

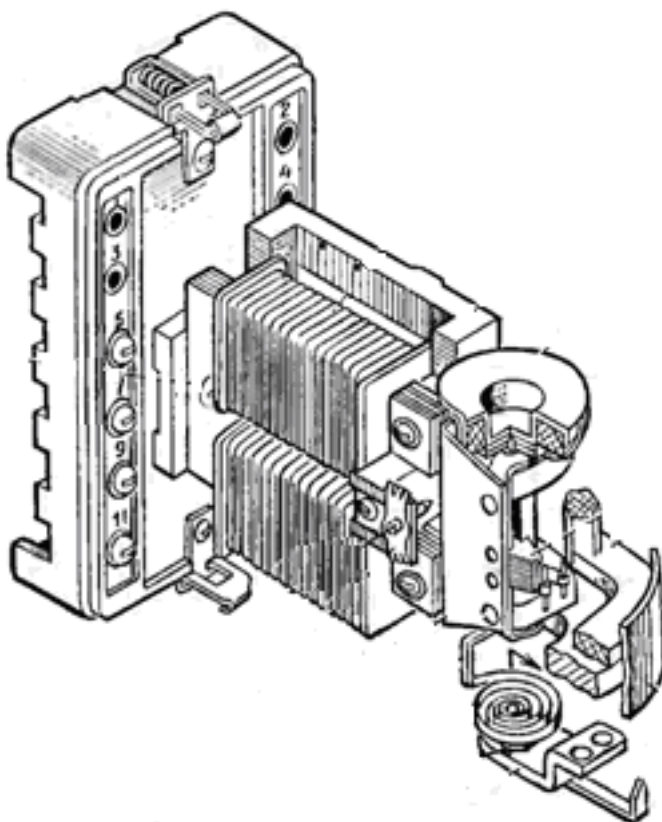
**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ISLUM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

RELELI HIMOYA VA AVTOMATIKA

fanidan

MA‘RUZALAR MATNI



TOSHKENT 2017

UDK621.316.925 /076

Tuzuvchilar: H.F. Shamsutdinov, B.M. Pulatov, O.Yo. Nurmatov,
"Releli himoya va avtovatika" –Toshkent, TDTU, 2017.-132 b.

Ushbu "Releli himoya va avtovatika" fanidan ma'ruzalar to'plami ta'limning 5310200 – Elektr energetikasi (energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash) yo'nalishi talabalari uchun tuzilgan.

Ma'ruza matnida elektr qurilmalaridagi shikastlanishlar tahlili, elektromagnit, induksion, magnitoelektrik, qutblangan va yarim o'tkazgichli relelarning tuzilishi, ishlash prinsipi va tavsiflari, tokli himoyalari, liniya, transformator va motonrlaning himoyalari keltirilgan.

Ma'ruzalar kursini TDTU o'quv-uslubiy kengashi tomonidan chop etishga ruxsat berilgan.

Taqrizchilar: Shamsiyev H.A. - «Energiya» KDM boshlig'i

Rismuxamedov D.A.- Toshkent davlat texnika universiteti «Energetika» fakulteti «Energetikada tizimlarni boshqarish va nazorat qilish » kafedراسi mudiri.

© Toshkent davlat thexnika universiteti, 2017

KIRISH

O'zbekiston respublikasining elektr energetikasi xalq xo'jaligining asosiy sohasi hisoblanib, sanoat korxonalarini, shaharlar, transport, qishloq xo'jaligi iste'molchilarini elektr energiyasi bilan ta'minlab kelmoqda va xalq xo'jaligining rivojlanishiga katta hissa qo'shmoqda.

O'zbekiston energetika tizimi yiliga 52 mlrd. kVt.soat atrofida elektr energiyasi ishlab chiqarib, uzunligi 224 mln.km.ni tashkil etadigan 500kV, 330kV gacha yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlar 37ta elektr stansiyani iste'molchilar bilan bog'lab turibdi

Energetika tizimlarning elektr qismlaridagi shikastlanish va normal bo'lmagan holatlarni bartaraf qilish relili himoyaning asosiy vazifasidir. Shu bilan birga relili himoya tizimining ishonchli va musthkam ish holatini ta'minlaydi.

Energetika tizimlari quvvatining shiddat bilan oshishi, bir necha tizimlarning birlashuvi, hatto davlatlararo tizimlarning tashkil topishi relili himoyaning vazifasini yanada oshiradi.

Zamonaviy energetika tizimlarida yuqori kuchlanishli tarmoqlar rivojlanmoqda. Bu tarmoqlar orqali yirik stansiyalardan juda katta miqdordagi elektr energiya oqimi iste'molchilarga uzatilmoqda.

Yuklamalarning oshishi, elektr tarmoq tarkibidagi liniyalarning uzayishi, energetika tizimlariga bo'lgan barqarorlik talablarining keskin oshishi relili himoya ishini yanada murakkablashtiradi. Talablarga mos tez va ishonchli himoya tuzish uchun maxsus rele turlaridan foydalanilmoqda.

Elektr mexanik relelar o'rniga yarimo'tkazgichli kontaktsiz relelar, gerkonlar, magnit elementli va raqamli relelar ekspluatatsiyaga kirib keldi.

Energetika tizimlar quvvatining oshgani sari qisqa tutashuv toklarining qiymati ham oshib boradi. Bu hol relili himoya uchun aniqligi yuqori bo'lgan tok transformatorlari kerakligini talab etadi.

1. RELELI HIMOYA XAQIDA UMUMIY TUSHUNCHA

1.1 Shikastlanishlar va normal bo‘lmagan holatlar

Elektr tizimlarining, elektr stansiyalarining elektr qurilma va asboblari, elektr uzatish liniyalarida, elektr iste'molchilarida normal va ishdan chiqish, shikastlanish holatlarini uchratish mumkin. Ishdan chiqish yoki shikastlanish ko'p hollarda elektr tizimning elementlarida tokning me'yorida oshib ketishi yoki kuchlanishning pasayishi bilan bog'langan. Me'yorida oshib ketgan tok katta miqdorda issiqlik ajralib chiqishiga olib keladi. Buning natijasida elektr uzatish liniyalari va qurilmalari xavfli darajada qizishi va shikastlanishi mumkin. Kuchlanishning me'yordan pasayishi elektr iste'molchilarning normal ishlashiga yo'l qo'ymaydi va parallel ishlayotgan generatorga va energetika tizimining barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning qilib, elektr qurilmalarining shikastlanishi energetika tizimining va elektr iste'molchilari ish rejimiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Elektr tizimlarining me'yordan tashqari holatlari esa energetika tizimining shikastlanishiga yoki ishdan chiqishiga olib keladi.

Elektr tizimlari va iste'molchilarini normal ishlashlari uchun shikastlangan qurilma, elektr liniyalari tezda aniqlanishi, o'chirilishi kerak va shu orqali qolgan elektr iste'molchilari va energetik tizimning normal ishlashiga sharoit yaratilishi kerak.

Normal bo'lmagan holatlar vaqtida aniqlanib, choralar ko'rilsa xavfsizlik ta'minlanadi. Yuqorida ko'rsatilganlardan xulosa qilib shuni aytish mumkinki, elektr tizimlari va elektr iste'molchilarini shikastlanish va normal bo'lmagan holatlardan saqlash uchun uning elementlarini himoyalovchi avtomatik qurilma qurish va ishlatishga elektr tizimlarining talabi katta.

Elektr tizimida dastavval himoya qurilmasi qilib eruvchan saqlagichlar qo'llanilgan. Quvvat va kuchlanishning oshishi, elektr tizimlari ulanish sxemalarining murakkablashishi eruvchi saqlagichlarni ko'p kamchiliklarini namoyon qildi va buning oqibatida yangi himoyalovchi qurilma yaratildi. Bu himoyalovchi qurilma maxsus avtomat-rele bo'lib, uning yordamida amalga oshiriladigan himoya releli himoya deb nomlanadi.

Releli himoya elektr avtomatikaning asosiy turi bo'lib, u ishtirokisiz hozirgi zamon elektr tizimlari normal va musthkam ishlay olmaydilar. U energetika tizimining barcha elementlarining holatlarini doimo tekshirib, nazorat qilib boradi.

Energetika tizimida shikastlanish bo‘lganda himoya uni aniqlaydi va energetika tizimining shikastlangan qismini maxsus katta tokga mo‘ljallangan kuch o‘chirgichlariga ta’sir etib o‘chiradi.

Energetika tizimida normal bo‘lmagan sharoit yoki holat bo‘lganda himoya uni aniqlaydi va bu holatning xarakterga qarab, normal sharoitni tiklash uchun kerakli bo‘lgan chora tadbirlarini qo‘llaydi yoki navbatchi shaxsga xabar beradi.

Hozirgi zamon energetika tizimi releli himoyalarda elektr ta’minotini tez tiklovchi va tizimni normal holatga keltiruvchi mustahkam va aniq elektr avtovatika bilan ta’minlangan.

Elektr avtovatikaning qurilmalariga qayta ulash avtovatika (AQU), chastota asosida signallash avtovatika (ACHT) va zaxiradagi manbani ulash avtovatika (ZAU) kiradi.

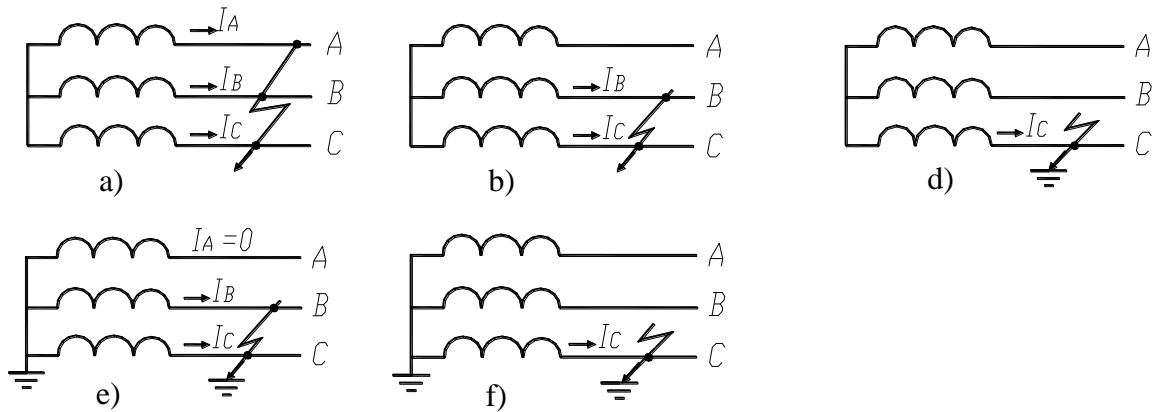
1.2 Qisqa tutashuv turlari

Energetika tizimidagi ko‘pgina shikastlanishlar fazalarni o‘zaro va yer bilan qisqa tutashishlariga olib keladi. Shikastlanishlarning asosiy sabablariga izolyatsiyaning buzilishi, eskirishi, kuchlanishning me’yordan oshib ketishi, xizmat ko‘rsatuvchi shaxslarning noto‘g‘ri amali va xatolari, ajratgichni kuchlanish ostida uzish, qisqa tutashtirgich ulangan holda kuchlanishni berilishlari kiradi.

Barcha shikastlanishlar qurilmalarning kamchiligi va mukammal emasligi, noto‘g‘ri o‘rnatilganligi, noto‘g‘ri loyihalanganligi, qurilmaga qoniqarsiz va noto‘g‘ri xizmat ko‘rsatilganligi, qurilmaning noto‘g‘ri holatda ishlaganligi natijasida yuzaga keladi va ro‘y beradi. Shuning uchun shikastlanishning oldini olish mumkin, lekin shikastlanish holatining muqarrarligini unutmazlik kerak.

Qisqa tutashuv shikastlanishga olib keladigan eng xavfli va og‘ir holatdir. Qisqa tutashuv paytida manbaning e.yu.k. transformator yoki liniyalarning kichik qarshiligi orqali tutashib qoladi (1.1.a-e rasm).

E.yu.k.i qisqa tutashgan yopiq elektr konturlarida qisqa tutashuv toki deb nomlangan $I_{q.t.}$ katta tok oqadi. 1.1-rasmda qisqa tutashuvning turlari keltirilgan.



1.1.-rasm. Elektr qurilmalarida uchraydigan shikastlanishlar turlari:
 a, b, d – uch fazali, yer bilan ikki fazali va bir fazali qisqa tutashuv;
 e va f - bir fazali va ikki fazaning yer bilan neytrali yerga ulangan
 liniyalarda ulanishi.

Qisqa tutashuv paytida tokning ortishi natijasida elektr tizimning elementlaridagi kuchlanishning miqdori kamayadi. Bu o‘z navbatida elektr liniyaning barcha nuqtalarida kuchlanishning kamayishiga olib keladi, Ya`ni

$$U_m = E - I_{q.t.} \cdot Z_m ; \quad (1)$$

bu yerda E - manbaning e.yu.k. si,

Z_m – manbadan qisqa tutashuv nuqtasigacha bo‘lgan uchastkaning qarshiligi.

Qisqa tutashuv paytida kuchlanishning kamayishi va tokning ortishi quyidagi xavfli natijalarni yuzaga keltiradi:

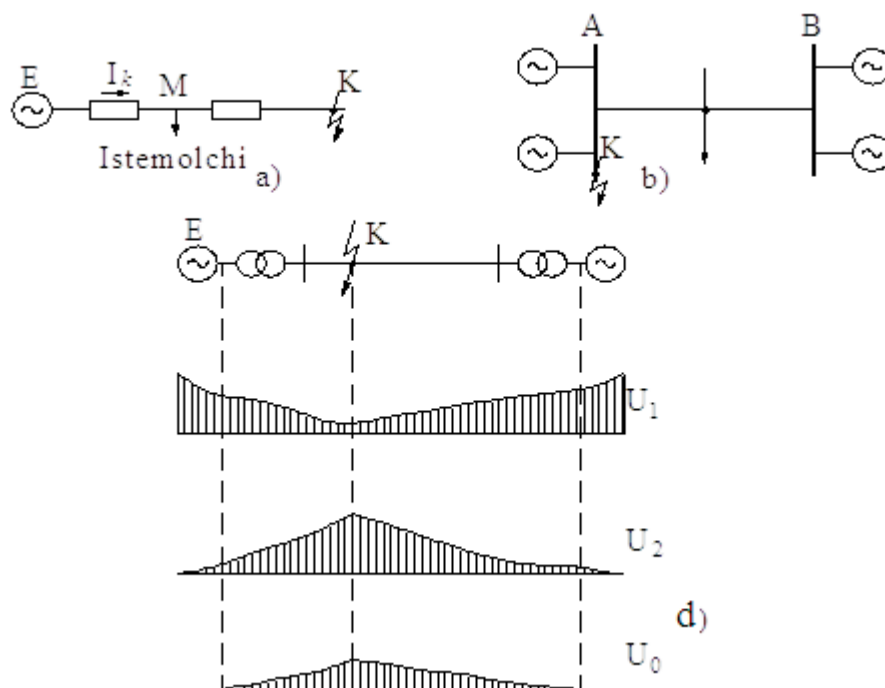
a) Joule-Lens qonuniga asosan qisqa tutashuv toki ($I_{q.t.}$) R-qarshilikda va t – vaqt mobaynida $Q = k \cdot I^2 \cdot R \cdot t$ issiqlik ajralishiga olib keladi.

Shikastlangan joylarda bu issiqlik va elektr yoyi katta miqdorda buzilishlarga olib keladi. Bu buzilishlarni natijalari qisqa tutashuv tokiga $I_{q.t.}$ va t vaqtga bog‘liq. Qisqa tutashuv tokining $I_{q.t.}$ miqdori nominal tokdan I_{nom} shu qadar katta bo‘lishi mumkinki, izolyatsiyalar va tok o‘tkazgich qismlarini qattiq shikastlantiradi.

b) qisqa tutashuv paytida kuchlanishning tushuvi elektr iste’molchilarinng ishlashiga xavfli tasir qiladi.

Elektr energiyasining asosiy iste’molchisi asinxron motorlardir. Asinxron motorlarning aylantirish momentlari kuchlanishga proporsional $M = k \cdot U^2$. Shuning uchun asinxron motorlarda kuchlanishning pasayishi paytida motorlarning aylantirish momenti mexanizmlarning qarshilik

momentlaridan kichik bo‘lib qolishi mumkin. Bu ularni to‘xtashiga olib keladi.



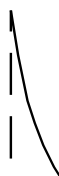
1.2.-rasm. Qisqa tutashuvning kuchlanish tushuviga ta‘siri; a) iste‘molchilarga, b) energetika tizimiga, d) to‘g‘ri, teskari va nol ketma-ketlik diagrammasi

Kuchlanishning tushuvi EXM (boshqaruvchi va hisoblovchi) larga katta ta‘sir qiladi:

d) Kuchlanish tushuvining eng xavfli va og‘ir oqibatlaridan biri bu generatorlar va elektr tizimlarining turg‘un parallel ishlashlariga zarar yetishidir. Bu barcha iste‘molchilarni energiyasiz qolishga olib keladi. Buni 1-1.2-b rasmda izohlash mumkin.

Normal holatda turbinaning mexanik aylanish momenti generatorning elektr yuki tomonidan hosil qilinadigan teskari ta‘sir qiluvchi momentga tengdir. Buning natijasida generatorning aylanish tezligi o‘zgarmas va sinxronidir.

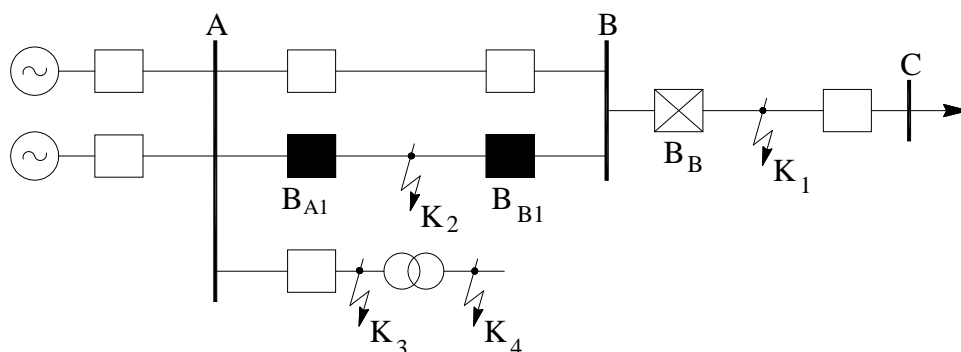
K nuqtada qisqa tutashish sodir bo‘lganda A elektrostansiyasining shinasidagi kuchlanish nolga yaqin bo‘ladi. Bu holda elektr yuk va bu bilan bog‘liq generatorlarning teskari ta‘sir qiluvchi momenti nolga teng bo‘ladi. Bu vaqtda turbinaga oldingi miqdordagi bug‘ (yoki suv) ta‘sir etaveradi va uning momenti o‘zgarmaydi.



Buning natijasida generatorning aylanish tezligi tez ortadi, chunki turbinaniig aylanishini boshqaruvchi qurilma sekin ta'sir qiladi va A stansiya generatorlari aylanish tezligini birdan kamaytira olmaydi.

B stansiya generatorlari boshqa sharoitda bo'ladilar, ular K nuqtadan uzoqdalar, Shuning uchun ularning shinalaridagi kuchlanish normaga yaqin. A stansiya generatorlarini yuklari engillashgani sababli barcha yuk B stansiya generatorlariga tushadi. Buning natijasida ular ko'proq yuklanadilar va aylanish tezliklarini kamaytiradilar

Shuning qilib qisqa tutashuv natijasida A va B stansiyalariniig generatorlarini aylanish tezliklari har xil bo'ladi va bu ularning sinxron ishlashlarini buzilishiga olib keladi.



1.4-rasm. Elektr tizimidagi qisqa tutashuvda shikastlangan qismlarni tanlab o'chirilishi.

Uzoq vaqt davom etgan qisqa tutashuv asinxron elektromotrlarning

turg'un ishlashlarini ham buzadi. Kuchlanishning qiymati pasayganda asinxron elektr motorning aylanish tezligi kamayadi. Agar sirpanish kritik nuqtadan o'tib ketsa, motor noturg'un ishlash oblastiga o'tadi va to'liq to'xtash yuz beradi.

Sirpanishning ortishi bilan asinxron elektr motor iste'mol qilayotgan reaktiv quvvat ortadi va bu qisqa tutashuv tugagandan so'ng tizimda reaktiv quvvat etishmovchiligiga olib keladi. Buning natijasida tizimda kuchlanishning shiddatli kamayishi sodir bo'ladi.

Elektr tizimining turg'unligini buzilishi bilan bog'liq bo'lgan shikastlanish isrof bo'yicha eng katta va og'ir shikastlanishlardan hisoblanadi.

Neytrali izolyatsiyalangan elektr liniyasini yer bilan ulanishi.

1.2-rasmda ko'rsatilgandek ulanish qisqa tugashuvga kirmaydi, undan farq qiladi, chunki shikastlangan S faza e.yu.k. si K nuqtada yerga ulangani bilan manba bilan to'g'ridan-to'g'ri ulanmaydi, yani bunda hosil bo'lgan shikastlanish toki o'tkazgich bilan yer orasidagi sig'im orqali manba bilan tutashadi, shuning uchun u kam miqdorga ega.

Bunda chiziqli kuchlanish o'zgarimasdan qoladi. Bu izolyatsiyani buzilishiga, qisqa tutashuvlarga olib keladi.

1.3 Qisqa tutashuv toklarini hisoblash

Sodir bo'lishi mumkin bo'lgan qisqa tutashuv toklarini (QT) hisoblash releli himoyani sozlash va QT toklarini chegaralovchi tadbirlarni amalga oshirish uchun hamda apparatlarni tanlash uchun zarur.

QT toklarini hisoblash oson bo'lishi uchun quyidagi cheklanishlar qabul qilinadi:

1. Magnit tizimlaridagi to'yinish hisobga olinmaydi.
2. Kuch transformatorlarining magnitlovchi toklari e'tiborga olinmaydi.
3. Havo va kabel liniyalardagi sig'imlar hisobga kirmaydi.
4. Uch fazali tizim simmetrik deb faraz qilinadi.

QT toklarini hisoblash tartibi:

- 1) Tizimning bir chiziqli hisoblash sxemasi chiziladi;
- 2) QT ni shartli o'rni tanlanadi;
- 3) Bazaviy shart tanlanib, barcha elementlarning qarshiliklari nisbiy birlikka keltiradi. Almashtiruv sxemasi tuziladi.
- 4) Sxema soddalashtiriladi.
- 5) QT toki aniqlanadi.

Hisoblash sxemasi tizimning normal ish holati uchun tuziladi. Reaktorlar, transformatorlar, havo va kabel liniyalarining nominal parametrlari beriladi.

Hisob kuchlanishning oʻrtacha qiymatida olib boriladi, yaʼni

$$U_{nom}=0.4; 6,3; 10,5; 37; 115; 230 \text{ kV}$$

Almashtiruv sxemada QT nuqtasi va shu nuqtagacha faqat tok oʻtayotgan elementlar koʻrsatiladi. Bazaviy kuchlanish QT joyidagi oʻrtacha kuchlanishga teng qilib olinadi.

