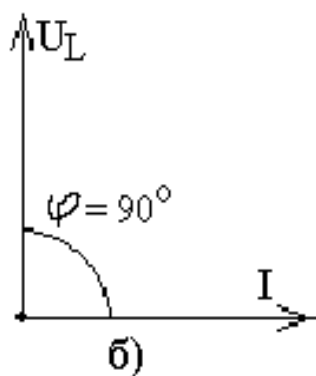
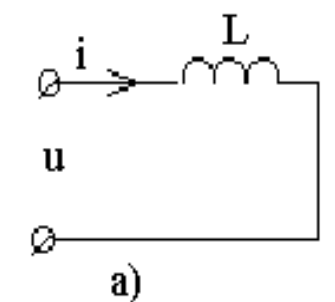
Bu yerda $X_L = \omega \cdot L$ - g'altakning induktiv qarshiligi (Om)

ω - burchak chastotasi

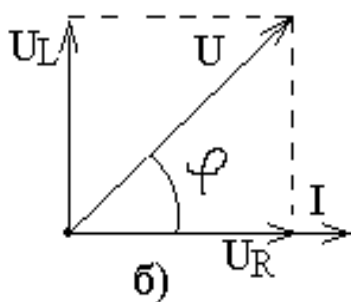
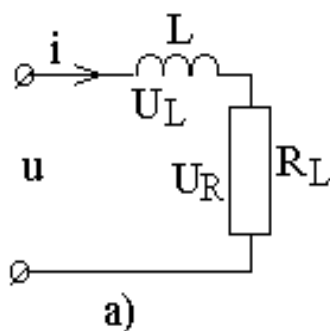
$X_C = 1/\omega S$ - kondensatorning sig'im qarshiligi (Om).

Tok Ohm qonuni asosida aniqlanadi. $I = U/Z$, [A]

Tok va kuchlanish orasidagi faza burchak



Pacm-5.1



Pacm-5.2

siljish qo'yidagiga teng:

$$\varphi = \arctg X_L / R$$

Zanjirning kirishdagi umumiy kuchlanish vektori zanjirning alohida qismlaridagi kuchlanishlar tushuvini geometrik vektorlar yig'indisi kabi aniqlanadi.

SHunday qilib, umumiy holat uchun O'zgaruvchan tokning tarmoqlanmagan zanjiri uchun Kirxgofning 2-chi qonunini qo'llash fakat vektor ko'rinishida bo'ladi:

$$U = IZ_1 + IZ_2 + \dots + IZ_n = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

(O'zgarmas tok zanjirida bO'lgani kabi, O'zgaruvchan tok zanjirida ham manba kuchlanishi kuchlanishlar tushuvi algebraik yig'indisiga teng bO'lmaydi).

Bu xol O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Kirxgofning 2-chi qonunini qO'llash afzal hisoblanadi. Umumiy holatda O'zgaruvchan tok zanjirlaridagi umumiy kuchlanish va tok faza bO'yicha φ burchakka siljigan bO'ladi, ya'ni $U=U_m \sin \omega t$, $i=I_m \sin(\omega t \pm \varphi)$

TO'liq bir davrdagi quvvatning O'rtacha qiymati aktiv quvvat deyiladi va qO'yidagiga teng, ya'ni $R=U \cdot I \cdot \cos \varphi$

SHunday qilib, O'zgarmas tok zanjiridagi quvvatdan farqli bO'lib, O'zgaruvchan tok zanjiridagi aktiv quvvat faqat kuchlanish bilan tokning kO'paytmasiga ($U \cdot I$) bog'liq bulmay, yana quvvat koeffitsienti $\cos \varphi$ ga ham bog'liq bO'ladi. Aktiv quvvat (Vt), kilovvat (KVt) va megovattlarda (MVt) O'lchanadi.

$U \cdot I = S$ - umumiy quvvat hisoblanadi va vol'tamper yoki kilovol'tamper (VA), (kv.A) larda O'lchanadi.

SHunday qilib, $R=U \cdot I \cdot \cos \varphi = S \cdot \cos \varphi$

Bu yerda, $\cos \varphi$ - quvvat koeffitsienti bO'lib, bu kattalik tO'liq iste'mol qilinayotgan quvvatning qancha qismi ishchi aktiv quvvat ekanligini qO'rsatadi.

Bu quvvat $\pm Q = U \cdot I \sin \varphi$ - reaktiv quvvat deb ataladi, (VAR, kVAR, MVAR) O'lchanadi, «+» ishorasi reaktiv induktiv quvvat,

«-» ishorasi esa reaktiv sig'im quvvat ekanligini bildiradi.

3.Ishni bajarish tartibi

1.Tajriba stendi bilan tanishing, uning asosiy elementlari qarshilik, induktivlik va ularni sozlashni O'rganing.

2.Rasm-5.3.dagi sxemani yig'ing.

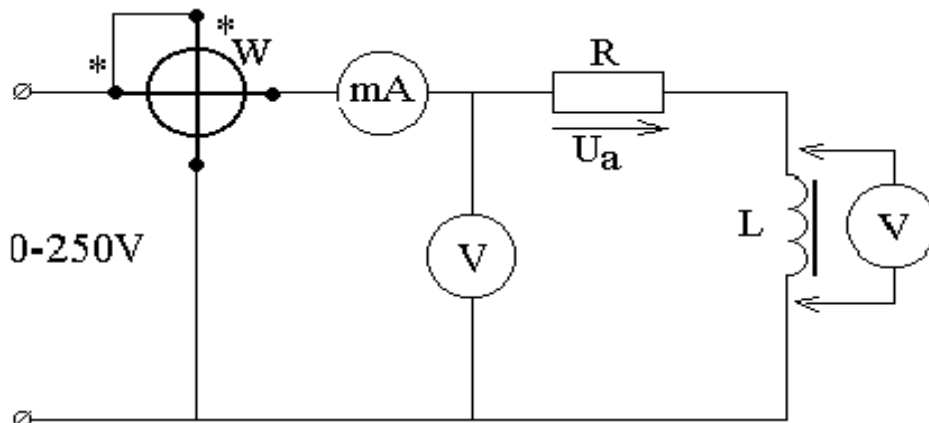


Рис-5.3

3. Kerakli asboblari:

- W- 0,6 kW li vattmetr;
- mA-300 mA li O'zgaruvchan tok milliampermetri;
- V -250V li O'zgaruvchan tok vol'tmetri;
- R- PEV-7,5-750Ω li qarshilik;
- L- O'zakli induktivlik galtagi.

4.LATR kalitini «~0-250V» xolatga keltiring.

5.Zanjir uchlarini tok ta'minoti «~0-250V» bog'ichlariga ulang va avtotransformator dastasini burash orqali kuchlanishni 220V ga keltiring.

6.O‘zak yordamida g‘altakning induktivligini O‘zgartirib, zanjirdagi I tokni, aktiv va induktiv qarshiliklardagi U_R , U_L kuchlanishlarni hamda aktiv quvvat R ni vattmetr yordamida O‘lchang va 5.1-jadvalga yozing.

5.1-jadval

N ^o	U (B)	I (mA)	P (Bt)	U_R (B)	U_L (B)
1					
2					
3					

7. O‘lchash natijalariga asoslanib, qO‘yidagi kattaliklarni hisoblab toping:

Zanjirning aktiv qarshiligi $R=U_R/I$, [Om]

G‘altakning tO‘la qarshiligi $Z_L=U_L/I$, [Om]

G‘altakning induktiv qarshiligi $X_L=\sqrt{Z_L^2 - r_L^2}$, [Om]

G‘altakning aktiv qarshiligi $r_L=r_N-R$, [Om]

G‘altakning induktivligi $L=X_L/\omega$, [Gn]

Quvvat koeffitsienti $\cos\varphi=R/S$

Zanjirning tO‘la qarshiligi $Z_n=U_n/I$, [Om]

Zanjirning tO‘la quvvati $S=U_n \cdot I$, [V.A]

Zanjirning reaktiv quvvati $Q=S \cdot \sin\varphi$ [VAr]

Eslatma: Vattmetr qO‘rsatkichini 0,1 ga kO‘paytirish kerak.

Sinov savollari

1. O‘zgaruvchan tok deb nimaga aytiladi?
2. O‘zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonunini yozing. O‘zgaruvchan va O‘zgarmas tok zanjirlari uchun Om qonuni qanday farq qiladi?
3. O‘zgaruvchan va O‘zgarmas tok zanjirlari uchun Kirxgof qonunlarini qO‘llashning afzalliklari nimalardan iborat?
4. Aktiv qarshilik nima va u qanday aniqlanadi?
5. TO‘la va induktiv qarshiliklar qanday aniqlanadi?

4-Tajriba ishi

Kuchlanishlar rezonansini O‘rganish

1.Ishning maqsadi

1. aktiv induktiv va sig‘im qarshilik ketma-ket ulangan elektrlar zanjirida rezonans hodisasini hosil qilish usullarini O‘rganish.
2. zanjir parametrini aniqlash hamda ketma-ket ulangan tebranish konturidan rezonans vaqtida va undan keyingi ish rejimini O‘rganish.

2.Nazariy ma‘lumotlar

Agar $u=U_m \sin \omega t$ kuchlanish manbaiga aktiv r , induktiv $x_L=\omega L$ va sig‘im $x_C=1/\omega C$ qarshiliklar ketma-ket ulangan bo‘lsa, (rasm-7.1a) zanjirning muvozanat holati tenglamasi qO‘yidagicha bo‘ladi:

$$u_r+u_L+u_C=u \quad \text{yoki} \quad rI+j\omega LI+\frac{1}{j\omega C}I=U$$

Zanjirning kompleks qarshiligi qO‘yidagiga teng bo‘ladi: $Z=r+j(\omega L+\frac{1}{\omega C})=r+jX=ze^{j\varphi}$

Zanjirda rezonans hodisasi sodir bo'lganda unga berilayotgan kuchlanish aktiv qarshilikdagi U_r kuchlanish tushuvini kompensatsiyalab turishi kerak, ya'ni: $U_r = rI = U$ yoki $\dot{U}_L + \dot{U}_C = 0$.

Demak zanjirda rezonans bo'lishi uchun $\omega L = 1/\omega C$, ya'ni reaktiv elementlarning qarshiliklari o'zaro teng ($X_L = X_C$), bo'lishi kerak.

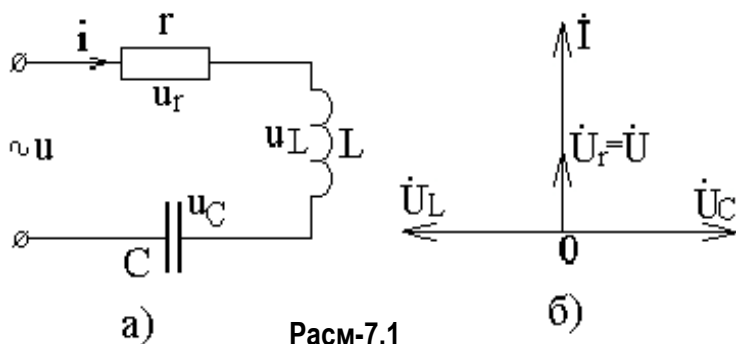


Рис. 7.1

Rezonans vaqtida $z=r$ va $\varphi=0$ bo'lib, zanjirdagi tok I bilan manba kuchlanishi U bir xil fazada bo'ladi. (rasm-7.1,b).

Elementlari ketma-ket ulangan zanjirlarda rezonansga erishishni ikki xil usuli mavjud, ya'ni:

1. Tebranish konturining parametrlari o'zgarmas bo'lganda ($L=\text{const}$, $C=\text{const}$), manba chastotasi

(ω) ni o'zgartirib xususiy tebranishlar chastotasi ω_0 bilan tenglashtirish usuli $\omega = \omega_0$.

2. Manba chastotasi o'zgarmas ($\omega = \text{const}$) bo'lganda tebranish konturi parametrlaridan birortasini o'zgartirib, qo'yidagi tenglik hosil qilish usuli:

$$L_0 = \frac{1}{\omega^2 C} \quad C_0 = \frac{1}{\omega^2 L}$$

Bunda $\omega_0 = \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ chastota- rezonans chastotasi deyiladi.

Rezonans vaqtida zanjirning to'la qarshiligi minimal qiymatga erishadi, bu vaqtda manbadan maksimum tok iste'mol qilinadi: $I_{\max} = I_{\text{rez}} = \frac{U}{r}$;

Bu tok o'z navbatida katta miqdordagi reaktiv kuchlanishlar $U_L = IX_L$ va $U_C = IX_C$ ni hosil qiladi, bu kuchlanishlar manba kuchlanishi U dan bir necha marta katta bo'ladi, shuning uchun ham kuchlanishlar rezonansi deb ataladi.

3. Ishning bajarish tartibi

1. Rasm –7.2 dagi sxemani yig'ing.
2. Kerakli asboblari:
 - V- 250 V li o'zgaruvchan tok vol'tmetri;
 - V2-150 V li o'zgaruvchan tok vol'tmetri;
 - W-0,6 kVt li vattmetri;
 - mA-300 mA li o'zgaruvchan tok milliampermetri;
 - S2-S3-4 mkf-400 V li kondensatorlar;
 - L-induktiv g'altak.
3. LATR holatini "0-250V" holatiga keltiring.
4. Zanjir uchlarini uch fazali manbaning V va S fazalariga hamda "0-250V " manba bog'ichlariga ulang.
5. LATR yordamida $U_{\text{kir}}=0,2 U_{\text{VS}}$ kuchlanishni o'rnatish.
6. Zanjirdagi tokni chiziqli kuchlanish U_{VS} ni konturdagi kuchlanishni, kondensatordagi kuchlanishni, g'altakdagi kuchlanishni, aktiv quvvatni kondensator 4 mkf hamda g'altak o'zaksiz xolati uchun o'lchang.
7. Yuqoridagi ishlarni kondensator 6 va 8 mkf bo'lgan xolat uchun qaytaring.
8. Yuqoridagi ishlarni g'altakni o'zakli holati uchun ham qaytaring.

9. Kondensator 6 mkf bO'lganda, g'altakning O'zagini holatini O'zgartirish yuli bilan rezonans holatiga erishing va O'lchovlarni 7.1-jadvalga yozing
10. Rezonans xolatiga erishilgandagi asboblarni qO'rsatishlarini daftaringizga yozib oling.
11. O'lchash natijalari asosida 7.1-jadvalni tO'ldiring.

Eslatma: Vattmetr kO'rsatishini 0,02 ga kO'paytirish kerak?

7.1-jadval

N _o	U (B)	I (mA)	P (Bt)	U _L (B)	U _C (B)
1					
2					
3					

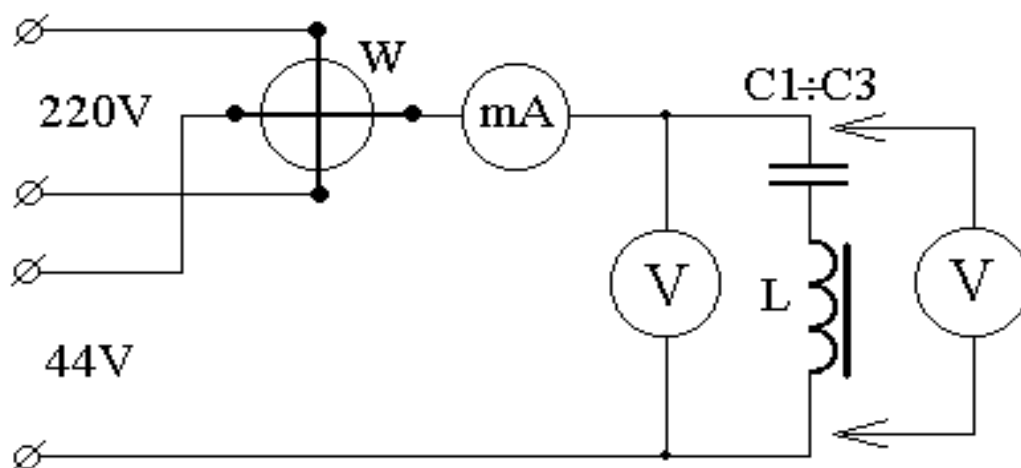


Рис-7.2

12. O'lchash natijalariga asoslanib, qO'yidagi kattaliklarni hisoblab toping:

Zanjirning aktiv qarshiligi	$R = R/I^2$, [Om]
G'altakning tO'la qarshiligi	$Z_L = U_L/I$, [Om]
G'altakning induktiv qarshiligi	$X_L = \sqrt{Z_L^2 - R^2}$, [Om]
G'altakning induktivligi	$L = X_L/\omega$, [Gn]
Sig'im qarshilik	$X_S = U_C/I$, [Om]
Kondensatorning sig'imi	$S = 1/(\omega X_S)$, [F]
Rezonans chastotasi	$\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ [1/Sek]
Zanjirning tO'la qarshiligi	$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$, [Om]
Quvvat koeffitsienti	$\cos\varphi = R/Z$
Zanjirning tO'la quvvati	$S = U \cdot I$, [V.A]
Zanjirning reaktiv quvvati	$Q = S \cdot \sin\varphi$, [VAr]

Sinov savollari

1. O'zgaruvchan tok va kuchlanishning oniy amplituda va xaqiqiy qiymatlari nima?.
2. Faza siljish burchagi deb nimaga aytiladi?
3. Rezonans xodisasi nima?

4. Kuchlanishlar rezonansiga erishishning qanday usullari mavjud?
5. Reaktiv va tO'la qarshiliklar qanday aniklanadi? Ular qanday birliklarda O'lchanadi?

5-Tajriba ishi

Toklar rezonansini O'rganish

1.Ishning maqsadi

- ♦ induktiv va sig'im O'tkazuvchanliklar parallel ulangan zanjirlardagi rezonans hodisasini tajriba yuli bilan tekshirish.
- ♦ rezonans holatida zanjir parametrlarini aniqlash va tebranish konturida rezonans vaqtida va undan keyingi ish rejimini O'rganish.

2.Nazariy ma'lumotlar

O'tkazuvchanliklari g , $b_L = \frac{1}{\omega L}$ va $b_C = \omega C$ bo'lgan qarshiliklar parallel ulangan zanjir $u = U_m \sin \omega t$ kuchlanish manbaiga ulangan bo'lsa, bu zanjirning muvozanat holati tenglamasi qO'yidagicha bo'ladi: $i = i_g + i_L + i_C$ yoki $g\dot{U} + \frac{\dot{U}}{j\omega L} + j\omega C\dot{U} = \dot{I}$

Zanjirning kompleks tO'la O'tkazuvchanligi qO'yidagiga teng bo'ladi:

$$\dot{Y} = \frac{\dot{I}}{\dot{U}} = g - jb = Ye^{-j\varphi}$$

Rezonans sharti bo'yicha butun zanjirning toki $\dot{I}$, aktiv tarmokdagi tok I_g ga teng bo'lishi kerak, ya'ni:

$$\dot{I}_g = g \cdot \dot{U} = \dot{I}$$

Buning uchun g'altak va sig'imning reaktiv O'tkazuvchanliklari O'zaro teng ($b_C = b_L$) bo'lishi shart, ya'ni: $b = (\frac{1}{j\omega L} - j\omega C) = 0$ $\frac{1}{j\omega L} = j\omega C$

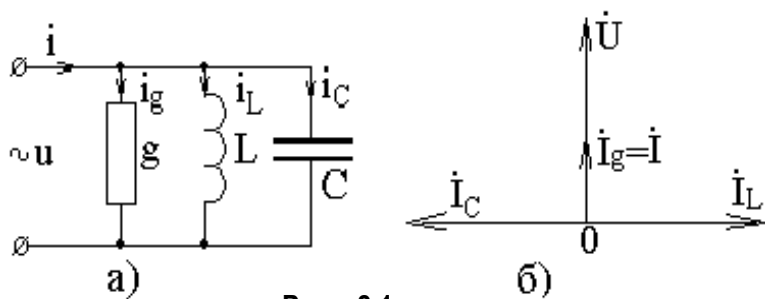


Рис. 8.1

Elementlari parallel ulangan zanjirlarda rezonansga ikki xil usul bilan erishish mumkin, ya'ni:

1. Zanjir parametrlari O'zgarmas (L va C) bo'lganda, manba chastotasini O'zgartirib, uni tebranishlarning xususiy chastotasiga tenglash usuli.

2. Manba chastotasi O'zgarmas bo'lganda zanjir parametrlaridan birini

(L yoki C) O'zgartirib, $\omega_0 = \omega$ ga erishish usuli:

$$L = \frac{1}{\omega^2 C} \text{ yoki } C = \frac{1}{\omega^2 L}$$

Rezonans paytida $b_L = b_C$ bo'lgani uchun zanjirning tO'la O'tkazuvchanligi minimal qiymatga erishadi, bunda zanjirning manbadan iste'mol qilayotgan toki ham minimal bo'ladi:

$$I_{\min} = I_{\text{rez}} = gU$$

Ammo reaktiv tok I_L va I_C lar miqdor jixatidan manbadan kelayotgan umumiy tokdan bir necha barobar ortib ketishi mumkin, shuning uchun bu hodisa toklar rezonansi deb ataladi.

3.Ishning bajarilish tartibi

1.Rasm-8.2 dagi sxemani yig'ing.

2.Kerakli asboblari.

- ◆ UA1-0,6kVt li vattmetr;
- ◆ UA2 - 250V li O'zgaruvchan tok vol'tmetri;
- ◆ -UA3- UA4 –UA5-300mA O'zgaruvchan tok milliampermetri;
- ◆ L-O'zgaruvchan induktiv g'altak;
- ◆ S1-S3-4mf, 400V li kondensatorlar.

3. Latr kalitini «0-250V» holatga keltiring.

4. Zanjir uchlarini uch fazali manbaning V va S fazalariga, hamda «0-250V» li manbaning bog'ichlariga ulang.

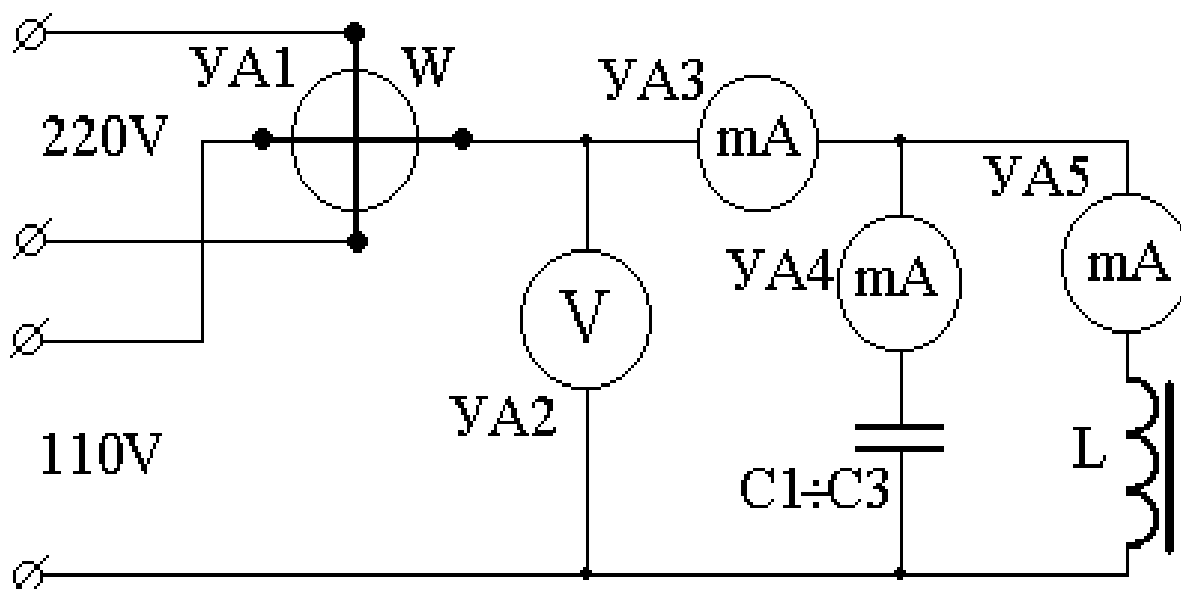


Рис-8.2

5.Avtotransformator dastasini burab, $V_{kir}=0,5V$ vs kuchlanishni O'rnatish.