Bazaviy quvvatni 10 yoki 100 MVA ga teng deb olish mumkin. Unda bazaviy tok:

$$I_{\sigma} = \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{3}U_{\sigma}}$$

Sxemadagi elementlarning boshlangʻich parametrlari maʼlumotnomalardan aniqlanadi.

Qarshiliklarning nisbiy bazaviy qiymatlarini aniqlash quyidagi jadvalda koʻrsatilgan.

Almashtirish sxemasida oʻzgartirishlar manbadan QT nuqtasiga tomon olib beriladi.

Agar qarshiliklar nisbiy birliklarda hisob boʻlsa, QT toki quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{n0} = \frac{I_{\sigma}}{X_{\Sigma}} \quad \text{yoki} \quad I_{n0} = \frac{I_{\sigma}}{Z_{\Sigma}};$$

Bu yerda: $I_{\sigma} = \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{3}U_{\sigma'rt}}$

X_{Σ} - QT nuqtasidan manbaga boʻlgan natijaviy qarshilik;

$U_{\sigma'rt}$ - QT sodir boʻlgan nuqtadagi oʻrtacha kuchlanish.

Hisoblash nomli birliklarda olib berilganda QT toki quyidagicha aniqlanadi.

$$I_{n0} = \frac{U_{\sigma'rt}}{\sqrt{3}X_{\Sigma}} \quad (4.17)$$

Bu yerda: $U_{\sigma'rt}$ - QT sodir boʻlgan joydagi kuchlanishning oʻrtacha qiymati, kV; X_{Σ} - QT nuqtasigacha boʻlgan natijaviy qarshilik, Om. hisoblashda aktiv qarshilik ham inobatga olinsa.

$$I_{n0} = \frac{U_{yp}}{\sqrt{3}Z_n} \quad (4.18)$$

Bu yerda:

$$Z_H = \sqrt{X_H^2 + R_H^2} - \text{natijaviy to'la qarshilik}$$

QT tokining miqdoriga qarab elektr apparatlari, izolyatorlar, shina va kabellar tanlanadi, releli himoya sozlanadi.

Normal bo'lmagan rejimlar.

Normal bo'lmagan rejimlar deb tok kuchi, kuchlanish va chastota qiymatlarini chegaradan chiqib ketishi yoki qurilma va elektr tizimini turg'un ishlashiga xavf tug'ilishiga aytiladi.

Xarakterli normal bo'lmagan rejimlar:

a) Qurilmaning o'ta yuklanishi, ya'ni tokning me'yordan juda oshib ketishi;

b) Chastotani pasayishi, ya'ni generator quvvatini yetishmasligi, bu hol odatda bir qism generatorlarning birdaniga o'chishi bilan bog'liq.

Chastotaning chuqur pasayishi (45-47 Gs.gacha) og'ir avariya holati hisoblanib, energetik tizimning ishlashini to'liq to'xtashiga olib keladi.

v) Kuchlanish oshishi, ya'ni generatorning yuklarini birdaniga o'chirilishi natijasi yuki yengillashgan generator tezroq aylanadi va bunda statorning e.yu.k.si izolyatsiyani teshish darajasidagi qiymatiga yetadi.

1.4 Rele himoyasiga qo'yiladigan talablar

a) Tanlovchanlik (selektivlik)

Tanlovchanlik bu himoyaning shunday xususiyatiki, bunda u faqat elektr tarmoqning shikastlangan qisminigina o'chiradi.

1.4.-rasmda shikastlangan qismlarini tanlab o'chirishga misollar keltirilgan. K₁ nuqtada qisqa tutashuv yuz berganda shikastlangan liniyani qisqa tutashuvga yaqin bo'lgani uchun, V_v o'chirgich o'chiradi. Bunda qolgan hamma iste'molchilar (shikastlangan liniyadan tashqari) ishlab turadilar. K₂ nuqtadagi qisqa tutashuvni tanlovchanlik shartiga asosan V_{A1} va V_{V1} o'chirgichlar o'chirishi kerak.

Shu misoldan ko'rinib turibdiki agar podstnsiya bilan bir necha liniyalar ulangan. bo'lsa, u holda bir liniyadagi L1 qisqa tutashuvni tanlab o'chirish, bu nimstansiyasini boshqa liniya L2 orqali tarmoq bilan ulanishini saqlab qoladi va iste'molchilarning uzluksiz energiya ta'minotiga sharoit yaratiladi.

Shuning qilib, tanlovchanlik talabi iste'molchilarning uzluksiz

energiya bilan ta'minlashning asosiy sharti bo'lib xizmat qiladi.

b) Tezkorlik (tezlik bilan o'chirish). Elektr uskunalari buzilish darajasini kamaytirish uchun qisqa tutashuvni mumkin qadar katta tezlikda, qisqa vaqtda o'chirish kerak.

300-500 kV li EUL da o'chirish vaqti 0.1-0.12sek

110-220 kV li EUL da o'chirish vaqti 0.15-0.3sek

6-10 kV li EUL da o'chirish vaqti 1.5-Z sek.ni tashkil etadi.

EUQ (elektr uskunalari qoidalari)da ko'rsatilishicha, agar qoldiq kuchlanish me'yordan 60% kam bo'lsa, u holda turg'unlikni saqlash uchun shikastlanish tez o'chiruvchi releli himoya yordamida bajarilishi kerak.

Shikastlanishni to'liq o'chirish vaqti himoyani va o'chirgichni ishlash vaqti yig'indisidan iborat.

$$t_{o'chirish} = t_{himoya} + t_{o'chirgich}$$

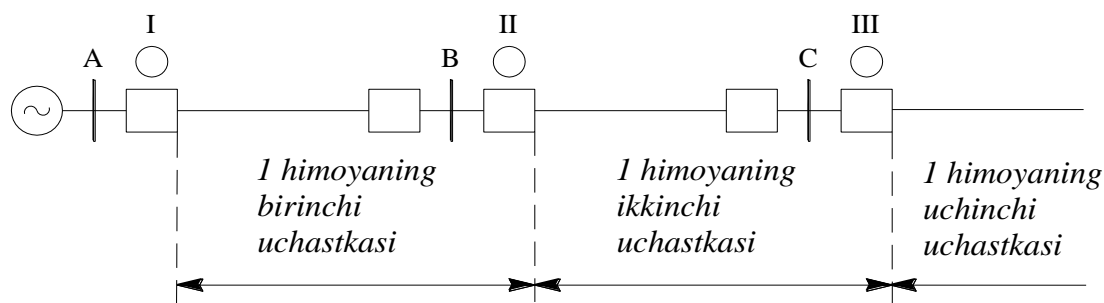
Tezkor o'chirgichning ishlash vaqti

$t_{o'chirish} = 0,15 + 0,06$ sekni tashkil etadi.

Tezkor va tanlovchan himoyalarni sozlash juda muhim bo'lib, bu releli himoyaning asosiy masalasidir.

d) Sezgirlik.

Himoya qisqa tutashuv paytida o'zgarishlarni sezishi uchun o'rnatilgan zonalarda aniq bir sezgirlikka ega bo'lishi kerak.



1.5-rasm Himoyaning ta'sir zonolari.

I-himoya (1.5-rasm) AV uchastkadagi shikastlanishlarni o'chirishi kerak (birinchi himoyaning birinchi uchastkasi) va bundan tashqari VS uchastkada qisqa tutashuv bo'lganda II himoya ishlamasa ma'lum vaqtdan so'ng ishlashi kerak. Birinchi himoyaning II uchastkadagi shikastlanishga ta'sir javobi uzoqdan zaxiralash deyiladi. Keyingi himoyaning uchastkasini zaxiralashi muhim talablardan biridir.

1.5-rasmdagi 1 himoyaning III uchastkada qisqa tutashuv bo'lganda ishlashi talab qilinmaydi, chunki III uchastkani himoyasi yoki o'chirgichi ishlamay qolganda II himoya ishlashi kerak. Birdaniga 2ta himoyaning

2.1 Rele turlari

Odatda releli himoyaning qurilmalari bir necha ma'lum bir sxema bo'yicha ulangan relelardan iborat bo'ladi.

Rele bu avtomatik qurilma bo'lib, ma'lum bir ta'sir etuvchi kattalikning qiymatida harakatga keladi yoki ishlaydi.

Rele texnikasida kontaktli (elektromexanik) va kontaktsiz (Yarim o'tkazgichli yoki ferromagnit elementli) relelar qo'llaniladi.

1-tur relelar ishlagan paytda kontaktlar ulanadi yoki uziladi.

2-tur relelar ishlagan paytda kiruvchi kattalikning ma'lum qiymatida chiqish kattaligi (masalan kuchlanish) sakrab o'zgaradi.

Har bir himoya qurilmasi va uning sxemasi ikki qismga bo'linadi:

- ta'sir javob beruvchi (reaksiya ko'rsatuvchi) qismi;
- mantiqli (logik) qismi.

Ta'sir javob beruvchi (yoki o'lchovchi) qism bosh qism bo'lib, u asosiy relelardan iborat bo'ladi. Bu relelar himoya qilinuvchi element to'g'risidagi axborot va xabarlarini doimo qabul qilib turadilar va shikastlanish, normal bo'lmagan rejimda himoyaning mantiq qismiga mos keluvchi axborot uzatib beradilar.

Mantiq qism (amalga oshiradigan qism) yordamchi qism bo'lib, u ta'sir javob beradigan qismdan olgan axborotni qabul qiladi, agar bu axborotlar ketma-ketligi berilgan dasturga mos bo'lsa, oldindan ko'zlangan amallarni bajaradi va o'chirgich boshqaruviga impuls beradi.

Mantiq qism elektromexanik rele yoki elektron lampali (yarim o'tkazgichli) sxema yordamida tayyorlanadi. Yuqoridagilar asosida aytish mumkinki, relelar asosiy (shikastlanishga ta'sir javob beruvchi) va yordamchi (asosiy relening axboroti ostida va sxemalarning mantiq qismida ishlovchi) guruhlariga bo'linadi.

Qisqa tutashuvni va shikastlanishlarning belgilari bo'lib, I tokning oshib ketishi, U kuchlanishning kamayib ketishi va himoya qilinayotgan qism Z qarshiligining kamayib ketishi hisoblanadi, chunki liniya uchun

$$Z = \frac{U}{I}$$

Shunga asosan himoyalarda ta'sir javob beruvchi rele sifatida tok relelari (tokning kattaligiga qarab ta'sir javob beruvchi), kuchlanish relelari (kuchlanishning kattaligiga qarab ta'sir javob beruvchi) va qarshilik relelari (qarshilikning o'zgarishiga qarab ta'sir qiluvchi) qo'llaniladi.

Agar rele biror kattalikning oshishiga ta'sir javob bersa, bu rele

maksimal rele deyiladi. Agar rele kattalikning kamayishiga ta'sir javob bersa, bu rele minimal rele deyiladi.

Normal bo'lmagan rejimlardan himoya qilish uchun ham tok va kuchlanish relolari ishlatiladi. Tok relolari o'ta yuklanish sodir bo'lgan hollarda, kuchlanish relolari esa, elektr tizimlarida kuchlanish xavfli darajada oshib yoki kamayib ketganda ishlab ketadi. Bulardan tashqari, maxsus relolardan bo'lgan chastota relolari va issiqlik relolari normal bo'lmagan rejimlarda ta'sir javob berish uchun ishlatiladilar.

Yordamchi relolar qatoriga vaqt relolari, ko'rsatkich relolar, oraliq relolari kiradi. Vaqt relolari himoyaning harakatini sekinlashtiradi, ko'rsatkich relolari esa himoya elementlari harakatidan xabar beradi va qayd qiladi, oraliq relolar himoya elementlarini o'zaro bog'laydi va asosiy relening uzatayotgan xabarini o'chirgichga yetkazadi.

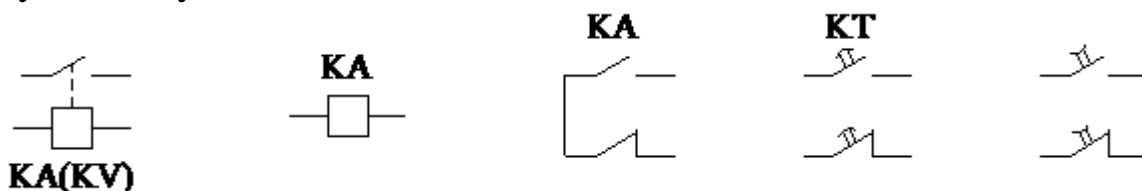
Har bir releni ikki qismga ajratish mumkin: qabul qiluvchi va bajaruvchi organlar. Qabul qiluvchi organning vazifasi relega kelayotgan elektr kattalikning o'zgarishini qayd qilish va shunga mos bo'lgan o'zgarishlarni boshqa relalarda amalga oshirishdan iborat. Bajaruvchi organning vazifasi tashqi zanjirlarga ta'sir qilishdan, o'chirgichni o'chirishdan, boshqa relolarni ishga tushirish yoki ularga xabar berishdan iborat.

2.2 Rele va himoya elementlarining chizmalarda tasvirlash usullari

Rele va himoya elementlarining chizmalarda tasvirlashning ikki prinsipial usullari mavjud.

Birinchi usul bo'yicha rele birlashgan holda, ya'ni chulg'am to'g'ri burchakli to'rtburchak shaklida (2.1 a-rasm) tasvirlanadi, relening kontaktlari yuqori qismda ko'rsatiladi.

Belgining pastki qismida relening chulg'ami va rele tipining bosh harflari yoziladi, ya'ni:



2.1-rasm. Relolarning chizmalaridagi shartli ko'rinishi.

tok relesi - KA, kuchlanish relesi-KV, vaqt relesi-KT, oraliq relesi-KL va Ko'rsatkich relesi-KN.

Ikkinchi usul bo'yicha rele himoyasi yoyilgan holda ko'rsatiladi (2.1 b-rasm). Relening chulg'ami va kontakti chizmaning har xil qismlarida joylashadilar va mos keluvchi harflar bilan belgilanadilar. Yoyilgan tasvirlash murakkab sxemalarni o'qishni osonlashtiradi.

2.2.1 Relening ulanish usullari.

Relening chulg'ami elektr tarmoqqa (tok va kuchlanishga) to'g'ridan to'g'ri yoki tok va kuchlanish transformatorlari orqali ulanishi mumkin. Birinchi tur relelar birlamchi, ikkinchi tur esa ikkilamchi relelar deyiladi.

Ikkilamchi relelar ko'proq qo'llaniladi. Buning sababi shundaki, ular yuqori kuchlanishdan izolyatsiyalanganlar, himoya qiluvchi elementdan uzoq masofada joylashadilar, xizmat ko'rsatish uchun qulay va ma'lum bir nominal tok (1 yoki 5 A) va kuchlanish (100 V) ga mo'ljallanadilar. Bunda himoyalananayotgan elementning birlamchi toki yoki kuchlanishiga bog'liqlik yo'q.

Birlamchi relening afzalligi shuki, ularda o'lchov transformatorlari, operativ tok manbalari ishlatilmaydi. Ular kichik quvvatli elektr motorlarida, transformatorlarda va liniyalarda keng qo'llanadi.

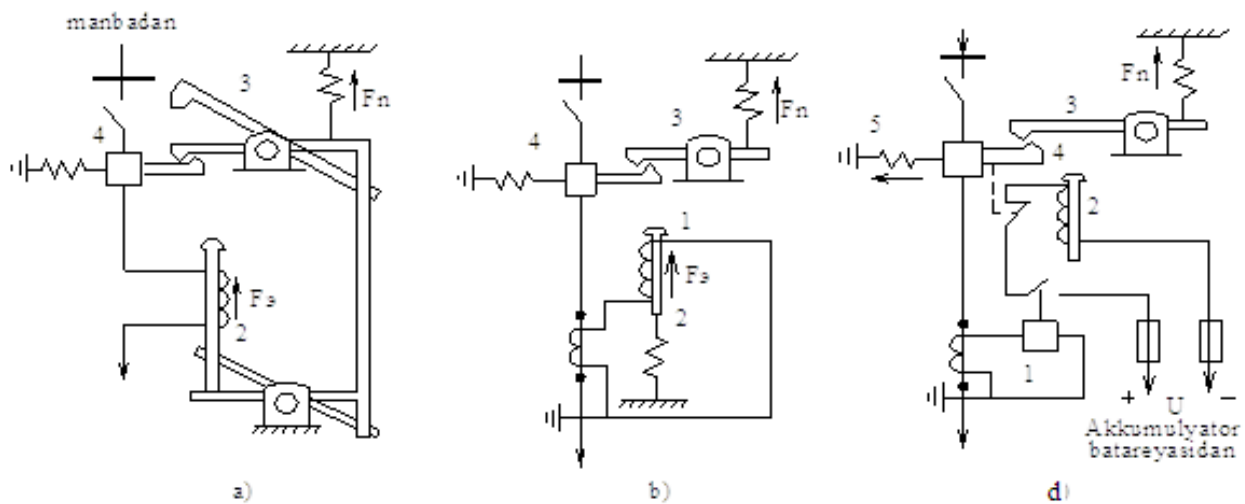
2.3 Himoyaning o'chirgichga ta'sir qilish usullari

Himoya o'chirgichga to'g'ridan-to'g'ri (bevosita) va bilvosita ta'sir ko'rsatish mumkin (2.2 -rasm).

1-rele ishlagan paytda ya'ni rele chug'aming elektr magnit kuchi prujinaning F_n kuchidan katta bo'lganda uning qo'zg'aluvchi qismi 2 o'chirgichni bir-biridan ajratuvchi richagi 3 ga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qiladi. Shundan keyin o'chirgich prujina 4 harakati yordamida o'chiriladi. Bevosita ta'sir qilish relelari o'chirgichning yuritmasiga o'rnatiladi. Shuning uchun bu relelar o'rnatilgan rele deyiladi

2.2s-rasmda bilvosita ta'sir ko'rsatuvchi ikkilamchi releli himoya sxemasi tasvirlangan

1- rele ishlagan paytda uning kontakti elektromagnit 2 chulg'amini ulaydi. Bu chulg'am o'chirgichning o'chirish chulg'ami deyiladi. Maxsus manbaning qisqichlaridan olinuvchi kuchlanish ta'siri ostida o'chiruvchi chulg'amda tok paydo bo'ladi.



2.2-rasm. Bevosita (a, b) va bilvosita (c) ta'sir ko'rsatuvchi relelar.

O'chirish chulg'ami 2 dan tok oqqan paytda o'zak 3 prujinaning F_n kuchini yengib xalqa 4 ni qo'yib yuboradi. Buning natijasida prujina 5 harakati yordamida o'chirgich o'chadi. o'chirgich o'chgandan keyin rele chulg'amidagi tok yo'qoladi va rele kontakti ajraladi. Ularni ishini engillatish uchun yordamchi blok-kontakt BK ishlatiladi. O'chirgich o'chgandan keyin BK o'chirish chulg'am zanjirini operativ manbadan uzib qo'yadi. 2.2 s-rasmda ko'rsatilgan sxemadan ko'rinadiki, bilvosita harakatlanuvchi releli himoya uchun yordamchi kuchlanish manbasi-operativ tok manbai kerak. Bevosita harakatlanuvchi releli himoyaga operativ tok manbai zarur emas, lekin bu himoyaning relelari o'chirgich mexanizmini ajratish yoki qo'shish uchun katta kuch bilan ta'sir qilishlari kerak. Shuning uchun bevosita harakatlanuvchi relelar aniq bo'lmaydi va katta quvvat talab qiladi.

Bilvosita harakatlanuvchi relelarning ta'sir kuchi kichik bo'lishi mumkin, Shuning uchun ular katta aniqlik va kam quvvat sarf qiladilar.

Xulosa qilish mumkinki, ikkilamchi bilvosita ta'sir qiluvchi relelar himoyada keng tarqalgan va ko'p qo'llaniladi.

3, 6, 10 kV kuchlanishli elektr liniyalarida bevosita ta'sir qiluvchi tok relelari ham keng qo'llanadi.

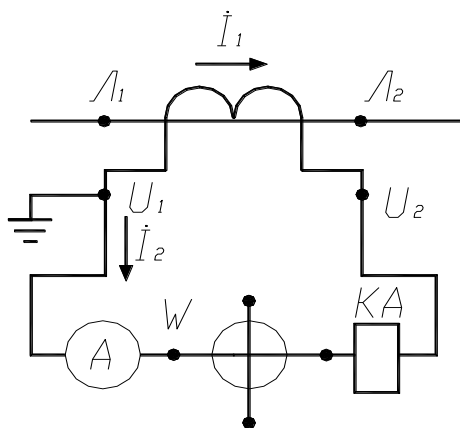
Nazorat savollari:

1. Asosiy relelar qaysilar?
2. Qanday relelar yordamchi hisoblanadi?
3. Bevosita ulanuvchi relelarni sxemasini tushuntiring?
4. Bilvosita ulanuvchi relelarni qo'llash sohasi qaysilar?

3. RELELI HIMOYADA TOK VA KUCHLANISH TRANSFORMATORLARI

3.1 Tok transformatori (TA) ning vazifasi

Tok transformatorlari o'lchov asboblari va himoya apparatlarini yuqori kuchlanish zanjiridan izolyatsiya qilish uchun va himoya zanjirini tarmoqdagi tok bilan ta'minlash uchun qo'llaniladi.



3.1 rasm. TA ning tarmoqqa ulanishi.

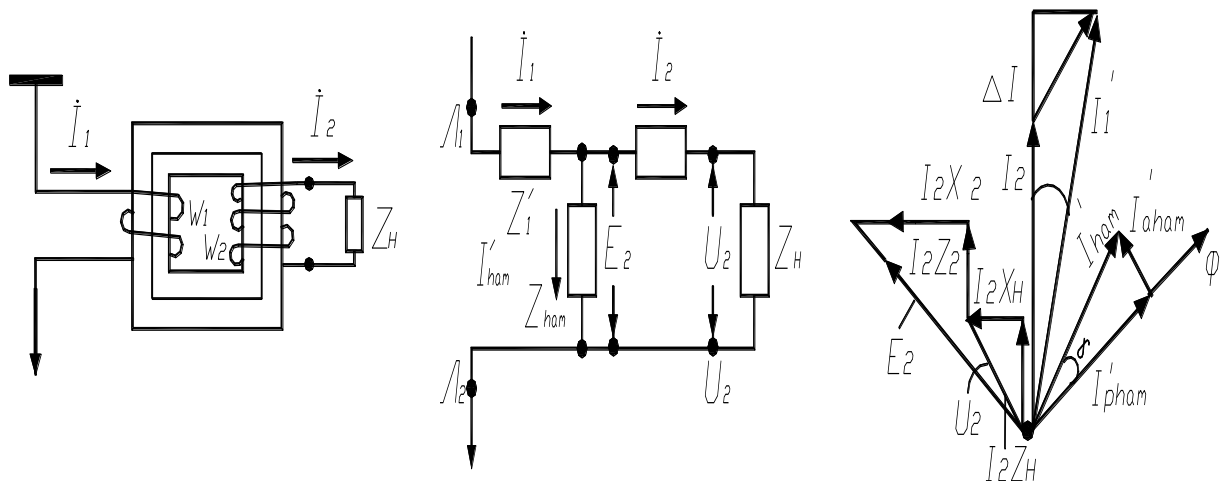
Tok transformatori nazorat qilinayotgan zanjirga xuddi ampermetr ulagandek, ketma-ket ulanadi. Ikkilamchi chulg'amlariga ampermetr, o'lchov asboblarning va himoya apparatlarining tok zanjirlari ulanadi.