6.Kuchlanishlar V vs, V_k ni konturning umumiy toki I_k ni, induktiv g'altakdagi tokni va aktiv quvvat R ni vattmetr bo'yicha sig'im 4,6,8 mf ga teng bo'lganda g'altak O'zaksiz va O'zakli holatida O'lchang.

7.Induktiv g'altakdagi O'zakning holatini O'zgartirib,6mf sig'im uchun rezonansga erishish (zanjirdagi umumiy tok minimumga erishadi) va toklar I , I_L , I_C ni va aktiv quvvatni O'lchang.

8.1-jadval

№	U (B)	I (mA)	P (Bt)	I_L (A)	I_C (A)
1					
2					
3					

8. O'lchash natijalariga asoslanib, qO'yidagi kattaliklarni hisoblab toping:

Zanjirning aktiv O'tkazuvchanligi $g=I^2/P$, [Sm]

G'altakning tO'la O'tkazuvchanligi	$Y_L = I_L / U$, [Sm]
G'altakning induktiv O'tkazuvchanligi	$b_L = \sqrt{Y_L^2 - g^2}$, [Sm]
G'altakning induktivligi	$L = 1 / \omega b_L$, [Gn]
Sig'im O'tkazuvchanligi	$b_s = I_c / U$, [Sm]
Kondensatorning sig'imi	$S = b_c / \omega$, [F]
Rezonans chastotasi	$\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ [1/Sek]
Zanjirning tO'la O'tkazuvchanligi	$Y = \sqrt{g^2 + (b_L - b_c)^2}$, [Sm]
+uvvat koefitsienti	$\cos \varphi = R / S$
Zanjirning tO'la quvvati	$S = U \cdot I$, [V.A]
Zanjirning reaktiv quvvati	$Q = S \cdot \sin \varphi$, [VAr]

Eslatma: Vattmetr qO'rsatkichini 0,05 ga kO'paytirish kerak.

S i n o v s a v o l l a r i

1. Elektr zanjirida rezonans deb nimaga aytiladi?
2. Induktiv sig'im va tO'la qarshiliklar qanday aniqlanadi? Ular qanday birliklarda O'lchanadi?
3. Induktiv qarshilik nima va u qanday birliklarda aniqlanadi?
4. Toklar rezonansi shartini yozing?
5. Aktiv yoki rezonansli zanjirda tO'la O'tkazuvchanlik nimaga teng?
6. Qarshiliklar uchburchagi nima?

6-Tajriba ishi

Uch fazali tok iste'molchilarini «Yulduz» usulida ulash

1. Ishning maqsadi

- ◆ istemolchilari yulduz usulida ulangan uch fazali sistemada tok va kuchlanishlarni O'lchash, hamda tO'rt simli uch fazali sistemada nol simning ahamiyatini O'rganish;

2. Nazariy ma'lumotlar

O'zgaruvchan tok zanjirida quvvatni ampermetr va vol'tmetr bilan O'lchab bo'lmaydi, chunki O'zgaruvchan tok zanjirining quvvati tok va kuchlanishdan tashqari quvvat koefitsienti $\cos \varphi$ ga ham bog'liqdir.

SHuning uchun O'zgaruvchan tok zanjiridagi quvvatni faqat elektrodinamik va ferrodinamik vattmetrlar bilan O'lchanadi.

Agar iste'molchi yulduz shaklida ulangan bo'lib, simmetrik bo'lsa:

$$i_A + i_V + i_S = 0 \quad \text{bundan} \quad i_S = -i_A - i_V$$

Demak, ikkita vattmetr kO'rsatgan quvvatlarning algebraik yig'indisi uch fazali zanjirning aktiv quvvatiga teng bo'ladi:

$$P = P_{W1} + P_{W2}$$

Ikki vattmetr usuli tO'rt simli zanjirlardagi uch fazali quvvatni O'lchash uchun yaroksizdir. Notekis nagruzkali tO'rt simli zanjirlardagi uch fazali quvvatni O'lchash uchun uchta vattmetrdan foydalaniladi. Bunda har bir vattmetr ayrim fazaning aktiv quvvatini O'lchaydi, ya'ni:

$$P_{AW}=U_A \cdot I_A \cdot \cos\varphi_A ; \quad P_{BW}=U_B \cdot I_B \cdot \cos\varphi_B ; \quad P_{CW}=U_C \cdot I_C \cdot \cos\varphi_C$$

Uch fazali zanjirning aktiv quvvati uchchala vattmetr ko'rsatgan quvvatlarning algebratik yig'indisiga teng:

$$P=P_{AW}+P_{BW}+P_{CW}$$

Amalda bir vaqtning O'zida ikkita va uchta vattmetrlarning ko'rsatishini kuzatish juda qiyin, shuning uchun sanoatimizda uch simli zanjirlar uchun ikki elementli, hamda to'rt simli zanjirlar uchun uch elementli uch fazali vattmetrlar ishlab chiqariladi.

Bir fazali tok zanjirida kurilgan aktiv, reaktiv va to'la quvvat tushunchalari uch fazali tok zanjirida ham O'z ma'nosini to'la saqlaydi.

Yuk simmetrik va nosimmetrik bo'lganda yulduz usulida ulangan iste'molchilarning aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarini hisoblash (aniqlash) formulalari qO'yidagicha:

1. Yuk nosimmetrik bo'lganda har bir fazaning quvvati alohida hisoblab topiladi.

$$\text{Aktiv quvvatlar: } P_A=U_A \cdot I_A \cdot \cos\varphi_A ; \quad P_B=U_B \cdot I_B \cdot \cos\varphi_B ; \quad P_C=U_C \cdot I_C \cdot \cos\varphi_C$$

Uch fazali zanjirning aktiv quvvati, alohida fazalar aktiv quvvatlar yig'indisiga teng, ya'ni

$$P=P_A+P_B+P_C$$

$$\text{Reaktiv quvvatlar: } Q_A=U_A \cdot I_A \cdot \sin\varphi_A ; \quad Q_V=U_V \cdot I_V \cdot \sin\varphi_V ; \quad Q_S=U_S \cdot I_S \cdot \sin\varphi_S$$

Uch fazali zanjirning reaktiv quvvati alohida fazalar reaktiv quvvatlarining yig'indisiga teng, ya'ni: $Q=Q_A+Q_V+Q_S$;

$$\text{Uch fazali zanjirning to'la quvvati: } S=\sqrt{P^2+Q^2}$$

2. Yuk simmetrik bo'lganda

$$\begin{aligned} P_A=P_V=P_S=P_F & \quad Q_A=Q_V=Q_S=Q_F \\ S_A=S_V=S_S=S_F & \quad S_\lambda=3 \cdot S_F=3 \cdot U_F \cdot I_F \end{aligned}$$

ga teng bo'ladi.

Iste'molchi yulduz usulida $I_L=I_F$ va $U_L=\sqrt{3} \cdot U_F$ ekanligini hisobga olib aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni aniqlashning qO'yidagi umumlashgan formulalarini yozish mumkin:

$$P=\sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi_F \quad Q=\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi$$

3.Ishni bajarish tartibi

1. Rasm-10.1da keltirilagan sxemani yig'ing.

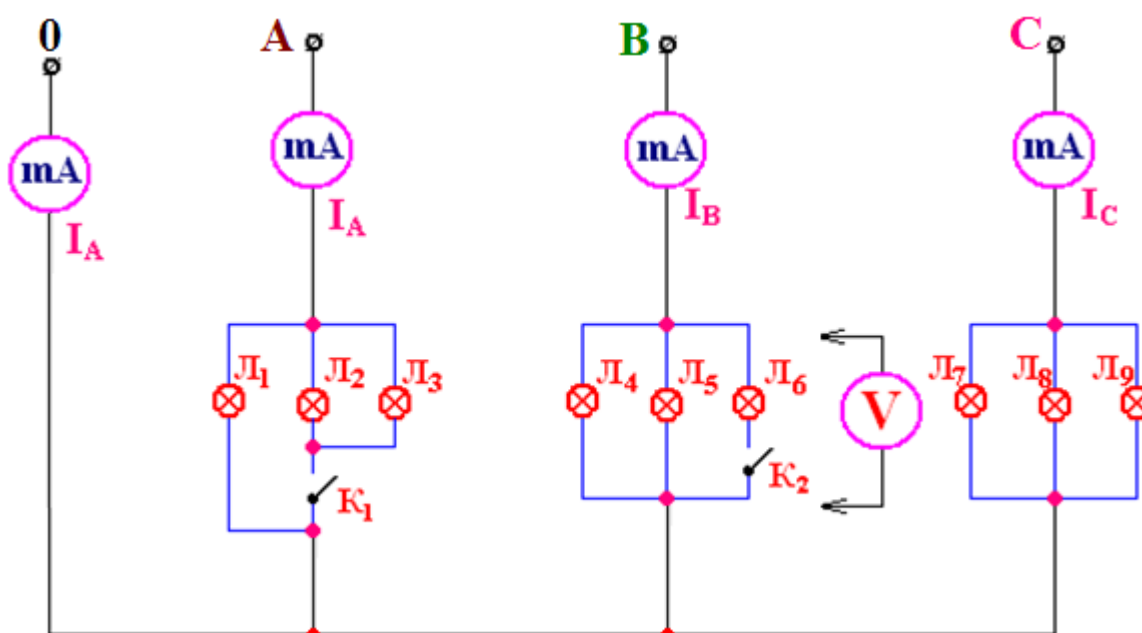


Рис-10.1

2. Kerakli asbob va uskunalar:

- 0.6KW li vattmetr;
- A1, A2, A3-300 mA li O'zgaruvchan tok milliampermetri;
- V-250 V li voltmeter;
- L_A-Induktiv g'altak;
- -K1,K2-ulagichlar.

3. Sxemani A,V,S,0 uch fazali manbaning"3-220V " bog'lagichlariga ulang.

4. Simmetrik (K2-ulangan, K1-ulanmagan) yuk uchun, noli sim ulangan va ulanmagan holatlar uchun O'lchash asboblari kO'rsatishii yozing.

5. Nosimmetrik (K1-ulanmagan, K2-ulangan) yuk uchun yuqoridagi ishlarni bajaring, sO'ngra sxemani manbadan uzib qO'ying.

6. Olingan natijalarga asoslanib, bitta faza uchun va butun zanjir uchun aktiv, reaktiv va tO'la qarshiliklarni hamda aktiv, reaktiv va tO'la quvvatlarni hisoblang.

Nosimmetrik holat uchun tok va kuchlanishlar vektor diagrammasini chizing.

$$S_f = U_f \cdot I_f; \quad \cos \varphi_f = \frac{P_f}{S_f} \quad Q_f = S_f \cdot \sin \varphi_f$$

Simmetrik yuklar uchun: $S = 3 \cdot S_f; \quad P = 3P_f; \quad Q = 3 \cdot Q_f$

Nosimmetrik yuklar uchun: $S = S_{f1} + S_{f2} + S_{f3} \quad P = P_{f1} + P_{f2} + P_{f3} \quad Q = Q_{f1} + Q_{f2} + Q_{f3}$

Sinov savollari

1.Uch fazali O'zgaruvchan tok zanjiridagi foydali quvvatlarni O'lchashning qanday usullari bor?

2.Qanday xollarda uch fazali tok zanjirlarining foydali quvvatlari bitta vattmetr usuli bilan O'lchanadi?

3.Qanday hollarda uch fazali tok zanjirlarining foydali quvvatlari ikki vattmetr usulida O'lchanadi?

4.Simmetrik va nosimmetrik yuk nima?

5. Noli(0)simning vazifasi nimalardan iborat?

6.TO'la quvvat deganda nimani tushunasiz?

7.Aktiv va reaktiv quvvat nimaga teng?

7-Tajriba ishi

Uch fazali tok iste'molchilarini «uchburchak» usulida ulash

1.Ishning maqsadi

- ♦ uch fazali O'zgaruvchan tok zanjirida iste'molchilarni "Uchburchak"usulida ulanganda turli xil ish rejimlarini quvvatini va quvvat koeffitsientini O'lchashni O'rganish.

2. Nazariy ma'lumotlar.

Uch fazali tok zanjirida aktiv quvvatni O'lchash uchun bitta, ikkita va uchta vattmetr usullaridan foydalaniladi. Simmetrik sistemalarda uch fazali quvvatni O'lchash uchun bitta

vattmetrdan foydalansa bo‘ladi, chunki bunda iste’molchilarning toki, kuchlanishi, faza siljishi va har bir fazadagi aktiv quvvat bir xil bo‘ladi. Uch simli nosimmetrik zanjirda har bir fazadagi tok, faza siljishi va aktiv quvvat turlicha bo‘ladi. Hatto faza va liniya kuchlanishlari ham har xil bo‘lishi mumkin. Bunday zanjirning quvvatini ikkita vattmetr usulida o‘lchash mumkin. Uch fazali tok zanjirining quvvati ikkita vattmetr ko‘rsatishi R_{w1} va P_{w2} larning algebraik yig‘indisiga teng bo‘ladi, ya’ni:

$$R = R_{w1} + P_{w2}$$

Yuk simmetrik va nosimmetrik bo‘lganda "Uchburchak" usulida ulangan iste’molchilarning aktiv va to‘la quvvatlarini hisoblash usullari bilan tanishib chiqamiz.

1. Yuk nosimmetrik bo‘lganda har bir fazaning quvvati alohida hisoblanadi.

Aktiv quvvatlar: $P_{AV} = U_{AV} \cdot I_{AV} \cdot \cos \varphi_{AV}$ $P_{VS} = U_{VS} \cdot I_{VS} \cdot \cos \varphi_{VS}$ $P_{AS} = U_{AS} \cdot I_{AS} \cdot \cos \varphi_{AS}$

Uch fazali zanjirning aktiv quvvati alohida fazalar quvvatlarining yig‘indisiga teng, ya’ni:

$$R_{\Delta} = R_{AS} + R_{VS} + R_{SA}$$

Reaktiv quvvatlar: $Q_{AV} = U_{AV} \cdot I_{AV} \sin \varphi_{AV}$; $Q_{VS} = U_{VS} \cdot I_{VS} \sin \varphi_{VS}$; $Q_{SA} = U_{SA} \cdot I_{SA} \sin \varphi_{SA}$

Uch fazali zanjirning reaktiv quvvati alohida fazalar reaktiv quvvatlarining yig‘indisiga teng, ya’ni: $Q_{\Delta} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA}$

Uch fazali zanjirning to‘la quvvati:

$$S_{\Delta} = \sqrt{P_{\Delta}^2 + Q_{\Delta}^2}$$

2. Simmetrik yuk shartida:

$$I_{AB} = I_{BC} = I_{AC} = I_F; \quad \varphi_{AV} = \varphi_{VS} = \varphi_{SA} = \varphi_F;$$

$$R_{AV} = R_{VS} = R_{AS} = R_F; \quad Q_{AB} = Q_{BC} = Q_{AC} = Q_F; \quad S_{AB} = S_{BC} = S_{AC} = S_F;$$

$$R_{\Delta} = 3 \cdot R_F = 3 \cdot U_F \cdot I_F \cos \varphi_F; \quad Q_{\Delta} = 3 \cdot Q_F = 3 \cdot U_F \cdot I_F \sin \varphi_F; \quad S_{\Delta} = 3 \cdot S_F = 3 \cdot U_F \cdot I_F$$

Iste’molchilar "Uchburchak" ulanganda $I_L = \sqrt{3} \cdot I_F$ va $U_L = U_F$ ekanligini hisobga olib, aktiv, reaktiv va to‘la quvvatlarni aniqlashning qo‘yidagi umumlashgan formulalarini yozish mumkin:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi_F; \quad Q = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi_F; \quad S = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L$$

3. Ishni bajarish tartibi

1. 11.1-rasmga asosan sxemani yig‘ing.

2. Kerakli asboblari:

- 300 mA li o‘zgaruvchan tok milliampermetri A1, A2, A3;
- 250 V li o‘zgaruvchan tok voltmeteri;
- L- induktivlik g‘altagi;
- L1-L2-L3 chug‘lanma lampalar (25 Vt 220 V);

- U2 va U3 ulagichlar.

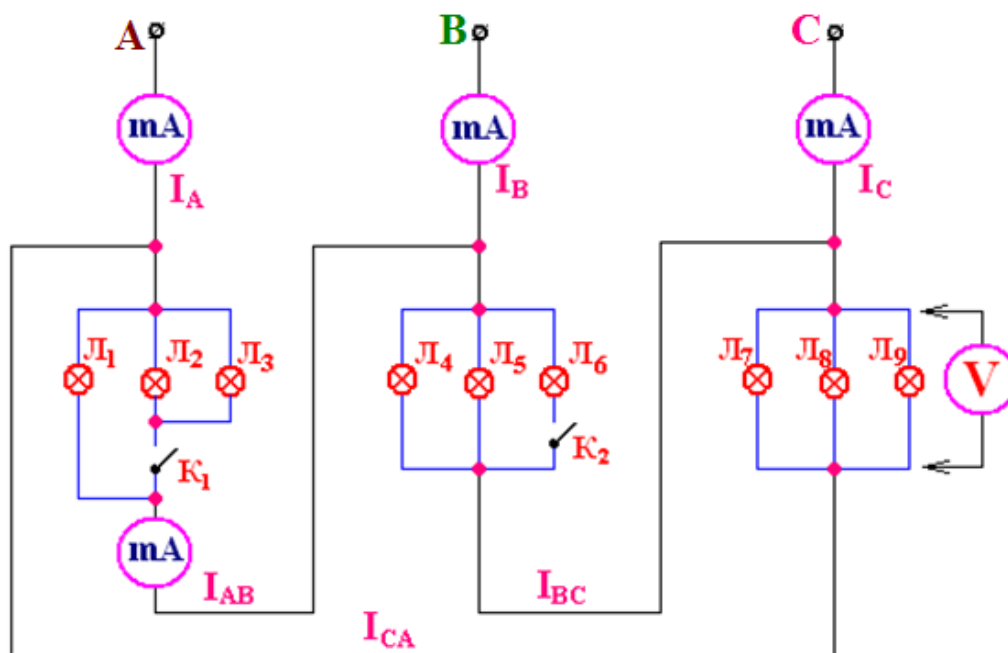


Рис-11.1

3. Sxemaning manbaning A, V, S bog'ichlaridagi "3-220V" bog'ichlarga ulang.
4. Simmetrik (ulagich U2 ulangan, U3 ulanmagan) yukda O'lchov asboblarni kO'rsatkichlarini jadvalga yozing.
5. Ulagichlar (U2 ulanmagan, U3 ulangan) holatlar, ya'ni nosimmetrik yukda O'lchov asboblarni kO'rsatkichlarini 11.1 jadvalga yozing.
6. O'lchash natijalari asosida zanjir fazalaridagi aktiv, reaktiv va to'la quvvatlarni (R_f , Q_f , S_f) hisoblang va 11.2-jadvalga yozing.
7. SO'ngra uch fazali zanjirining umumiy aktiv quvvati R ni, reaktiv quvvati Q ni va to'la quvvat S ni hisoblang va 11.2-jadvalga yozing.

11.1-Jadval

Yuklama turi	P_A (Bt)	P_B (Vt)	I_A (A)	I_B (A)	I_C (A)	U_{AB} (V)	U_{AC} (V)	U_{BC} (V)
Simmetrik								
Nosimmetrik								

11.2-Jadval

yuk turi	P_C	Q_A	Q_V	Q_C	S_A	S_V	S_C	P	Q	S
Simrik										
Nosirik										

1. «Uchburchak» usulda ulash deb qanday ulash usuliga aytiladi?
2. Istemolchilari aktiv va simmetrik bO'lgan zanjir uchun vektor diagramma chizing.
3. Simmetrik va nosimmetrik yuk nima?
4. Istemolchilardan biri sig'imdan iborat bO'lsa uch fazali zanjirda qanday O'zgarish bO'lishi mumkin?
6. Uch fazali zanjirlarda tO'la quvvat qanday hisoblanadi?

8-Tajriba ishi

Kondensatorlarni zaryadlanishi va razryadlanishidagi O'tkinchi jarayonlarni O'rganish

(Ushbu tajriba ishi virtual laboratoriya kO'rinishida olib boriladi)

1. Ishdan maqsad

- RC zanjirda kondensatorning zaryadlanish va razryadlanish vaqtida sodir bO'ladigan O'tkinchi jarayonlarni O'rganish.

2. Nazariy ma'lumotlar

Elektr zanjirlarning bitta turg'unlashgan rejimdan boshqasiga O'tishini xarakterlovchi jarayonlar O'tkinchi jarayonlar deb ataladi.

Elektr zanjirning ish rejimini O'zgarishiga olib keluvchi barcha sabablar oddiy ravishda kommutatsiya yoki kommutatsion jarayonlar natijasida vujudga keladi.

Agar zanjir faqat aktiv qarshilikdan iborat bO'lsa, zanjirdagi hisobiy rejim kommutatsiya sodir bO'lgan ondan keyin boshlanadi.

Agar zanjirda bita bO'lsa ham energiya tO'plovchi element (sig'im yoki induktivlik) bO'lsa, bu zanjirni bir turg'unlashgan rejimdan boshqasiga O'tishi, bu elementlarning magnit va elektr maydonlarida tO'plangan elektromagnit energiyasining miqdor jihatidan O'zgarishiga bog'liq bO'ladi.

Energiyani son jixatidan chekli miqdorga O'zgarishi bir zumda sodir bO'la olmasligi tufayli, zanjirning bir turg'unlashgan rejimdan boshqasiga O'tishi ma'lum vaqtni talab etadi.