Almashtirish sxemasi va vektor diagrammada quyidagilar qabul qilingan: birlamchi tok I_1 va birlamchi chulg'am W_1 ning qarshiligi ikkilamchi W_2 ni

chulg'am o'ramlar soniga keltirilgan va bunda ikkilamchi chulg'amdagi tokning vektori I_2 o'zining haqiqiy yo'nalishidan 180° ga burilgan.

Tok transformatorlarining ishi magnitlovchi kuchning (m.k.) tenglamasi bilan xarakterlanadi. U tenglamaga asosan birlamchi va ikkilamchi Chulg'amlar hosil qilgan m.k. lar yig'indisi asosiy magnit oqimi F_t hosil qilgan $I_{mag}W_1$ ga teng.

$$I_1 \cdot W_1 + I_2 \cdot W_2 = I_{mag} \cdot W_1$$



3.2-rasm. Tok transformatorning tuzilishi almashtirish sxemasi va vektor diagrammasi.

Magnitlovchi tok $I_{mag}=0$ bo'lganda, ikkilamchi tok $I_2=I_1/n_t$ ga teng.

bu yerda $n_T = W_2/W_1$ -tok transformatori chulg'amlarining soni nisbati bo'yicha aniqlangan transformatsiya koeffitsiyenti.

Shunday qilib, magnitlovchi tok hisobga olinmaganda tok transformatorlari ideal, xatosiz ishlaydi. Bunda uning ikkilamchi toki birlamchi tokning transformatsiya koeffitsiyenti n_t bo'linganiga teng va ikkilamchi tok birlamchi tokdan 180° ga faza bo'yicha farq qiladi.

Haqiqiy magnitlovchi tok hech qachon nolga teng bo'lmaydi. Buni hisobga olgan holda ikkilamchi tok quyidagicha topiladi:

$$I_2 = (-I_1 + I_{mag}) \frac{W_1}{W_2} = -\left(\frac{I}{n_T} - \frac{I_{mag}}{n_T}\right)$$

Bu formuladan kelib chiqadiki, haqiqiy ikkilamchi tok hisoblab topilgan qiymatdan farq qiladi. Bu farq I_{mag}/n_t ga teng. I_{mag} magnitlovchi tok ikkilamchi tokning miqdorini va fazasini o'zgartiradi.

Shunday qilib, magnitlovchi tokning ishtirok etganligi tufayli tok transformatorining ikkilamchi chulg'amiga birlamchi tokning faqat bir qismigina transformatsiyalanadi, ya'ni tok transformatorining ishida xatolik paydo bo'ladi.

Almashtirish sxemasida birlamchi va ikkilamchi chulg'am orasidagi magnet bog'lanish elektr bog'lanish bilan almashtirilgan va birlamchi tomonning barcha kattaliklari ikkilamchi chulg'amlar soniga keltirilgan.

Tok kattaligining xatosi ikkilamchi tokning qiymatiga asosan foizda o'lchanadi.

$$f_i = \frac{\Delta I}{I_1} \cdot 100\% = \frac{I_1 - I_2}{I_1} \cdot 100\%$$

δ burchak bo'yicha xatoliklar gradus va minutlarda o'lchanadi.

Tok transformatorlarning magnitlovchi toklari qancha katta bo'lsa, uning xatosi ham shuncha katta bo'ladi. Natijada katta xatoliklar releli himoya qurilmalarining xato ishlashiga olib keladi. Shuning uchun tok transformatorlarining xatoliklarini kamaytirish Muhim va buning uchun tok transformatorlarida magnitlovchi toklarni kamaytirish kerak.

3.1.1 Magnitlovchi tokni kamaytirishga ta'sir qiluvchi parametrlar

I_{mag} tokni kamaytirish uchun tok transformatorining magnit o'zagi shixtalangan po'latdan tayyorlanadi. Bunda quvvat yo'qolishi kam bo'ladi.

$$I_{\text{mag}} = \frac{\Phi_T \cdot R_m}{W_1}$$

Tok transformatorining ishlash asosidan kelib chiqadiki magnit oqimi F_T shuning qiymatga ega bo'lishi kerakki, bunda ikkilamchi e.yu.k. E_2 ikkilamchi chulg'amda yuz berayotgan kuchlanish tushishini kompensatsiyalash uchun etarli bo'lishi kerak.

Magnitlash tokining kattaligiga tok transformatorining konstruktiv parametrlari katta ta'sir qiladi.

Ushbu formuladan ko'rinib turibdiki, I_{mag} ni kamaytirish uchun magnit qarshilik R_m ni kamaytirish va birlamchi chulg'amlar sonini W_1 oshirish kerak.

Tok transformatorlarining xatoligi qisqa tutashuvning boshlang'ich vaqtida keskin ortadi, chunki bunda birlamchi tokda aperiodik tashkil qiluvchilar ishtirok etadilar. Bu holni tez ta'sir qiluvchi himoyalarni hisoblashda e'tiborga olish kerak.

3.1.2 Tok transformatorlarining aniqlik darajasi.

Tok transformatorlari aniqlik darajasiga asosan guruhlariga (klass) bo'linadi. Har bir daraja ruxsat berilgan xatolik kattaligi bilan xarakterlanadi. Bu xatoliklar o'lchov uskunalarining aniq ishlashiga ta'sir qiladi.

Sanoat qurilmalari uchun 0,5; 1; 3 va D xatolik darajalariga mos tok transformatorlari tayyorlanadi.

D darajali tok transformatorlari differensial himoyalar uchun mo'ljallangan va ularning xatoliklari nominal tokda normalangan. Tok transformatorlarining ma'lum bir darajadagi xatoliklar bilan ishlashlari nominal tokdan 120% ga farq qiladi.

Odatda nominal quvvat nominal ikkilamchi tok (5 yoki 1A) yoki ikkilamchi yukning qarshiligi bilan xarakterlanadi.

Tajribalar va nazariy taxlil asosida aytish mumkinki, ko'pchilik himoyalarda tok bo'yicha 10% gacha, burchak bo'yicha 7° xatolikka ruxsat beriladi.

3.1.3 Tok transformatori chulgʻamlarining belgilanishi

Tok transformatorlarini ishlab chiqarish paytida ularning birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlarini chiqishlari shunday belgilanadiki, bunda birlamchi tokning yoʻnalishi boʻyicha ikkilamchi tokning yoʻnalishini aniqlash mumkin boʻladi.

Birlamchi chulgʻamning chiqishlari ixtiyoriy belgilanishi mumkin: ulardan biri boshlanishi (L_1), ikkinchisi esa chulgʻamning oxiri (L_2), ikkilamchi chulgʻamning boshi va oxiri I_1 va I_2 qilib belgilanadi

Birlamchi chulgʻamning boshlanishi (L_1) dan oxiriga qarab tok oqqanda ikkilamchi chulgʻamning boshlanishi qilib (b) uning chiqishi qabul qilinadiki, u chiqishidan bu vaqtda yuk zanjiriga tok oqadi.

Chiqishlarini belgilanishidan foydalanib quvvat yoʻnalishi rellari, vattmetrlar va shu kabi asboblarning chulgʻamlarini va tok transformatorlarning ikkilamchi chulgʻamlarini berilgan sxema boʻyicha ulash ishlari olib boriladi. Rasmda bir xil shaklli sxemalardagi belgilanishlar berilgan.

3.2 - rasmda ikkilamchi tokning yoʻnalishi va chiqishlarining birlamchi tok doimo L_1 dan L_2 ga yoʻnalganda hamda birlamchi va ikkilamchi chulgʻamlarning bir xil va har xil oʻralgandagi holatda koʻrsatilgan. Oqim F_1 ning va ikkilamchi tokning yoʻnalishi parma qoidasi asosida aniqlanadi.

3.2 Tok transformatorlarining ulanish sxemalari

3.2.1 Tipik sxemalar va ularning tahlili

Releli himoya qurilmalarining liniya toki bilan taʼminlanishi quyida keltirilgan tok transformatorlari va rele chulgʻamlarini ulashning tipik ulanish sxemalari asosida amalga oshiriladi. Har bir keltirilgan sxemadagi relening ishlashi va xatti-harakati normal va normal boʻlmagan holatlarida ikkilamchi zanjirdagi tokning tarqalish xarakterga bogʻliq. Sxemalarda tokning tarqalishini aniqlash uchun avvalambor koʻrilayotgan qisqa tutashuvda birlamchi toklarning haqiqiy qiymatlarining musbat yoʻnalishlari koʻrsatiladi, keyin esa har bir tok transformatorlaridagi toklarning yoʻnalishini Koʻrsatkichlari (strelkalari) chiziladi, bu yoʻnalish Koʻrsatkichlari birlamchi tokning oʻtishiga bogʻliq. Eng oxirida tok transformatorining ikkilamchi tokini oʻtish yoʻli koʻrsatiladi. Agar sxemaning biror elementida (oʻtkazgich va rele chulgʻamida) har xil

fazalarning ikkilamchi toklari qo‘shilayotgan yoki ayrilayotgan bo‘lsa, bunda natijaviy elementdagi tok fazaviy siljishlarini hisobga olgan holda mos keluvchi faza toklarining vektorlarini geometrik qo‘shish yoki ayirish natijasida topiladi.

Har bir sxema uchun reledagi tok I_R ning fazadagi tok I_F ga nisbatini topish mumkin. Bu nisbat sxema koeffitsiyenti deyiladi:

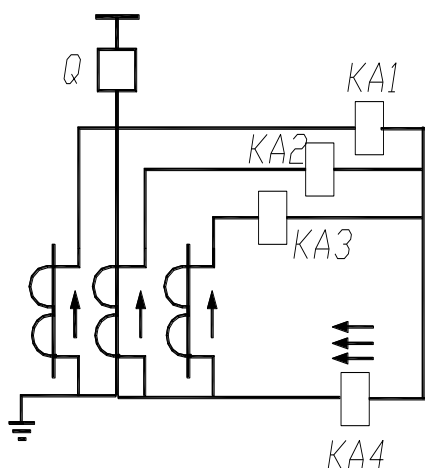
$$K_{CX} = \frac{I_P}{I_\phi}$$

Bu koeffitsient himoyaning sezgirligini baholashda va ustavka toklarini hisoblashda ishlatiladi.

Quyida asosiy tipik sxemalardagi toklarning tarqalishi va ularning ishlatilish joylariga doir ma’lumotlar keltirilgan.

3.2.2 Tok transformatorlari va rele chulg‘amlarining to‘liq yulduz sxemasi bo‘yicha ulanishi

Bu sxemada tok transformatorlari hamma fazalarga o‘rnatiladi. Tok transformatorlarining ikkilamchi chulg‘amlari va relening chulg‘amlari yulduz ko‘rinishida ulanadi va ularning nol nuqtalari, nolinci liniya deb ataluvchi sim bilan ulanadi.



3.3- rasm. Tok transformatorlari va rele chulg‘amlarining to‘liq yulduz sxemasi

Nol nuqtaga tok transformatorlarining bir xil nomli chiqishlari ulanadi.

Normal holat va uch fazali qisqa tutashuvlarda. KA1, KA2 va KA3 relelardan faza toklari oqadi.

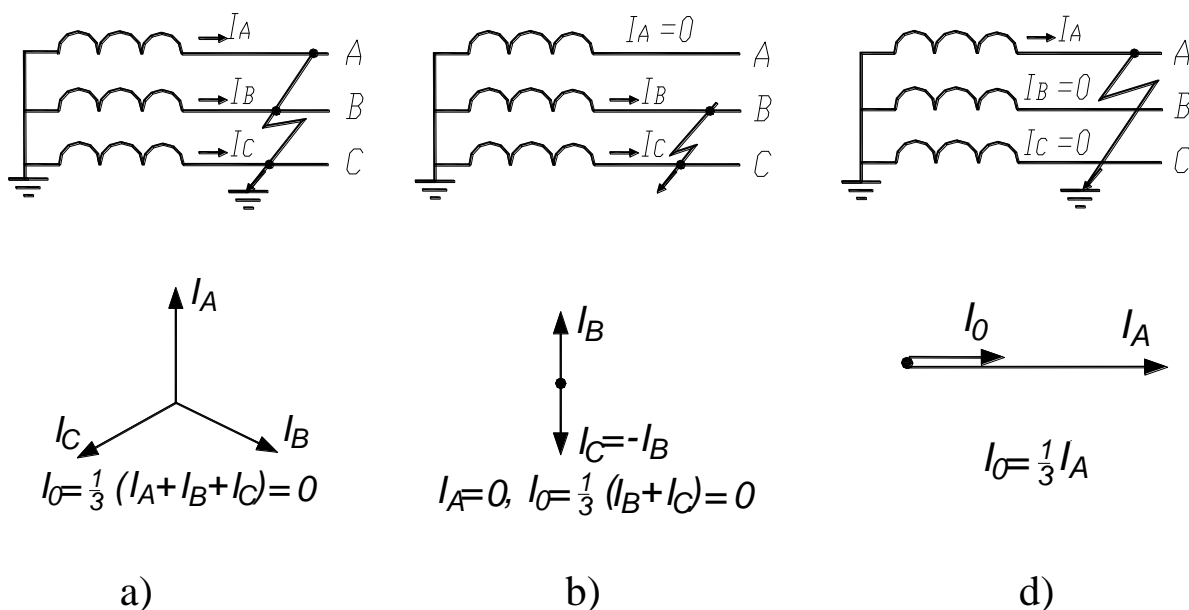
Nol liniya simidan esa ularning geometrik yig‘indisi oqadi:

$$I_{H.T.C} = (I_A + I_B + I_C)$$

$I_{H.T.C} = I_0$ simmetrik rejimida nolga teng bo‘ladi. (3.3-a - rasm)

Ikki fazali q.t. da q.t. toki ikkita shikastlangan fazalarga ulangan tok transformatorlari va ularga mos keluvchi relelardan oqib o‘tadi.

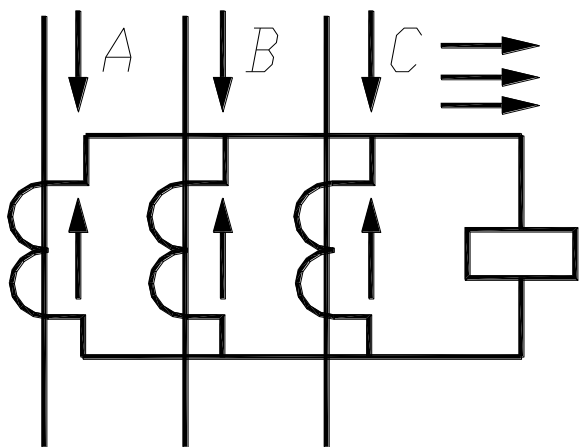
Shikaslanmagan fazadan tok oqmaydi.



3.4-rasm. Qisqa tutashuv turlari va toklarning vektor diagrammasi.
a- 3 fazali, b- 2 fazali va d- 1 fazali q.t.

Kirxgof qonuniga asosan tugundagi toklar yig'indisi nolga teng, shuning uchun $I_A + I_B = 0$, bu yerda $I_C = -I_B$. Buni hisobga olgan holda vektor diagrammada $I_V + I_S = 0$. I_V va I_C toklar bir-birlaridan 180° gradusga burilgan holda ko'rsatilgan (3.3- b - rasm).

Shuning uchun nol simga ulangan KA4 rele fazalararo q.t.ga ta'sir javob bermaydi va bu yulduz sxemaning muhim xususiyatlaridan biridir.



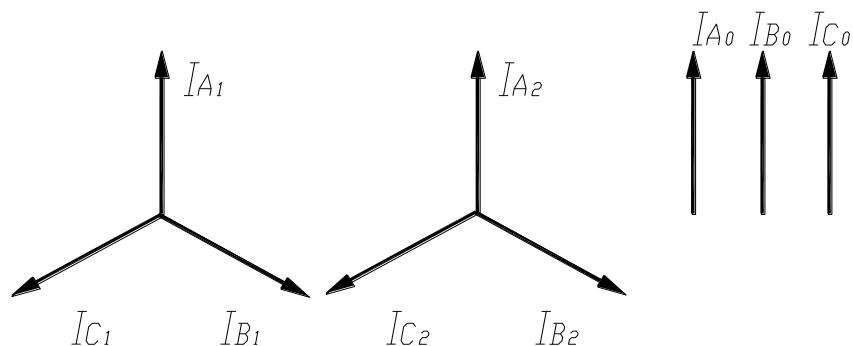
3.5-rasm. Nol ketma – ketlik filtri sxemasi

Bir fazali qisqa tutashuv paytida birlamchi qisqa tutashuv toki faqat shikastlangan fazada oqadi (3.3.v-rasm). Unga mos keladigan ikkilamchi tok ham faqat bir reledan nol sim orqali o'tadi.

Ko'rib o'tilgan sxemada fazalarga o'rnatilgan relelar hamma tur qisqa tutashuvlarga ta'sir javob beradi, nol simdagi rele esa faqat yer orqali bo'lgan qisqa tutashuvlarga ta'sir javob beradi.

Yulduz sxema bo'yicha ulanish hamma tur qisqa tutashuvlarga o'rnatilgan himoyalarda qo'llaniladi. Reledagi tok fazadagi tokka teng. Shuning uchun sxema koeffitsiyenti $K_{cx}=1$.

Yulduz sxemasi bo'yicha tokning nol ketma-ketlik filtriga ulash mumkin. (3.6-rasm) To'g'ri va teskari ketma-ketlik toklari nol simdan o'tmaydi, Chunki bu sxemadagi vektorlarining yig'indisi nolga teng.



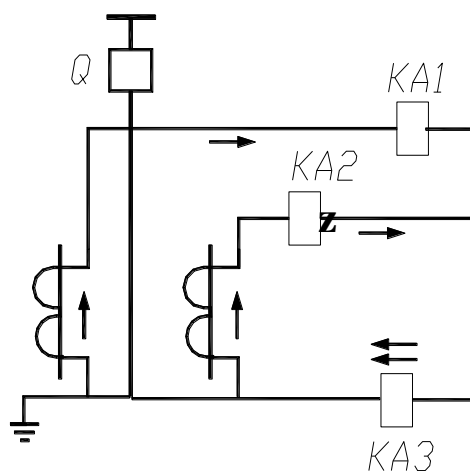
3.6 –rasm. To'g'ri, teskari va nol ketma –ketlik toklarining diagrammalari.

Nol ketma-ketlik toklari faza bo'yicha mos keladilar va shuning uchun nol simda bu tokning uch barobar qiymati oqadi $I_{N.T.S.}=3I_0$

3.2.3 Tok transformatorlarining va rele chulg'amlarining to'liq bo'lmagan yulduz sxemasida ulanishi.

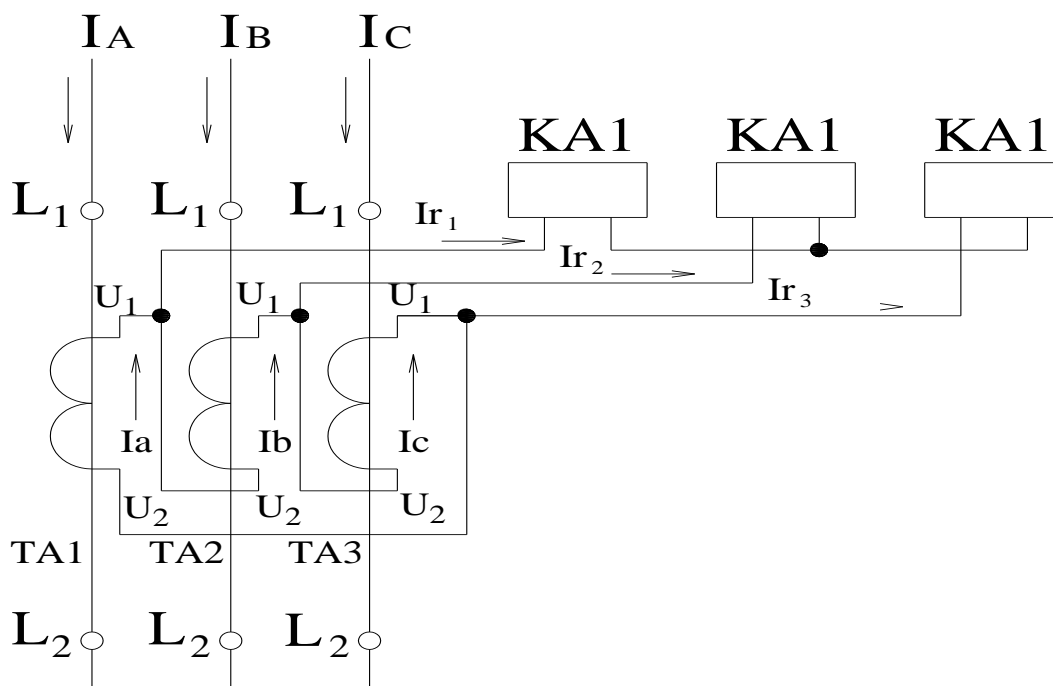
Tok transformatorlari 3.7- rasmda ko'rsatilgandek qilib ikki fazaga ulanadi. KA1 va KA2 relalardan mos faza toklari oqadi, KA3 dan esa bu toklarning geometrik yig'indisiga teng tok oqadi.

To'liq bo'lmagan yulduz sxema faqat V fazadagi bir fazali qisqa tutashuvigagina javob bera olmaydi va shuning uchun u fazalararo shikastlanishning barcha turlaridan himoya uchun ishlatiladi. Sxema koeffitsiyenti $K_{sx}=1$.



3.7-rasm To'liq bo'lmagan yulduz sxemasi

3.2.3 Tok transformatorlarining uchburchakka ulangan chulgʻamlariga releni yulduz sxemasini ulash.



3.8 – rasm. Tok transformatorlarning uchburchakka ulangan chulgʻamlariga relening yulduz sxemasini ulash.

Tok transformatorlarini har xil nomli ikkilamchi chulgʻamlarini ketma-ket ulanishlaridan uchburchak hosil boʻladi (3.8- rasm).

Yulduz sxema boʻyicha ulangan relelar uchburchakning uchlariga ulanadi. 3.8-rasmda berilgan toklarning tarqalishidan koʻrinib turibdiki, har bir reledan ikkita faza toklarining geometrik farqlariga teng boʻlgan tok oqadi:

$$I_1 = \frac{I_A}{n_T} \cdot \frac{I_B}{n_T}; \quad I_2 = \frac{I_B}{n_T} - \frac{I_C}{n_T}; \quad I_3 = \frac{I_C}{n_T} - \frac{I_A}{n_T};$$

Bu formulalar asosida reledan oqadigan tok I_1 , I_2 va I_3 ni har xil qisqa tutashuvlarda topish mumkin.