KOMMUTATSIYA ning birinchi qonuni: Har qanday induktivlikka ega tarmoqdagi tok va magnit oqimi kommutatsiya paytida O'zini kommutatsiyaga qadar bO'lgan qiymatini saqlaydi va bundan sO'ng ana shu qiymatlaridan boshlab O'zgaradi.

$$i_{L-}(0) = i_L(0) \quad \text{yoki} \quad \Phi_{-}(0) = \Phi(0)$$

Buni induktiv g'altakni O'zgarmas kuchlanish manbaiga ulash misolida kO'rish mumkin. Agar kommutatsiyaga qadar g'altakdan tok O'tmagan bO'lsa, kommutatsiya paytida g'altakdan O'tayotgan tok va hosil bO'lgan magnit oqimi nolga teng, ya'ni:

$$\begin{cases} i_{L-}(0) = 0 \\ \Phi_{-}(0) = 0 \end{cases} \quad \text{bO'lsa} \quad \begin{cases} i_L(0) = 0 \\ \Phi(0) = 0 \end{cases} \quad \text{bO'ladi.}$$

Bu miqdorlarning 0 dan to barqaror miqdorlarigacha birdaniga oshib ketishi nazariy jixatdan mumkin emas, chunki buning uchun tok va magnit oqimining O'zgarish tezligi cheksiz katta bO'lishi kerak, ya'ni: $U_L(0) = \infty$ bO'lishi kerak.

KOMMUTATSIYaning ikkinchi qonuni: Xar qanday tarmoqda sig'imdagi kuchlanish va zaryad miqdori kommutatsiya paytida O'zining kommutatsiyaga qadar bO'lgan qiymatini saqlaydi va bundan sO'ng ana shu qiymatlaridan boshlab O'zgaradi.

$$U_{C-}(0) = U_C(0) \quad \text{yoki} \quad q_-(0) = q(0)$$

Kondensatordagi kuchlanish va zaryadning $t=0$ paytda birdaniga O'zgarishi mumkin emas, chunki bu holda zanjirdan O'tayotgan tok cheksiz katta bO'lishi kerak, lekin bu hol Kirxgof qonunlariga zid bO'ladi.

Kommutatsiya paytida elektromagnit energiyaning oniy miqdorlari kommutatsiyaga qadar bO'lgan va undan keyingi turg'unlashgan rejimlarda O'zaro teng emas, demak zanjirda ana shu energiya farqini kompensatsiyalovchi kuch mavjud bO'lishi kerak.

Masalan r va L elementlari ketma-ket ulangan zanjirni O'zgaras kuchlanish manbaiga ulashda $t=0$ paytda bir-biriga teng bO'lmagan ikkita turg'unlashgan tok O'zaro tutashuvi kerak, ya'ni:

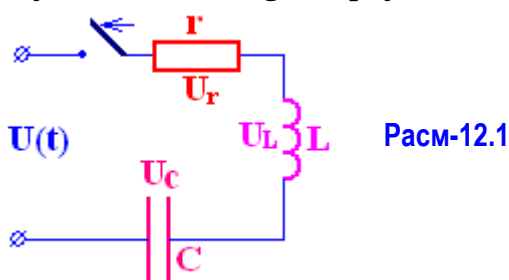
$$i_{turg-}(0) = 0 \quad \text{va} \quad i_{turg}(0) = \frac{U_0}{r} \quad \text{bO'lsa,} \quad i_{erk}(0) = -\frac{U_0}{r} \quad \text{bO'ladi, yoki}$$

$$i_-(0) = i(0) = i_{turg}(0) + i_{erk}(0) = 0$$

Rasm-12.1 da berilgan zanjirning elektr muvozanat tenglamasi Kirxgofning 2-qonuniga asosan qO'yidagicha bO'ladi:

$$ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt = u(t)$$

Bu yerda: i - tokning $t=0$ paytdan to $t=\infty$ gacha bO'lgan vaqtdagi oniy qiymati.



Zanjirda O'tkinchi jarayon tugashi bilan manba kuchlanishining O'zgarish qonuniga bO'ysunadigan turg'unlashgan majburiy rejim boshlanadi. Demak zanjirning muvozanat tenglamasini qO'yidagicha yozish mumkin:

$$ri_{turg} + L \frac{di_{turg}}{dt} + \frac{1}{C} \int i_{turg} dt = u(t)$$

O'tkinchi tok majburiy, turg'unlashgan va erkin tokdan iborat, ya'ni: $i = i_{turg} + i_{erk}$ bO'lsa, $U_{rerk} + U_{Lerk} + U_{Cerk} = U(t)$ bO'ladi.

Zanjir elementlaridagi O'tkinchi kuchlanishni xuddi tok kabi, turg'unlashgan va erkin tashkil etuvchilardan iborat, ya'ni:

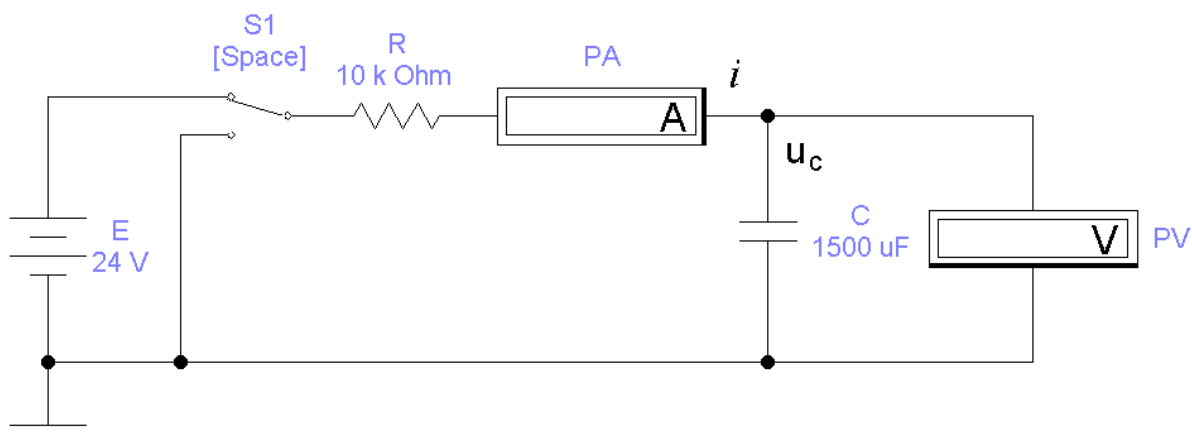
$$U_r = U_{rturg} + U_{rerk} \quad U_L = U_{Lturg} + U_{Lerk} \quad U_C = U_{Cturg} + U_{Cerk}$$

f_0 - rezonans chastotasi, R_C - xarakteristik qarshiligini $R=R_2=2 \text{ kOm}$ va $R=RI=100 \text{ Om}$ bO'lganda zanjir aslligi $L=L_2=2 \text{ mGts}$, $C=CI=1500 \text{ pF}$ bO'lganda kritik qarshiligini, $R_{\Pi P} = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, zanjirning xususiy tebranish davrini hisoblang.

3. Ishning bajarish tartibi

1. ELECTRONICS WORKBENCH dasturini ishga tushiring.

2. Tajriba sxemasini yuklash uchun ekranning chap yuqori burchagidagi  tugmani bosib, ochilgan oynada "Zaryad" faylni belgilang va "Open" (Открыть) tugmasini bosib. Ekranda quyidagi sxema hosil bo'ladi (12.2-rasm):



12.2-rasm

3. Ye manbaning kuchlanishi, R qarshilikning va S kondensatorning sig'imini yozib oling. Vaqt doimiysi $\tau = RC$ ni aniqlang. R va C ning 12.2-rasmda ko'rsatilgan qiymatlari uchun $\tau = 10000 \cdot 1500 / 1000000 = 15$ sekund. 12.1-jadvalning birinchi satrini to'ldiring (τ larning pastiga konkret qiymatlarni yozing).

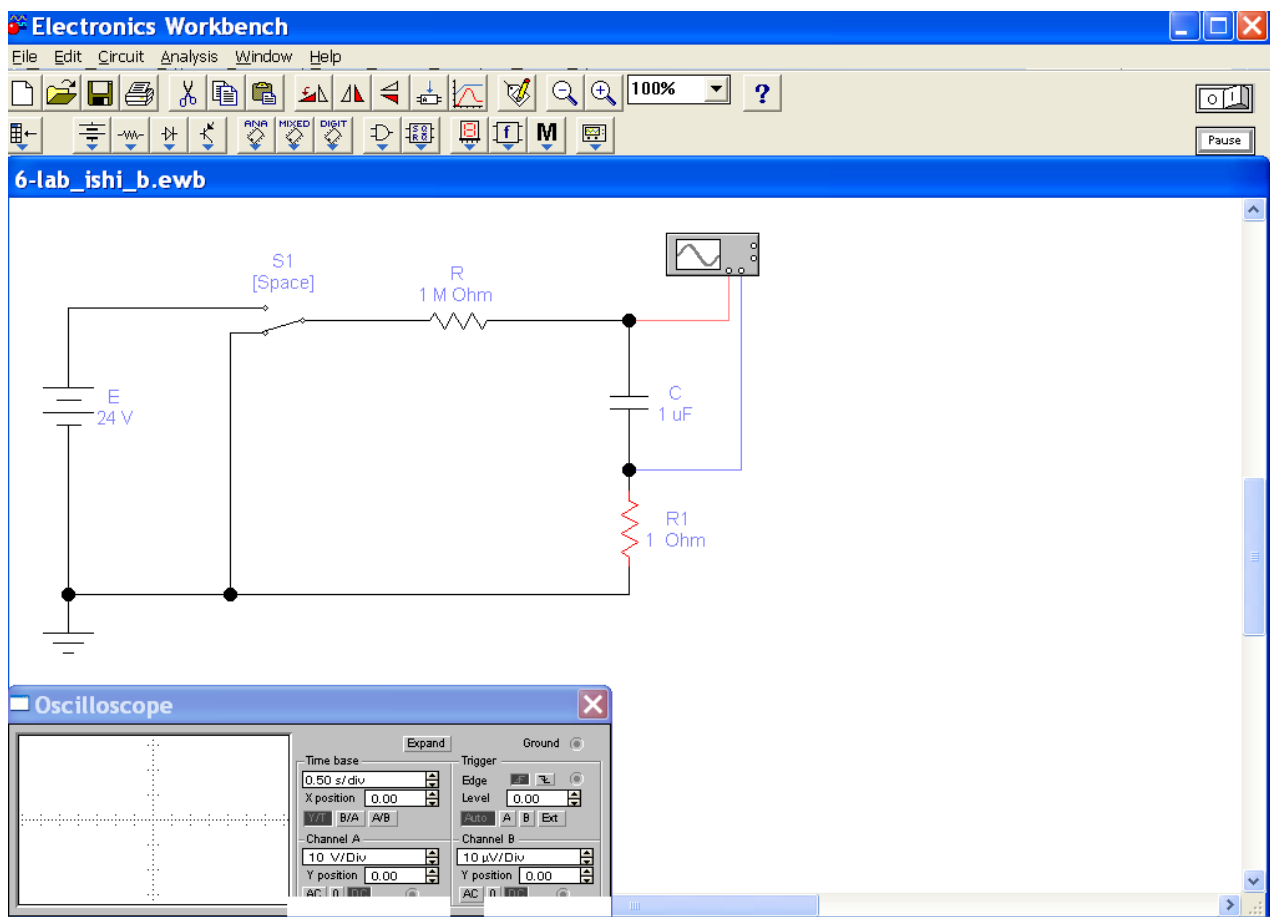
4. RC zanjirga manba ulanganligini tekshirib ko'ring. Agar u ulanmagan bo'lsa "Probel (Space)" klavishasini bosish yo'li bilan ulang. Sxemani ishga tushirish uchun ekranning O'ng yuqori burchagidagi  tugmani bosib va zanjirdagi tok i hamda kondensatordagi kuchlanish u_c larning qiymatlarini RA ampermetr va PV vol'metrlarning ko'rsatishlari bo'yicha 12.1-jadvalda ko'rsatilgan vaqtlar uchun yozib oling. Vaqtlarni sekundomer bo'yicha oling.

5. Tajribani razryadlanish jarayoni uchun ham qaytaring. Buning uchun "Probel (Space)" klavishasini bosish yo'li bilan manbani uzib qO'ying. $S1$ kalit pastki holatga O'tgan bo'lishi kerak. Olingan natijalarni 12.1-jadvalga yozing.

12.1-jadval. Vaqt doimiysi $\tau = \dots$ sekund uchun kondensatorning zaryadlanish va razryadlanish jarayonidagi tok va kuchlanishlar

Vaqt sekundlarda		t	0	τ	2τ	3τ	4τ	5τ
			0					
Zaryadlanish	i, mA							
	u_c, V							
Razryadlanish	i, mA							
	u_c, V							

6. Tajribaning ikkinchi sxemasini yuklash uchun ekranning chap yuqori burchagidagi  tugmani bosib, ochilgan oynada "Zaryad-2" faylni belgilang va "Open" (Открыть) tugmasini bosib. Ekranda quyidagi sxema hosil bo'ladi (12.3-rasm):



12.3-rasm

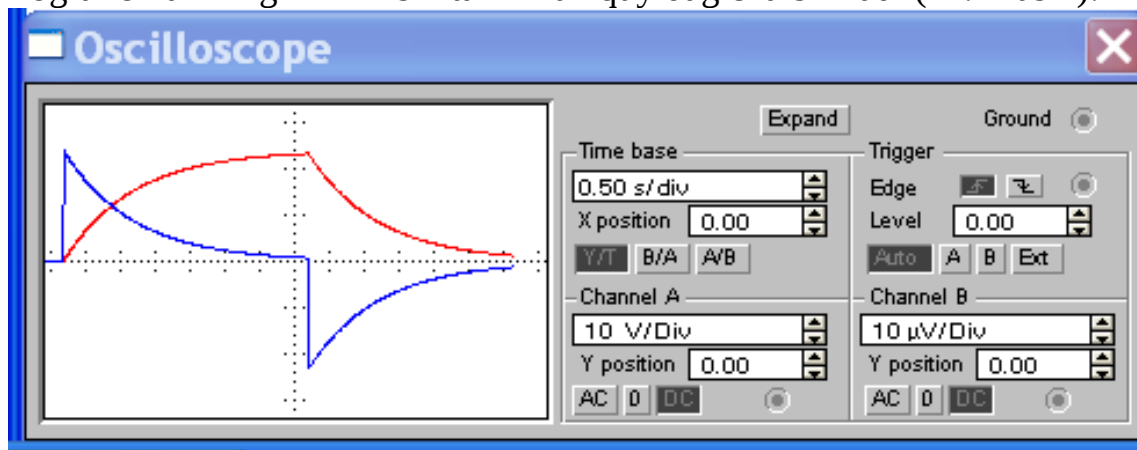
7. Ostsillograf belgisi  ustida sichqonchani chap tugmasini tO'xtovsiz ikki marta bosib ostsillografni ishga tushiring.

8. Sxemani ishga tushirish uchun ekranning O'ng yuqori burchagidagi  tugmani bosing.

9. "Probel (Space)" klavishasini bosish yO'li bilan manbani RC zanjirga ulang va kondensatorning zaryadlanish jarayonini kuzating.

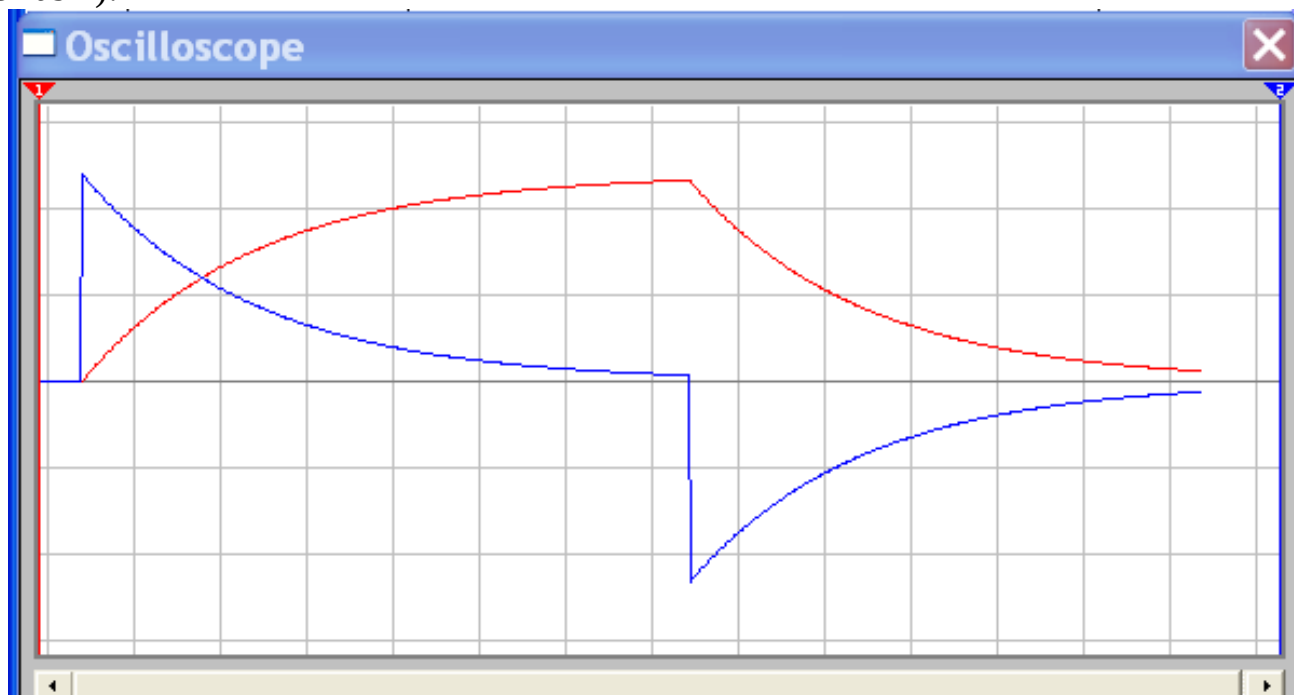
10. "Probel (Space)" klavishasini bosish yO'li bilan manbani RC zanjirdan uzing va kondensatorning razryadlanish jarayonini kuzating.

11. Sxemani ishlashini vaqtincha tO'xtatib turish uchun ekranning O'ng yuqori burchagidagi  tugmani yoki umuman tO'xtashish uchun  tugmani bosing. Ostsillograf ekranining kO'rinishi taxminan quyidagicha bO'ladi (12.4-rasm):



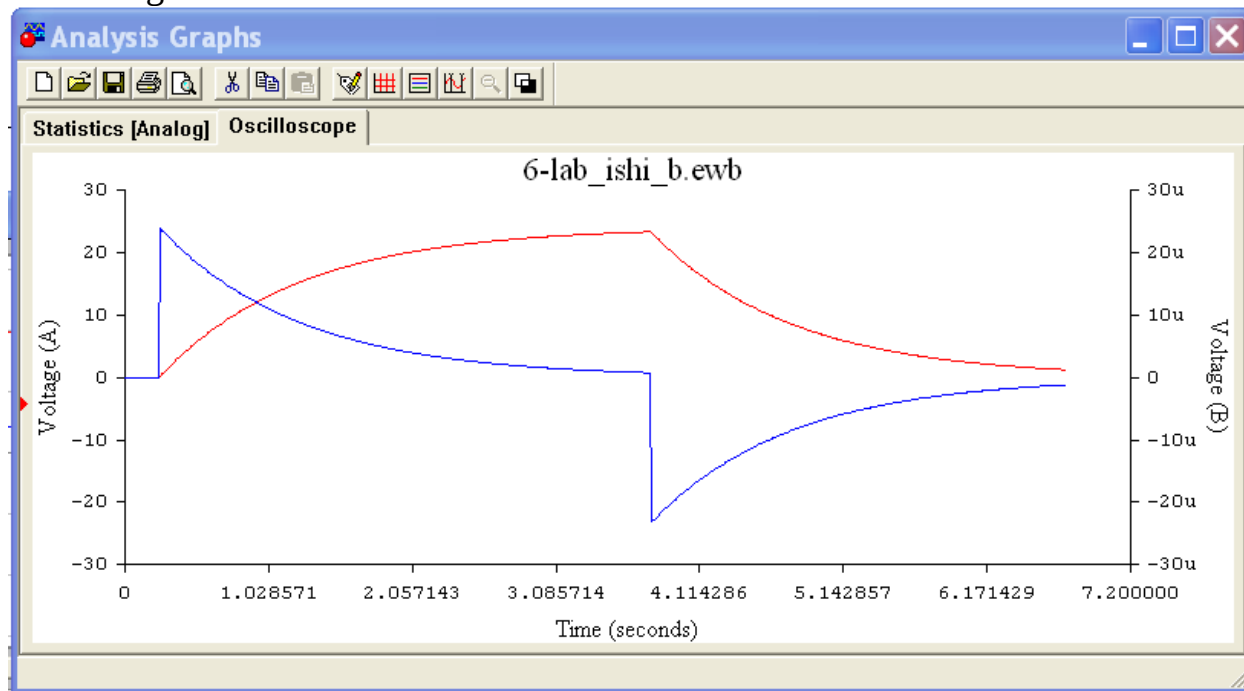
12.4-rasm

12. Ostsillograf ekranini kattaroq masshtabda kO‘rish uchun **Expand** tugmasini bosing (12.5-rasm):



12.5-rasm

13. Grafik analizatorni ishga tushirish uchun ekranning yuqori O‘rta qismidagi tugmani bosing .



12.6-rasm

14. Grafik analizatoridagi grafiklarni (12.6-rasm) kO‘chirib oling. Grafikning chap tomonida (Voltage(A) kondensatordagi kuchlanish voltlarda (grafikda qizil rangda) va chap tomonida (Voltage(V) zanjirdagi tok mA larda (grafikda kO‘k rangda) kO‘rsatilgan. Vaqt (Time) sekundlarda berilgan.

15. Qarshilik R va kondensatorning sig‘imi S larning qiymatlariga asosan zaryadlanish va razryadlanish jarayonlarida zanjirdagi $i(t)$ tok va kondensatordagi $u_c(t)$

kuchlanishning qiymatlarini $t = \tau, 2\tau, 3\tau, 4\tau, 5\tau$ vaqtlar uchun hisoblash yO'li bilan aniqlang.

16. Tajriba va hisoblash ma'lumotlari bO'yicha $i=f(t)$ va $u_c=f(t)$ grafiklarni quring.

Sinov savollari

1. Kommutatsiyaning 1-qonunini tushuntiring.
2. Kommutatsiyaning 2-qonunini tushuntiring.
3. Xarakteristik tenglamaning necha xil ildizlari bO'lishi mumkin.
4. Elektr zanjirlarda qanday O'tish jarayonlari sodir bO'lishi mumkin.
5. Aperiodik jarayon deb qanday jarayonga aytiladi.
6. SO'navchi tebranish deb qanday jarayonga aytiladi.

9-Tajriba ishi

Passiv tO'rtqutublikni O'rganish

1.Ishning maqsadi

- ♦ tO'rtqutublikni doimiy parametrlarini va uzatuvchanlik funktsiyasini hisoblashni O'rganish;

2.Nazariy ma'lumotlar

Passiv tO'rtqutublik ya'ni murakkab zanjir P ning parametrlari va uning kirish qismlaridagi kuchlanish va tokni bog'lovchi qO'yidagi tenglamalar sistemasini yozish mumkin:

$$U_1 = AU_2 + BI_2$$

$$I_1 = CU_2 + DI_2$$

Bu yerda A, V, S va D lar turtqutublikning doimiy parametrlari deyiladi, bu kattaliklar ham kompleks sonlardan iborat bO'ladi. Bu parametrlar orasida qO'yidagi bog'lanish mavjud: $AD - BC = 1$

Parametrlari $A=D$ bO'lgan tO'rtqutubliklar simmetrik tO'rtqutubliklar deyiladi.