Tok transformatorlarini ikkilamchi chulgʻamini uchburchak sxema boʻyicha ulanishi quyidagi xususiyatlarga ega:

1. Reledan toklar hamma tur qisqa tutashuvlarda oʻtadi va shuning natijasida bu sxema boʻyicha tuzilgan himoya hamma tur qisqa tutashuvlarga taʼsir javob beradi.

2. Reledagi tokning fazadagi toka nisbati qisqa tutashuv turiga bogʻliq.

3. Nol ketma-ketlik toklari tok transformatorlarining ikkilamchi

chulgʻamlari uchburchagidan chetga chiqmaydi.

Bundan kelib chiqadiki, yer orqali qisqa tutashuvlarda relega faqat toʻgʻri va teskari ketma-ketlik toklari taʼsir etadi (oqadi) yoki qisqa tutashuv toklarining qismi oqadi.(3.1.-jadval)

Yuqorida koʻrilgan sxema asosan differensial va Masofali (masofali) himoyalarda qoʻllaniladi.

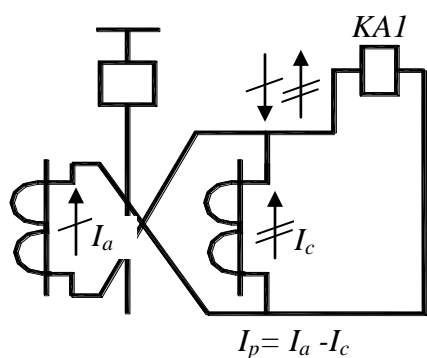
3.1. – jadval.

Q.T turi	Shikastlangan faza	Fazadagi toklar	Reledagi toklar		
			I I_A-I_V	II I_V-I_S	III I_C-I_A
ikki fazali	A, V	$I_V=-I_A;$ $I_C=0$	$2I_A$	I_V	$-I_A$
	V, S	$I_C=-I_V;$ $I_A=0$	$-I_V$	$2I_V$	I_C
	S, A	$I_V=0; I_A=-I_S$	I_A	$-I_S$	$2I_V$
bir fazali	A	$I_A=I_0$	I_A	0	$-I_A$
	V	$I_V=I_0$	$-I_V$	I_V	0
	S	$I_C=I_0$	0	$-I_S$	I_C

Koʻrib oʻtilgan sxema uchun uch fazali simmetrik rejimda reledagi tok fazadagi tokdan $\sqrt{3}$ marta katta, shunga asosan sxema koeffitsiyenti

$$K_{cx} = \frac{I_p}{I_\phi} = \frac{\sqrt{3}I_\phi}{I_\phi} = \sqrt{3}$$

3.2.5 Ikki faza toklarining ayirmasiga ulangan bitta releli sxema



3.9- rasm. Ikki faza toklarining ayirmasiga ulash sxemasi.

Tok transformatorlari ikkita fazaga ulanadilar (masalan A va S) ularning ikkilamchi chulgʻamlarining har xil nomli chiqishlari oʻzaro birlashtirilib unga parallel ravishda relening chulgʻami ulanadi.

Simmetrik yuk va uch fazali qisqa tutashuv paytida birlamchi va ikkilamchi toklarning oqishi 3.9 rasmda koʻrsatilgan.

3.9- rasmda koʻrsatilgan holdagi tok

tarqalishidan ko‘rinib turibdiki, birlamchi zanjirdan musbat I_A , I_V , I_S toklar oqqanda reledagi tok I_R ikki faza toki I_A va I_V ning geometrik farqiga teng bo‘ladi, yani

$$I_R = I_a - I_s$$

bu yerda

$$I_A = \frac{I_A}{n_T}, \quad I_C = \frac{I_C}{n_T}$$

Ko‘rilayotgan sxema faqat fazalararo qisqa tutashuvdan himoyalardagina ishlatilishi mumkin. Sxema koeffitsiyenti simmetrik rejimlarda quyidagicha topiladi.

$$K_{cx} = \frac{I_P}{I_\phi} = \frac{\sqrt{3}I_\phi}{I_\phi} = \sqrt{3}$$

3.2.6 Tok transformatorlarining yuki

Tok transformatorlari xatoligi uning yuki miqdoriga teng.

Tok transformatorining ikkilamchi chulg‘amidagi qarshilik quyidagicha topiladi.

$$Z_{yu} = U_2 / I_2$$

bu yerda U_2 va I_2 - ikkilamchi chulg‘amning kuchlanishi va toki (3.2-a rasm).

Z_{yu} ni topish uchun U_2 kuchlanishni hisobga olish kerak, U_2 kuchlanish yuk qarshiligi Z_{yu} dan tok oqqandagi kuchlanishning tushuviga teng (3. 2.-rasm).

Yukning qarshiligi simning qarshiligi Z_S va relening qarshiligi Z_R lardan iborat: $Z_{YU} = Z_C + Z_R$ unda $U_2 = I_2 Z_{YU}$ ning kattaligi tok transformatorlarini ulanish sxemalariga bog‘liq. Z_{YU} ni kattaligi esa qisqa tutashuv turiga bog‘liq.

Tok transformatori TA ning ikkilamchi chulg‘amini uzish mumkin emas, chunki $I_2 = 0$ bo‘lsa hamma birlamchi tok magnitlovchi tokka aylanib qoladi. Bu esa oqim F_t ni oshishiga sabab bo‘ladi, natijada katta oqimga proporsional E_2 hosil bo‘ladi, uning qiymati 1,5 kV gacha yetadi. Natijada izolyatsiya teshilishi mumkin, bu esa qisqa tutashuvga olib keladi. Katta oqim ta’sirida po‘lat o‘zak qizib kengayib ketadi.

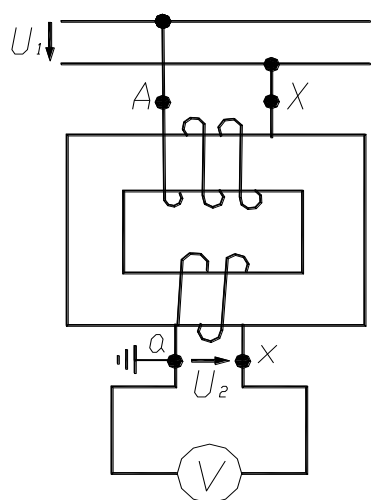
Ikkilamchi chulg‘amdagi yukning miqdori tok transformatorining xatoligiga ta’sir etadi. Z_{YU} kam bo‘lgani sari o‘lchov aniqlashadi. Xulosa qilib aytganda TA ning normal ish holati qisqa tutashuv rejimiga yaqin.

Tok transformatorlarining yukini kamaytirish uchun quvvat yetarli bo'lganda ikkita tok transformatorini ketma-ket ulash mumkin, ya'ni ular bir fazada o'rnatiladi va bir xil n_t transformatsiya koeffitsientiga ega bo'ladi.

3.3 Kuchlanish transformatorlari haqida umumiy malumotlar

Kuchlanish transformatori (TV) quvvati kichik bo'lgan kuch transformatoriga o'xshash.

W_1/W_2 - birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar sonining nisbati transformatsiya koeffitsiyenti deyiladi.



3.10-rasm. TV ni tarmoqqa ulanishi

TV tarmoqqa parallel ulanadi. Ikkilamchi kuchlanish standart 100 V ga teng. TV Chulg'amlari nol guruhiga mos ravishda ishlab chiqariladi, Ya'ni Yuqori va past kuchlanish vektorlarining orasidagi burchak nolga teng. TV ning ikkilamchi chulg'amiga voltmetr, o'lchov asboblarning va himoya apparatlarining kuchlanish zanjirlari ulanadi. Transformatsiya koeffitsiyenti:

$$n_n = \frac{W_1}{W_2}$$

bu nisbat doimiy emas, chunki

chulg'amlarda kuchlanish tushuvi mavjud, bu hol xatolikka olib keladi. Kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanish:

$$U_2 = \frac{U_1}{n_n} - \Delta U$$

bu yerda I_2 - ikkilamchi chulg'amdagi tok;

ΔU - chulg'amlarda kuchlanish tushuvi

$$\Delta U = I_2(Z_1' + Z_2) + I_{maz}' \cdot Z_1'$$

Z_1' - birlamchi chulg'amning ikkilamchi tomonga keltirilgan qarshiligi;

I_{maz}' - ikkilamchi tomonga keltirilgan magnetlovchi tok.

Z_2 - ikkilamchi chulg'amning qarshiligi.

TV ning xatoligini kamaytirish uchun Z_2 , I'_{maz} , I_2 larni kamaytirish kerak.

Kuchlanish bo'yicha xatolik quyidagicha aniqlanadi:

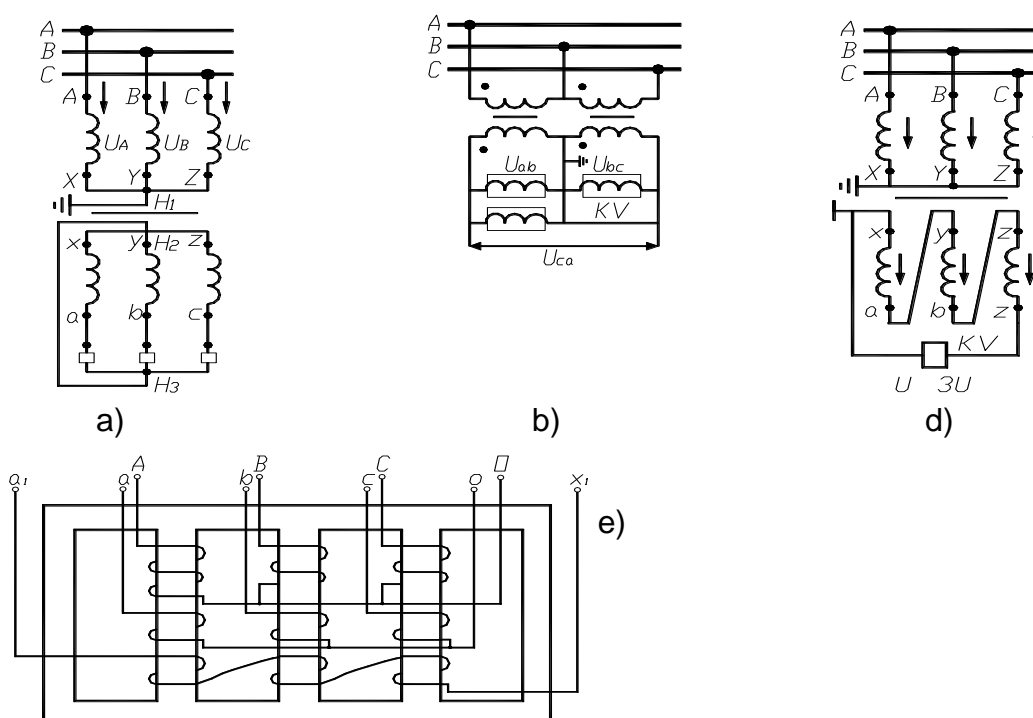
$$\Delta U\% = \frac{U_2 - U_1/n_H}{U_1/n_H} \cdot 100$$

bu yerda U_2 –haqiqiy ikkilamchi kuchlanish.

Kuchlanish transformatorlari aniqlik bo'yicha uchta darajaga bo'linadi: 0,5; 1; 3. Ikkilamchi chulg'aming yukiga bog'liq ravishda TV har xil darajada ishlashi mumkin.

3.3.1 Kuchlanish transformatorlarini ulanish usullari

1. Yulduz usuli – bu sxema uchta bir fazali TV lar yoki bitta uch fazali beshta sterjenli TV yordamida yigiladi (4-, 5- sterjenlar nol ketma-ketlik oqimi uchun xizmat



3.11-rasm. TV ning ulanish sxemisi

qiladi). Bu sxema yordamida fazalararo kuchlanishni, faza kuchlanishini va neytral nuqtaga nisbatan kuchlanishni o'lchash mumkin. (3.11., a,e-rasm.)

2. Kuchlanish transformatori TV chulg'amini ochiq uchburchakka

ulash – bu sxema ikkita bir fazali TV yordamida yig‘iladi. Ikkita fazalar aro kuchlanishga ulanadi. Faza kuchlanishini o‘lchash mumkin emas. (3.11., b-rasm.)

3. Nol ketma-ketlik filtri - bu sxema uchta bir fazali TV lar yordamida yig‘iladi. Birlamchi chulg‘amlar neytrali yerga ulangan yulduz usulida, ikkilamchi chulg‘amlari ochiq uchburchakni tashkil qiladi. Fazalar aro kuchlanishni va neytral nuqtaga nisbatan kuchlanishni o‘lchash mumkin. (3.11.,d-rasm.)

Nazorat savollari

1. Tok transformatori (TA) ning vazifasi nimadan iborat?
2. TA tarmoqqa qanday ulanadi?
3. TA ning ishlash prinsipini tushuntiring.
4. TA ning aniqlik darajasi nimaga bog‘liq?
5. TA ikkilamchi chulg‘ami va relening ulanish sxemalari turlari.

4. RELE QURILMALARINING ASOSLARI

4.1 Elektr mexanik relelar

Releli himoya va elektr avtovatikada elektrmexanik relelar, yarim o'tkazgich uskunalar yordamida qurilgan relelar va to'yinuvchi magnit sistemali relelar keng ishlatiladi. Bulardan eng ko'p tarqalgani elektrmexanik relelardir.

Elektr mexanik relelar katta o'lchamga ega. Ular ulanadigan tok va kuchlanish transformatorlari bilan birgalikda ko'p quvvat iste'mol qiladilar. Relelarning yarim o'tkazgich asosida qurilishi ularning parametr va xarakteristikalarini yaxshilashga olib keladi. Shuning uchun ular amalda borgan sari ko'proq qo'llanilmoqda.

Elektr kattaliklarga ta'sir javob beruvchi relelardan tashqari, bilvosita Shikastlanish va normal bo'lmagan rejimlarni harakterlovchi noelektrik kattaliklarda ishlovchi relelar keng joriy etilmoqda.

Masalan, gaz yoki bosimning oshishiga ta'sir ko'rsatuvchi, moyli transformator va reaktorlarda qo'llaniluvchi, temperaturani sezuvchi relelar ko'p ishlatilmoqda.

Elektr kattaliklarga ta'sir javob beruvchi relelarni 2 guruhga bo'lish mumkin:

- bir elektr kattalikka (tok yoki kuchlanish) ta'sir javob beruvchi relelar;

- ikki elektr kattaliklarga (tok va kuchlanish, ikkita kuchlanish);

Birinchi guruhga tok va kuchlanish relelari, ikkinchi guruhga bir fazali quvvat va qarshilik relelari kiradi.

Elektrmexanik relelar elektromagnit, induksion, elektrdinamik va magnitelektrik pritsiplari asoslarida qurilishi mumkin. Sanoatda asosan, elektrmagnit induksiya prinsipi asosida ishlovchi va hamma talablarga javob beruvchi relelar ishlab chiqarilmoqda.

Elektrmexanik relelarning asosiy qismlari chulg'am va kontaktlardan iborat.

Relening kontaktlari himoya qurilmalarida tokning ishonchli uzilishi va qo'shilishini ta'min etishlari kerak va shu bilan birga bir necha marotaba harakatlanishga chidamli bo'lishlari zarur.

Kontaktlarning qo'shib-uzilishi zanjirning qo'shilishi va uzilishini ta'minlovchi quvvat S_k bilan shartli ravishda xarakterlanadi. Quvvat S_k ning kattaligi operativ tok manbaining kuchlanishi U bilan kontakt ruxsat beruvchi eng katta tok I_k ning ko'paytmasi shaklida topiladi.

$$S_k = U I_k$$

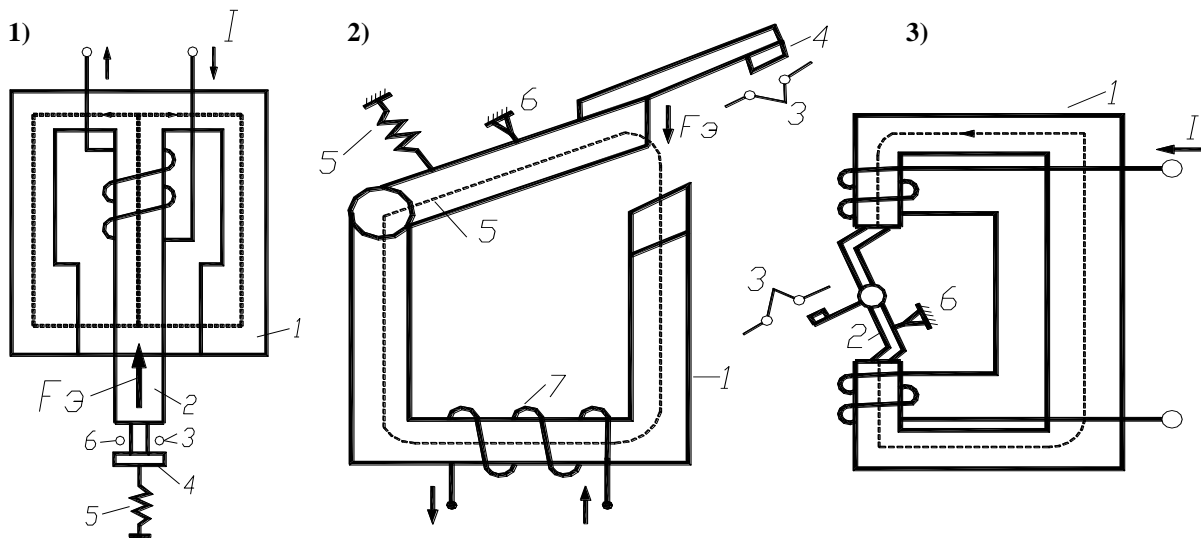
Relening chulgʻamlari uni xarakterlovchi tok va kuchlanishning kattaligiga mos keladigan issiqlikka chidamli boʻlishi kerak va shu bilan birga mos boʻlgan isteʼmol qiluvchi quvvat $S_r = U_r I_r$ ga toʻgʻri kelishi kerak.

Isteʼmol qilinayotgan quvvat S_r relening qoʻzgʻaluvchi sistemasini harakatga keltiruvchi chulgʻami magnitlovchi kuchining miqdoriga bogʻliq.

4.2 Elektr magnet relelar

a) Ishlash prinsipi. 4.1-rasmda elektr magnet relelarning asosiy uch xil turi berilgan.

Har bir rele oʻz ichiga elektrmagnit 1 (oʻzak va chulgʻamdan iborat), ferromagnit materialdan yasalgan harakatlanuvchi yakor 2, harakatlanuvchi kontakt 3, harakatlanmaydigan kontakt 4 va teskari taʼsir etuvchi prujina 5 ni oladi.



4.1-rasm. Elektr magnet relelarning turlari. 1-tortiluvchi yakorli; 2-buriluvchi yakorli; 3-koʻndalang harakat qiluvchi yakorli.

Elektr magnet chulgʻamidanda oqayotgan tok I_r magnitlovchi kuch (m.k) $I_r W_r$ ni hosil qiladi. U kuch taʼsirida elektr magnet oʻzakdan, havo oraligʻi va yakor orqali oquvchi magnet oqim F hosil boʻladi. Bunda yakor magnitlanadi va elektr magnetning qutbiga tortiladi. Oxirgi holatigacha harakatlangan yakor bilan bogʻlangan qoʻzgʻaluvchi kontakt 4 qoʻzgʻalmas kontakt 3 ga ulanadi. yakorning boshlangʻich holati tayanch 6 bilan chegaralanadi.

Po‘lat yakorni elektrmagnitga tortuvchi elektrmagnit kuch havo oraliqdagi magnit oqimining kvadratiga to‘g‘ri proporsional.

$$F_e = kF^2$$

Magnit oqimi va uni hosil qiluvchi tok I_r quyidagicha bog‘lanishga ega.

$$\Phi = \frac{I_p \cdot W_p}{R_M}$$

bu yerda R_m – magnit oqimi F oqayotgan yo‘lining magnit qarshiligi ;
 W_r – rele chulg‘amining o‘ramlar soni.

Formulalarni o‘rniga qo‘yib quyidagini hosil qilamiz;

$$F_\vartheta = \frac{W_p^2}{R_M^2} I_p^2 = K' I_p^2$$

Buriluvchi yakorli va ko‘ndalang harakat qiluvchi yakorli relelarda (5.1.b,v rasm) elektromagnit kuch aylanish momentini hosil qiladi:

$$M_\vartheta = F_\vartheta l_p = K'' I_p^2$$

bu yerda l_p - F_e kuchning elkasi.

K' va K'' koeffitsentlar R_m ga bog‘liq.

Formulalardan ko‘rinib turibdiki, tortuvchi kuch F_e yoki uning momenti M_e rele chulg‘amidagi tok I_r ning kvadratiga to‘g‘ri proporsional va shuning uchun o‘zgarmas yo‘nalishga ega (ya‘ni tokning yo‘nalishiga bog‘liq emas). Xulosa shuki, elektromagnit releni o‘zgaruvchan va o‘zgarmas tokda ishlaydigan qilib yasash mumkin.

b) Relening ishlash toki, qaytish toki va qaytish koeffitsiyenti. Relening ishlashi uchun uning elektromagnit kuchi F_e yoki momenti M_e prujinaning qarshilik kuchi F_p , ishqalanish va og‘irlik kuchi F_{ishq} lardan katta bo‘lishi shart.

$$F_\vartheta = F_{\vartheta H} = F_{II} + F_{IIIIVK} \quad \text{yoki} \quad M_\vartheta = M_{\vartheta H} = M_{II} + M_{IIIIVK}.$$

Moment M_{ei} va kuch F_{ei} ning ma‘lum bir qiymatiga relening ishlay boshlashi uchun zarur bo‘lgan ma‘lum bir I_r tok to‘g‘ri keladi.

Relening ishlash toki I_r deb ishga tushishi uchun zarur bo‘lgan eng kichik tokka aytiladi.

$$I_p = I_{p.u} = \frac{R_M}{W_p} \cdot \sqrt{\frac{M_{p.u}}{\kappa}}$$

Relelarning ko‘p tuzilishlarida ishlash toki I_{ri} ni o‘zgartirish imkoniyati bor. Buni formuladan ham ko‘rish mumkin. W_r ni o‘zgartirish, prujinaning qarshilik momentini o‘zgartirish, havo oralig‘i δ ni o‘zgartirish bilan ishlash tokining qiymatiga ta‘sir etish mumkin.

4.1-rasmga asosan relening chulg‘amida tok kamayganda tortilgan

yakor o‘zining boshlang‘ich holatiga qaytishi prujina 5 ta’sirida amalga oshiriladi.