TO'rtqutubliklar, ya'ni elektr qurilmalarni hisoblashda, ularning real sxemasini unga ekvivalent bO'lgan sxemaga keltirish mumkin.

TO'rtqutubliklarni eng oddiy «T» va «P» shaklli ekvivalent sxemalari mavjud. (Rasm-13.1.a) da berilgan sxema uchun Kirxgof qonunlaridan foydalanib qO'yidagi tenglamalar tuzish mumkin:

$$U_1 = U_2 + I_2 Z_2 + I_1 Z_1$$

$$I_1 = I_2 + (U_2 + I_2 Z_2) Y_0$$

Bu tenglamalar sistemasini yechib, qO'yidagi tenglamalarni hosil qilish mumkin:

$$U_1 = AU_2 + BI_2$$

$$I_1 = CU_2 + DI_2$$

Bu yerda : $A = 1 + Z_1 Y_0$; $B = Z_1 + Z_2 + Z_1 Z_2 Y_0$; $C = Y_0$; $D = 1 + Z_2 Y_0$

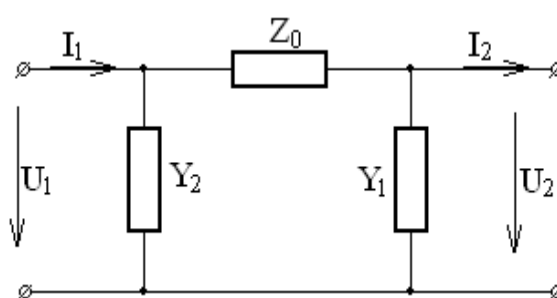
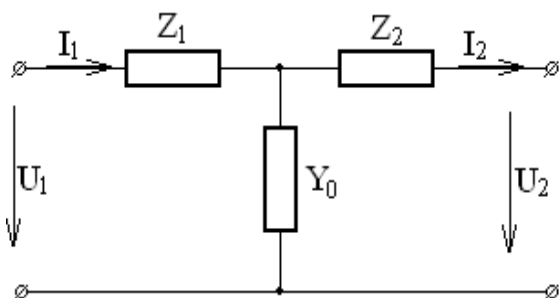


Рис-13.1

Bu ifodalar yordamida tO'rtqutblikning parametrini « T » shaklli ekvivalent sxema bO'yicha passiv tO'rtqutblik tarzida berilgan zanjir ichki elementlari qarshilik va O'tkazuvchanliklarining qiymatini aniqlash mumkin.

Ammo kO'pincha, teskari masala qO'yiladi, ya'ni passiv tO'rtqutblik tarzida berilgan murakkab zanjirning ekvivalent sxemasini tuzish kerak bO'ladi. Bunda «T» shaklli ekvivalent sxema tuzish uchun qO'yidagi kattaliklar aniqlanadi:

$$Z_1 = A - 1/C; \quad Z_2 = D - 1/C; \quad Y_0 = C$$

Agar $Z_1 = Z_2$ bO'lsa sxema simmetrik bO'ladi, chunki bu holda $A = D$ bO'ladi.

(Rasm-13.1.v) da keltirilgan «P» shaklli ekvivalent sxemasi uchun qO'yidagi tenglamalar sistemasini tuzish mumkin:

$$U_1 = U_2 + Z_0 (I_2 + Y_2 U_2)$$

$$I_1 = I_2 + Y_2 U_2 + Y_1 U_2$$

yoki $U_1 = AU_2 + BI_2$

$$I_1 = CU_2 + DI_2$$

Bu yerda: $A = 1 + Y_0 Z_0$; $D = 1 + Y_1 Z_0$; $B = Z_0$; $C = Y_1 + Y_2 + Y_1 Y_2 Z_0$

Agar passiv murakkab tO'rtqutblikning parametrlari bO'yicha, uning «P» shaklli ekvivalent sxemasi parametrlari (Z_0 ; Y_1 ; Y_2) qO'yidagicha topiladi:

$$Y_1 = D - 1/B; \quad Y_2 = A - 1/B; \quad \text{va} \quad Z_0 = B$$

Bu sxemaning simmetriklik sharti $Y_1 = Y_2$ bO'ladi, chunki bunda $A = D$ bO'ladi.

TO'rtqutblikning kirish (U_1 ; I_1) va chiqish (U_2 ; I_2) kattaliklari orasidagi bog'lanishni ifodalovchi asosiy tenglamani shunday O'zgartirish mumkinki, bunda tO'rtqutblikning berilgan A, B, C va D parametrlarida va iste'molchining Z_{is} qarshiligida uning bitta kirish va bitta chiqish kattaliklari orasidagi bog'lanishni bevosita ifoda etsin.

$U_2 = I_2 Z_{is}$ ifodani hisobga olib, qO'yidagi tenglamalarni yozish mumkin:

$$U_1 = (A) \frac{B}{Z_{is}} \cdot U_2 = f_1(U_2) \quad \text{yoki} \quad U_2 = F_1(j\omega) \cdot U_1$$

$$U_1 = (A \cdot Z_{is}) I_2 = f_2(I_2) \quad \text{yoki} \quad I_2 = F_2(j\omega) \cdot U_1$$

$$I_1 = (C) \frac{D}{Z_{is}} U_2 = f_3(U_2) \quad \text{yoki} \quad U_2 = F_3(j\omega) \cdot I_1$$

$$I_1 = (C \cdot Z_{is}) I_2 = f_4(I_2) \quad \text{yoki} \quad I_2 = F_4(j\omega) \cdot I_1$$

Bunda: $F_1(j\omega) = \frac{Z_{is}}{A \cdot Z_{is} + B}$; $F_2(j\omega) = \frac{1}{A \cdot Z_{is} + B}$; $F_3(j\omega) = \frac{Z_{is}}{C \cdot Z_{is} + D}$ va $F_4(j\omega) = \frac{1}{C \cdot Z_{is} + D}$ -

funktsiyalar tO'rtqutblikning uzatuvchanlik funktsiyalari bO'lib, ular yordamida berilgan kirish kattaligidan noma'lum chiqish kattaligi aniqlanadi.

TO'rtqutblikning kirish kattaliklari bilan chiqish kattaliklari orasidagi bog'lanishni ifodalovchi funktsiyalar tO'rtqutblikning uzatuvchanlik funktsiyalari deb ataladi.

Murakkab zanjirlarni hisoblashda zanjirning qandaydir tarmog'iga berilgan ma'lum tok yoki kuchlanish ta'sirida boshqa tarmoqlarda hosil bO'lgan tokni yoki kuchlanishni aniqlashga tO'g'ri keladi.

Kirish kattaliklari, tok kuchi va kuchlanishlarni umumiy funktsiya $X_1(t)$ orqali, chiqish kattaliklarini esa $X_2(t)$ orqali ifodalab, O'tkazuvchanlik funktsiyasini qO'yidagicha yozish mumkin: $F(t) = \frac{X_2(t)}{X_1(t)}$

Agar $X_1(t) = i(t)$ va $X_2(t) = u(t)$ bO'lsa, u xolda $F(t)$ funktsiya qarshilik O'lchamiga ega bO'lib, tO'rtqutblikning kirish va chiqish qutblari orasidagi umumlashgan O'zaro qarshilikni ifodalaydi.

Agar $X_1(t)=u(t)$ va $X_2(t)=i(t)$ bo'lsa, u xolda $F(t)$ funktsiya O'tkazuvchanliklik O'lchamiga ega bo'lib, tO'rtqutublikning kirish va chiqish qutblari orasidagi umumlashgan O'zaro O'tkazuvchanlikni ifodalaydi.

3.Ishni bajarish tartibi

1.Rasm-13.2 dagi sxemani yig'ing.

2.Kerakli asboblari:

- ◆ Tr- tO'rtqutublik tarzida berilgan transformator;
- ◆ V_1 - 220V li O'zgaruvchan tok vol'tmetri;
- ◆ V_2 -150V li O'zgaruvchan tok vol'tmetri;
- ◆ kWp-0.6 kW li vattmetr;
- ◆ mA-50 mA li O'zgaruvchan tok milliampermetri;
- ◆ A- 1 A li O'zgaruvchan tok ampermetri;
- ◆ $L_1;L_2$ -elektr chuglanma lampalar.

3. Sxemani “~0-250V” bog'ichlarga ulang.

4. LATR yordamida manba kuchlanishini “~200V” ga keltiring va O'lchash asboblari kO'rsatishini 13.1-jadvalga yozing.

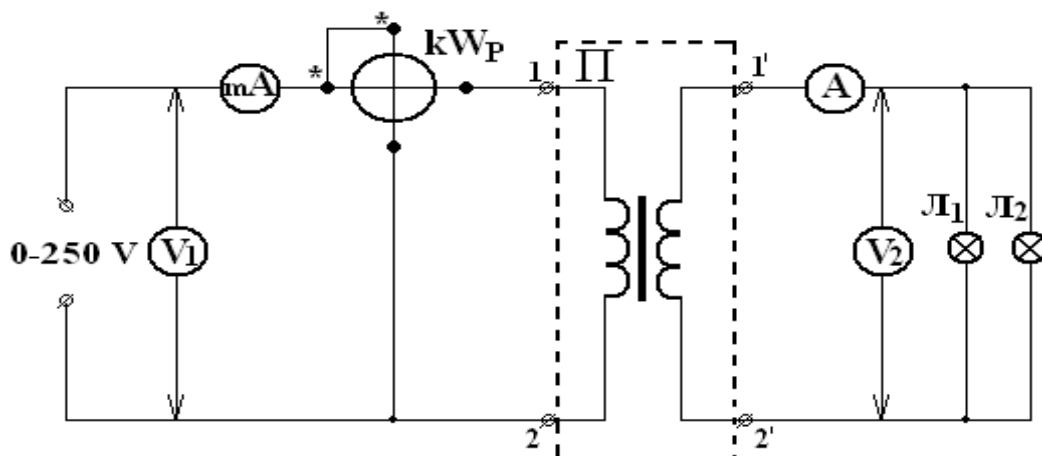


Рис-13.2

5.LATR yordamida manba kuchlanishini “~250V” ga keltiring va O'lchash asboblari kO'rsatishini 13.1-jadvalga yozing.

6.O'lchash natijalari asosida tO'rtqutublikni doimiy parametrlarini hisoblang va 13.1-jadvalga yozing.

7.TO'rtqutublikni doimiy parametrlari yordamida tO'rtqutublikni ekvivalent sxemasini va uzatuvchanlik funktsiyasini aniqlang.

13.1-Jadval

U_1	I_1	P_1	I_2	U_2	P_2	A	B	C	D	Z_1	Z_2	Y_0
B	B	Bt	A	V	Vt					Om	Om	1/Om
200												
250												

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z} = \frac{U e^{j\psi_u}}{Z e^{j\varphi}} = I e^{j(\psi_u - \varphi)} = I e^{+j\psi_i} \quad \dot{U} = U e^{j\psi_u} \quad \varphi = \arctg\left(\frac{P}{U \cdot I}\right)$$

$$U_1 = A U_2 = B I_2$$

$$I_1 = C U_2 = D I_2$$

$$Z_1 = A - 1/C; \quad Z_2 = D - 1/C; \quad Y_0 = C$$

$$Y_1=D-1/B; \quad Y_2=A-1/B; \quad \text{va} \quad Z_0=B$$

$$U_1=(A)\frac{B}{Z_{HC}} \cdot U_2=f_1(U_2); \quad U_1=(A \cdot Z_{IS})V \cdot I_2=f_2(I_2)$$

$$I_1=(C)\frac{D}{Z_{HC}} U_2=f_3(U_2); \quad I_1=(C \cdot Z_{IS})D I_2=f_4(I_2)$$

Sinov savollari

- 1.Passiv tO'rtqutublik deb nimaga aytiladi?
- 2.Qanday tO'rtqutublik simmetrik deyiladi?
- 3.TO'rtqutublikni «T» shaklli ekvivalent sxemasini tushuntiring.
- 4.TO'rtqutublikni uzatuvchanlik funktsiyasi nima?
- 5.Qanday tO'rtqutublik aktiv tO'rtqutublik deyiladi?

II.Mustaqil ta'lim mashg'ulotlari

Talabalar mustaqil ta'lim o'quv jarayonining muhim shakllaridan biri hisoblanib, u ma'ruza, amaliy, laboratoriya mashg'uloti darslarida va darsdan tashqari vaqtlarda amalga oshiriladi. Fanning xususiyatlarini hisobga olgan holda mustaqil ta'lim shakllari va mazmuni quyidagilardan tashkil topadi:

- ma'ruza darslariga va mustaqil ish topshiriqlariga tayyorgarlik ko'rish;
- amaliy mashg'ulot darslarining mustaqil ish topshiriqlarini bajarish;
- laboratoriy ishlarini mustaqil bajarish;
- fanning alohida mabzulari ustida ishlash;
- reyting nazoratini barcha turlariga tayyorgarlik ko'rish.
- talabalar tavsiya etilayotgan mavzulardan birini tanlab, referat , maket, prezentasiya, konspekt tayyorlash orqali amalga oshiriladi

Tavsiya etilayotgan mustaqil ishlarning mavzulari

№	Mustaqil ta'lim mavzulari
1.	Avtomatik rostlash qurilmalari.
2.	Avtomatik rostlash tizimlari.
3.	Avtomatlashtirish tizimi va elementlarini ishonchliligi.
4.	Zamonaviy o'lchash asboblari.
5.	Ijrochi elementlar va rostlovchi organlar.
6.	Informatsion o'lchash tizimlari.
7.	Quvvat va elektr energiyani o'lchash.
8.	Logometrlar.
9.	Magnit kattaliklarni o'lchash.
10.	Noelektr kattaliklarni o'lchash.
11.	Raqamli o'lchash asboblari.
12.	Reaktiv quvvat manbalarini avtomatik rostlash.
13.	Relelarning asosiy turlari.
14.	Releli ximoya va operativ tok manbalarini.
15.	Rostlagichlar va rostlash qonunlari.
16.	Transformatorlar kuchlanishini avtomatik rostlash.
17.	Transformatorlarni ish rejimini avtomatik boshqarish.
18.	O'lchash vositalarini tekshirish va darajalash.

19.	O'lchash ko'priklari.
20.	O'lchovlar va etalonlar.
21.	Faza siljish burchagi va chastotani o'lchash.
22.	Elektr zanjir parametrlarini o'lchash
23.	Elektr o'zgartkichlari.
24.	Elektromexanik o'lchash asboblari.

III. Glossariy

Qarshiliklar uchburchagi- to'la qarshilikni aktiv va reaktiv qarshiliklar bilan bog'lanish grafigi.

O'tkazuvchanliklar uchburchagi- to'la o'tkazuvchanlikni aktiv va reaktiv O'tkazuvchanliklar bilan bog'lanish grafigi.

Quvvatlar uchburchagi- to'la quvvatni aktiv va reaktiv quvvatlar bilan bog'lanish grafigi.

O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni- Zanjirdagi tok kuchining effektiv qiymati zanjirdagi kuchlanishning effektiv qiymatiga to'g'ri proporsional, zanjirning to'la qarshiligiga teskari proporsional.

O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Kirxgofning I- qonuni- Tugundagi toklarning effektiv qiymatlarining geometrik yig'indisi nolga teng. (Tugundagi toklarning oniy qiymatlarining algebraik yig'indisi nolga teng).

O'zgaruvchan tok zanjiri uchun Kirxgofning II – qonuni- Konturdagi EYuK-larning effektiv qiymatlarining geometrik yig'indisi, shu konturdagi kuchlanishlar tushuvining effektiv qiymatlarini geometrik yig'indisiga teng. (Konturdagi EYuK-larning oniy qiymatlarining algebraik yig'indisi, shu konturdagi kuchlanishlar tushuvlarining oniy qiymatlarini algebraik yig'indisiga teng).

Aktiv quvvat-Iste'mol qilinayotgan elektr energiyasini boshqa tur energiyaga (foydali ishga) aylanish jadalligini ko'rsatuvchi va miqdor jixatidan bir davr ichida oniy quvvatning o'rtacha qiymatiga teng bo'lgan kattalikdir.

Reaktiv quvvat-Manba bilan iste'molchi o'rtasidagi energiya almashinuvi tezligini va reaktiv tok iste'molini xarakterlovchi kattalik.

To'la quvvat-Energetik kurilmalarning ishlatilish vaqtida kuchlanish va tok bo'yicha bera oladigan elektr quvvatidir.

Quvvat koeffitsenti-TO'la quvvatni qancha qismi foydali quvvat ekanligini ko'rsatuvchi kattalik.

Ekvivalent qarshilik-Bir necha qarshilikka teng kuchli bo'lgan qarshilikdir.

Ekvivalent zanjir-Bir elektr zanjirga teng kuchli bo'lgan ikkinchi bir elektr zanjir.

Faza siljish burchagi-Kuchlanish va tok kuchining boshlang'ich fazalari orasidagi farqi.

Rezonans xodisasi- Xususiy tebranishlar chastotasining majburiy kuchlar chastotasi bilan mos tushish xodisasidir.

Kuchlanishlar rezonansi- elementlari ketma-ket ulangan zanjirdagi tok kuchi eng katta qiymatga erishganda reaktiv elementlardagi kuchlanishlarni manba kuchlanishiga nisbatan bir necha marotaba ortib ketish xodisasidir.

Toklar rezonansi- elementlari paralel ulangan zanjirdagi tok kuchi eng kichik qiymatga erishganda reaktiv elementlardagi toklarni manbadan iste'mol qilinayotgan tokka nisbatan bir necha marotaba ortib ketish xodisasidir.

Tebranish konturining to'la qarshiligi(o'tkazuvchanligi)-induktiv g'altak va kondensator reaktiv qarshiligi (o'tkazuvchanligi) miqdorlari nisbatidir.

Konturning asllik koefitsienti- reaktiv kuchlanishlar(toklar)ning manba kuchlanishi(toki)dan necha marta kattaligini bildiruvchi kattalikdir.

Konturning so'nishi- asllik koefitsientiga teskari bo'lgan kattalikdir.

Rezonans egri chiziklari yoki chastotaviy xarakteristikalar-zanjir qismlaridagi kuchlanishning effektiv qiymati o'zgarmas bo'lganda zanjirning aktiv, reaktiv va to'la qarshiligini, faza siljish burchagini, tok va kuchlanishlarni chastotaga bog'likligini ko'rsatuvchi egri chiziqlardir.

Uch fazali elektr zanjir-chastota va amplitudalari bir xil bo'lib, faza jihatidan 120^0 ga farq qilgan uchta EYuK manbalariga ulangan zanjir.

Generator(iste'molchi)ning neytral nuqtasi-generator(iste'molchi) fazalari oxirgi uchlarini birlashtiruvchi nuqtadir.

Nol yoki neytral sim- generator va iste'molchilarning neytral nuqtalarini birlashtiruvchi simdir.

Liniya simlari- manba va iste'molchi bir nomli fazalarining bosh uchlarini birlashtiruvchi simlardir.

Liniya toklari- liniya simlaridan o'tadigan toklar.

Faza toklari- manba va iste'molchining bir nomli fazalaridan o'tadigan toklar.

Faza kuchlanishi- ixtiyoriy liniya simi bilan nolinci sim orasidagi kuchlanish.

Liniya kuchlanishi- Istalgan ikkita liniya simi orasidagi kuchlanish.

Simmetrik yuklama- generatorning fazalariga ulangan yuklama qarshiliklari O'zaro teng va bir xil xarakterda bo'lgan yuklama.

Nosimmetrik yuklama- generatorning fazalariga ulangan yuklama qarshiliklari O'zaro teng bo'lmagan yoki bir xil xarakterda bo'lmagan yuklama.

Pul satsiya-amplitudalari bir-biriga teng bo'lgan, chastotalari O'zaro yaqin, ammo teng bo'lmagan ikkita sinusoidal tebranishlarning bir-birlariga ustma-ust tushishi natijasida olingan davriy tebranishlarning murakkab turidir.

Amplitudaviy modulyatsilash- O'zgarmas chastotali sinusoidal funktsiya amplitudasining avvaldan berilgan qonun bo'yicha boshqarishdir.

O'tkinchi jarayonlar- elektr zanjirlarning bir turg'unlashgan rejimdan boshqasiga O'tishini xarakterlovchi jarayonlardir.

Kommutatsiya- elektr zanjirning ish rejimini O'zgarishiga olib keluvchi barcha sabablardir.

Kommutatsiyaning birinchi qonuni- Xar qanday induktivlikka ega tarmoqdagi tok va magnit oqimi kommutatsiya paytida O'zini kommutatsiyaga qadar bo'lgan qiymatini saqlaydi va bundan so'ng ana shu qiymatlaridan boshlab O'zgaradi.

Kommutatsiyaning ikkinchi qonuni- Xar qanday tarmoqda sig'imdagi kuchlanish va zaryad miqdori kommutatsiya paytida O'zining kommutatsiyaga qadar bo'lgan qiymatini saqlaydi va bundan so'ng ana shu qiymatlaridan boshlab O'zgaradi.

TO'rtqutblik- ikkita kirish va ikkita chiqish qismlari bo'lgan elektr zanjirdir.

Passiv tO'rtqutblik- ichki tarmoqlarida e.yu.k. va tok manbai bo'lmagan tO'rtqutblik.

Aktiv tO'rtqutblik-ichki tarmoqlarida loqal bitta bO'lsa ham e.yu.k yoki tok manbai bO'lgan tO'rtqutblik.

TO'rtqutblikning uzatuvchanlik funktsiyalari- tO'rtqutblikning kirish kattaliklari bilan chiqish kattaliklari orasidagi bog'lanishni ifodalovchi funktsiyalar.

SO'nish koeffitsenti- kirish kuchlanishi (toki) tO'rtqutblikdan O'tganda uning moduli qancha O'zgarishini kO'rsatadigan kattalik.

Fazalar koeffitsenti -tO'rtqutblikning kirish va chiqish qismlaridagi oniy kuchlanishning oniy qiymatining boshlang'ich fazalari ayrimasiga teng kattalik bO'lib, tO'rtqutblikka berilgan kuchlanish fazalarining O'zgarish darajasini xarakterlaydi.

Chastota ajratuvchi elektr fil trlar- chastota tanlash xususiyatiga ega bO'lib, ayrim tO'rtqutbliklar yoki zanjiriy sxemalar tarzida tuzilgan qurilmala.

QO'yi chastota fil trlari- 0 dan ω gacha bO'lgan chastotalardagi signallarning eng yaxshi O'tishini ta'minlab, chastotasi birmuncha yuqori bO'lgan signallarning O'tishiga tO'sqinlik qiluvchi elektr fil trlar.

Yuqori chastota fil trlari- ω dan yuqori bO'lgan chastotalardagi signallarning eng yaxshi O'tishini ta'minlab, chastotasi ω dan kichik bO'lgan signallarning O'tishiga tO'sqinlik qiluvchi elektr fil trlar.

Polosoviy(oraliq) fil trlar- Chastotasi ω_1 dan ω_2 gacha bO'lgan diapazondagi signallarni sO'ndirmay O'tkazuvchi fil trlar.

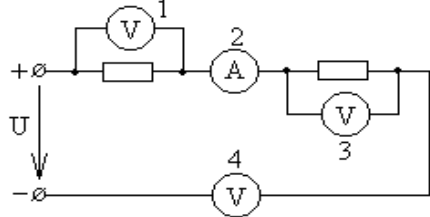
TO'suvchi fil trlar- chastotalar diopazoni ω_1 dan ω_2 gacha bO'lgan signallarni tO'sish uchun mO'ljallangan fil trlar.

IV. Ilovalar

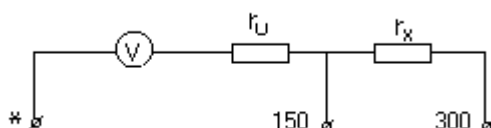
4.1. Testlar to'plami

«Электр ўлчаш асбоблари ва автоматика» фанидан тест топшириқлари

1-Вариант

- Захирами автоматик улаш (ЗАУ) қурилмаларига қўйиладиган асосий талабларни куйидагиларданан иборат (нотўғри жавобни кўрсатинг):
 - А) Ҳар қандай сабабга кўра шиналардаги кучланиш йўқолганда ҳам ишга тушиши.
 - В) Ишчи истеъмол манбаси йўқолганда, ҳеч қандай кутиш вақтисиз захирадаги (резервдаги) истеъмол манбасини улаши.
 - С) Истеъмолчилар частотали автоматик юксизлантириш (ЧАЮ).
 - Д) Реактив қувватни компенсациялаши.
- Автоматик қайта улаш (АҚУ) қандай турлари мавжуд эмас:
 - А) Икки томонлама таъминотли линияларни АҚУ қурилмалари.
 - В) Тўрт томонлама таъминотли линияларни АҚУ қурилмалари.
 - С) Икки томонлама таъминотли линияларни АҚУ уч фазали қурилмалари.
 - Д) Тез таъсирли АҚУ қурилмалари.
- $i=10 \sin (628 t-30^0)$ синусоидал токнинг даври неча секундга тенг?
 - А) 10с.
 - В) 628с.
 - С) 100с.
 - Д) 0,01с.
- Электр ўлчаш асбобларининг ишлаш принципи электромагнетизмнинг қайси қонунларига асосланган. (Нотўғри жавобни кўрсатинг).
 - А) Икки ўтказгичдан ўткан токларнинг ўзаро механикавий таъсирига.
 - В) Доимий магнит билан ўтказгичдаги токнинг ўзаро таъсирига.
 - С) Атом ва молекулаларнинг ўзаро тортилиш қонунига.
 - Д) Электростатикавий кучларнинг Кулон қонунига асосланган ўзаро таъсирига.
- Қуйидаги ўлчаш асбобларидан қайси бирининг ёрдамида кучланиш ўлчанади.
 - А) Ваттметр.
 - В) Амперметр.
 - С) Вольтметр.
 - Д) Логометр.
- Қуйидаги расмда кўрсатилган электр занжирдаги ўлчаш асбобларидан қайси бири занжирга нотўғри уланган?
 - А) 4.
 - В) 2.
 - С) 3.
 - Д) 1.
- Нима учун вольтметрнинг ички қашилиги r_v жуда катта қийматда олинади?
 - А) Занжирдаги қувват нобудгарчилигини камайтириш мақсадида.
 - В) Асбоб занжирга параллел уланганлиги туфайли унда тармоқланган ток ҳосил бўлмаслиги учун.
 - С) Асбоб ток ўтказадиган қисмларининг кизиб кетмаслиги учун.
 - Д) Асбобнинг ўлчаш аниқлигини ошириш мақсадида.
- Электр ўлчаш асбобларида ҳаракатланувчи ўққа маҳкамланган спирал пружинанинг вазифаси нима? (Нотўғри жавоб кўрсатилсин).
 - А) Айлантирувчи момент ҳосил қилади.
 - В) Тескари момент ҳосил қилади.
 - С) Асбобнинг кузгалувчан қисмини тинчлантиришга ёрдам беради.
 - Д) Кузгалувчан қисмга ток ўтказиш учун.
- Қуйидаги занжирдаги номинал кучланиши $U_n=150$ В, номинал токи $I_n=0,03$ А, ички қашилиги $r_m=5000$ Ом бўлган вольтметрнинг номинал кучланишини 300 В гача орттириш учун вольтметрга неча Ом қўшимча

қашилик улаш керак?



- A) 10000 Ом.
- B) 20000 Ом.
- C) 5000 Ом.
- D) 40000 Ом.

10. Қуйидаги электр ўлчаш асбобларидан қайси бири ёрдамида электр энергияси ўлчанади?
 A) Электр ҳисоблагич. B) Ваттметр. C) Авометр. D) Омметр.

2-Вариант

1. Айланиш тезлигини унга пропорционал Э.Ю.К га айлантириб берувчи асбоблар нима деб аталади.

- A) Фотодиод. B) Пьезоэлектрик ўзгарткичлар. C) Термопара. D) Тахогенератор.

2. Трансформация коэффициентини ифодасини кўрсатинг.

A) $K = \frac{U_2}{U_1}$. $K = \frac{\omega_2}{\omega_1}$. B) $K = \frac{U_1}{U_2}$. $K = \frac{\omega_1}{\omega_2}$. C) $K = \frac{P_1}{P_2}$. $K = \frac{\omega_1}{\omega_2}$. D) $K = \frac{U_1}{U_2}$. $K = \frac{V_1}{V_2}$.

3. АҚУ қурилмалари қайси ҳолларда ишламаслиги шарт (нотўғри жавобни кўрсатинг):

- A) Навбатчи персонал томонидан ўчирилганда.
- B) Автоматик равишда химоя воситалари томонидан ўчирилганда.
- C) Ёлғон маълумот туфайли ўчирилганда.
- D) Аварияга қарши автоматика қурилмалари томонидан ўчирилганда.

4. АҚУ ни қўллашдан мақсад нима (нотўғри жавобни кўрсатинг)?

- A) Навбатчи персонал томонидан ўчирилганда автоматик қайта улаш.
- B) Кучланишни ошиб кетиши, ажраткичларни нотўғри ишлатиш натижасида нотурғун қисқа туташув юзага келиши мумкин, бунда химоя тизими ишга тушганда автоматик қайта улаш.
- C) Қисқа муддатли катта юкланишларда трансформаторларни газли химоя тизими ишлаб кетганда автоматик қайта улаш.
- D) Электр таъминотидаги, қисқа муддатли узилишлар (линия, трансформатор, двигател ва бошқа механизмлар узгичлари баъзи механизмларни ишга туширишда узилади) автоматик қайта улаш (АҚУ) орқали камайтирилади.

5. Қуйидаги электр ўлчаш асбобларидан қайси бири ёрдамида электр энергияси ўлчанади?

- A) Электр ҳисоблагич. B) Ваттметр. C) Авометр. D) Омметр.

6. Электрик занжирдаги ток ўлчанганда $I_y = 101,5$ А га тенг, аммо унинг хақиқий қиймати эса $I_x = 100$ А ни ташкил этса, ўлчашдаги абсолют хато ΔI неча амперни ташкил этади.

- A) 0,25 А. B) 1 А. C) 0,75 А. D) 1,5 А.

7. Электрик занжирдаги ток ўлчанганда $I_y = 101,5$ А га тенг, аммо унинг хақиқий қиймати эса $I_x = 100$ А ни ташкил этса, ўлчашдаги нисбий хато γ_n неча процент бўлади.

- A) 4 %. B) 1,5 %. C) 2,5 %. D) 0,02 %.

8. Кучланиш трансформатори занжирга қандай уланади?

- A) Кетма-кет. B) Кетма-кет, параллел. C) Параллел. D) Аралаш.

9. Нима учун трансформаторнинг ўзаги темирдан, хусусан, электротехник пўлат листлардан тайёрланади. (Нотўғри жавобни кўрсатинг).

- A) Темир трансформаторнинг механикавий мустаҳкамлигини оширади.
- B) Ферромагнитавий материал бирламчи ва иккиламчи чулғамлар орасида магнитавий занжир ҳосил қилиб, муҳитнинг магнитавий қашилигини камайтиради.
- C) Пўлат узак чулғамларни мустаҳкам ушлаб туради.
- D) Электротехникавий пўлат таркибида кремний бўлганлиги учун, унинг солиштирма қашилиги катта бўлади. Бу эса уярма тоқлар таъсирида бўладиган қувват нобудгарчилигини камайтиради.

10. Ток трансформатори занжирга қандай уланади?

- A) Параллел. B) Кетма-кет. C) Кетма-кет, параллел. D) Аралаш.

3-Вариант

1. Реактив қувватни ўлчаш бирликларини кўрсатинг.
А) Вт, кВт, МВт. В) ВА, кВА, мВА. С) ВАр, кВАр, МВАр.
Д) Вт·с, кВт·соат, Жоуль.
2. Линия чулғамининг номинал кучланиши $U_n=110\text{кВ}$ бўлган кучланиш трансформаторининг ўлчаш чулғамига (доимо 100 В га ҳисобланади) уланган вольтметр $U=90\text{ В}$ ни кўрсатса, линиядаги кучланиш неча вольт бўлади?
А) 99000 В. В) 103400 В. С) 93000 В. Д) 1500 В.
3. Ишчи учлари қиздирилганда эркин учларида термоэлектр юритувчи куч ҳосил бўладиган асбоблар нима деб аталади.
А) Фотодиод. В) Термоқашилик. С) Термопара. Д) Термостат.

4. *Қуйидаги ифодалардан қайси бири магнитоэлектрик тизим асбобларида оғиш бурчагини тока боғлиқлигини кўрсатади.*

- А) $\Delta = X_y - X_x$. В) $\alpha = \frac{\Delta}{X_x} \cdot 100\%$. С) $\gamma = \frac{\Delta}{X_{чек}} \cdot 100\%$. Д) $\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$.

5. Частотали автоматик юксизлантириш (ЧАЮ)ни қўллашдан мақсад нима?
А) Ҳар қандай сабабга кўра шиналардаги кучланиш йўқолганда, уни тиклаш учун.
В) Истеъмолчилар юкмасини ортиши частотасини камайишига олиб келади, частотани тиклаш учун истеъмолчиларни бир қисмини узиб қўйиш учун.
С) Ишчи истеъмол манбаси йўқолганда, ҳеч қандай кутиш вақтисиз захирадаги (резервдаги) истеъмол манбасини улаш учун.
Д) Реактив қувватни компенсациялаш учун.
6. Реле химоясига қўйиладиган асосий талаблар нима (нотўғри жавобни кўрсатинг)?
А) Селективлик.
В) Тезкорлик.
С) Сизгирлик ва ишончлилик.
Д) Узлуксизлик.

7. *Қандай асбоблар билан қашиликларни ўлчаганда аниқлик юқори бўлади.*

- А) Омметр. В) Килоомметр. С) Якка ўлчаш куприги.
Д) Қўшалок ўлчаш кўприклари.

8. Линия чулғамининг номинал токи $I_n=500\text{ А}$ (ўлчаш чулғами доимо 5 А га ҳисобланади) бўлган ток трансформаторининг трансформация коэффиценти нечага тенг?
А) 30. В) 50. С) 20. Д) 100.

9. *Номинал кучланиши $U_n=100\text{ В}$ ва $r_{ич}=1\text{ кОм}$ бўлган вольтметрни ўлчаш чегарасини 10 марта ошириш учун унга уланадиган қўшимча қашиликнинг микдори қанча бўлиши керак.*
А) 10 кОм. В) 9 кОм. С) 20 кОм. Д) 1 кОм.

10. *Номинал токи $I_n=5\text{ А}$ ва $r_{ич}=45\text{ Ом}$ бўлган амперметрни ўлчаш чегарасини 10 марта ошириш учун унга уланадиган шунт қашилигининг микдори қанча бўлиши керак.*
А) 10 Ом. В) 9 Ом. С) 20 Ом. Д) 5 Ом.

4-Вариант

1. Куйидаги электр ўлчаш асбобларидан қайси бирининг ёрдамида ток кучи ўлчанади?
А) Ваттметр. В) Амперметр. С) Вольтметр. D) Логометр
2. Сезувчанликка тескари бўлган микдор шкала даражасининг бир бўлаги ўлчаш асбобининг нимаси дейилади.
А) Сезувчанлиги. В) Ички қашилиги. С) Доимийлиги. D) Ишончлилиги.
3. Ўлчанаётган катталикини ўлчаш бирлиги ёки ўлчаш билан таккослаш учун мулжалланган мослама нима деб аталади?
А) Ишчи асбоби. В) Намунавий асбоб. С) Ўлчаш асбоби. D) Кўчма асбоб.

4. Магнитоэлектрик тизим асбобларини ўзгарувчан ток занжирларида ҳам ишлатиш мумкинми.

- А) Мумкин, фақат вольтметрларни. В) Мумкин, фақат амперметрларни.
С) Мумкин, тўғрилагичлар ёрдамида. D) Мумкин эмас.
5. Берилган тенгламалардан қайси бири келтирилган хатоликни ифодалайди:
А) $\Delta = X_Y - X_X$. В) $\alpha = \frac{\Delta}{X_X} \cdot 100\%$. С) $\gamma = \frac{\Delta}{X_{чек}} \cdot 100\%$. D) $\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$.
6. Айланиш тезлигини унга пропорционал Э.Ю.К га айлантириб берувчи асбоблар нима деб аталади.
А) Фотодиод. В) Пьезоэлектрик ўзгарткичлар. С) Термопара. D) Тахогенератор.
7. Релели химояни селективлиги бу.....
А) Электр қурилма ёки электр тармоғини фақат шикастланган қисмини энергия тармоғидан узиш.
В) Электр қурилмани бир қисмини энергия тармоғидан узиш.
С) Электр тармоғини кетма-кет энергия тармоғидан узиш.
D) Дисретчер рухсати билан электр қурилмани энергия тармоғидан узиш.
8. Киришдаги (бошқарувчи) катталигининг равон ўзгариши билан чиқишдаги (бошқарилувчи) катталиги кескин ўзгарадиган электр аппарати нима деб аталади?
А) реле. В) Трансформатор. С) Ўзгич. D) Ажраткич.
9. Линия чулғамининг номинал токи $I_n=150$ А (ўлчаш чулғами доимо 5 А га ҳисобланади) бўлган ток трансформаторининг трансформация коэффиценти нечага тенг?
А) 30. В) 50. С) 20. D) 60. E) 20.
10. Кучланиш трансформаторининг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари тегишлича $U_{1n}=6000$ В, $U_{2n}=100$ В номинал кучланишга мулжалланган. Агар чулғамнинг битта ўрами 0,5 В-га мулжалланган бўлса, бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг ўрамлари сони қуйидагилардан қайси бирига тенг бўлади?
А) $W_1=5000$, $W_2=50$. В) $W_1=12000$, $W_2=200$. С) $W_1=20000$, $W_2=100$. D) $W_1=10000$, $W_2=100$.

5-Вариант

1. Ўлчаш трансформаторларини ишлатишдан мақсад нима?
А) Электр тармоқларининг кувват коэффициентини ошириш.
В) Трансформаторнинг кувват коэффициентини ошириш.
С) Ўлчаш аниқлигини ошириш.
Д) Ўлчаш асбобларининг ўлчаш чегарасини ошириш (қўшимча қашилик ва шунтларга ухшаш), шунингдек, юқори кучланишли қурилмаларда ўлчаш асбобларига хизмат кўрсатишнинг хавфсизлигини таъминлаш, ток ўтказувчи қисмларнинг изоляциясини бирмунча яхшилаш.

2. Номинал кучланиши $U_n=200\text{ В}$ ва $r_{иқ}=0,5\text{ кОм}$ бўлган вольтметрни ўлчаш чегарасини 5 марта ошириш учун унга уланадиган қўшимча қашиликнинг миқдори қанча бўлиши керак.

- А) 10 кОм. В) 9 кОм. С) 2 кОм. Д) 1 кОм.

3. Генератор ўлчаш ўзгарткичлари қайси банда тўғри кўрсатилган.

- А) Терморезистор, Фоторезистор.
В) Термопара, Тахогенератор.
С) Терморезистор, Тахогенератор.
Д) Фоторезистор, Тахогенератор.

4. Нима учун ишлаётган ток трансформаторининг иккиламчи чулғамига ўлчаш асбоби (амперметр) улашдан аввал иккиламчи чулғам қисмалари киска туташтирилиб, улардан бири ерга уланган бўлади. (Нотўғри жавобни кўрсатинг).

А) Амперметрни улаш вақтида электр тармоғининг кувват коэффициенти пасайиб кетмаслиги учун.

В. Қисмалар очик қолганда чулғамларда хизмат кўрсатувчи шахснинг ҳаёти учун хавфли даражадаги ЭЮК-ни индукцияланмаслиги ва изоляция шикастланмаслиги учун.

С) Изоляцияга шикаст етиб, бирламчи чулғам иккиламчи чулғамга уланиб қолганда хизмат кўрсатувчи шахс хавф-хатарсиз ишлаши учун.

Д) Иккиламчи чулғам қисмалари очик қолганда кувват нобудгарчилиги орта бориши натижасида трансформатор ўзаги бирданига кизиб кетмаслиги учун.

5. Электрик занжирдаги ток ўлчанганда $I_y=10\text{ А}$ га тенг, аммо унинг ҳақиқий қиймати эса $I_x=11\text{ А}$ ни ташкил этса, ўлчашдаги абсолют хато ΔI неча амперни ташкил этади.

- А) 2 А. В) 1 А. С) 0,75 А. Д) 2,5 А.

6. Электрик занжирдаги ток ўлчанганда $I_y=10\text{ А}$ га тенг, аммо унинг ҳақиқий қиймати эса $I_x=10,2\text{ А}$ ни ташкил этса, ўлчашдаги нисбий хато γ_n неча процент бўлади?

- А) 2 %. В) 0,5 %. С) 2,5 %. Д) 0,02 %. Е) 4 %.

7. Ток трансформаторининг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари тегишлича $I_{1н}=100\text{ А}$ ва $I_{2н}=5\text{ А}$ ток кучларига мувожазланган. Агар бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг магнитловчи кучлари тенг бўлса, иккиламчи чулғамнинг ўрамлари сони қуйидагиларнинг қайси бирига тенг?

- А) 20. В) 180. С) 100. Д) 60.

8. Юқори кучланишли тармоққа вольтметр қандай уланади.

- А) Кетма-кет. В) Параллел. С) Кучланиш трансформатори орқали
Д) Ток трансформатори орқали.

9. Реленинг чиқишидаги параметр (Y) нинг киришдаги параметри (X) билан, яъни $Y=F(x)$ боғланиш графиги нима деб аталади?

- А) Реленинг асосий параметрлари. В) Реленинг асосий характеристикаси.
С) Реленинг кўрсаткичлари. Д) Ишлаб кетиш катталиги.

10. Реленинг ишлаб кетишини таъминловчи таъсир этиш (кириш) сигналининг миқдори нима деб аталади?

- А) Реленинг асосий параметрлари. В) Реленинг асосий характеристикаси.
С) Ишлаб кетиш катталиги. Д) Реленинг маълумотлари.

6-Вариант

1. Чиқишдаги параметр ўзининг максимал қийматидан минимал қийматига кескин (сакраб) камайишини таминловчи киришдаги таъсир этувчи сигнал миқдори нима деб аталади?
А) Ишлаб кетиш катталиги.
В) Реленинг асосий параметрлари.
С) Реленинг асосий характеристикаси.
Д) Қўйиб юбориш катталиги.
2. Технологик жараёнларни автоматлаштиришда ҳамда турли технологик операцияларни маълум кетма-кетликда амалга ошириш ва сабр вақтини ҳосил қилишда қандай релелардан фойдаланилади?
А) Вақт релесидан.
В) Ток релесидан.
С) Кучланиш релесидан.
Д) Орalik релесидан.
3. Нима учун ваттметрда ўлчаш чулғами иккита?
А) Ўлчаш аниқлигини ошириш мақсадида.
В) Ташқи электромагнит майдоннинг таъсирини камайтириш учун.
С) Асбобнинг ҳаракатланувчи қисмларини тинчлантиришни осонлаштириш учун.
Д) Чулғамлардан бири токка, иккинчиси кучланишга тўғри пропорционал бўлганлигидан, уларнинг купайтмасига пропорционал айлантирувчи момент ҳосил қилиш учун.
Е) Ички қаршилигини ошириш учун.
4. Юқори кучланишли тармоққа амперметр қандай уланади?
А) Кетма-кет. В) Параллел. С. Ток трансформатори орқали. Д) Шунт орқали.
5. Вольтметрларни ўлчаш чегараси қандай кенгайтирилади.
А) Қўшимча қаршилик ва кучланиш трансформаторлари ёрдамида.
В) Шунт ва ток трансформатори ёрдамида.
С) Факат ўлчаш трансформаторлари ёрдамида.
Д) Факат шунт орқали.
6. Қаршилиқни ўлчани қандай усуллари мавжуд. (Нотўғри жавобни кўрсатинг).
А) Омметр ёрдамида. В) Килоомметр ёрдамида.
С) Улаш куприги ёрдамида. Д) Частотамер
7. Юқори кучланишли тармоқдаги электр энергия миқдори қандай асбоблар ёрдамида ўлчанади?
А) Ваттметр, вольтметр, амперметр.
В) Ваттметр, ток трансформатори, кучланиш трансформатори.
С) Электр ҳисоблагич, ток трансформатори, кучланиш трансформатори.
Д) Омметр, частотамер, осциллограф.
8. Ўзгарувчан ток занжири тула қувватини ўлчаш бирликларини кўрсатинг.
А) Вт, кВт, МВт. В) ВА, кВА, мВА.
С) ВАр, кВАр, МВАр. Д) Вт·с, кВт·соат, Жоуль.
9. Ўлчаш асбобларининг қайси тизимидаги амперметрни занжирга нотўғри уланганда унинг стрелкаси нолдан чапга оғади? (Бунда амперметр қисмларидаги симнинг ўрнини алмаштириш лозим бўлади).
А) Электромагнит. В) Электродинамик.
С) Магнитоэлектрик. Д) Ферродинамик.
10. Линия чулғамининг номинал кучланиши $U_n=10\text{кВ}$ бўлган кучланиш трансформаторининг ўлчаш чулғамига (доимо 100 В га ҳисобланади) уланган вольтметр $U=90\text{ В}$ ни кўрсатса, линиядаги кучланиш неча вольт бўлади?
А) 9800 В. В) 3400 В. С) 3000 В. Д) 9000 В

7-Вариант

1. Ток трансформаторининг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари тегишлича $I_{1H}=300$ А ва $I_{2H}=5$ А ток кучларига мулжалланган. Агар бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг магнитловчи кучлари тенг бўлса, иккиламчи чулғамнинг урамлари сони қуйидагиларнинг қайси бирига тенг?
 А. 120. В. 180. С) 100. D) 60.