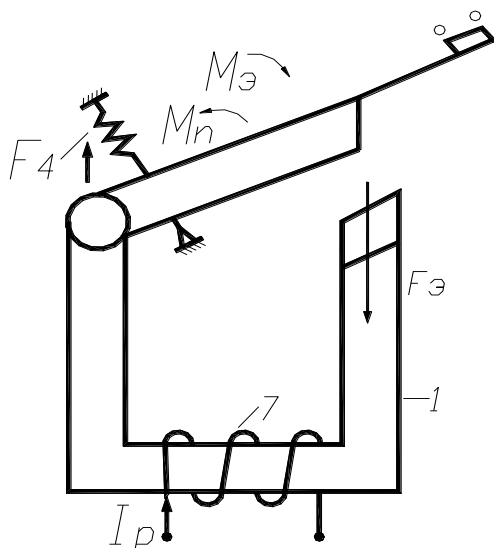
Relening qaytish toki I_k deb yakor boshlang‘ich holatga qaytgandagi tokka aytiladi. Qaytish tokining ishlash tokiga nisbati $I_{ka\ddot{u}m}/I_{pu}$ qaytish koefitsiyenti $K_{ka\ddot{u}m}$ deyiladi.

$$K_{\kappa} = \frac{I_{ka\ddot{u}i}}{I_{uu}}$$

Tokning oshishiga ta’sir javob beruvchi relelar uchun $I_{pu} > I_{ka\ddot{u}m}$ Shuning uchun $K_{ka\ddot{u}m} < 1$.

Ko‘rib o‘tilgan relelar chulg‘amlarida tokning qiymati oshganida harakatga keladi, Shuning uchun ular maksimal tok relelari deyiladi.

Tokning kamayishiga ta’sir javob beruvchi relelar minimal tok relelari deyiladi. Normal holatlarda minimal relelarning yakorlari tortilgan bo‘ladi (4.2-rasm), bunda $M_e > M_p$ va relening kontaktlari ochiq (uzuq) holda turadi.



Relening ishlashi uchun rele tokini kamaytirish kerak, bunda prujinaning momenti elektromagnit moment va ishqalanish momentidan oshib ketadi

$$M_p > M_e + M_{ishq},$$

natijada relening yakori qaytadi va relening kontaktlari ulanadi. Minimal relening ishlash toki deb relening yakori qaytgandagi tokka aytiladi, qaytish toki bu relening yakorini tortadigan eng kichik tok. Maksimal reledagiday I_{qayt} ning I_{ri} ga 4.2-rasm. Minimal tok yoki

kuchlanish relesining tuzilishi

nisbati qaytish koefitsiyenti deyiladi. Minimal relelarda $I_{qayt} > I_{ri}$, shuning uchun $K_{qayt} > 1$.

Rele o‘zgaruvchan tokda ishlaganida yakorning titrashi (vibratsiya)

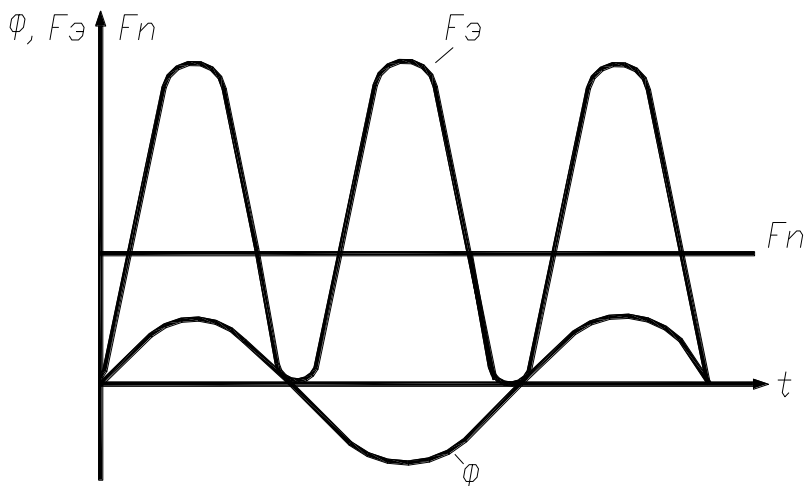
O‘zgaruvchan tok relesi o‘zgaruvchan sinusoidal tok $i_r = I_m \sin \omega t$ bilan ta’minlanadi, bunda elektromagnit kuchning oniy qiymati $F_{\omega t} = \kappa i_p^2 = \kappa I_m^2 \sin^2 \omega t$.

Agar $\sin \omega t = 0.5(1 - \cos 2\omega t)$ ekanligini hisobga olsak,

$$F_{\omega t} = \kappa' I_m - \kappa' I_m \cos 2\omega t$$

Bundan kelib chiqadiki, F_{et} qiymati ikki tashkil qiluvchidan iborat:

o'zgarimas $\kappa'I_m^2$ va o'zgaruvchan $\kappa'I_m^2 \cos 2\omega t$ (ikkilangan chastota bilan o'zgaruvchi). Natijalovchi elektromagnit kuch F_e pulssimon xarakterga ega, ya'ni bir davrda noldan maksimal qiymatgacha ikki marotaba o'zgaradi (4.3 rasm).



4.3-rasm. Elektromagnit rele chulg'amidan o'zgaruvchan tok oqqanda yakorning tortish kuchi F_e ning o'zgarishi

4.3-rasmga asosan $F_p > F_e$ bo'lganda relening yakori qaytishga intiladi, $F_e > F_p$ bo'lganda yana tortiladi. Tortilgan yakor natijalovchi kuch $F_{nat} = F_e - F_p$ o'z ishorasini davriy o'zgartirib turishi hisobiga doimo titrab turadi.

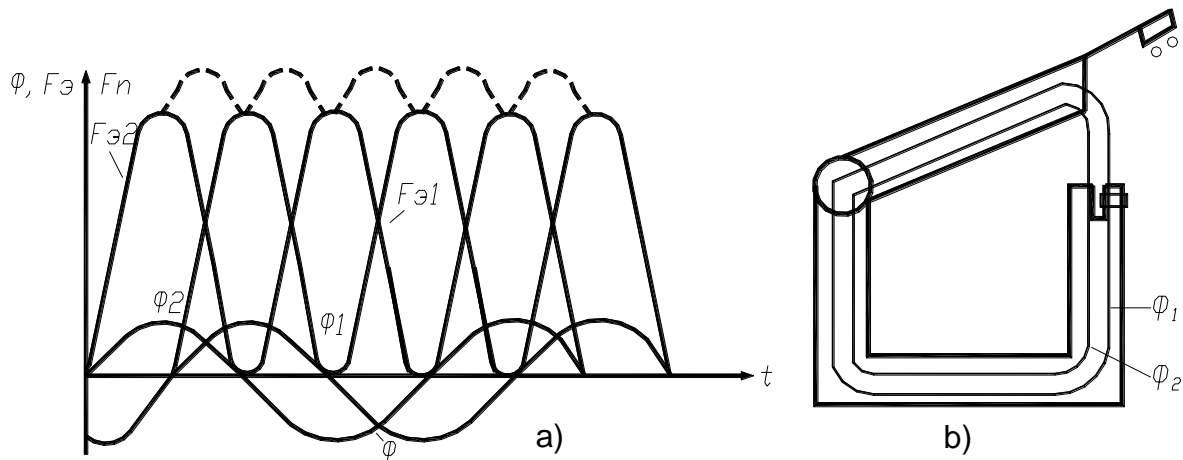
Yakorning titrab turishi relening ish paytida kontaktlarining ham titrashiga olib keladi, bu esa releni kontaktlarini kuyib ketishiga, o'q va uning aylanadigan qismining (sapfa) yeyilishiga olib keladi va relening ishiga yomon ta'sir qiladi.

Yakorning inersiya momenti katta bo'lganda u natijalovchi kuch $F_{nat} = F_e - F_p$ ning ishorasini tez o'zgarishini kuzata olmay va unga bog'lana olmay qoladi, bu hollarda titrash kuzatilmaydi. Agar yakorning inersiya momenti etarli bo'lmasa, u holda titrashni oldini olish uchun chulg'amning magnit oqimi fazalar bo'yicha farq qiladigan ikkita tashkil qiluvchiga bo'linadi.

4.4b-rasmda ko'rsatilgan reledagi qisqa tutashgan chulg'am magnit o'zakning bir bo'lagini o'rab olgan.

Qisqa tutashgan chulg'amdan asosiy magnit oqimi F ni induksiyalanishi natijasida tok oqadi. Tok F_1 oqimni hosil qiladi.

Qisqa tutashgan chulg'am bilan o'ralmagan qismdan oqayotgan oqim F_2 deb belgilanadi.

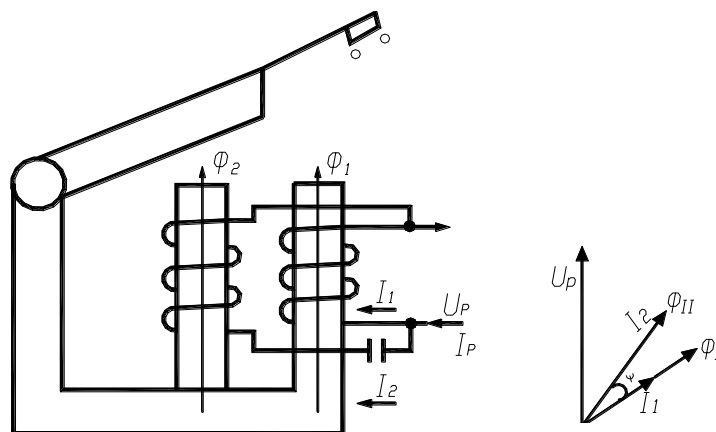


4.4-rasm. Qisqa tutashgan chulg'amli (b) elektromagnit relening chulg'amdan o'zgaruvchan tok oqqanda yakorni tortuvchi natijalovchi kuch F_e ning o'zgarishi (a)

Har bir magnit oqimi ta'sirida F_{e1} va F_{e2} kuchlar hosil bo'ladi. Bu kuchlarning vaqt bo'yicha o'zgarish chiziqlari xuddi magnit oqiminikiga o'xshash.

Buning natijasida bir oqim kamaygan paytda ikkinchi oqim orta boradi va elektromagnit kuchning nolga teng bo'lishiga yo'l qo'ymaydi. Titrashni yo'qotish uchun natijalovchi kuch vaqtning har bir momentida prujinaning kuchi F_P dan katta bo'lishi kerak.

$$F_{nat} = F_{e1} + F_{e2} = K_1 F_1$$



4.5-rasm. Seksiyalangan magnet o'zakli elektromagnit relaning tuzilishi.

Eng yaxshi natijalar $\psi=90^0$ va $F_1=F_2$ bo'lganda erishiladi; bunda F_{nat} o'zgarish qiymatga ega bo'ladi

Xuddi shuning natijaga relening chulg'amlarini ikkita seksiya ko'rinishida bajarilganda erishiladi: Bunda 1 va 2 seksiyalar magnit o'zakning qutblarida joylashadi (4.5-rasm).

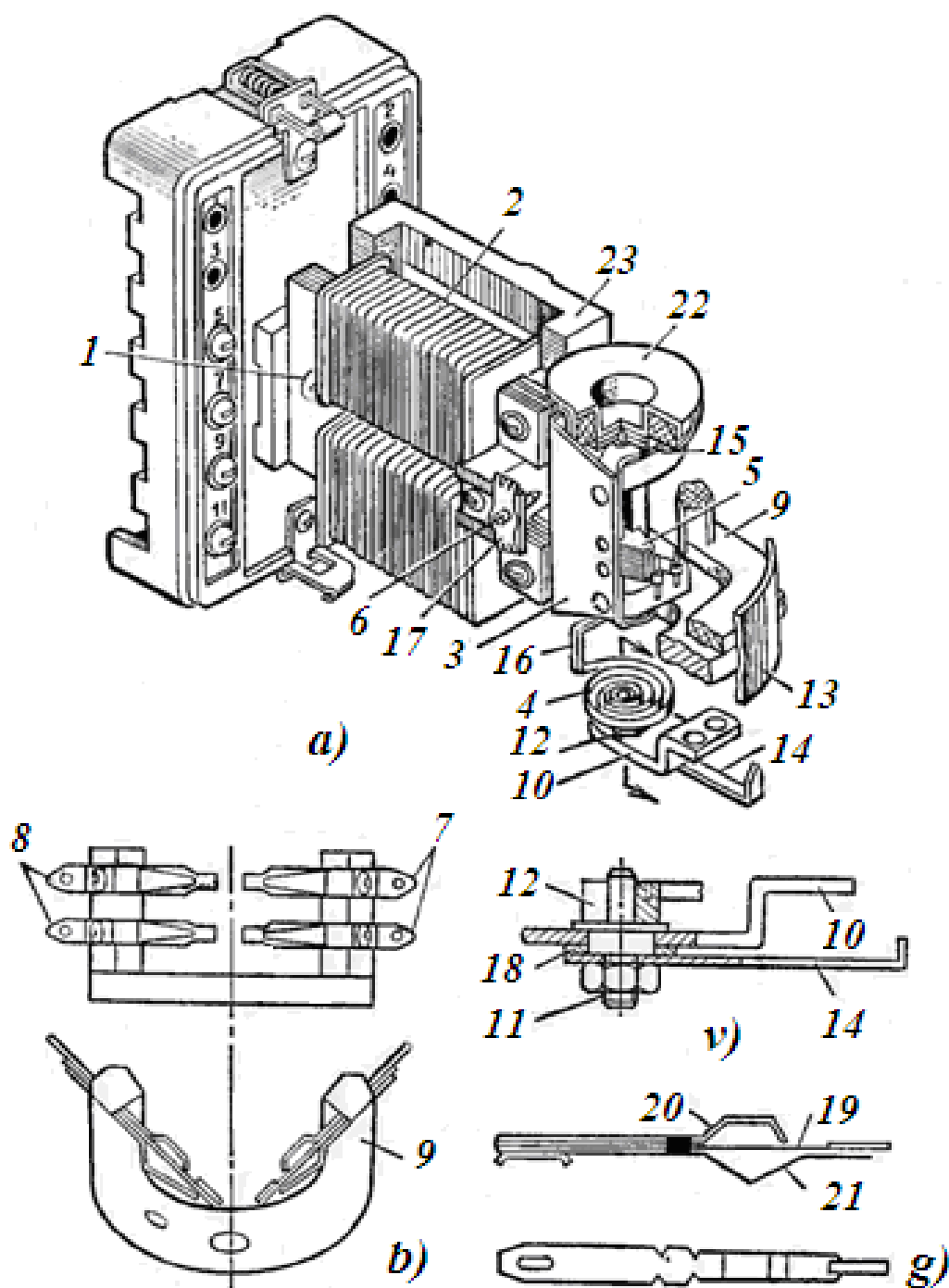
1- chulg'am to'g'ridan-to'g'ri ta'minlovchi manbaga ulanadi, 2- chulg'am esa S kondensator orqali ulanadi. Buning natijasida I_1 va I_2 toklar reledagi U_R kuchlanishga nisbatan har xil burilishlarga ega bo'ladi. 4.5, b-rasmdagi vektor diagrammada F_1 oqim F_2 oqimdan ψ -burchakka burilganini ko'ramiz. Bundan kelib chiqadiki, natijalovchi elektromagnit kuch $F_{nat} = F_{e1} + F_{e2}$ xuddi 4.4a-rasmdagiday harakterga ega bo'ladi.

4.3 Tok relolari

Elektr magnit relening chulg'amini liniya tokiga to'g'ridan-to'g'ri yoki tok transformatori orqali ulaganda uning elektromagnit momenti $M_{\vartheta} = \kappa I_{\text{L}}^2$ ga teng. Bu xil relolar tok relolari deyiladi, chunki ularning ishlashi liniya toki I_L ga bog'liq.

Tok transformatorlarida bo'ladigan yukni kamaytirish uchun tok relolari iloji boricha kam quvvat iste'mol qilishlari kerak. Tok relolarining chulg'amlaridagi Yuklama tokining uzoq vaqt o'tishiga, qisqa tutashuv tokining qisqa vaqt ichida o'tishiga moslab hisob bo'lishi kerak.

Relening ishlash toki prujinaning tortish kuchini o'zgartirish bilan tekis o'zgartiriladi. Relening chulg'ami 2 ta seksiyadan iborat, bu seksiyalarni parallel va ketma-ket ulash hisobiga ishlash tokining chegarasini 4 marotaba o'zgartirish imkonini beradi. ET-520 va shu markali relolarga nisbatan RT-40 relolarda kontakt sistemasi yaxshilangan va teskari ta'sir qiluvchi moment oshirilgan. Buning natijasida rele iste'mol qiladigan quvvat katta. Kichik ustavkalarda RT-40 relaning har xil sezgirliklarida iste'mol qilayotgan quvvat miqdori 0,2 dan 8 VA gacha o'zgaradi.



4.6 – rasm. RT-40 relesining: a)- relening tuzilishi; b) –qo‘zg‘almas kontaktlar bilan izolyatsiyali kolodka; v) – rostlovchi tugun; 1- temir o‘zak; 2 – o‘ramlardan iborat bo‘lgan chulg‘am; 3 – Yakor; 4 – spiral prujina; 5 – qo‘zg‘aluvchan kontakt; 6 – chap tayanch; 7 – o‘ng juft kontaktlar; 8 – chap juft kontaktlar; 9 – izolyatsiyali kolodka; 10 – prujina tutqichi; 11 – shakldor vint; 12 – olti qirrali vtulka; 13 – o‘rnatmalar shkalasi; 14 – o‘rnatma ko‘rsatkichi; 15 – Yuqori Yarim o‘q; 16 – quyro‘q; 17 – shakldor plastinka; 18 – prujinalovchi shayba; 19 – kumush tasma bronzali plastinka; 20 – old tayanch; 21 – ort egiluvchan tayanch; 22 – tebranishlarni so‘ndirgich; 23 – alyumin ustun.

4.4 Kuchlanish relelari

Rele chulgʻamini toʻgʻridan-toʻgʻri yoki kuchlanish transformatorlari orqali liniya kuchlanishiga (U_L) ulasak, liniya kuchlanishining kattaligiga taʼsir javob beruvchi releni hosil qilamiz.

Bilamizki, $M_{\text{э}} = \kappa' I_p^2$ va $I_p = U_p / Z_p$;

Bu yerda Z_R – rele chulgʻaming qarshiligi,

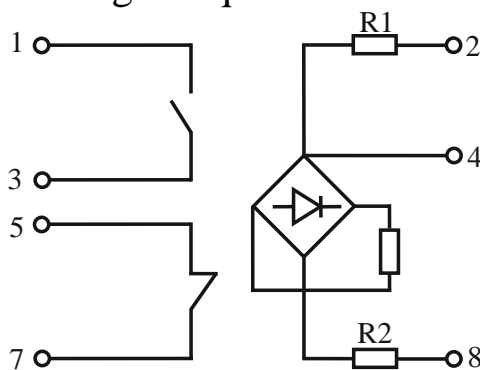
U_R – rele chiqishidagi kuchlanish.

$M_{\text{э}} = \kappa' I_p^2$, $U_R = U_L / p_N$ ni hisobga olsak, $M_{\text{э}} = \kappa'' U^2_{\text{линия}}$. Bundan kelib chiqadiki, rele harakati liniya kuchlanishi bilan xarakterlanadi.

Yakor harakat qilib, havo oraligʻi δ ning oʻzgarishi oqim F va kuch F_E ni oʻzgarishiga olib kelmaydi. Bu kuchlanish relesining tok relesidan farq qiluvchi belgisidir.

Buni sababi, δ kamayganda rele chulgʻaming induktiv qarshiligi ortadi $X_p = \omega L$, bu esa rele toki $I_p = U_p / X_p$ ning kamayishiga olib keladi. Bu bilan bir vaqtda rele zanjirining magnet qarshiligi $R_{\mu} = \delta / 4\pi S$ ham kamayadi.

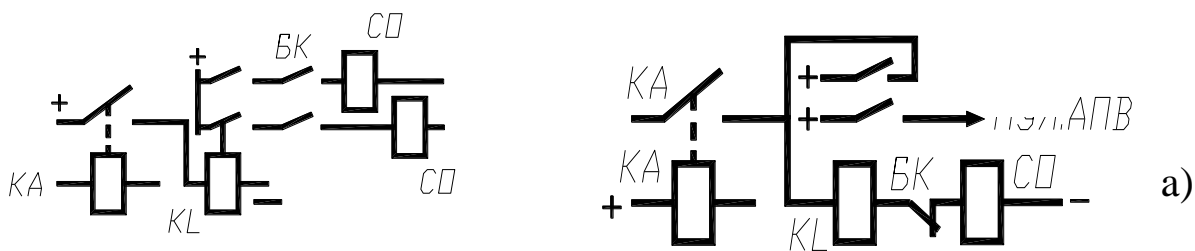
I_R rele tokining oʻzgarishi R_m magnet qarshilikning oʻzgarishi bilan kompensatsiyalanadi, natijada magnet oqim $\Phi = I_p W_p / R_{\mu}$ oʻzgarmay qoladi.



4.7. – rasm. Kuchlanish relesining ichki ulanish sxemalari.

4.5 Elektromagnit oraliq relelari.

Oraliq relelari yordamchi relelar Hisoblanadi. Ulardan bir vaqtda bir necha oʻzaro bogʻliq boʻlmagan zanjirlarni qoʻshish yoki uzishda va Shuningdek katta toklarni zanjirini baquvvat kontaktlar bilan qoʻshib uzuvchi relelar sifatida foydalaniladi. 4.8 -rasmda oraliq relelarining himoya sxemalarida qoʻllanishlariga oddiy misollar keltirilgan.



4.8-rasm. Oraliq relelarining ulanishi

Oraliq relelari ulanish usullariga qarab ikki guruhga bo‘linadi: parallel (4.8.a) va ketma-ket (4.8.b) ulangan relelar.

Parallel ulangan relelarning chulg‘amlari manbaning to‘liq kuchlanishiga, ketma-ket ulangan relelarniki esa, yoki o‘chirgichning o‘chirish chulg‘amiga, yoki biror boshqa apparat bilan zanjir tokiga ketma-ket ulanadi.

Bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan zanjirlarni ulab-uzish uchun rele bir necha kontaktga ega. Oraliq relelari asosiy rele berayotgan xabarni quvvatini oshirish uchun ham xizmat qiladi.

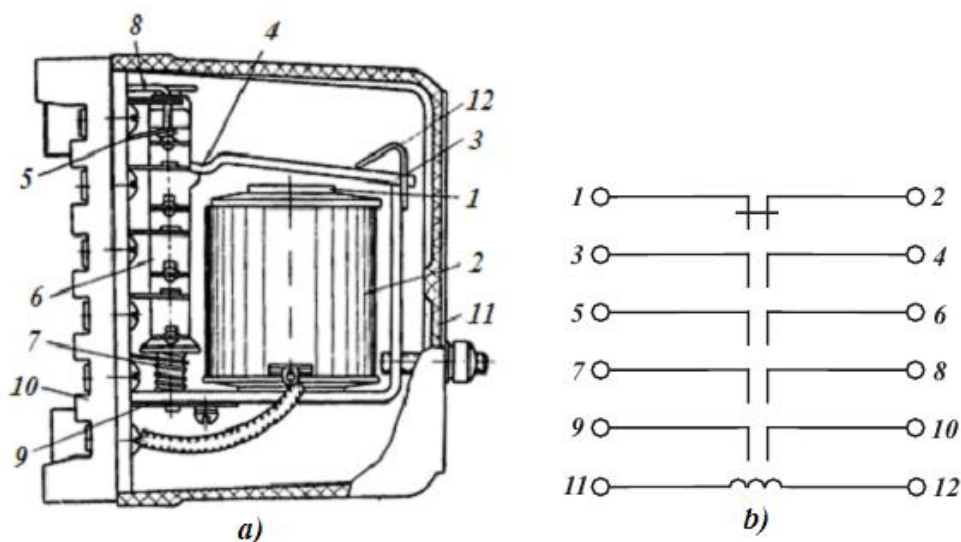
Oraliq relelarining kontaktlari himoya zanjirlarini qo‘shish uchun odatda 50-200 Vt va o‘chirgichlarning zanjirlarini qo‘shib uzish uchun 1500-2000 Vt quvvat iste‘mol qiladi.