2. Номинал кучланиши $U_H=200$ В ва $r_{иЧ}=0,5$ кОм бўлган вольтметрни ўлчаш чегарасини 5 марта ошириш учун унга уланадиган қўшимча қаршиликнинг микдори канча бўлиши керак.

- А) 10 кОм. В) 9 кОм. С) 20 кОм. D) 2 кОм.

3. Реле химоясига қўйиладиган асосий талаблар (нотўғри жавобни кўрсатинг):

- А) Тежамкорлик.
 В) Селективлик.
 С) Тезкорлик.
 D) Сизгирлик ва ишончлилик.

4. Максимал ток релелари қандай уланади?

- А) Кучланиш трансформаторининг иккиламчи чулғамига уланади.
 В) Ток трансформаторини бирламчи чулғамига уланади.
 С) Ток трансформаторини иккиламчи чулғамига уланади.
 D) Кучланиш трансформаторининг бирламчи чулғамига уланади.

5. Номинал токи $I_H=5$ А ва $r_{иЧ}=24$ Ом бўлган амперметрни ўлчаш чегарасини 5 марта ошириш учун унга уланадиган шунт қаршилигининг микдори канча бўлиши керак.

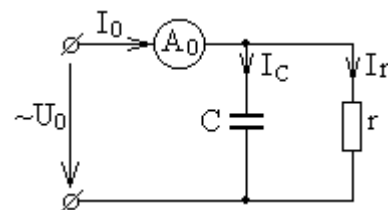
- А) 3,5 Ом. В) 9 Ом. С) 20 Ом. D) 6 Ом.

6. Номинал токи $I_H=10$ А ва $r_{иЧ}=40$ Ом бўлган амперметрни ўлчаш чегарасини 9 марта ошириш учун унга уланадиган шунт қаршилигининг микдори канча бўлиши керак.

- А) 5 Ом. В) 9 Ом. С) 20 Ом. D) 6 Ом.

7. Қуйидаги расмда келтирилган занжирда $i_C=5,66\sin(314t-90^\circ)$ А ва $i_r=4,24 \sin 314t$ А бўлса, занжирнинг тармоқланмаган қисмига уланган амперметр A_0 неча амперни кўрсатади?

- А) 11,31 А.
 В) 14 А.
 С) 10 А.
 D) 5 А.



8. Электр ҳисоблагичда муайян иш бирлиги ичида дискнинг неча марта айланишини кўрсатадиган микдор нима деб аталади.

- А) Ҳисоблагичнинг номинал микдори. В) Ҳисоблагичнинг хақиқий доимийси.
 С) Ҳисоблагичнинг коэффиценти. D) Ҳисоблагичнинг номинал доимийси.

9. Ноэлектрик катталикларни электр катталикка айлантирадиган элемент ёки қурилма нима деб аталади.

- А) Реле. В) Саклагич. С) Датчик. D) Транзистор.

10. Индукцион тизим асбобларига қирадиган асбобларни кўрсатинг.

- А) Электр ҳисоблагичлар. В) Амперметр, вольтметр, мегомметр.
 С) Частотаметр. D) Люксметр.

8-Вариант

1. Берилган тенгламалардан қайси бири мутлок (абсолют) хатоликни ифодалайди:

- A) $\Delta = X_y - X_x$. B) $\alpha = \frac{\Delta}{X_x} \cdot 100\%$. C) $\gamma = \frac{\Delta}{X_{чек}} \cdot 100\%$. D) $\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$.

2. Ишлаш принципи бази кристалларда механик куч таъсирида электр юритувчи кучни ҳосил бўлишига асосланган асбоблар нима деб аталади.

- A) Фотодиод. B) Пьезоэлектрик ўзгарткичлар. C) Термопара. D) Тахогенератор.

3. Электр ҳисоблагичнинг диски бир марта тулик айланганда электр истеъмолчиси олган энергияга тенг бўлган миқдор нима деб аталади.

- A) Ҳисоблагичнинг номинал миқдори. B) Ҳисоблагичнинг ҳақиқий доимийси.
C) Ҳисоблагичнинг коэффиценти. D) Ҳисоблагичнинг номинал доимийси.

4. Фотоэлектрик ўзгарткичларнинг ишлаш принципи ярим утказгичларнинг қандай таъсирида ЭЮК ни вужудга келтиришига асосланган:

- A) Намлик. B) Ёруғлик. C) Иссиқлик. D) Механик.

5. Максимал ва минимал кучланиш релелари қандай уланади?

- A) Ток трансформаторини иккиламчи чулғамига уланади.
B) Ток трансформаторини бирламчи чулғамига уланади.
C) Кучланиш трансформаторининг бирламчи чулғамига уланади.
D) Кучланиш трансформаторининг иккиламчи чулғамига уланади.

6. РТМ-II қандай реле?

- A) Минимал кучланиш релеси.
B) Максимал кучланиш релеси.
C) Максимал ток релеси.
D) Вақт релеси.

7. Ток трансформаторини ишлатишда қайси шартга риоя қилиш керак

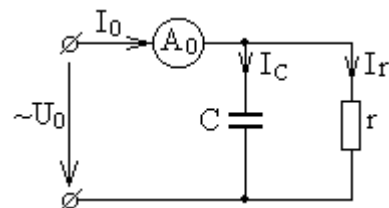
- A) Иккиламчи чулғам очик колмаслиги шарт.
B) Ерга уланмаган бўлиши шарт
C) Тик ўрнатилиш шарт.
D) Ётик холда ўрнатилиши шарт.

8. Юқори кучланишли тармоққа вольтметр қандай уланади.

- A) Кучланиш трансформатори орқали. B) Параллел.
C) Шунт орқали. D) Ток трансформатори орқали.

9. Қуйидаги расмда келтирилган занжирда $I_C = 8$ А ва $I_r = 6$ А бўлса, занжирнинг тармоқланмаган қисмига уланган амперметр A_0 неча амперни кўрсатади?

- A) 10 А.
B) 14 А.
C) 2 А.
D) 7 А.



10. Ўзгарувчан ток занжири актив қувватининг ўлчаш бирлигини кўрсатинг.

- A) Вт, кВт, МВт. B) ВА, кВА, мВА. C) ВАр, кВАр, МВАр D) Вт·с, кВт·соат, Жоуль

9-Вариант

1. Қуйидаги электр ўлчаш асбобларидан қайси бирининг ёрдамида ток кучи ўлчанади?
А) Ваттметр. В) Амперметр. С) Вольтметр. D) Логометр.
2. Юқори кучланишли тармоқдаги кувват қандай асбоблар ёрдамида ўлчанади?
А) Ваттметр, вольтметр, амперметр.
В) Ваттметр, ток трансформатори, кучланиш трансформатори.
С) Электр ҳисоблагич, ток трансформатори, кучланиш трансформатори.
D) Омметр, частотамер, осциллограф.
3. Нима учун амперметрнинг ички қаршилиги R_A -кичик кийматда олинади?
А) Асбобнинг ўлчаш чулғамини ихчамлаштириш учун.
В) Асбоб занжирига кетма-кет уланганлигидан унинг умумий қаршилигини ўзгартирмаслик учун.
С) Ташқи занжирдаги кувват нобудгарчилигини камайитириш мақсадида.
D) Асбоб ток утказадиган қисмларининг кизиқ кетмаслиги учун.
4. Электрик занжирдаги ток ўлчанганда $I_y=51$ А га тенг, аммо унинг хақиқий киймати эса $I_x=50$ А ни ташкил этса, ўлчашдаги абсолют хато ΔI неча амперни ташкил этади.
А) 0,25 А. В) 1 А. С) 0,75 А. D) 2,5 А.
5. Электрик занжирдаги ток ўлчанганда $I_y=51$ А га тенг, аммо унинг хақиқий киймати эса $I_x=50$ А ни ташкил этса, ўлчашдаги нисбий хато γ_n неча процент бўлади?
А) 4 %. В) 0,5 %. С) 2,5 %. D) 2 %.
6. Аниклик синфи 2,5 бўлиб, шкаласи 500 В гача даражаланган электромагнит тизимдаги вольтметр 220 В кучланишни ўлчаганда келтирилган нисбий хато γ_n неча вольт бўлади?
А) 2,5 В. В) 10 В. С) 5,5 В. D) 12,5 В.

7. Вақт релесидан қарерларда фойдаланилади?

А) Технологик жараёнларни автоматлаштиришда ҳамда турли технологик операцияларни маълум кетма-кетликда амалга ошириш ва сабр вақтини ҳосил қилишда.

В) Ўзгарувчан ток частотасини номиналдан камайиб кетишидан назорат қилувчи автоматика ва химоя схемаларида.

С) Қисқа туташув тоқларни ва ўта кучланишларни чеклаш учун мўлжалланган аппаратларда.

Д) Электр занжирларни улаб ёки узиш учун мўлжалланган аппаратларда.

8. РВМ-170 қандай реле?

- А) Кучланиш релеси.
- В) Вақт релеси.
- С) Максимал ток релеси.
- Д) Частота релеси.

9. Линия чулғамининг номинал кучланиши $U_n=35$ кВ бўлган кучланиш_трансформаторининг ўлчаш чулғамига (доимо 100 В га ҳисобланади) уланган вольтметр $U=90$ В ни кўрсатса, линиядаги кучланиш неча вольт бўлади?

- А) 29800 В. В) 3400 В. С) 32000 В. D) 31500 В.

10. Ўзгарувчан ток частотасининг ўлчаш бирлигини кўрсатинг.

- А) сек. В) айл/мин. С) Гц. D) Рад/сек.

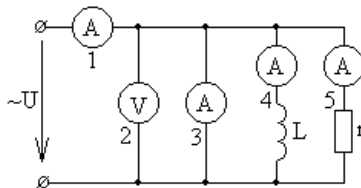
10-Вариант

1. Ток трансформаторининг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари тегишлича $I_{1H}=300$ А ва $I_{2H}=5$ А ток кучларига мулжалланган. Агар бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг магнитловчи кучлари тенг бўлса, иккиламчи чулғамнинг урамлари сони қуйидагиларнинг қайси бирига тенг?

- A) 120. B) 180. C) 100. D) 60.

2. Қуйидаги расмда кўрсатилган электр занжирдаги ўлчаш асбобларидан қайси бири занжирга нотўғри уланган?

- A) 2.
B) 3.
C) 3 ва 2.
D) 1 ва 5.



3. Электр занжирлардаги ток билан кучланиш орасидаги фаза буйича силжиш бурчаги ϕ қандай ўлчаш асбоби ёрдамида ўлчанади?

- A) Омметр. B) Мегометр. C) Фазометр. D) Лампали вольтметр.

4. Ўлчаш асбобларининг қайси тизимидаги вольтметрни занжирга нотўғри уланганда унинг стрелкаси нолдан чапга огади? (Бунда вольтметр қисмларидаги симнинг урнини алмаштириш лозим бўлади).

- A) Электромагнит. B) Магнитоэлектрик. C) Электродинамик.
D) Ферродинамикавий.

5. Линия чулғамининг номинал токи $I_L=500$ А бўлган ток трансформаторининг иккиламчи чулғамига уланган амперметр $I_y=2,5$ А ни кўрсатса, трансформаторнинг линия чулғамидан утадиган ток неча ампер бўлади?

- A) 100 А. B) 250 А. C) 180 А. D) 120 А.

6. Кучланиш трансформаторининг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари тегишлича $U_{1H}=110$ кВ, $U_{2H}=100$ В номинал кучланишга мулжалланган. Агар чулғамнинг битта урами 2 В-га мулжалланган бўлса, бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг урамлари сони қуйидагилардан қайси бирига тенг бўлади?

- A) $W_1=55000$, $W_2=50$. B) $W_1=10000$, $W_2=200$.
C) $W_1=20000$, $W_2=100$. D) $W_1=10000$, $W_2=100$.

7. Қуйидаги ифодалардан қайси бири магнитоэлектрик лагометрларда оғиш бурчагини тока богликлгини кўрсатади.

A) $\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$. B) $\alpha = \frac{1}{2W} \cdot I^2 \frac{\partial L}{\partial \alpha}$. C) $\alpha = F\left(\frac{I_1}{I_2}\right)$.

D) $I = K \cdot I$.

8. Халқаро бирликлар системаси (СИ) неча асосий катталиқни уз ичига олган:

- A) 5 та. B) 3 та. C) 8 та. D) 7 та.

9. Ўзгарувчан ток частотасини номиналдан камайиб кетишидан назорат қилувчи автоматика ва химоя схемаларида қандай релелардан фойдаланилади?

- A) Вақт релесидан. B) Ток релесидан.
C) Частота релесидан. D) Кучланиш релесидан.

10. Реле деб қандай аппаратга айтилади?

A) Электр машиналарни ёки бирор электр энергияни истеъмол этувчи аппаратни юргизиш, тезлигини ростлаш, U ва I ни ўзгартириш учун мўлжалланган аппаратларга.

B) Қисқа туташув тоқларни ва ўта кучланишларни чеклаш учун мўлжалланган аппаратларга.

C) Электр занжирларни улаб ёки узиш учун мўлжалланган аппаратларга.

D) Киришдаги (бошқарувчи) катталигининг равон ўзгариши билан чиқишдаги (бошқарилувчи) катталиги кескин ўзгарадиган электр аппарат.

11-Вариант

1. Берилган тенгламалардан қайси бири нисбий хатоликни ифодалайди:

- A) $\Delta = X_y - X_x$. B) $\alpha = \frac{\Delta}{X_x} \cdot 100\%$. C) $\gamma = \frac{\Delta}{X_{чек}} \cdot 100\%$. D) $\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$.

2. Технологик жараёнларни автоматлаштиришда ҳамда турли технологик операцияларни маълум кетма-кетликда амалга ошириш ва сабр вақтини ҳосил қилишда қандай релелардан фойдаланилади?

- A) Вақт релесидан. B) Ток релесидан.
C) Кучланиш релесидан. D) Оралиқ релесидан.

3. Кучланиш трансформаторининг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари тегишлича $U_{1н}=10000$ В, $U_{2н}=100$ В номинал кучланишга мувожазланган. Агар чулғамнинг битта ўрама 1 В-га мувожазланган бўлса, бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг ўрамлари сони қуйидагилардан қайси бирига тенг бўлади?

- A) $W_1=5000$, $W_2=50$. B) $W_1=10000$, $W_2=200$. C) $W_1=20000$, $W_2=100$. D) $W_1=10000$, $W_2=100$.

4. Кучланиш трансформаторини ишлатишда қайси шартга риоя қилиш керак.

- A) Ерга уланмаган бўлиши шарт. B) Ёпик жойда ўрнатилиши шарт.
C) Ётик холда ўрнатилиши шарт. D) Кучланиш трансформаторининг иккиламчи чулғами киска туташувда бўлмаслиги ва бир учи ерга уланган бўлиши керак.

5. Амперметрларни ўлчаш чегараси қандай кенгайтирилади.

- A) Қўшимча қашилик ва кучланиш трансформаторлари ёрдамида.
B) Шунт ва ток трансформатори ёрдамида.
C) Факат ўлчаш трансформаторлари ёрдамида.
D) Факат шунт орқали.

6. *Электрон нурли трубканинг сезувчанлиги қайси ифода билан аникланади.*

- A) $S=vt$. B) $S=h/U$. C) $S=H \cdot w$. D) $S=I \sin wt$.

7. Кучланиш трансформатори занжирга қандай уланади?

- A) Кетма-кет. B) Кетма-кет, параллел. C) Параллел. D) Аралаш.

8. Киришдаги (бошқарувчи) катталигининг равоён ўзгариши билан чиқишдаги (бошқарилувчи) катталиги кескин ўзгарадиган электр аппарати нима деб аталади.?

- A) реле. B) Трансформатор. C) Ўзгич. D) Ажраткич.

9. *Қуйидаги ифодалардан қайси бири электромагнит тизим асбобларида оғиш бурчагини тока боғлиқлигини кўрсатади.*

- A) $\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$. B) $\alpha = \frac{\Delta}{X_x} \cdot 100\%$. C) $\gamma = \frac{\Delta}{X_{чек}} \cdot 100\%$. D) $\alpha = \frac{1}{2W} \cdot I^2 \frac{\partial L}{\partial \alpha}$.

10. Ўзгарувчан ток занжири актив қувватининг ўлчаш бирлигини кўрсатинг.

- A) ВТ, кВт, МВт. B) ВА, кВА, мВА. C) ВАр, кВАр, МВАр. D) Вт·с, кВт·соат, Жоуль.
D) Аниқ жавоб йук. E. Юкламанинг ортишига қараб кузгатиш токини ҳам камайитириш.

12-Вариант

1. Захирани автоматик улаш (ЗАУ) қурилмаларига қўйиладиган асосий талабларни қўйидагиларданан иборат (нотўғри жавобни кўрсатинг):

- В) Ишчи истеъмол манбаси йўқолганда, ҳеч қандай кутиш вақтисиз захирадаги (резервдаги) истеъмол манбасини улаши.

С) Истеъмолчилар частотали автоматик юксизлантириш (ЧАЮ).

Д) Реактив қувватни компенсациялаши.

2. Лагометрларда тормозловчи момент қандай усул билан ҳосил қилинади.

- A) Эластик элементлар ёрдамида. B) Механикавий усулда.

- C) Тўғрилагич ёрдамида. D) Электр усул билан.

3. Халкаро бирликлар тизимига кирувчи бирликлар қайси банда тўғри кўрсатилган.

- А) Килограмм, секунд, ампер, моль.

- В) Грамм, соат, ампер, моль.

- С) Килоампер, секунд, канделла, келвин.

- D) Киловатт, секунд, герц, моль.

4. Частота релесидан қаерларда фойдаланилади?

А) Ўзгарувчан ток частотасини номиналдан камайиб кетишидан назорат қилувчи автоматика ва химоя схемаларида.

В) Технологик жараёнларни автоматлаштиришда ҳамда турли технологик операцияларни маълум кетма-кетликда амалга ошириш ва сабр вақтини ҳосил қилишда.

С) Қисқа туташув тоқларни ва ўта кучланишларни чеклаш учун мўлжалланган аппаратларда.

Д) Электр занжирларни улаб ёки узиш учун мўлжалланган аппаратларда.

5. Ток трансформатори занжирга қандай уланади?

- A) Параллел. B) Кетма-кет. C) Кетма-кет, параллел. D) Аралаш.

6. Реактив кувватни ўлчаш бирликларини кўрсатинг.

- A) BT, κBT, MBT. B) BA, κBA, MBA.

- С) ВАр, кВАр, МВАр. D) Вт·с, кВт·соат, Жоуль.

7. Занжирдаги токни ўлчаш учун номинал токлари бир хил ($I_y=5A$) бўлган иккита амперметр ўзаро параллел уланди. Улардан биринчисининг ички қаршилиги $r_{A1}=0,1$ Ом, иккинчисиники $r_{A2}=0,08$ Ом. Қайси амперметрдан кўп ток ўтади?

- A) Биринчидан. В) Иккинчидан. С) Иккаласидан бир хил.

- D) Амперметрдан утадиган ток уларнинг ички қаршилигига боғлиқ эмас.

8. Электр ўлчаш асбобларида ҳаракатланувчи ўққа маҳкамланган спирал пружинанинг вазифаси нима? (Нотўғри жавоб кўрсатилсин).

- А) Айлантирувчи момент ҳосил килади.

- В) Тескари момент ҳосил килади.

- C) Асбобнинг кузгалувчан қисмини тинчлантиришга ёрдам беради.

- D) Кузгалувчан қисмга ток ўтказиш учун.

9. Номинал кучланиши $U_n=50$ В ва $r_{и\kappa}=0,5$ кОм бўлган вольтметрни ўлчаш чегарасини 8 марта ошириш учун унга уланадиган қўшимча қаршилиқнинг миқдори қанча бўлиши керак.

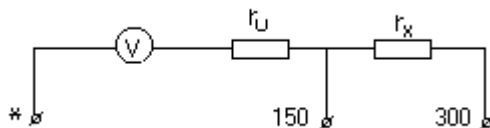
- A) 3,5 кОм. B) 9 кОм. C) 20 кОм. D) 1 кОм.

10. Линия чулғамининг номинал токи $I_n=1$ кА (ўлчаш чулғами доимо 5 А га ҳисобланади) бўлган ток трансформаторининг трансформация коэффиценти нечага тенг?

- A) 30. B) 50. C) 200. D) 60.

13-Вариант

1. Захирани автоматик улаш (ЗАУ) қурилмаларига қўйиладиган асосий талабларни қуйидагиларданан иборат (нотўғри жавобни кўрсатинг):
 - А) Ҳар қандай сабабга кўра шиналардаги кучланиш йўқолганда ҳам ишга тушиши.
 - В) Ишчи истеъмол манбаси йўқолганда, ҳеч қандай кутиш вақтисиз захирадаги (резервдаги) истеъмол манбасини улаши.
 - С) Истеъмолчилар частотали автоматик юксизлантириш (ЧАЮ).
 - Д) Реактив қувватни компенсациялаши.
2. Автоматик қайта улаш (АҚУ) қандай турлари мавжуд эмас:
 - А) Икки томонлама таъминотли линияларни АҚУ қурилмалари.
 - В) Тўрт томонлама таъминотли линияларни АҚУ қурилмалари.
 - С) Икки томонлама таъминотли линияларни АҚУ уч фазали қурилмалари.
 - Д) Тез таъсирли АҚУ қурилмалари.
3. $i=10 \sin(628t-30^\circ)$ синусоидал токнинг даври неча секундга тенг?
 - А) 10с.
 - В) 628с.
 - С) 100с.
 - Д) 0,01с.
4. Электр ўлчаш асбобларининг ишлаш принципи электромагнетизмнинг қайси қонунларига асосланган. (Нотўғри жавобни кўрсатинг).
 - А) Икки ўтказгичдан ўткан токларнинг ўзаро механикавий таъсирига.
 - В) Доимий магнит билан ўтказгичдаги токнинг ўзаро таъсирига.
 - С) Атом ва молекулаларнинг ўзаро тортилиш қонунига.
 - Д) Электростатикавий кучларнинг Кулон қонунига асосланган ўзаро таъсирига.
5. Қуйидаги ўлчаш асбобларидан қайси бирининг ёрдамида кучланиш ўлчанади.
 - А) Ваттметр.
 - В) Амперметр.
 - С) Вольтметр.
 - Д) Логометр.
6. Электр ўлчаш асбобларида ҳаракатланувчи ўққа маҳкамланган спирал пружинанинг вазифаси нима? (Нотўғри жавоб кўрсатилсин).
 - А) Тескари момент ҳосил қилади.
 - В) Айлантирувчи момент ҳосил қилади.
 - С) Асбобнинг кузгалувчан қисмини тинчлантиришга ёрдам беради.
 - Д) Кузгалувчан қисмга ток ўтказиш учун.
7. Нима учун вольтметрнинг ички қашилиги r_v жуда катта қийматда олинади?
 - А) Занжирдаги қувват нобудгарчилигини камайтириш мақсадида.
 - В) Асбоб занжирга параллел уланганлиги туфайли унда тармоқланган ток ҳосил бўлмаслиги учун.
 - С) Асбоб ток ўтказадиган қисмларининг кизиб кетмаслиги учун.
 - Д) Асбобнинг ўлчаш аниқлигини ошириш мақсадида.
8. Электр ўлчаш асбобларида ҳаракатланувчи ўққа маҳкамланган спирал пружинанинг вазифаси нима? (Нотўғри жавоб кўрсатилсин).
 - А) Айлантирувчи момент ҳосил қилади.
 - В) Тескари момент ҳосил қилади.
 - С) Асбобнинг кузгалувчан қисмини тинчлантиришга ёрдам беради.
 - Д) Кузгалувчан қисмга ток ўтказиш учун.
9. Қуйидаги занжирдаги номинал кучланиши $U_n=150$ В, номинал токи $I_n=0,03$ А, ички қашилиги $r_m=5000$ Ом бўлган вольтметрнинг номинал кучланишини 300 В гача орттириш учун вольтметрга неча Ом қўшимча қашилик улаш керак?
 - А) 10000 Ом.
 - В) 20000 Ом.
 - С) 5000 Ом.
 - Д) 40000 Ом.



10. Қуйидаги электр ўлчаш асбобларидан қайси бири ёрдамида электр энергияси ўлчанади?
 - А) Электр ҳисоблагич.
 - В) Ваттметр.
 - С) Авометр.
 - Д) Омметр.

14-Вариант

1. Айланиш тезлигини унга пропорционал Э.Ю.К га айлантириб берувчи асбоблар нима деб аталади.

- А) Фотодиод. В) Пьезоэлектрик ўзгарткичлар. С) Термопара. D) Тахогенератор.

2. Трансформация коэффициенти ифодасини кўрсатинг.

- А) $K = \frac{U_2}{U_1}$. $K = \frac{\omega_2}{\omega_1}$. В) $K = \frac{U_1}{U_2}$. $K = \frac{\omega_1}{\omega_2}$. С) $K = \frac{P_1}{P_2}$. $K = \frac{\omega_1}{\omega_2}$. D) $K = \frac{U_1}{U_2}$. $K = \frac{V_1}{V_2}$.

3. АҚУ қурилмалари қайси ҳолларда ишламаслиги шарт (нотўғри жавобни кўрсатинг):

- А) Навбатчи персонал томонидан ўчирилганда.
В) Автоматик равишда химоя воситалари томонидан ўчирилганда.
С) Ёлғон маълумот туфайли ўчирилганда.
D) Аварияга қарши автоматика қурилмалари томонидан ўчирилганда.

4. АҚУ ни қўллашдан мақсад нима (нотўғри жавобни кўрсатинг)?

- А) Навбатчи персонал томонидан ўчирилганда автоматик қайта улаш.
В) Кучланишни ошиб кетиши, ажраткичларни нотўғри ишлатиш натижасида нотўғри қисқа туташув юзага келиши мумкин, бунда химоя тизими ишга тушганда автоматик қайта улаш.
С) Қисқа муддатли катта юкланишларда трансформаторларни газли химоя тизими ишлаб кетганда автоматик қайта улаш.
D) Электр таъминотидаги, қисқа муддатли узилишлар (линия, трансформатор, двигател ва бошқа механизмлар узгичлари баъзи механизмларни ишга туширишда узилади) автоматик қайта улаш (АҚУ) орқали камайтирилади.

5. Қуйидаги электр ўлчаш асбобларидан қайси бири ёрдамида электр энергияси ўлчанади?

- А) Электр ҳисоблагич. В) Ваттметр. С) Авометр. D) Омметр.

6. Электрик занжирдаги ток ўлчанганда $I_y = 101,5$ А га тенг, аммо унинг хақиқий қиймати эса $I_x = 100$ А ни ташкил этса, ўлчашдаги абсолют хато ΔI неча амперни ташкил этади.

- А) 0,25 А. В) 1 А. С) 0,75 А. D) 1,5 А.

7. Электрик занжирдаги ток ўлчанганда $I_y = 101,5$ А га тенг, аммо унинг хақиқий қиймати эса $I_x = 100$ А ни ташкил этса, ўлчашдаги нисбий хато γ_n неча процент бўлади.

- А) 4 %. В) 1,5 %. С) 2,5 %. D) 0,02 %.

8. Кучланиш трансформатори занжирга қандай уланади?

- А) Кетма-кет. В) Кетма-кет, параллел. С) Параллел. D) Аралаш.

9. Нима учун трансформаторнинг ўзаги темирдан, хусусан, электротехник пўлат листлардан тайёрланади. (Нотўғри жавобни кўрсатинг).

- А) Темир трансформаторнинг механикавий мустаҳкамлигини оширади.
В) Ферромагнитавий материал бирламчи ва иккиламчи чулғамлар орасида магнитавий занжир ҳосил қилиб, муҳитнинг магнитавий қашилигини камайтиради.
С) Пўлат узак чулғамларни мустаҳкам ушлаб туради.
D) Электротехникавий пўлат таркибида кремний бўлганлиги учун, унинг солиштирма қашилиги катта бўлади. Бу эса уярма тоқлар таъсирида бўладиган қувват нобудгарчилигини камайтиради.

10. Ток трансформатори занжирга қандай уланади?

- А) Параллел. В) Кетма-кет. С) Кетма-кет, параллел. D) Аралаш.

15-Вариант

1. Реактив қувватни ўлчаш бирликларини кўрсатинг.
 А) ВТ, кВт, МВт. В) ВА, кВА, мВА. С) ВАр, кВАр, МВАр.
 Д) Вт·с, кВт·соат, Жоуль.
2. Линия чулғамининг номинал кучланиши $U_n=110\text{кВ}$ бўлган кучланиш трансформаторининг ўлчаш чулғамига (доимо 100 В га ҳисобланади) уланган вольтметр $U=90\text{ В}$ ни кўрсатса, линиядаги кучланиш неча вольт бўлади?
 А) 99000 В. В) 103400 В. С) 93000 В. Д) 1500 В.
3. Ишчи учлари қиздирилганда эркин учларида термоэлектр юритувчи куч ҳосил бўладиган асбоблар нима деб аталади.
 А) Фотодиод. В) Термоқашилик. С) Термопара. Д) Термостат.

4. *Қуйидаги ифодалардан қайси бири магнитоэлектрик тизим асбобларида оғиш бурчагини тока боғлиқлигини кўрсатади.*

- А) $\Delta = X_y - X_x$. В) $\alpha = \frac{\Delta}{X_x} \cdot 100\%$. С) $\gamma = \frac{\Delta}{X_{чек}} \cdot 100\%$. Д) $\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$.

5. Частотали автоматик юксизлантириш (ЧАЮ)ни қўллашдан мақсад нима?
 А) Ҳар қандай сабабга кўра шиналардаги кучланиш йўқолганда, уни тиклаш учун.
 В) Истеъмолчилар юкламасини ортиши частотасини камайишига олиб келади, частотани тиклаш учун истеъмолчиларни бир қисмини узиб қўйиш учун.
 С) Ишчи истеъмол манбаси йўқолганда, ҳеч қандай кутиш вақтисиз захирадаги (резервдаги) истеъмол манбасини улаш учун.
 Д) Реактив қувватни компенсациялаш учун.
6. Реле химоясига қўйиладиган асосий талаблар нима (нотўғри жавобни кўрсатинг)?
 А) Селективлик.
 В) Тезкорлик.
 С) Сизгирлик ва ишончлилик.
 Д) Узлуксизлик.

7. *Қандай асбоблар билан қашиликларни ўлчаганда аниклик юқори бўлади.*

- А) Омметр. В) Килоомметр. С) Якка ўлчаш куприги.
 Д) Қўшалок ўлчаш кўприклари.

8. Линия чулғамининг номинал токи $I_n=500\text{ А}$ (ўлчаш чулғами доимо 5 А га ҳисобланади) бўлган ток трансформаторининг трансформация коэффиценти нечага тенг?
 А) 30. В) 50. С) 20. Д) 100.

9. *Номинал кучланиши $U_n=100\text{ В}$ ва $r_{ич}=1\text{ кОм}$ бўлган вольтметрни ўлчаи чегарасини 10 марта ошириш учун унга уланадиган қўшимча қашиликнинг микдори қанча бўлиши керак.*
 А) 10 кОм. В) 9 кОм. С) 20 кОм. Д) 1 кОм.

10. *Номинал токи $I_n=5\text{ А}$ ва $r_{ич}=45\text{ Ом}$ бўлган амперметрни ўлчаи чегарасини 10 марта ошириш учун унга уланадиган шунт қашилигининг микдори қанча бўлиши керак.*
 А) 10 Ом. В) 9 Ом. С) 20 Ом. Д) 5 Ом.

16-Вариант

1. Куйидаги электр ўлчаш асбобларидан қайси бирининг ёрдамида ток кучи ўлчанади?
А) Ваттметр. В) Амперметр. С) Вольтметр. D) Логометр
2. Сезувчанликка тескари бўлган микдор шкала даражасининг бир бўлаги ўлчаш асбобининг нимаси дейилади.
А) Сезувчанлиги. В) Ички қашилиги. С) Доимийлиги. D) Ишончлилиги.
3. Ўлчанаётган катталиқни ўлчаш бирлиги ёки ўлчаш билан таккослаш учун мулжалланган мослама нима деб аталади?
А) Ишчи асбоби. В) Намунавий асбоб. С) Ўлчаш асбоби. D) Кўчма асбоб.

4. Магнитоэлектрик тизим асбобларини ўзгарувчан ток занжирларида ҳам ишлатиш мумкинми.

- А) Мумкин, фақат вольтметрларни. В) Мумкин, фақат амперметрларни.
С) Мумкин, тўғрилағичлар ёрдамида. D) Мумкин эмас.
5. Берилган тенгламалардан қайси бири келтирилган хатоликни ифодалайди:
А) $\Delta = X_y - X_x$. В) $\alpha = \frac{\Delta}{X_x} \cdot 100\%$. С) $\gamma = \frac{\Delta}{X_{чек}} \cdot 100\%$. D) $\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$.
6. Айланиш тезлигини унга пропорционал Э.Ю.К га айлантириб берувчи асбоблар нима деб аталади.
А) Фотодиод. В) Пьезоэлектрик ўзгарткичлар. С) Термопара. D) Тахогенератор.
7. Релели химояни селективлиги бу.....
А) Электр қурилма ёки электр тармоғини фақат шикастланган қисмини энергия тармоғидан узиш.
В) Электр қурилмани бир қисмини энергия тармоғидан узиш.
С) Электр тармоғини кетма-кет энергия тармоғидан узиш.
D) Дисретчер рухсати билан электр қурилмани энергия тармоғидан узиш.
8. Киришдаги (бошқарувчи) катталигининг равои ўзгариши билан чиқишдаги (бошқарилувчи) катталиги кескин ўзгарадиган электр аппарати нима деб аталади.?
А) реле. В) Трансформатор. С) Ўзгич. D) Ажраткич.
9. Линия чулғамининг номинал токи $I_n=150$ А (ўлчаш чулғами доимо 5 А га ҳисобланади) бўлган ток трансформаторининг трансформация коэффиценти нечага тенг?
А) 30. В) 50. С) 20. D) 60. E) 20.
10. Кучланиш трансформаторининг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари тегишлича $U_{1n}=6000$ В, $U_{2n}=100$ В номинал кучланишга мулжалланган. Агар чулғамнинг битта ўрами 0,5 В-га мулжалланган бўлса, бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг ўрамлари сони қуйидагилардан қайси бирига тенг бўлади?
А) $W_1=5000$, $W_2=50$. В) $W_1=12000$, $W_2=200$. С) $W_1=20000$, $W_2=100$. D) $W_1=10000$, $W_2=100$.

17-Вариант

1. Ўлчаш трансформаторларини ишлатишдан мақсад нима?
А) Электр тармоқларининг кувват коэффициентини ошириш.
В) Трансформаторнинг кувват коэффициентини ошириш.
С) Ўлчаш аниқлигини ошириш.
Д) Ўлчаш асбобларининг ўлчаш чегарасини ошириш (қўшимча қашилик ва шунтларга ухшаш), шунингдек, юқори кучланишли қурилмаларда ўлчаш асбобларига хизмат кўрсатишнинг хавфсизлигини таъминлаш, ток ўтказувчи қисмларнинг изоляциясини бирмунча яхшилаш.

2. Номинал кучланиши $U_n=200\text{ В}$ ва $r_{иқ}=0,5\text{ кОм}$ бўлган вольтметрни ўлчаш чегарасини 5 марта ошириш учун унга уланадиган қўшимча қашиликнинг миқдори қанча бўлиши керак.

- А) 10 кОм. В) 9 кОм. С) 2 кОм. Д) 1 кОм.
3. Генератор ўлчаш ўзгарткичлари қайси банда тўғри кўрсатилган.
А) Терморезистор, Фоторезистор.
В) Термопара, Тахогенератор.
С) Терморезистор, Тахогенератор.
Д) Фоторезистор, Тахогенератор.
4. Нима учун ишлаётган ток трансформаторининг иккиламчи чулғамига ўлчаш асбоби (амперметр) улашдан аввал иккиламчи чулғам қисмалари киска тугаштирилиб, улардан бири ерга уланган бўлади. (Нотўғри жавобни кўрсатинг).
А) Амперметрни улаш вақтида электр тармогининг кувват коэффициенти пасайиб кетмаслиги учун.
В. Қисмалар очик қолганда чулғамларда хизмат кўрсатувчи шахснинг ҳаёти учун хавфли даражадаги ЭЮК-ни индукцияланмаслиги ва изоляция шикастланмаслиги учун.
С) Изоляцияга шикаст етиб, бирламчи чулғам иккиламчи чулғамга уланиб қолганда хизмат кўрсатувчи шахс хавф-хатарсиз ишлаши учун.
Д) Иккиламчи чулғам қисмалари очик қолганда кувват нобудгарчилиги орта бориши натижасида трансформатор ўзаги бирданига кизиб кетмаслиги учун.
5. Электрик занжирдаги ток ўлчанганда $I_y=10\text{ А}$ га тенг, аммо унинг ҳақиқий қиймати эса $I_x=11\text{ А}$ ни ташкил этса, ўлчашдаги абсолют хато ΔI неча амперни ташкил этади.
А) 2 А. В) 1 А. С) 0,75 А. Д) 2,5 А.
6. Электрик занжирдаги ток ўлчанганда $I_y=10\text{ А}$ га тенг, аммо унинг ҳақиқий қиймати эса $I_x=10,2\text{ А}$ ни ташкил этса, ўлчашдаги нисбий хато γ_n неча процент бўлади?
А) 2 %. В) 0,5 %. С) 2,5 %. Д) 0,02 %. Е) 4 %.
7. Ток трансформаторининг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари тегишлича $I_{1н}=100\text{ А}$ ва $I_{2н}=5\text{ А}$ ток кучларига мувожазланган. Агар бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг магнитловчи кучлари тенг бўлса, иккиламчи чулғамнинг ўрамлари сони қуйидагиларнинг қайси бирига тенг?
А) 20. В) 180. С) 100. Д) 60.
8. Юқори кучланишли тармоққа вольтметр қандай уланади.
А) Кетма-кет. В) Параллел. С) Кучланиш трансформатори орқали
Д) Ток трансформатори орқали.
9. Реленинг чиқишидаги параметр (Y) нинг киришдаги параметри (X) билан, яъни $Y=F(x)$ боғланиш графиги нима деб аталади?
А) Реленинг асосий параметрлари. В) Реленинг асосий характеристикаси.
С) Реленинг кўрсаткичлари. Д) Ишлаб кетиш катталиги.
10. Реленинг ишлаб кетишини таъминловчи таъсир этиш (кириш) сигналининг миқдори нима деб аталади?
А) Реленинг асосий параметрлари. В) Реленинг асосий характеристикаси.
С) Ишлаб кетиш катталиги. Д) Реленинг маълумотлари.

18-Вариант

1. Чиқишдаги параметр ўзининг максимал қийматидан минимал қийматига кескин (сакраб) камайишини таминловчи киришдаги таъсир этувчи сигнал миқдори нима деб аталади?
А) Ишлаб кетиш катталиги.
В) Реленинг асосий параметрлари.
С) Реленинг асосий характеристикаси.
Д) Қўйиб юбориш катталиги.
2. Технологик жараёнларни автоматлаштиришда ҳамда турли технологик операцияларни маълум кетма-кетликда амалга ошириш ва сабр вақтини ҳосил қилишда қандай релелардан фойдаланилади?
А) Вақт релесидан.
В) Ток релесидан.
С) Кучланиш релесидан.
Д) Орalik релесидан.
3. Нима учун ваттметрда ўлчаш чулғами иккита?
А) Ўлчаш аниқлигини ошириш мақсадида.
В) Ташқи электромагнит майдоннинг таъсирини камайтириш учун.
С) Асбобнинг ҳаракатланувчи қисмларини тинчлантиришни осонлаштириш учун.
Д) Чулғамлардан бири токка, иккинчиси кучланишга тўғри пропорционал бўлганлигидан, уларнинг купайтмасига пропорционал айлантирувчи момент ҳосил қилиш учун.
Е) Ички қаршилигини ошириш учун.
4. Юқори кучланишли тармоққа амперметр қандай уланади?
А) Кетма-кет. В) Параллел. С. Ток трансформатори орқали. Д) Шунт орқали.
5. Вольтметрларни ўлчаш чегараси қандай кенгайтирилади.
А) Қўшимча қаршилик ва кучланиш трансформаторлари ёрдамида.
В) Шунт ва ток трансформатори ёрдамида.
С) Факат ўлчаш трансформаторлари ёрдамида.
Д) Факат шунт орқали.
6. Қаршилиқни ўлчани қандай усуллари мавжуд. (Нотўғри жавобни кўрсатинг).
А) Омметр ёрдамида. В) Килоомметр ёрдамида.
С) Улаш куприги ёрдамида. Д) Частотамер
7. Юқори кучланишли тармоқдаги электр энергия миқдори қандай асбоблар ёрдамида ўлчанади?
А) Ваттметр, вольтметр, амперметр.
В) Ваттметр, ток трансформатори, кучланиш трансформатори.
С) Электр ҳисоблагич, ток трансформатори, кучланиш трансформатори.
Д) Омметр, частотамер, осциллограф.
8. Ўзгарувчан ток занжири тула қувватини ўлчаш бирликларини кўрсатинг.
А) Вт, кВт, МВт. В) ВА, кВА, мВА.
С) ВАр, кВАр, МВАр. Д) Вт·с, кВт·соат, Жоуль.
9. Ўлчаш асбобларининг қайси тизимидаги амперметрни занжирга нотўғри уланганда унинг стрелкаси нолдан чапга оғади? (Бунда амперметр қисмларидаги симнинг ўрнини алмаштириш лозим бўлади).
А) Электромагнит. В) Электродинамик.
С) Магнитоэлектрик. Д) Ферродинамик.
10. Линия чулғамининг номинал кучланиши $U_n=10\text{кВ}$ бўлган кучланиш трансформаторининг ўлчаш чулғамига (доимо 100 В га ҳисобланади) уланган вольтметр $U=90\text{ В}$ ни кўрсатса, линиядаги кучланиш неча вольт бўлади?
А) 9800 В. В) 3400 В. С) 3000 В. Д) 9000 В

19-Вариант

1. Ток трансформаторининг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари тегишлича $I_{1H}=300$ А ва $I_{2H}=5$ А ток кучларига мулжалланган. Агар бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг магнитловчи кучлари тенг бўлса, иккиламчи чулғамнинг урамлари сони қуйидагиларнинг қайси бирига тенг?
 А. 120. В. 180. С) 100. D) 60.

2. Номинал кучланиши $U_H=200$ В ва $r_{иЧ}=0,5$ кОм бўлган вольтметрни ўлчаш чегарасини 5 марта ошириш учун унга уланадиган қўшимча қаршиликнинг миқдори канча бўлиши керак.

- А) 10 кОм. В) 9 кОм. С) 20 кОм. D) 2 кОм.

3. Реле химоясига қўйиладиган асосий талаблар (нотўғри жавобни кўрсатинг):

- А) Тежамкорлик.
 В) Селективлик.
 С) Тезкорлик.
 D) Сизгирлик ва ишончилилик.

4. Максимал ток релелари қандай уланади?

- А) Кучланиш трансформаторининг иккиламчи чулғамига уланади.
 В) Ток трансформаторини бирламчи чулғамига уланади.
 С) Ток трансформаторини иккиламчи чулғамига уланади.
 D) Кучланиш трансформаторининг бирламчи чулғамига уланади.

5. Номинал токи $I_H=5$ А ва $r_{иЧ}=24$ Ом бўлган амперметрни ўлчаш чегарасини 5 марта ошириш учун унга уланадиган шунт қаршилигининг миқдори канча бўлиши керак.

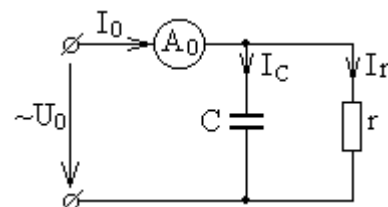
- А) 3,5 Ом. В) 9 Ом. С) 20 Ом. D) 6 Ом.

6. Номинал токи $I_H=10$ А ва $r_{иЧ}=40$ Ом бўлган амперметрни ўлчаш чегарасини 9 марта ошириш учун унга уланадиган шунт қаршилигининг миқдори канча бўлиши керак.

- А) 5 Ом. В) 9 Ом. С) 20 Ом. D) 6 Ом.

7. Қуйидаги расмда келтирилган занжирда $i_C=5,66\sin(314t-90^\circ)$ А ва $i_r=4,24 \sin 314t$ А бўлса, занжирнинг тармоқланмаган қисмига уланган амперметр A_0 неча амперни кўрсатади?

- А) 11,31 А.
 В) 14 А.
 С) 10 А.
 D) 5 А.



8. Электр ҳисоблагичда муайян иш бирлиги ичида дискнинг неча марта айланишини кўрсатадиган миқдор нима деб аталади.

- А) Ҳисоблагичнинг номинал миқдори. В) Ҳисоблагичнинг хақиқий доимийси.
 С) Ҳисоблагичнинг коэффиценти. D) Ҳисоблагичнинг номинал доимийси.

9. Ноэлектрик катталикларни электр катталikka айлантирадиган элемент ёки қурилма нима деб аталади.

- А) Реле. В) Саклагич. С) Датчик. D) Транзистор.

10. Индукцион тизим асбобларига қирадиган асбобларни кўрсатинг.

- А) Электр ҳисоблагичлар. В) Амперметр, вольтметр, мегомметр.
 С) Частотаметр. D) Люксметр.

20-Вариант

1. Берилган тенгламалардан қайси бири мутлок (абсолют) хатоликни ифодалайди:

- A) $\Delta = X_y - X_x$. B) $\alpha = \frac{\Delta}{X_x} \cdot 100\%$. C) $\gamma = \frac{\Delta}{X_{чек}} \cdot 100\%$. D) $\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$.

2. Ишлаш принципи бази кристалларда механик куч таъсирида электр юритувчи кучни ҳосил бўлишига асосланган асбоблар нима деб аталади.

- A) Фотодиод. B) Пьезоэлектрик ўзгарткичлар. C) Термопара. D) Тахогенератор.