O‘zgarmas tokda ishlaydigan RP-210, RP-232 oraliq relelar 24, 48, 110, 220 V kuchlanishlarga mo‘ljallangan bo‘ladilar, ularning beshta qo‘shib-uzishga mo‘ljallangan kontaktlari bor, iste‘mol qiluvchi quvvati 6-8 Vt.

O‘zgaruvchan tokda ishlash uchun RP-321 va RP-341 tipdagi 100, 127, 220 va 380 V kuchlanishlarga mo‘ljallangan oraliq relelar ishlab chiqariladi.

Parallel ulangan oraliq relelarining ishonchliligini oshirish uchun ularning ishlash kuchlanishlari nominal qiymatning 60-70% ini tashkil etishi maqsadga muvofiq. Oraliq relelarning qaytish koeffitsientlariga hech qanday talab qo‘yilmaydi, Chunki ularning kontaktlari rele chulg‘amida tok bo‘lmaganida qaytishi etarli. Ularning ishlash vaqti ayniqsa tezkor himoyalarda juda kichik bo‘lishi kerak. Tez ishlovchi oralik relening ishlash vaqti 0,01-0,02 sek.

Oraliq relening tuzilishi. Ko‘p hollarda oralik relelar buraluvchi Yakorli sistemada bajariladi. Ular iste‘mol kilgan kichik quvvatda katta elektromagnit kuch hosil bo‘ladi. Oralik relesini yig‘ish jarayonida tortiluvchi yakorli sistemalar ham qo‘llaniladi.

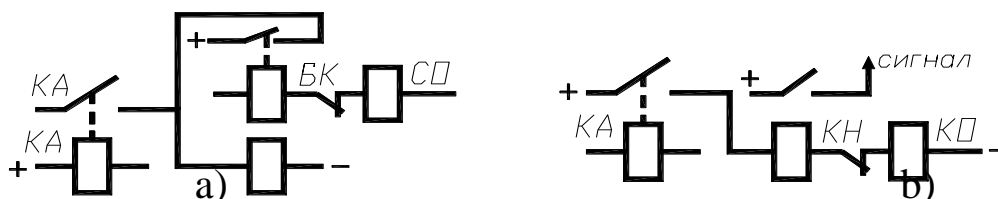


4.9 – rasm. RP-23 turdagi oraliq relesining tuzilishi: a)- tashqi ko‘rinishi; b)-ichki ulanish sxemasi.

Oraliq relesining ishlash vaqti. Relening chulg‘amidagi kuchlanish turg‘un qiymatga birdaniga erishmaydi. U tok noldan ma’lum bir qiymatga ma’lum bir vaqt mobaynida etadi. Relening ishlashi uchun ketgan vaqt rele chulg‘amidagi ishlash tokining oshish vaqti bilan yakorning harakatlanish vaqti yig‘indisiga teng. Tez ishlovchi oraliq relolari uchun vaqtni kamaytirish kerak, ya’ni relening teskari ta’sir qiluvchi prujinasini bo’shatish kerak va tokning karraliligi oshiriladi. Releni ulagan paytda uning o‘zagida uyurma toklar hosil bo‘ladi. Bu toklar magnit oqimini oshishini sekinlatadi va ish vaqtini oshishiga olib keladi. Ishlash vaqtini kamaytirish tez ishlovchi relalarda asosan harakatlantiruvchi qismni engillashtirish va ishqalanishni kamaytirish hisobiga erishiladi.

4.6 Ko‘rsatkich relolari

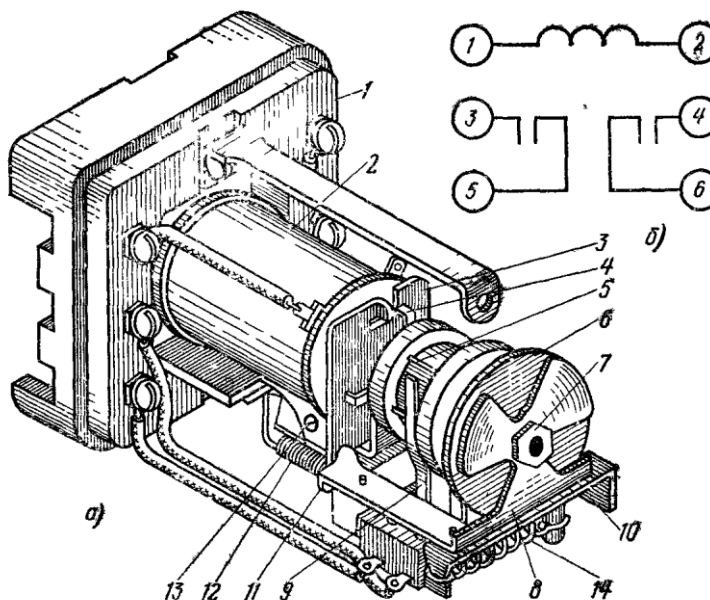
Ko‘rsatkich relolari tegishli himoyalarni ishlaganlari to‘g‘risida xabar berish uchun mo‘jallangan. Bu relolar boshqa rele va apparatlarning zanjirlariga kema-ket (4.10-rasm, b) va parallel (4.10-rasm, a) ulanadi.



4.10-rasm. Ko‘rsatkich relesining ulanish sxemalari.

4.10-rasmda Ko'rsatkich rele KH o'chirgichning himoya ishlashi natijasida o'chishi xaqida signal beradi. Ko'rsatkich relelarining ishini ko'rsatuvchi signal bayroqchasi (blinker) va kontaktlari xizmat ko'rsatuvchi shaxs orqaga qaytarmagunicha ish holatida bo'ladi. Ketma-ket ulanuvchi ko'rsatkich relelar qulay va shuning uchun ko'p ishlatiladi.

RU-21 turdagi ko'rsatkich relelar o'zgaruvchan va o'zgarmas toklarda ham ishlatilishi mumkin.



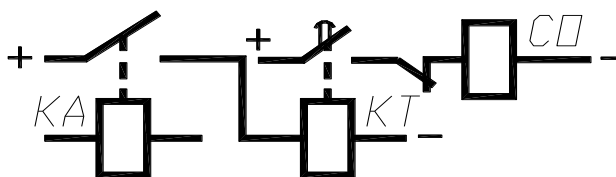
4.11 – rasm. RU-21 turidagi ko'rsatkich relesi tuzilishi: a) tashqi ko'rinishi;

1-sokol; 2-chulg'am; 3-Yakor; 4 – zub zamelki; 5 – kontakt ko'priki; 6-yuk; 7 – old podshipnik; 8 – skobani old devori; 9 – qo'zg'almas kontakt; 10 – plankalar; 11 – skoba; 12-prujina (qarshilik qiluvchi); 13 – skoba; 14 – qaytaruvchi prujina; b) ichki ulanish sxemasi

4.7 Vaqt relelari

Vaqt relelari releli himoya qurilmalari va avtomatik uskunalari ulash va uzish harakatlarini sun'iy sekinlatish uchun xizmat qiladilar.

4.12-rasmda himoyalarda vaqt relelarini ulash sxemasi berilgan.



4.12-rasm. Vaqt relesini ulash sxemasi.

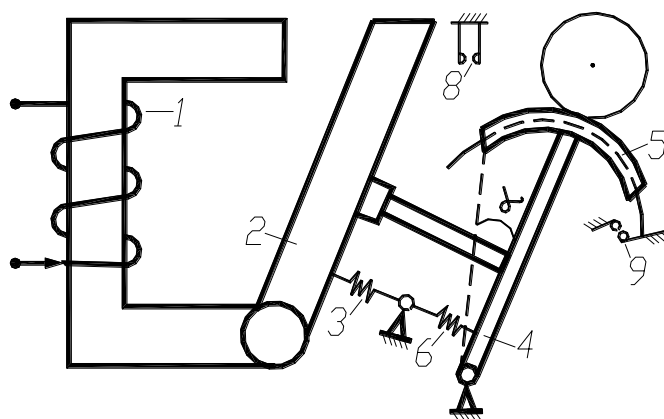
Vaqt releining chulg'amiga kuchlanish berilgandan keyin to u o'z kontaktlarini ulaguncha ketgan vaqt relening sabr vaqti deyiladi.

Releli himoya sxemalarida ishlovchi vaqt relalariga bo'ladigan asosiy talablardan biri bu ularning aniqligidir. Vaqt relalarining ishlash vaqtlaridagi xatolik $\pm 0,25$ sek, ayrim holatlarda $\pm 0,06$ sek.dan oshmasligi kerak. Ayrim xabar va avtomatika qurilmalarida vaqt relalaridagi xatolik kattaroq ham bo'lishi mumkin.

Vaqt relolari nominal kuchlanishining 80% qiymati berilganda ishonchli ishlashlari kerak.

KT relolari qayta ulashga tezda tayyor bo'lishlari uchun o'zlarida operativ tok manbasi o'chganda ishlaydigan va bir zumda qaytaradigan qismga ega bo'lishi zarur.

Vaqt releining ishlash prinsipi.



4.13-rasm. PB tipidagi vaqt relei tuzilishi.

1-chulg'am; 2-yakor; 3-qaytish prujinasi; 4-richag; 5-tishli segment; 6-boshqaruvchi prujina; 7-sabr vaqti hosil qiluvchi soat mexanizmi; 8-rele kontakti; 9-lahza kontakti;

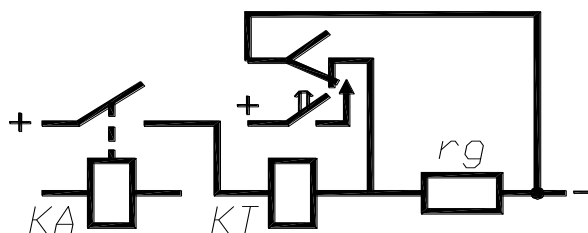
Kuchlanish ostida chulg'amdan tok o'tganda yakor tishli segment bilan richagni bo'shatib o'zakka bir lahzada tortiladi. Boshqaruvchi prujinaning ta'sirida richag soat mexanizmi yordamida sekinlashib harakatga keladi. Richag ω tezlik bilan α burchakka bogliq vaqt $t=f(\alpha)$ da harakatga keladi va kontaktlarni qo'shadi.

$$t_p = \frac{\alpha}{\omega_p}$$

Relening ishlash vaqti

Yakor richaglar sistemasi orqali soat mexanizmlariga burilish beradi va bu bilan bir vaqtda vaqt bo'yicha sabrsiz ulaydigan lahza kontaktini ulaydi. Kuchlanish o'chirilganda richaglar sistemasi o'zining boshlang'ich holatiga qaytadi, lahza kontaktlari uziladi, bunda burilgan soat mexanizmi richagga ta'sir etadi, harakatlanuvchi kontakti siljitadi va kontaktlar

uziladi. Sabr vaqti kontakti siljitish bilan o'rnatiladi.

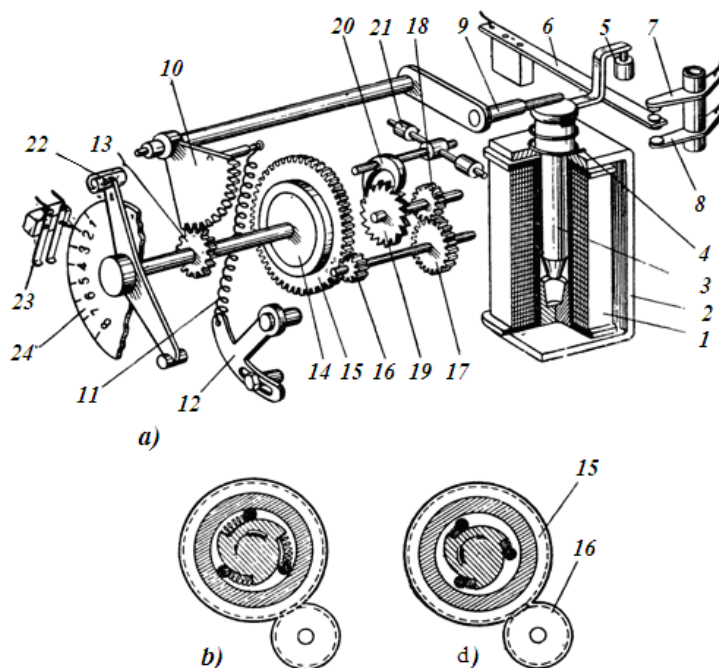


4.14-rasm. Vaqt rele

Elektr mexanik vaqt relelari sifatida sinxron kichik motorli vaqt relelari ham qo'llaniladi.

Vaqt relesining gabaritlarini kamaytirish uchun uzoq vaqt kuchlanish ostida bo'ladigan rele chulg'amlari ketma-ket ulangan qo'shimcha qarshilik r_d bilan bog'langan bo'ladi. Qarshilik r_d normal holatda lahzada ishlaydigan relening uzuluvchi kontakti bilan shuntlangan. Rele ishlagandan keyin bu kontakt uziladi va qarshilik r_d relening zanjiriga ulanadi.

Soat mexanizmining prujinasi 11 doim tortilgan holatda bo'ladi. Chulg'amga 1 kuchlanish berilganda yakor 3 qaytaruvchi prujina 4 qarshiligini yengib, tortiladi va soat mexanizmining richagini 9 qo'yib yuboradi. Soat mexanizmi 10 prujina 11 ta'sirida harakatlana boshlaydi va qo'zg'aluvchan kontakti 22 bir tekis haraktlanishini ta'minlaydi, u esa berilgan vaqt oralig'idan so'ng qo'zg'almas kontakti 23 yopadi. 22 va 23 kontaktlarning yopilish vaqti 23 kontaktning holatini o'zgartirish yo'li bilan o'zgartiriladi. Soat mexanizmining bir tekis haraktlanishi ankerli mexanizm 20 yordamida ta'minlanadi, uning haraktlanish tezligi yukchalarning 21 holatini o'zgartirish yo'li bilan sozlanadi.



4.15 – rasm. RV–200 turdagi vaqt relesi: a) tashqi ko‘rinishi; b) friksion maxkamlash moslamasi ishlamagan holatda; d) friksion maxkamlash moslamasi ishlagan holatda; 1-chulg‘am; 2-magnit o‘tkazgich; 3-Yakor; 4-qaytaruvchi prujina; 5-o‘tkazgich simcha; 6-qo‘zg‘aluvchan kontakt; 7 va 8 –qo‘zg‘almas kontaktlar; 9-palets (barmoq); 10-tishli sektor; 11-haraklantiruvchi prujina; 12-prujinani tortish uchun skoba; tishli g‘ildirak; 14- friksion ulovchi mexanizm; 15-haraklantiruvchi tishli g‘ildirak; 16- soat mexanizmining trubkasi; 17 va 18- tishli uzatma; 19-ankerli tishli g‘ildirak; 20-ankerli skoba; 21-yukchalar; 22- qo‘zg‘aluvchan kontakt; 23-qo‘zg‘almas kontakt; 24-shkala.

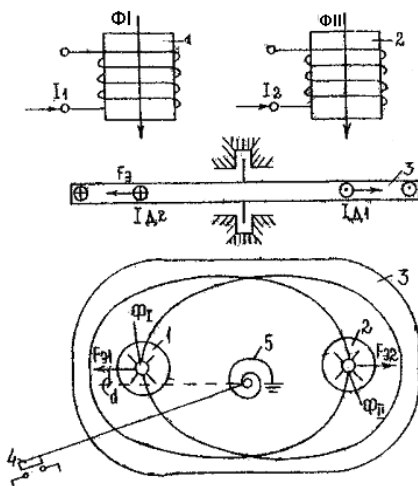
Rele ta’minlash manbasidan uzilganda Yakor 3 prujina 4 ta’sirida oldingi holatiga qaytadi, bunda rele kontaktlari ochiladi, prujina 11 ko‘tariladi va rele keyingi harakatga tayyor bo‘ladi. Releni oldingi holatga qaytarish tez amalga oshiriladi, Chunki rele oldingi holatiga qaytayotganda etaklovchi shesternani 15 shesterna g‘ildiragi 13 bilan bo‘linishini ta’minlovchi friksion maxkamlash moslamasi 14 mavjud.

Nazorat savollari:

1. Elektromexanik relalarning turlari
2. Elektromagnit ishlash prinsipini tushuntiring
3. Elektromagnit relening konstruksiyasi qanday?
4. Yakorga ta’sir qiluvchi kuch nimaga teng?
5. Titlashni o‘chirish yo‘llarini keltiring.

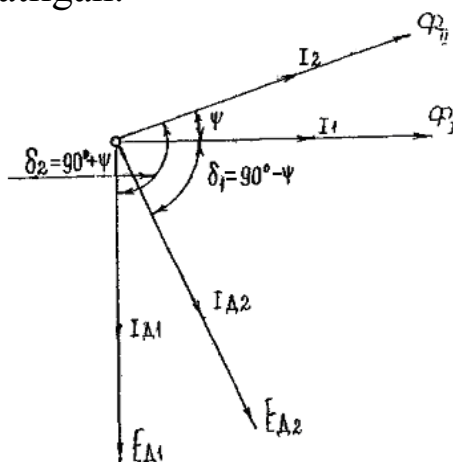
4.8 Induksion relelar

Ishlash prinsipi. 4.16–rasmda induksion relelarning yasash prinsipi ko‘rsatilgan. Rele ikki magnet oqim F_I va F_{II} ning magnet maydoni ta‘sirida harakatlanuvchi qism 3 dan iborat. Magnet oqimlar qo‘zg‘almas elektromagnitlar 1 va 2 ning chulg‘amida tok oqishi natijasida yuzaga keladi. Harakatlanuvchi qism mis yoki alyuminiydan yasalgan va o‘qga maxkamlangan aylanuvchi disk yoki silindr shaklida tayyorlanadi. Soat strelkasiga teskari harakatlangan qism (disk) prujina 5 ni kuchini engib, kontaktlar 4 ni ulaydi.



4.16-rasm. Induksion relelarning tuzilishi

Chulg‘amlar 1 va 2 dan F_I va F_{II} magnet oqimlar hosil qiluvchi (4.16-rasm) o‘zgaruvchan sinusoidal I_1 va I_2 toklar oqadi. Magnitlashga sarf bo‘lgan yo‘qolishlarni hisobga olmasak, F_I va F_{II} oqimlar fazalari bo‘yicha ularni hosil qiluvchi toklar bilan mos keladi, bu 4.17-rasmdagi vektor diagrammada ko‘rsatilgan.



4.17-rasm. Induksion rele e.y.u.k. si, tok va magnet oqimlari vektor diagrammasi.

Harakatlanuvchi qism 3 ga singib F_I oqim unda $E_{D1}=dF_I/dt$ e.yu.k. ni hosil qiladi. Induksiya qonuniga asosan hosil qilingan e.yu.k. uni hosil qiluvchi magnit oqimlardan faza bo'yicha 90° ga orqada qoladi. E_{D1} va E_{D2} e.yu.k. lar ta'siri ostida harakatlanuvchi qismda I_{D1} va I_{D2} uyurma toklar hosil bo'ladi. Bu toklar ularni induksiyalovchi magnit oqimlar o'qi atrofida oqib tutashadilar. I_{D1} va I_{D2} toklarning musbat yo'nalishlari F_I va F_{II} oqimlarning musbat yo'nalishlari asosida "parma" qoidasi bo'yicha aniqlanadi (4.16-rasm). Uyurma toklar konturi induktiv qarshiligining kichikligi natijasida ularning yo'nalishlari e.yu.k. larga mos qilib olinadi. Ko'rilayotgan konstruksiyada F_I oqim va I_{v2} tok, F_{II} oqim va I_{v1} toklarning o'zaro ta'siri natijasida F_{E1} va F_{E2} kuchlar hosil bo'ladi.

Ma'lumki, magnit oqim bilan u hosil qilgan tokning konturi orasidagi ta'sir kuchi magnit oqimining bir tekis magnit maydon hosil qilish shartiga asosan nolga teng. Shuning uchun F_I va I_{D1} , F_{II} va I_{D2} kattaliklar orasida o'zaro ta'sir kuchi kuzatilmaydi. F_{e1} va F_{e2} kuchlarning yo'nalishlari oqim va toklarning musbat qiymatlari uchun "chap qo'l" qoidasi bo'yicha aniqlanadi (4.17-rasm). Har bir kuchning yo'nalishi va ishorasi magnit oqim va u bilan ta'sirlashayotgan tok I_{D1} ning oralaridagi fazalar burilish burchagi bilan aniqlanadi. F_{e1} va F_{e2} kuchlar natijalovchi elektromagnit kuch F_e hosil qiladilar va bu natijalovchi kuch F_{e1} va F_{e2} ning algebraik yig'indisi tarzida aniqlanadi.

$$F_e = F_{e1} + F_{e2}$$

Natijalovchi kuch F_e aylanuvchi moment $M_e = F_e d$ ni hosil qiladi, bu yerda d - F_e kuchning elkasi. Elektromagnit kuch va moment (F_e va M_e) ta'sirida, M_e ning ishorasiga bog'liq ravishda rele kontakti 4 ni qo'shadi yoki uzadi.

Xulosa qilib aytganda, induksion relelarning ishlashi ikki magnit oqimining reledagi harakatlanuvchi qismda induksiyalanuvchi toklar bilan o'zaro ta'siriga asoslangan.

Elektr magnit kuch va uning momenti Elektromagnit kuch F_e ning kattaligi va ishorasi magnit oqimlar F_I va F_{II} , ular orasidagi faza bo'yicha burilish burchagi va o'zgaruvchan tokning chastotasi f lar orqali ifodalanadi.

$$F_e = \kappa f \Phi_I \Phi_{II} \sin \psi$$

Shunga mos ravishda elektromagnit moment ham topiladi.

$$M_{\kappa} F_e d = \kappa'' f \Phi_I \Phi_{II} \sin \psi$$

Yuqoridagi formulalar quyidagicha keltirib chiqarilgan:

Magnit oqim F va tok I orasidagi ta'sir kuchning o'rtacha qiymati quyidagi formuladan topiladi:

$$F_{\vartheta} = \kappa \Phi_I \cos \delta,$$

bu yerda δ - oqim F va tok I orasidagi buralish burchagi. Bundan kuchning o'rtacha qiymati:

$$F_{\vartheta 1} = \kappa \Phi_I I_{D1} \cos \delta_1$$

$$F_{\vartheta 2} = \kappa \Phi_{II} I_{D2} \cos \delta_1$$

4.17-rasmda berilgan vektor diagrammadan ko'rinib turibdiki,

$$\delta_1 = 90 - \psi, \quad \delta_2 = 90 + \psi.$$

Unda

$$F_{\vartheta} = F_{\vartheta 1} + F_{\vartheta 2} = \kappa_1 \Phi_I I_{D2} \sin \psi + \kappa_2 \Phi_{II} I_{D1} \sin \psi$$

$I_{D1} \equiv F_I$ va $I_{D2} \equiv F_{II}$ ni hisobga olsak,

$$F_{\vartheta} = \kappa' \Phi_I \Phi_{II} \sin \psi$$

va

$$M_{\vartheta} = \kappa_1 \Phi_I \Phi_{II} \sin \psi \quad (*)$$

bu yerda $\kappa' = \kappa_1 + \kappa_2$ - o'zgarmas kattaliklar bo'lib, ular disk (harakatlanuvchi qism)ning o'lcham va materialiga, kutblarning disk o'qiga nisbatan joylashishiga (elka d ga) va tokning chastotasi f ga bog'liq.

Elektromagnit momentning formulasini taxlil qilib, quyidagilarni aytish mumkin:

1. Elektromagnit momentni hosil qilish uchun relening tuzilishi ikkita o'zgaruvchi oqim F_I va F_{II} hosil qilishga imkon berishi kerak.

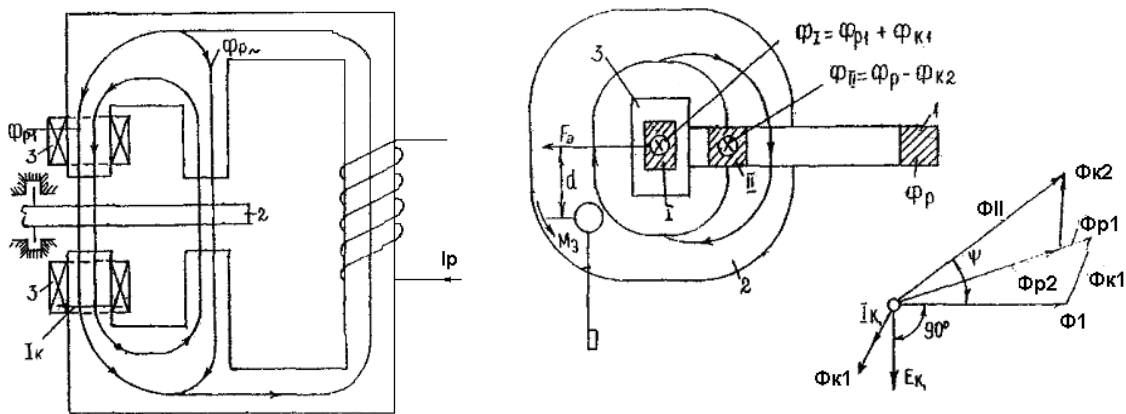
2. Moment M_e ning kattaligi magnit oqimlar F_I va F_{II} ning amplitudasiga, ularning chastotasi f ga va oqimlar orasidagi fazalar burilish burchagi ψ ga bog'liq. Rele eng katta momentga magnit oqimlari fazalari orasidagi burchak 90° bo'lganda erishadi. $\psi = 0^\circ$ bo'lganda rele ishlamaydi, chunki $M_e = 0$.

3. Momentning ishorasi $\sin \psi$ ga bog'liq. Boshqacha qilib aytganda, u magnit oqimlar F_I va F_{II} orasidagi yoki ularni hosil qiluvchi toklar I_1 va I_2 orasidagi faza burilishi ψ ga bog'liq. ψ burchakning 0 dan 180° ga bo'lgan qiymatlarida moment M_e musbat ishorali, ψ burchak 180° dan 360° gacha o'zgarganda esa moment M_e - manfiy.

4. Induksion relelar faqat o'zgaruvchan tokda ishlashga mo'ljallangan bo'ladilar, chunki elektr magnit induksiya qonuni ishlashi uchun o'zgaruvchan magnit oqim hosil bo'lishi kerak.

4.8.1 Tok va kuchlanish induksion relelar

a) **Qisqa tutashgan chulgʻamli (ekranli) relelar.** Rele (4.18a-rasm) disk 2 oʻqi joylashgan qutbli elektromagnit 1 dan iborat. Elektromagnitning yuqori va pastki qutblarida qutbning bir qismini oʻrab turuvchi misdan yasalgan qisqa tutashgan chulgʻamlar 3 joylashgan. Relening chulgʻamidagi tok I_r va qisqa tutashgan chulgʻamdagi tok I_k , F_r va F_k oqimlar hosil qiladi. Bu oqimlarning musbat yoʻnalishlari 4.18a-rasmda koʻrsatilgan.



4.18-rasm. Qisqa tutashgan chulgʻamli tok va kuchlanish induksion relelarining tuzilishi, vektor diagrammasi

Qisqa tutashgan chulgʻamni oʻrab olgan qutb I dan natijalovchi $F_I = F_{r1} + F_{k1}$ magnit oqim chiqadi. Ikkinchi qutbdan $F_{II} = F_{r2} - F_{k2}$ oqim chiqadi. Ikkala magnit oqim ham diskka singadi va unda uyurma toklar hosil qiladi.

Oqimlarning vektor diagrammasi 4.18-rasmda koʻrsatilgan. U xuddi qisqa tutashgan chulgʻamli elektromagnit relening vektor diagrammasi shaklida quriladi. Vektor diagrammadan koʻrinib turibdiki, F_I va F_{II} oqimlar bir biridan faza boʻyicha ψ burchakka farq qiladi, F_{II} oqim F_I dan oʻtib ketadi. Bundan xulosa Shuki, qisqa tutashgan chulgʻamli relening tuzilishi ikkita bir-biridan fazalar boʻyicha farq qiluvchi va fazoda bir-biriga nisbatan siljigan oqim hosil qilib beradi. F_I va F_{II} oqimlarning diskdagi induksiyalangan toklar bilan taʼsiri natijasida F_e elektromagnit kuch va diskka taʼsir qiluvchi moment hosil boʻladi.

$$M_s = F_s = \kappa \Phi_I \Phi_{II} \sin \psi$$

Ikkala magnit oqim ham I_r tokka proporsional boʻlganligi sababli I_r tok oʻzgarganda burchak ψ oʻzgarmasdan qoladi. Elektr magnit moment

$$M_{\text{y}} = \kappa' I_p^2$$

Rele chulg'ami tarmoqdagi tok bilan ta'minlanganda relening momenti $M_{\text{y}} = \kappa' I_T^2$, Shuning uchun rele tok relesi deyiladi. Agar relening chulg'ami katta qarshilikka ega bo'lsa va u tarmoq kuchlanishi U_T bilan ta'minlansa relening chulg'amidagi tok $I_p = \frac{U_T}{Z_p n_u}$ bo'ladi. Bu yerda p_n - kuchlanish transformatorining transformatsiya koeffitsiyenti, Z_p - rele chulg'amining qarshiligi. Bunday relening ishlashi tarmoq kuchlanishi bilan xarakterlanadi, Shuning uchun bu rele kuchlanish relesi deyiladi.

$$M_{\text{y}} = \kappa U_T^2$$

b) Induksion relelarning sabr vaqti Induksion relelarning tuzilishi ularni maxsus soat mexanizmlarisiz vaqt bo'yicha ishlovchi qilib tayyorlash imkonini beradi. Induksion relelarning ishlash vaqti rele kontaktlarini disk yordamida α burchakka burilishiga va disk harakatining burchak tezligiga bog'liq. Agar aylanish tezligi o'zgarmas bo'lsa vaqt $t_p = \frac{\alpha}{W_p}$ formuladan

topiladi. Diskning harakati ortiqcha moment $M_{\text{ayl}} = M_e - M_k$, Ya'ni elektromagnit moment M_e va unga teskari ta'sir qiluvchi qarshilik momenti M_k hisobiga sodir bo'ladi. Aylanish momenti sistemaning inersiya momenti $Jd\omega / Fdt$ ni engadi va unga $d\omega / Fdt$ tezlanish beradi:

$$M_{\text{ayl}} = Jd\omega / Fdt$$

M_{ayl} ortiqcha moment qancha ko'p bo'lsa, shuncha diskning aylanish tezligi ω_p katta bo'ladi. Rele chulg'amidagi I_p tokning oshishi bilan ortiqcha moment I_p^2 ga proporsional oshadi. Buning natijasida tezlik ω_p oshadi va bunga mos ravishda relening ishlash vaqti t_p kamayadi.

Shuning qilib, induksion relelarning ishlash vaqtlari tokning funksiyasidir, tok ortganda vaqt t_p kamayadi. Rele ishlash vaqtining bu xususiyati tokka bog'liq bo'lgan xususiyat deyiladi. Amalda vaqt bo'yicha chegaralangan bog'liq xususiyatli tok relelari qo'llaniladi.

Bu bog'liqlikning xususiyati Shundaki, reledagi tokning ma'lum bir qiymatdan boshlab relening ishlash vaqti o'zgarmas bo'lib qoladi. Buni bog'liq bo'lmagan xususiyat deyiladi.

Chegaralangan bog'liq bo'lgan xarakteristikali relening parametrlari shuning olinadiki, bunda xarakteristikaning bog'liq bo'lmagan qismiga mos keluvchi toklarda relening magnit o'zagi to'yinadi. Magnit o'zak to'yinganda I_p tokining oshishi bilan magnit oqimlar F_I va F_{II} o'zgarmaydi. Natijada ortiqcha moment va u bilan bog'liq bo'lgan diskning aylanish tezligi va relening sabr vaqti o'zgarmasdan qoladi.

Induksion relelarda sabr vaqtini oshirish uchun diskni o'z qutblari

bilan o‘rab turuvchi doimiy magnit o‘rnatiladi, disk aylanish paytida uni doimiy magnitning magnit oqimi F_m kuch chiziqlari kesib o‘tadi va buning natijasida diskda “qirqish” toklari paydo bo‘ladi. Bu toklarning magnit oqim F_m bilan o‘zaro ta’siri natijasida moment $M_M = \kappa \Phi_M^2 \omega_p$ hosil bo‘ladi va u diskning harakatiga teskari ta’sir qiladi. Moment M_M ortiqcha momentni kamaytiradi, buning natijasida tezlik ω_p kamayadi va sabr vaqti t_p ortadi.

Induksion relelarning ishlash vaqtlari odatda qo‘zg‘almas va qo‘zg‘aluvchan kontaktlar orasidagi masofani o‘zgartirish hisobiga boshqariladi. Tezkor induksion relelar doimiy magnitsiz va harakatlanuvchi sistemasi kichik yo‘l bosadigan qilib tayyorlanadilar. Bulardan tashqari relening tezroq ishlashi uchun harakatlanuvchi sistemaning tezligi oshirilgan bo‘ladi.

$M_{a\ddot{u}l} = Jd\omega / Fdt$ formuladan ko‘rinib turibdiki, inersiya momenti J qancha kichik bo‘lsa relening harakatlanuvchi qismi shuncha tez aylanadi. Shuning uchun kichik diametrli va kichik inersiya momentli silindrik rotorli aylanuvchi sistemalar ishlatiladi. Silindrik rotorli relening ishlash vaqti 0.02-0.04 sek, diskli relening eng kam ishlash vaqti 0.1 sek.

d) inersion aylanish Yig‘ilib qolgan kinetik energiya hisobiga induksion relening aylanuvchi diski elektromagnit kuchning ta’siri tugagandan keyin ham aylanaveradi. Diskning inersion aylanishi relening kontaktlarini tarmoqning qisqa tutashuvi o‘chirilgandan keyin ham qo‘shib yuborishi mumkin. Diskning inersion aylanishini kamaytirish uchun doimiy magnit ishlatiladi. Shuning uchun bu turdagi relelar qullanilgan himoyaning noto‘g‘ri ishlashini oldini olish uchun sabr vaqtni o‘rnatayotganda inersion xatolik hisobga olinadi.

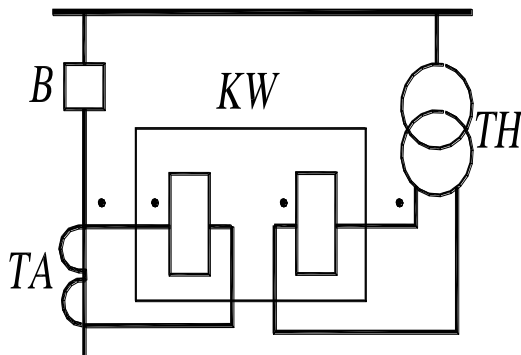
Nazorat savollari:

1. Relening ishlash prinsipini tushuntiring.
2. Elektromagnit kuch va uning momenti nimaga teng?
3. Oqimlar vektor diagrammasini chizing.
4. Induksion relelarning sabr vaqti nima bog‘liq?
5. Inersion aylanish nima?

4.9 Induksion quvvat yoʻnalishi relelari

Induksion quvvat yoʻnalishi relelarining ulanishi. Quvvat yoʻnalishi relelari ularga berilgan quvvatning kattaligi va ishorasiga taʼsir javob beradi. Ular himoya sxemalarida quvvatning yoʻnalishini aniqlovchi organ sifatida ishlatiladi.

Quvvat relesining ikkita chulgʻami bor: bittasi tarmoq kuchlanishi U_r bilan taʼminlanadi, ikkinchisi tarmoqdan oqayotgan tok I_r bilan (4.19-rasm).



4.19- rasm. Quvvat qunalishi relesini tarmoqqa ulanish sxemasi

Chulgʻamlardan oqayotgan toklar taʼsirida kattaligi va ishorasi kuchlanish U_r , tok I_r va ular orasidagi burilish burchagi φ_r ga bogʻliq boʻlgan elektromagnit moment hosil boʻladi.

Quvvat yoʻnalishi relelari yoʻnaltirilgan himoyalarda ishlatiladi. Ular yuqori sezgirlikka ega boʻlishlari kerak, chunki qisqa tutashuv joyiga

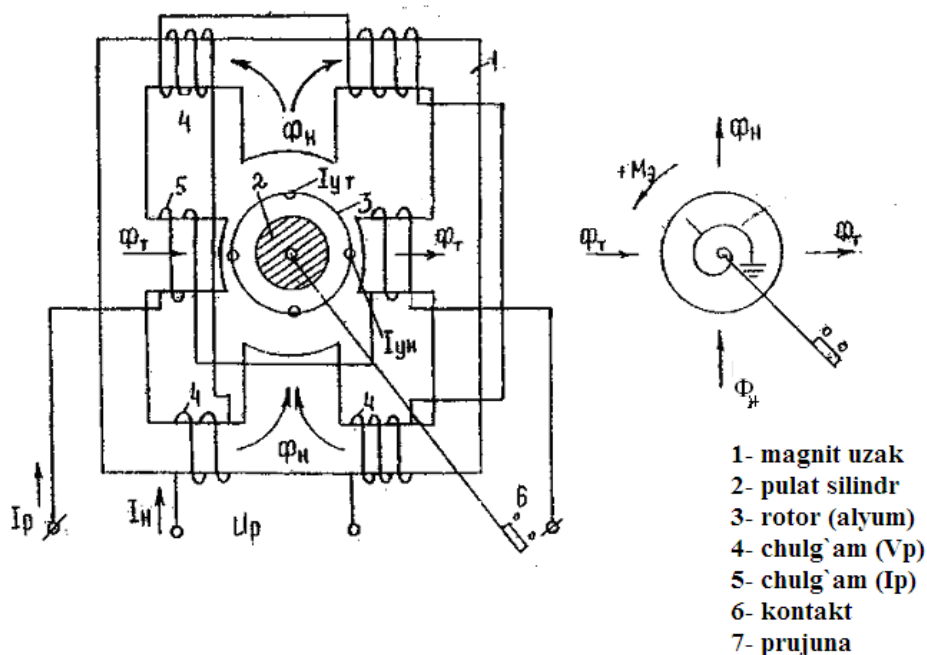
yaqin oʻrnatilgan himoya qurilmalarida kuchlanish U_r keskin kamayadi, hatto nolgacha pasayishi mumkin. Bunda relega berilayotgan quvvat juda kichik boʻladi. Natijada sezgirligi kam boʻlgan rele ishlamay qoladi, yaʼni «oʻlik» zonaga ega boʻlib qolishi mumkin.

Relening sezgirligi uning oʻz kontaktlarini qoʻshadigan eng kichik quvvat bilan xarakterlanadi. Bu quvvat ishlash quvvati deyiladi va S_{ish} bilan belgilanadi.

Quvvat yoʻnalishi relelari juda tez ishlaydigan qilib tayyorlanadi, chunki ular vaqt boʻyicha sabrsiz ishlaydigan himoyalarda qoʻllaniladi.

Induksion quvvat relelarining tuzilishi va ishlash prinsipi. Hozirgi zamon induksion quvvat relelarining harakatlanuvchi qismi silindrik rotor koʻrinishda yasaladi. (4.20- rasm).

Relening oʻzagi bir qutublari ichkariga chiqib turgan yopiq magnitdan iborat. Qutblar orasiga qutblararo boʻshliqni magnet singdiruvchanligini oshiruvchi poʻlat silindr 2 oʻrnatilgan. Alyuminiydan yasalgan silindr 3 (rotor) poʻlat oʻzak va qutblar orasidagi havo oraligʻida aylanishi mumkin. Rotor 3 aylangan paytda relening kontaktlari 6 qoʻshiladi. Rotor va kontaktlarning boshlangʻich holatiga qaytarish uchun teskari taʼsir qiluvchi spiralsimon prujina 7 ishlatilgan.

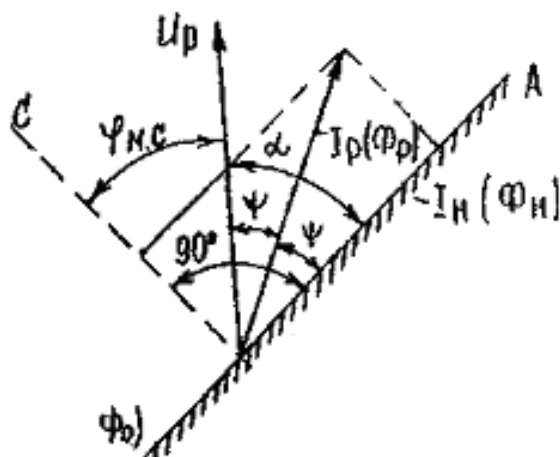


4.20-rasm. Quvvat relesining tuzilishi: a-silindrik rotorli rele; b-releining rotori va M_e musbat momentning yo'nalishi

chulg'am 4 $U_r = U_t / n_n$ kuchlanish bilan, chulg'am 5 esa $I_r = I_t / n_t$ tok bilan ta'minlanadi, bu yerda U_t va I_t tarmoq (himoya qilinayotgan elementdagi) kuchlanishi va toki.

$I_n = U_r / Z_n$ tok chulg'am 4 da F_n magnit oqimini hosil qiladi. O'z navbatida I_r tok 5 chulg'amdanda F_t oqimini hosil qiladi.

4.21 - rasmda F_n va F_t magnit oqimlarining vektor diagrammasi berilgan



4.21-rasm. Quvvat relesining vektor diagrammasi

Vektor diagrammasini qurishga asos bo'lib U_r kuchlanish xizmat qiladi. I_r tok U_r kuchlanishdan faza bo'yicha Φ_r burchakka burilgan.

α burchak chulg'am 4 ning aktiv va reaktiv qarshiliklari munosabati bilan, ta'minlanayotgan kuchlanish bilan aniqlanadi va relening ichki burilish (siljish) burchagi deyiladi.

φ_r burchak liniyaning tashqi parametrlariga va relening ulanish sxemasiga bog'liq F_n va F_t magnit oqimlar vektor diagrammada ularni hosil qiluvchi I_n va I_t toklar bilan mos keladigan qilib chizilgan.

Vektor diagrammadan ko'rinib turibdiki, F_n va F_t oqimlar va I_n , I_t toklar faza bo'yicha ψ burchakka burilgan, uning qiymati burchak φ_r ning o'zgarishiga bog'liq.

F_n va F_t magnit oqimlar relening harakatlanuvchi qismiga singib, unda I_{un} , I_{ut} uyurma toklar hosil qiladi.

Uyurma toklar magnit oqimlar bilan ta'sirlanib elektromagnit moment hosil qiladi.

$$M_E = K \cdot F_n F_t$$

F_n ni I_n va U_n ga, F_t ni I_r ga va $\psi = \alpha - \varphi_r$ ga bog'liqligini Hisobga olsak:

$$M_e = K_1 U_r I_r \sin(\alpha - \varphi_r) = K_1 S_r \quad (*)$$

ni hosil qilamiz,
bu yerda

$$S_r = U_r I_r \sin(\alpha - \varphi_r)$$

relega berilgan quvvat.

Yuqoridagi (*) formulani taxlil qilib, quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Relening elektromagnit momenti unga berilayotgan quvvatga proporsional.

2. Relening elektromagnit momentining ishorasi $\sin(\alpha - \varphi_r)$ ning ishorasi bilan aniqlanadi va φ_r ning qiymatiga bog'liq.

Sinus va unga bog'liq elektr magnit moment M_e - burchak ψ 0° dan 180° gacha oraliqda bo'lganda musbat ishorali, agar ψ 180° dan 360° gacha o'zgarsa, M_e manfiy - (bu 4.21-rasmda ko'rsatilgan). Manfiy momentlar zonasi shtrixlangan.

4.21-rasmdagi AV chiziq momentning ishorasini o'zgarish chizig'i deyiladi. U doimo U_r vektorga nisbatan α burchakka farq qiladi, ya'ni I_n vektorning yo'nalishi bilan mos keladi.

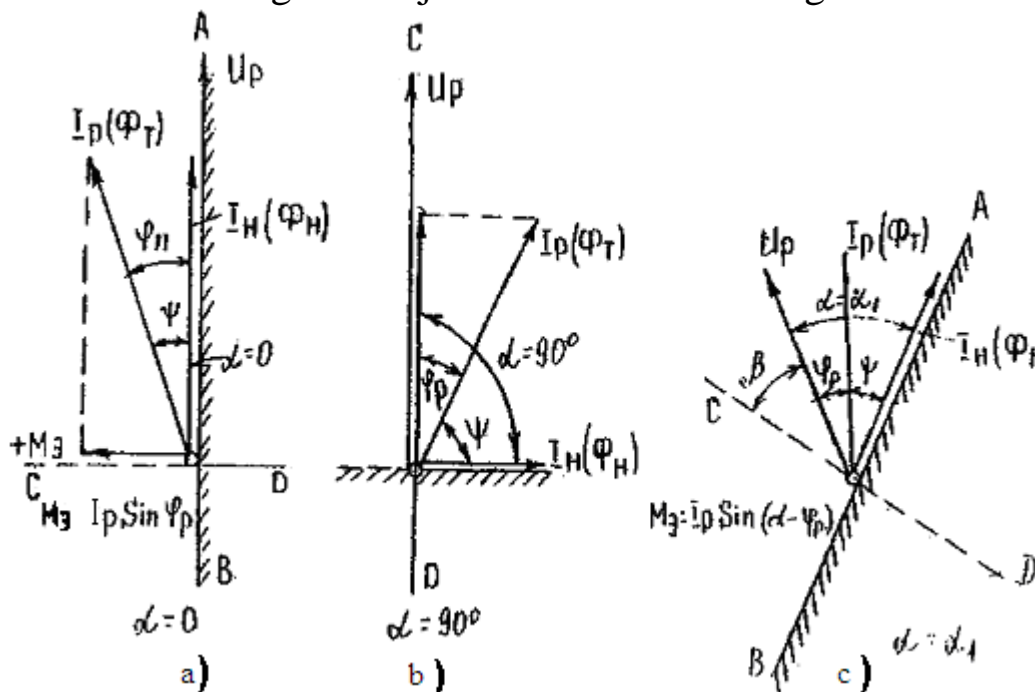
Aytilganlardan kelib chiqadiki, F_n oqim F_t oqimdan oldinlab ketganida M_e moment musbat, orqada qolganda esa manfiy. SD chiziq (AV ga perpendikulyar bo'lgan) M_e momentlarning maksimal chizig'i deyiladi. I_n ning SD ga proeksiyasi $I_r \sin(\alpha - \varphi_r)$ ga teng. Kuchlanish U_r va

tok I_r o'zgaras bo'lganda moment M_e ning kattaligi va ishorasi φ_r burchakka bog'liq.