3. Электр ҳисоблагичнинг диски бир марта тулик айланганда электр истеъмолчиси олган энергияга тенг бўлган миқдор нима деб аталади.

- A) Ҳисоблагичнинг номинал миқдори. B) Ҳисоблагичнинг ҳақиқий доимийси.
C) Ҳисоблагичнинг коэффиценти. D) Ҳисоблагичнинг номинал доимийси.

4. Фотоэлектрик ўзгарткичларнинг ишлаш принципи ярим утказгичларнинг қандай таъсирида ЭЮК ни вужудга келтиришига асосланган:

- A) Намлик. B) Ёруғлик. C) Иссиқлик. D) Механик.

5. Максимал ва минимал кучланиш релелари қандай уланади?

- A) Ток трансформаторини иккиламчи чулғамига уланади.
B) Ток трансформаторини бирламчи чулғамига уланади.
C) Кучланиш трансформаторининг бирламчи чулғамига уланади.
D) Кучланиш трансформаторининг иккиламчи чулғамига уланади.

6. РТМ-II қандай реле?

- A) Минимал кучланиш релеси.
B) Максимал кучланиш релеси.
C) Максимал ток релеси.
D) Вақт релеси.

7. Ток трансформаторини ишлатишда қайси шартга риоя қилиш керак

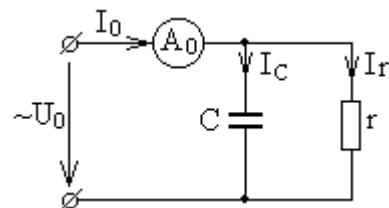
- A) Иккиламчи чулғам очик колмаслиги шарт.
B) Ерга уланмаган бўлиши шарт
C) Тик ўрнатилиш шарт.
D) Ётик холда ўрнатилиши шарт.

8. Юқори кучланишли тармоққа вольтметр қандай уланади.

- A) Кучланиш трансформатори орқали. B) Параллел.
C) Шунт орқали. D) Ток трансформатори орқали.

9. Қуйидаги расмда келтирилган занжирда $I_C = 8$ А ва $I_r = 6$ А бўлса, занжирнинг тармоқланмаган қисмига уланган амперметр A_0 неча амперни кўрсатади?

- A) 10 А.
B) 14 А.
C) 2 А.
D) 7 А.



10. Ўзгарувчан ток занжири актив қувватининг ўлчаш бирлигини кўрсатинг.

- A) Вт, кВт, МВт. B) ВА, кВА, мВА. C) ВАр, кВАр, МВАр D) Вт·с, кВт·соат, Жоуль

21-Вариант

1. Қуйидаги электр ўлчаш асбобларидан қайси бирининг ёрдамида ток кучи ўлчанади?
А) Ваттметр. В) Амперметр. С) Вольтметр. Д) Логометр.
2. Юқори кучланишли тармоқдаги кувват қандай асбоблар ёрдамида ўлчанади?
А) Ваттметр, вольтметр, амперметр.
В) Ваттметр, ток трансформатори, кучланиш трансформатори.
С) Электр ҳисоблагич, ток трансформатори, кучланиш трансформатори.
Д) Омметр, частотамер, осциллограф.
3. Нима учун амперметрнинг ички қаршилиги r_A -кичик кийматда олинади?
А) Асбобнинг ўлчаш чулғамини ихчамлаштириш учун.
В) Асбоб занжирига кетма-кет уланганлигидан унинг умумий қаршилигини ўзгартирмаслик учун.
С) Ташқи занжирдаги кувват нобудгарчилигини камайитириш мақсадида.
Д) Асбоб ток утказадиган қисмларининг кизиб кетмаслиги учун.
4. Электрик занжирдаги ток ўлчанганда $I_y=51$ А га тенг, аммо унинг хақиқий киймати эса $I_x=50$ А ни ташкил этса, ўлчашдаги абсолют хато ΔI неча амперни ташкил этади.
А) 0,25 А. В) 1 А. С) 0,75 А. Д) 2,5 А.
5. Электрик занжирдаги ток ўлчанганда $I_y=51$ А га тенг, аммо унинг хақиқий киймати эса $I_x=50$ А ни ташкил этса, ўлчашдаги нисбий хато γ_n неча процент бўлади?
А) 4 %. В) 0,5 %. С) 2,5 %. Д) 2 %.
6. Аниклик синфи 2,5 бўлиб, шкаласи 500 В гача даражаланган электромагнит тизимдаги вольтметр 220 В кучланишни ўлчаганда келтирилган нисбий хато γ_n неча вольт бўлади?
А) 2,5 В. В) 10 В. С) 5,5 В. Д) 12,5 В.

7. Вақт релесидан қарерларда фойдаланилади?

А) Технологик жараёнларни автоматлаштиришда ҳамда турли технологик операцияларни маълум кетма-кетликда амалга ошириш ва сабр вақтини ҳосил қилишда.

В) Ўзгарувчан ток частотасини номиналдан камайиб кетишидан назорат қилувчи автоматика ва химоя схемаларида.

С) Қисқа туташув тоқларни ва ўта кучланишларни чеклаш учун мўлжалланган аппаратларда.

Д) Электр занжирларни улаб ёки узиш учун мўлжалланган аппаратларда.

8. РВМ-170 қандай реле?

- А) Кучланиш релеси.
- В) Вақт релеси.
- С) Максимал ток релеси.
- Д) Частота релеси.

9. Линия чулғамининг номинал кучланиши $U_n=35$ кВ бўлган кучланиш_трансформаторининг ўлчаш чулғамига (доимо 100 В га ҳисобланади) уланган вольтметр $U=90$ В ни кўрсатса, линиядаги кучланиш неча вольт бўлади?

- А) 29800 В. В) 3400 В. С) 32000 В. Д) 31500 В.

10. Ўзгарувчан ток частотасининг ўлчаш бирлигини кўрсатинг.

- А) сек. В) айл/мин. С) Гц. Д) Рад/сек.

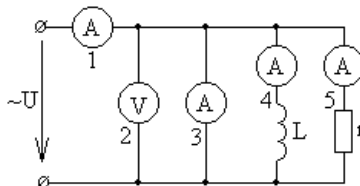
22-Вариант

1. Ток трансформаторининг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари тегишлича $I_{1H}=300$ А ва $I_{2H}=5$ А ток кучларига мулжалланган. Агар бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг магнитловчи кучлари тенг бўлса, иккиламчи чулғамнинг урамлари сони қуйидагиларнинг қайси бирига тенг?

- A) 120. B) 180. C) 100. D) 60.

2. Қуйидаги расмда кўрсатилган электр занжирдаги ўлчаш асбобларидан қайси бири занжирга нотўғри уланган?

- A) 2.
B) 3.
C) 3 ва 2.
D) 1 ва 5.



3. Электр занжирлардаги ток билан кучланиш орасидаги фаза буйича силжиш бурчаги ϕ қандай ўлчаш асбоби ёрдамида ўлчанади?

- A) Омметр. B) Мегометр. C) Фазометр. D) Лампали вольтметр.

4. Ўлчаш асбобларининг қайси тизимидаги вольтметрни занжирга нотўғри уланганда унинг стрелкаси нолдан чапга огади? (Бунда вольтметр қисмларидаги симнинг урнини алмаштириш лозим бўлади).

- A) Электромагнит. B) Магнитоэлектрик. C) Электродинамик.
D) Ферродинамикавий.

5. Линия чулғамининг номинал токи $I_L=500$ А бўлган ток трансформаторининг иккиламчи чулғамига уланган амперметр $I_y=2,5$ А ни кўрсатса, трансформаторнинг линия чулғамидан утадиган ток неча ампер бўлади?

- A) 100 А. B) 250 А. C) 180 А. D) 120 А.

6. Кучланиш трансформаторининг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари тегишлича $U_{1H}=110$ кВ, $U_{2H}=100$ В номинал кучланишга мулжалланган. Агар чулғамнинг битта урами 2 В-га мулжалланган бўлса, бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг урамлари сони қуйидагилардан қайси бирига тенг бўлади?

- A) $W_1=55000$, $W_2=50$. B) $W_1=10000$, $W_2=200$.
C) $W_1=20000$, $W_2=100$. D) $W_1=10000$, $W_2=100$.

7. Қуйидаги ифодалардан қайси бири магнитоэлектрик лагометрларда оғиш бурчагини тока боглиқлигини кўрсатади.

A) $\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$.

B) $\alpha = \frac{1}{2W} \cdot I^2 \frac{\partial L}{\partial \alpha}$.

C) $\alpha = F\left(\frac{I_1}{I_2}\right)$.

D) $I = K \cdot I$.

8. Халқаро бирликлар системаси (СИ) неча асосий катталиқни уз ичига олган:

- A) 5 та. B) 3 та. C) 8 та. D) 7 та.

9. Ўзгарувчан ток частотасини номиналдан камайиб кетишидан назорат қилувчи автоматика ва химоя схемаларида қандай релелардан фойдаланилади?

- A) Вақт релесидан. B) Ток релесидан.
C) Частота релесидан. D) Кучланиш релесидан.

10. Реле деб қандай аппаратга айтилади?

A) Электр машиналарни ёки бирор электр энергияни истеъмол этувчи аппаратни юргизиш, тезлигини ростлаш, U ва I ни ўзгартириш учун мўлжалланган аппаратларга.

B) Қисқа туташув тоқларни ва ўта кучланишларни чеклаш учун мўлжалланган аппаратларга.

C) Электр занжирларни улаб ёки узиш учун мўлжалланган аппаратларга.

D) Киришдаги (бошқарувчи) катталигининг равон ўзгариши билан чиқишдаги (бошқарилувчи) катталиги кескин ўзгарадиган электр аппарат.

23-Вариант

1. Берилган тенгламалардан қайси бири нисбий хатоликни ифодалайди:

- A) $\Delta = X_y - X_x$. B) $\alpha = \frac{\Delta}{X_x} \cdot 100\%$. C) $\gamma = \frac{\Delta}{X_{чек}} \cdot 100\%$. D) $\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$.

2. Технологик жараёнларни автоматлаштиришда ҳамда турли технологик операцияларни маълум кетма-кетликда амалга ошириш ва сабр вақтини ҳосил қилишда қандай релелардан фойдаланилади?

- A) Вақт релесидан. B) Ток релесидан.
C) Кучланиш релесидан. D) Оралик релесидан.

3. Кучланиш трансформаторининг бирламчи ва иккиламчи чулғамлари тегишлича $U_{1н}=10000$ В, $U_{2н}=100$ В номинал кучланишга мувожазланган. Агар чулғамнинг битта ўрами 1 В-га мувожазланган бўлса, бирламчи ва иккиламчи чулғамларнинг ўрамлари сони қуйидагилардан қайси бирига тенг бўлади?

- A) $W_1=5000$, $W_2=50$. B) $W_1=10000$, $W_2=200$. C) $W_1=20000$, $W_2=100$. D) $W_1=10000$, $W_2=100$.

4. Кучланиш трансформаторини ишлатишда қайси шартга риоя қилиш керак.

- A) Ерга уланмаган бўлиши шарт. B) Ёпик жойда ўрнатилиши шарт.
C) Ётик холда ўрнатилиши шарт. D) Кучланиш трансформаторининг иккиламчи чулғами киска туташувда бўлмаслиги ва бир учи ерга уланган бўлиши керак.

5. Амперметрларни ўлчаш чегараси қандай кенгайтирилади.

- A) Қўшимча қашилик ва кучланиш трансформаторлари ёрдамида.
B) Шунт ва ток трансформатори ёрдамида.
C) Факат ўлчаш трансформаторлари ёрдамида.
D) Факат шунт орқали.

6. *Электрон нурли трубканинг сезувчанлиги қайси ифода билан аникланади.*

- A) $S=vt$. B) $S=h/U$. C) $S=H \cdot w$. D) $S=I \sin wt$.

7. Кучланиш трансформатори занжирга қандай уланади?

- A) Кетма-кет. B) Кетма-кет, параллел. C) Параллел. D) Аралаш.

8. Киришдаги (бошқарувчи) катталигининг равоён ўзгариши билан чиқишдаги (бошқариловчи) катталиги кескин ўзгарадиган электр аппарати нима деб аталади.?

- A) реле. B) Трансформатор. C) Ўзгич. D) Ажраткич.

9. *Қуйидаги ифодалардан қайси бири электромагнит тизим асбобларида оғиш бурчагини тока боғлиқлигини кўрсатади.*

- A) $\alpha = \frac{B \cdot S \cdot \omega}{W} \cdot I$. B) $\alpha = \frac{\Delta}{X_x} \cdot 100\%$. C) $\gamma = \frac{\Delta}{X_{чек}} \cdot 100\%$. D) $\alpha = \frac{1}{2W} \cdot I^2 \frac{\partial L}{\partial \alpha}$.

10. Ўзгарувчан ток занжири актив қувватининг ўлчаш бирлигини кўрсатинг.

- A) ВТ, кВт, МВт. B) ВА, кВА, мВА. C) ВАр, кВАр, МВАр. D) Вт·с, кВт·соат, Жоуль.
D) Аник жавоб йук. E. Юкламанинг ортишига қараб кузгатиш токини ҳам камайтириш.

24-Вариант

1. Захирани автоматик улаш (ЗАУ) курилмаларига қўйиладиган асосий талабларни қуйидагиларданан иборат (нотўғри жавобни кўрсатинг):
- А) Ҳар қандай сабабга кўра шиналардаги кучланиш йўқолганда ҳам ишга тушиши.
В) Ишчи истеъмол манбаси йўқолганда, ҳеч қандай кутиш вақтисиз захирадаги (резервдаги) истеъмол манбасини улаши.
С) Истеъмолчилар частотали автоматик юксизлантириш (ЧАЮ).
Д) Реактив кувватни компенсациялаши.
2. Лагометрларда тормозловчи момент қандай усул билан ҳосил қилинади.
- А) Эластик элементлар ёрдамида. В) Механикавий усулда.
С) Тўғрилагич ёрдамида. Д) Электр усул билан.
3. Халқаро бирликлар тизимига кирувчи бирликлар қайси банда тўғри кўрсатилган.
- А) Килограмм, секунд, ампер, моль.
В) Грамм, соат, ампер, моль.
С) Килоампер, секунд, канделла, келвин.
Д) Киловатт, секунд, герц, моль.
4. Частота релесидан қаерларда фойдаланилади?
- А) Ўзгарувчан ток частотасини номиналдан камайиб кетишидан назорат қилувчи автоматика ва химоя схемаларида.
В) Технологик жараёнларни автоматлаштиришда ҳамда турли технологик операцияларни маълум кетма-кетликда амалга ошириш ва сабр вақтини ҳосил қилишда.
С) Қисқа туташув тоқларни ва ўта кучланишларни чеклаш учун мўлжалланган аппаратларда.
Д) Электр занжирларни улаб ёки узиш учун мўлжалланган аппаратларда.
5. Ток трансформатори занжирга қандай уланади?
- А) Параллел. В) Кетма-кет. С) Кетма-кет, параллел. Д) Аралаш.
6. Реактив кувватни ўлчаш бирликларини кўрсатинг.
- А) ВТ, кВт, МВт. В) ВА, кВА, мВА.
С) ВАр, кВАр, МВАр. Д) Вт·с, кВт·соат, Жоуль.
7. Занжирдаги токни ўлчаш учун номинал тоқлари бир хил ($I_y=5A$) бўлган иккита амперметр ўзаро параллел уланди. Улардан биринчисининг ички қаршилиги $r_{A1}=0,1$ Ом, иккинчисиники $r_{A2}=0,08$ Ом. Қайси амперметрдан куп ток утади?
- А) Биринчидан. В) Иккинчидан. С) Иккаласидан бир хил.
Д) Амперметрдан утадиган ток уларнинг ички қаршилигига боғлиқ эмас.
8. Электр ўлчаш асбобларида ҳаракатланувчи ўққа маҳкамланган спирал пружинанинг вазифаси нима? (Нотўғри жавоб кўрсатилсин).
- А) Айлантирувчи момент ҳосил қилади.
В) Тескари момент ҳосил қилади.
С) Асбобнинг кузгалувчан қисмини тинчлантиришга ёрдам беради.
Д) Кузгалувчан қисмга ток ўтказиш учун.
9. Номинал кучланиши $U_n=50$ В ва $r_{нч}=0,5$ кОм бўлган вольтметрни ўлчаш чегарасини 8 марта ошириш учун унга уланадиган қўшимча қаршилиқнинг миқдори канча бўлиши керак.
- А) 3,5 кОм. В) 9 кОм. С) 20 кОм. Д) 1 кОм.
10. Линия чулғамининг номинал токи $I_n=1$ кА (ўлчаш чулғами доимо 5 А га ҳисобланади) бўлган ток трансформаторининг трансформация коэффиценти нечага тенг?
- А) 30. В) 50. С) 200. Д) 60.

V. Adabiyotlar ro'yhati

Asosiy adabiyotlar

1. Charles K. Alexander Matthew N.O. Sadiku "Fundamentals of Electric Circuits" NEW YORK, 2014.-458 p
2. John Bird. "Electrical and Electronic Principles and Technology" LONDON AND NEW YORK, 2014.-455 p
3. Karimov A.S. Nazariy elektrotexnika. Darslik. -T.: Ukituvchi, 2003. -422 b.
4. Rashidov I.R., Abidov K-F., Kolesnikov I.K. Elektrotexnikaning nazariy asoslari I, II, III qismlar (Ma'ruza matnlari to'plami), TDTU, 2002. -250 b.
5. Amirov S.F., Yoqubov M.S., Jabborov N.G. Elektrotexnikaning nazariy asoslari.I-III qismlar.-Toshkent; 2007,- 426 b.
6. Amirov S.F., Yaqubov M.S., Jabborov N.G., Sattorov X.A., Balg'ayev N.E. Elektrotexnikaning nazariy asoslaridan masalalar to'plami.-T.: Adabiyot uchqunlari, 2015. -420 b.
7. Demirchan K.C., Neyman J.L.P., Korovkin H.B., Chechurin V.L. Teoreticheskie osnovy elektrotexniki. -SPb. Piter, 2003. -462 s.
8. Bessonov L.A. Teoreticheskie osnovy elektrotexniki. 4.1,2.- M.: Vysshaya shkola, 1991,- 528 s.-231 s.
9. Atabekov G.I. Teoreticheskie osnovy elektrotexniki.Ch.1. - M.: Energiya, 1990. - 592 s.
10. Abidov Q.G., Jo'rayev R., Ernst I.V., Raxmatullayev A.I. «Elektrotexnikaning nazariy asoslari» fanining «Nochiziqli zanjirlar» bo'limi bo'yicha laboratoriya ishlarini bajarish yuzasidan uslubiy ko'rsatma. TDTU, 2014,- 44 b.
11. Abidov Q.G., Begmatov Sh.E. «Elektrotexnikaning nazariy asoslari» fanidan virtual laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar. TDTU, 2013,- 72 b.
12. Abidov Q.G., Raxmatullayev A.I., Jo'rayev R., Ernst I.V., Qadirova. D.R. «Elektrotexnikaning nazariy asoslari» fanining «uch fazali zanjirlar» bo'limi bo'yicha hisob-grafik ishlarini bajarish yuzasidan uslubiy ko'rsatma. TDTU, 2013.- 32 b.
13. Abidov Q.G., Qadirova. D.R. «Chiziqli elektr zanjirlarida O'tkinchi jarayonlar» bo'yicha hisob - grafik ishini bajarish yuzasidan uslubiy ko'rsatma. TDTU, 2010.- 36 b.
14. Karimov A.S., Ibadullaev M. Abdullaev B. Elektrotexnikaning nazariy asoslari. T. Fan va texnologiya, 2017 yil.

Qo'shimcha adabiyotlar

15. Mirziyoev Sh.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekistan davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekistan Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palataparining qo'shma majlisidagi nutqi. -T.: "O'zbekistan" NMIU, 2016.-566.
16. Mirziyoev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash -yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. O'zbekistan Respublikasi Konstitutsiyasi qabul qilinganining 24 yilligiga bag'ishlangan tantanali

- marosimdagi ma'ruza 2016 yil 7 dekabr. - T.: "O'zbekistan" NMIU, 2016. - 48 b.
17. Mirziyoev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va oliyjanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: "O'zbekistan" NMIU, 2017.- 488 b.
 18. O'zbekistan Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Xarakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli Farmoni.
 19. Rashidov Y.R., Abidov K-E-, Kolesnikov I.K. «Elektrotexnikaning nazariy asoslari» fanidan 1-oralik, 2-oralik va yakuniy nazorat savollari to'plami. TDTU, 2002.-102 b.
 20. Ibadullayev M. NAZORAT O'LCHASH ASBOBLARI VA AVTOMATIKA asoslari. Masala va mashqlar to'plami.I-qism. T.: Uzbekiston, 2015.- 328 b.
 21. Korovkin H.B., Selina E.E., Chechurin V.L. Teoreticheskie osnovy elektrotexniki. Sbornik zadach. -SPb. Piter, 2004. -510 s.
 22. Abidov Q.G'., Isamuxamedov S.D., Isamuxamedov U.S. «Elektrotexnikaning nazariy asoslari» fanining « 0'zgarmas tok zanjirlari» bo'limi bo'yicha hisob-grafik ishlarini bajarish namunalari ko'rsatilgan.TDTU, 2010,- 406.
 23. Abidov Q.G'., Isamuxamedov S.D., Isamuxamedov U.S. Elektrotexnikaning nazariy asoslari fanining o'zgaruvchan tok zanjirlari bo'limi bo'yicha hisob-grafik ishlarini bajarish yuzasidan uslubiy ko'rsatma. TDTU, 2010,- 31 6.
 24. Abidov Q.G'., ErnstI.V. «Elektrotexnikaning nazariy asoslari» fanining «Nochiziqli magnit zanjirlarini hisoblash» bo'limi bo'yicha hisob-grafik ishi bajarish yuzasidan uslubiy ko'rsatma. TDTU, 2010 .-32 6.
 25. Abidov Q.G'., Rashidov Y.R., Isamuxamedov S.D. Elektrotexnikani nazariy asoslari fanidan laboratoriya ishlari bajarish uchun uslubiy ko'rsatma 1-qism. TDTU, 2007,- 38 6.
 26. Abidov Q.G'., Rashidov Y.R., Isamuxamedov S.D. Elektrotexnikani nazariy asoslari fanidan laboratoriya ishlari bajarish uchun uslubiy ko'rsatma 2-qism. TDTU, 2007,- 46 6.
 27. Abdullaev B., Abidov Q.G., Ibadullaev M. Elektrotexnikaning nazariy asoslari. T. Fan va texnologiya, 2016 yil.
 28. Internet ma'lumotlar olinish mumkin belgan saytlar:
www.gov.uz - O'zbekistan Respublikasi xukumat portali.
www.lex.uz - O'zbekistan Respublikasi Qonun xujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi.
www.zivonet.uz;
www.bilim.uz;
www.ni.com/multisim.
www.aztm.org.obmash.ru.
<http://www.micromake.ru>.
<http://avidreaders.ru/book/spravochnik>.
<http://avidreaders.ru/download/>
<https://www.twirpx.com/files/automation/kipia>.
<https://www.proektant.org/arh/1128.html>