Burchak $\alpha - \varphi_r = 90^\circ$ da, Ya'ni I_r , I_n dan 90° ga o'tib ketganda moment M_e o'zining maksimum qiymatiga erishadi. Bunga mos kelgan burchak φ_r maksimal sezgirlik burchagi φ_{ms} deyiladi. α va φ_{ms} burchaklarni U_r vektoridan qarama-qarshi tomonga qo'yilishini Hisobga olsak, ularning yig'indisi $-\varphi_{ms} + \alpha = 90^\circ$ yoki $\varphi_{ms} = \alpha - 90^\circ$ ga teng.

3. Releda kuchlanish yoki tok bo'lmasa, yoki $\sin(\alpha - \varphi_r) = 0$ bo'lsa, rele ishlamaydi, bu hol burchak $\varphi_r = \alpha$ va $\varphi_r = \alpha + 180^\circ$ ga teng bo'lganda kuzatiladi.

Shunday qilib (*) dan ko'rinadiki, qurilmaning tuzilishi quvvat yo'nalishi va ishorasiga ta'sir javob beruvchi relening tuzilishidir.



4.22-rasm. Quvvat relesining uch turi

Relening ichki burilish burchagini kattaligi o'zgartarib M_e ning F_r ga bog'lanish harakteri bilan farq qiluvchi uch xil turdagi quvvat relesini hosil qilish mumkin. (4.22-rasm)

1. $\alpha = 0$ da $M_e = K_1 U_r I_r \sin \varphi_r$. Bu demak, M_e momenti relening qisqichlarida o'lgangan reaktiv quvvatga proporsional. Bunday relelar sinusli yoki reaktiv quvvat relesi deyiladi. $\varphi_r = 90^\circ$ bo'lganda rele maksimal aylantiruvchi momentta ega bo'ladi. $\varphi_r = 0$ da M_e moment nolga teng bo'ladi. 4.22a-rasmda relening musbat va manfiy aylanish momentlar zonasi va relening momenti ishorasini o'zgarish chizig'i AV ko'rsatilgan.

2. $\alpha = 90^\circ$ da $M_e = K U_r I_r \sin(90^\circ - \varphi_r) = K U_r I_r \cos \varphi_r$

Ya`ni moment relega berilayotgan aktiv quvvatga proporsional. Shuning uchun bunday relelar aktiv quvvat relelari yoki kosinusli relelar deyiladi. 4.19b-rasmda bu tip relelarning vektor diagrammasi berilgan.

3. Burchak $\alpha = \alpha_1$ ning oraliq qiymatlarida, ya`ni α_1 noldan katta lekin 90° dan kichik bo`lgan qiymatlarda $M_J = KU_r I_r \sin(\alpha_1 - \varphi_r)$

Bunday relelar aralash tipdagi quvvat relelari deyiladi. Agar α ni to`ldiruvchi burchak β bilan ifodalasak, ya`ni $\alpha = 90^\circ - \beta$, bo`lsa moment formulasi quyidagicha yoziladi:

$$M_e = KU_r I_r \sin(90^\circ - \beta - \varphi_r) = KU_r I_r \cos(\varphi_r + \beta)$$

4.19v-rasmda aralash turdagi relening musbat va manfiy momentlar zonolari ko`rsatilgan. Rele himoyasi sxemalarida ko`rib o`tilgan uch tip quvvat relelari ishlatiladi.

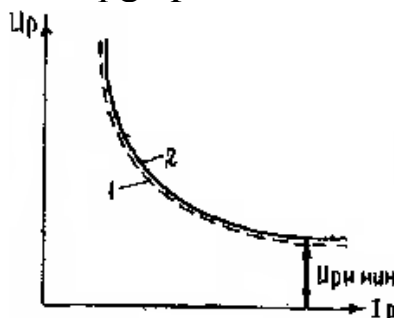
Quvvat relelarining asosiy xarakteristikalari.

1. Ishlash quvvati. Elektromagnit moment M_e prujinaning qarshi momenti M_p va ishqalanishlik M_{ishk} momentlarini enganda rele ishlaydi. Rele ishlagandagi eng kichik quvvatg relening ishlash quvvati S_r i deyiladi.

Hozirgi zamon quvvat yo`nalishi relelarida maksimal sezgirlik burchagida relening ishlash quvvati 0,2 dan 4 VA gacha bo`lgan qiymatni tashkil etadi. Relening ishlash quvvati I_r tokka va φ_r burchakka bog`liq. Bu bog`liqlik sezgirlik va burchak xarakteristikalari bilan baholanadi.

2. Sezgirlik xarakteristikasi φ_r burchak o`zgarmaganda reledagi kuchlanish va tok o`rtasidagi $U_{ri} = f(I_r)$ bog`liqlikni ko`rsatadi. Bu yerda U_{ri} relening ishlashi uchun kerak bo`lgan eng kichik kuchlanish (4.23-rasm).

Odatda xarakteristika φ_r ning qiymati maksimal sezgirlik burchagiga teng bo`lganda, Ya`ni $\sin(\alpha - \varphi_r) = 1$ bo`lganda olinadi. Nazariy sezgirlik xarakteristikasi giperbola ko`rinishda (1-grafik). Haqiqatda po`lat o`zakning I_r ning katta qiymatida to`yinishi Hisobiga U_r o`zgarmasdan qoladi va sezgirlik chizig`i tok o`qiga parallel bo`ladi (2-grafik).



4.23-rasm. Quvvat relesining sezgirlik tavsifi:
1- Nazariy; 2- Real.

4.23-rasmda aralash turdagi relening $\alpha=+45^{\circ}$ ga teng bo'lgandagi xarakteristikasi berilgan.

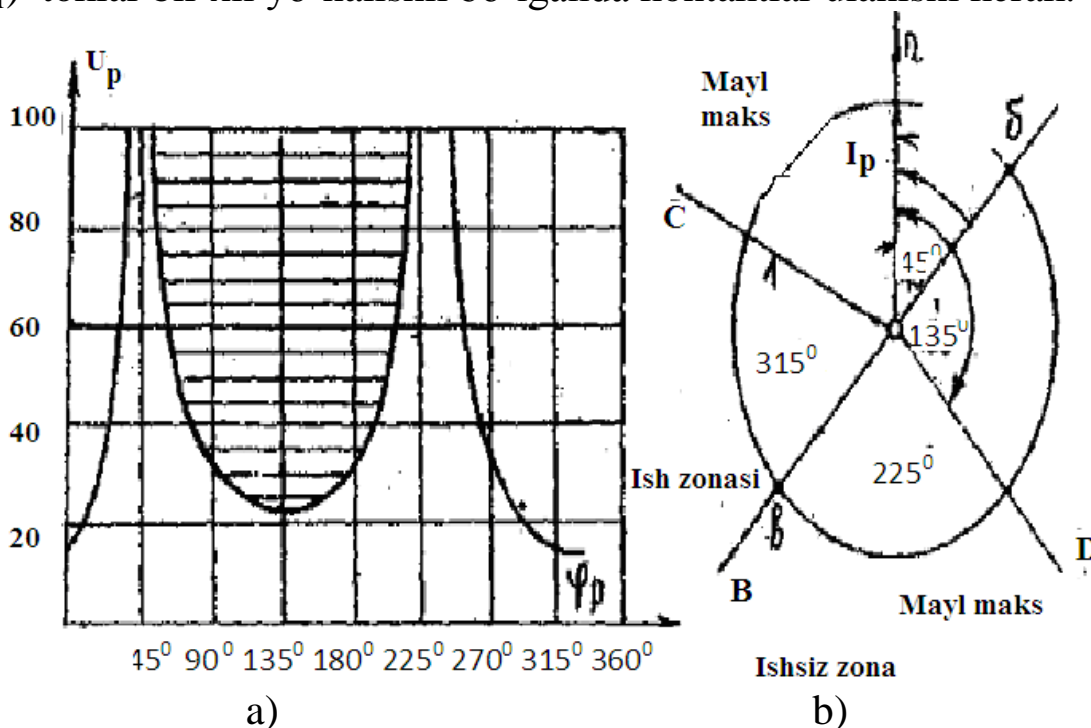
3. Burchak xarakteristikasi quyidagilarni aniqlashga yordam beradi:

a) relening sezgirligini (U_r i ni kattaligi bilan harakterlanuvchi) har xil φ_r ning qiymatlarida o'zgarishini;

b) rele ishlagandagi kuchlanishni kichik qiymatini va burchak φ_r ni eng qulay zonasini 4.23.1-rasm;

v) qachon elektromagnit moment o'z ishorasini o'zgartirishini, φ_r burchakning musbat va manfiy momentlarga mos chegaralarini. 4.23.2-rasm

Reledagi elektromagnit momentning ishorasi uning chulg'amlaridan oqayotgan I_n va I_r toklarning (yoki ular hosil qilgan oqimlarning) nisbiy yo'nalishlariga bog'liq. Quvvat relelarini qurishda shuning shart qabul qilinganki, bu shartga binoan relening chulg'amlaridan oqayotgan toklar (I_n va I_r) toklar bir xil yo'nalishli bo'lganda kontaktlar ulanishi kerak.



4.24-rasm. Aralash turdagi quvvat relesining burchak xarakteristikalari a - burchak xarakteristikasi; b- aylanalı vektor diagrammasi

O'lchov transformatorlariga rele chulg'amlarining qutblarini hisobga olgan holda ulanadi. Natijada himoya zonasida rele o'z kontaktlarini ulaydi.

O'zicha yurib ketish (samoxod) hodisasi.

Agar rele faqat tok chulg'amidan yoki faqat kuchlanish chulg'amidan tok oqqanda ishlab ketsa bu hol o'zicha yurib ketish hodisasi deb ataladi.

Qisqa tutashuv relega yaqin joyda yuz berib, uni qisqichlaridagi kuchlanish nol yoki unga yaqin bo'lib qolsa, tokka qarab o'zicha yurib ketuvchi relelar quvvat teskari yo'nalganda ham ishlab ketishi mumkin.,

Relening o'z-o'zidan ishlab ketishiga sabab, uning magnit sistemasi silindrik rotorga nisbatan nosimmetrik joylanishi natijasi Hisoblanadi. Silindrik rotorli relelarda o'z-o'zidan ishlab ketish hollarini oldini olish uchun po'lat o'zakda kertik qo'yilgan bo'ladi, o'zakning holatini o'zgartirib oqimning havo oraliqdagi notekisligini kamaytiriladi.

RBM tipdagi induksion quvvat relelari

RBM turidagi tez ishlovchi quvvat yo'nalishi relelari himoyalarda keng qo'llaniladi. Relening momenti

$$M_e = KU_r I_r \sin(\alpha - \varphi_r) = KU_r I_r \cos(\varphi_r + \beta)$$

formula orqali aniqlanadi.

Relening ikki xil yasaliş varianti mavjud:

a) RBM-171 va RBM-271 turdagi relelar odatda faza toki va fazalararo kuchlanishga mo'ljallanib ishlangan. Bu relelarning maksimal sezgirlik burchagi o'zgartirilishi mumkin va ikki qiymatga $\varphi_{m.s} = -45^\circ$, $\varphi_{m.s} = -30^\circ$ ga teng.

b) RBM-178, RBM-278 va RBM-177, RBM-277 turdagi relelar odatda nol ketma-ketlik toki va kuchlanishga ulanadi, ularning maksimal sezgirlik burchagi $\varphi_{m.s} = +70^\circ$.

RBM-178, RBM-278 relelar uchun iste'mol qilinuvchi quvvat $S_{ri} = 0.2-4VA$, RBM-177, RBM-277 relelar uchun $S_{ri} = 0.6-3VA$.

RBM-171, RBM-177, RBM-178 relelar bir tomonga ishlovchi kontaktli,

RBM-271, RBM-277, RBM-278 relelar esa ikki tomonga ishlovchi kontaktlarga ega.

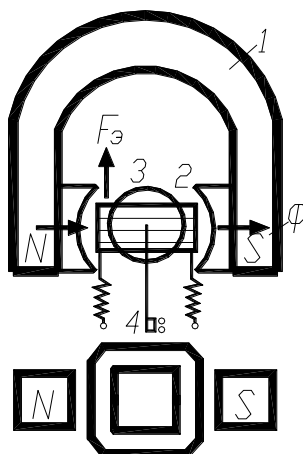
Nazorat savollari:

1. Induksion quvvat yo'nalishi relesi qanday ulanadi?
2. Relening tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring
3. Qanday relelar sinusli hisoblanadi?
4. Kosinusli relelar uchun vektor diagrammasini chizing.
5. Aralash relelarning xarakteristikasi.
6. O'z o'zidan ishlab ketish hodisasini tushuntiring.

4.10 Magnit elektrik va yarim o'tkazgichli relelar

4.10.1 Magnit elektrik relelarning tuzilishi

Magnit elektrik relelar (4.25-rasm) doimiy magnitdan 1, I_r tok oquvchi chulg'am 2 o'ralgan harakatlanuvchi ramkadan va kontaktlardan iborat.



4.25-rasm. Magnit elektrik relelarning tuzilishi.

Magnit elektrik relening ishi ramka chulg'amidan oqayotgan I_r tok bilan doimiy magnitning magnit oqimi F orasidagi o'zaro ta'sirlashuvga asoslangan.

Ramkaning chulg'amiga ta'sir qilayotgan kuch Bio va Savar qonuniga asosan quyidagicha topiladi:

$$F_e = K B_m I_r l W_r$$

bu yerda B_m - doimiy magnit magnit maydonining induksiyasi;

I_r - ramka chulg'amidagi tok;

l - chulg'am o'ramining aktiv uzunligi;

W_r -ramka chulg'amining o'ramlar soni.

F_e kuch tomonidan hosil qilingan aylanish momenti

$$M_e = F_e d = K' B_m I_r$$

bu yerda d - F_e juft kuch yelkasi;

$$K' = K_l W_r d$$

Ramkaning burilish burchagi kichik (5° - 10°) qilib qabul qilinadi. Magnitning qutblari magnit maydoni bir tekisda tarqaladigan qilib tanlanadi. Bu holda magnit induksiya V_m doimiy bo'ladi va buning natijasida M_e moment rele chulg'amidan oqayottan tok I_r ga proporsional bo'ladi, ya'ni $M_e = K'' I_r$

Moment M_e va F_e kuch ning ishorasi relening harakatlanuvchan

ramkasi chulg'amidan oqayotgan tokning yo'nalishiga bog'liq. 4.25-rasmdagi ko'rsatilgan I_r ning yo'nalishidan kuchning yo'nalishi «chap qo'l» qoidasi asosida aniqlangan. I_r ning yo'nalishi o'zgaranda F_e ning yo'nalishi ham o'zgaradi.

Shuning qilib, magnit elektrik relelar tokning yo'nalishiga ta'sir javob beradi va Shuning uchun o'zgaruvchan tokda ishlay olmaydi.

Magnit elektrik relelar yuqori sezgirlikka ega va kam quvvat qabul qiladi. Ishlash quvvati 10^{-8} - 10^{-10} Vt ni tashkil qiladi.

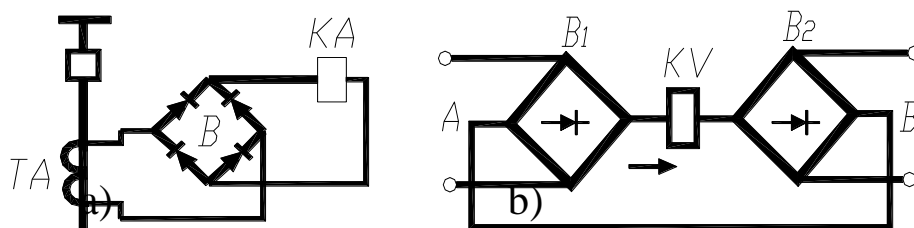
Kam quvvat iste'mol qilish bilan bir qatorda magnit elektrik relelar kuchsiz va kam o'chirish xususiyatiga ega bo'lgan kontakt sistemasidan iborat. Kontaktlar orasidagi havo oraliq juda kichik - 0,3-0,5 mm ga yaqin. Sezgirlikni oshirish maqsadida magnit elektrik relelardagi teskari ta'sir qiluvchi prujina kichik momentli qilib yasaladi.

4.10.2 Yarim o'tkazgichli relelar

Yarim o'tkazgichli prinsipda asosiy (tok, kuchlanish, quvvat, qarshilik) va mantiq relelari ishlab chiqariladi. Bu xildagi relelarni 2 turga bo'lish mumkin:

Sodda relelar – 1 ta kattalikka ta'sir javob beruvchi.

Murakkab relelar – 2 ta kattalikka ta'sir javob beruvchi.



4.26-rasm. Yarim o'tkazgichli relelarning ulanishi

4.26 a-rasmda to'g'rilangan tokda ishlovchi sodda tok relesi KA ning sxemasi keltirilgan. KA rele o'zgaras tokda ishlovchi elektr magnit yoki qutblangan yoki magnit elektrik rele bo'lishi mumkin.

V–ikki Yarim davrlik ko'prik sxemali to'g'rilagich, u to'g'rilangan tokning pulsatsiyasi rele kontaktlarini tebranishiga olib keladi. Bu tebranishlarni yo'qotish uchun maxsus qurilmalar ishlatiladi.

2) Murakkab relelar 2 ta elektr kattalikning absolyut qiymatlarini solishtirishga asoslangan. 2 ta to'g'irlagich V1 va V2, solishtiriluvchi A va V kattaliklar va bajaruvchi organ KV lar ishtirokidagi sxema 4.26 b-

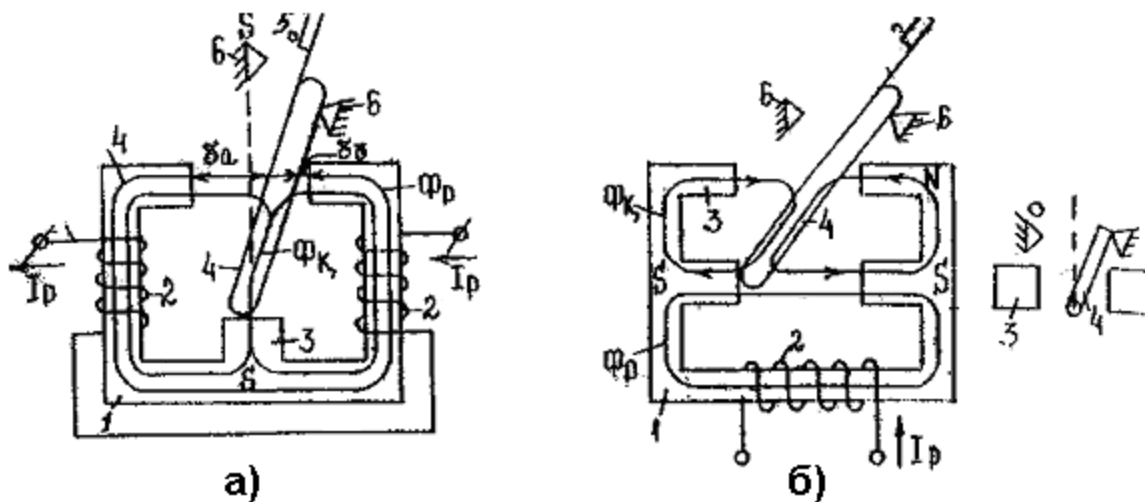
rasmda keltirilgan.

Yarim o'tkazgichlar qo'llangan relelarning gabaritlari kichiklashadi, iste'mol qilinadigan quvvat kamayadi, relelarning sezgirliigi ko'payadi.

Ular yordamida kontaktsiz va harakatlanuvchi qismlarsiz relelar ishlab chiqarish mumkin. Yarim o'tkazgichli relelarning parametrlari temperaturaga bog'liqligi va qarshiligining noxizirligi bu relelarning kamchiligi hisoblanadi.

4.10.3 Qutblangan relelar

Qutblangan relelar elektr magnit tuzilishli relelarning bir turidir. Yuqorida ko'rib o'tilgan elektr magnit relelardan farqli o'laroq qutblangan releni yakori ikki magnit oqim ta'sirida bo'ladi, ulardan birini relening chulg'amidan oqayotgan tok hosil qiladi, ikkinchisini doimiy magnit hosil qiladi. Chulg'amning magnit oqimi ishchi oqim deb, doimiy magnitniki esa qutblovchi deb nomlanadi. Qutblangan rele ikki variantda ishlab chiqiladi: differensial va ko'priksimon magnit sistemali. Ikkala tuzilish ham o'zakdan 1, chulg'amdan 2, magnitdan 3, yakordan 4 kontakt sistemadan 5 dan iborat. (4.27-rasm).



4.27-rasm. Qutblangan relening tuzilishi

Relening ishlash prinsipi bilan soddaroq bo'lgan differensial sistema orqali tanishib chiqamiz (4.27a-rasm). Doimiy magnit qutblovchi magnit oqim F_{ka} va F_{kb} qismlariga bo'linadi. Bu oqimlar havo oraliqlar δ_a va δ_b hamda o'zak 1 ning mos qismlari orqali oqib o'tadi. I_r tok chulg'am 2 orqali oqib o'tib ishchi magnit oqim F_r hosil qiladi. Bu oqim ham o'zak 1 orqali oqib o'tadi, ko'rilayotgan qurilmani soddalashtirish uchun yakr

orqali tarqalayotgan magnit oqimi hisobga olinmaydi. δ_a havo oralig'ida F_k va F_r magnit oqimlar qo'shiladi, δ_o -da esa ayriladi. Bunda natijalovchi magnit oqimlar quyidagicha topiladi:

$$F_a = F_{ka} + F_r, F_b = F_{kb} - F_r$$

F_a magnit oqim ta'sirida yakor chap qutb "a" ga tortiladi. Bunda tortish kuchi $F_a = kF_a^2$, F_a kuch $F_b = kF_b^2$ kuchga teskari ta'sir qiladi. Chunki F_b kuch yakorni δ_o qutbga tortishga harakat qiladi.

Ma'lum bir $I_r > I_{ri}$ tokda F_a magnit oqim F_b oqimdan $F_a > F_b$ katta bo'ladi va releni yakori chapga, "a" qutbga tortiladi.

I_r tokning yo'nalishi o'zgarganda F_r oqim ham o'z yo'nalishini o'zgartiradi, buning natijasida δ_a oraliqdan oqimlar farqi, δ_o oraliqdan esa oqimlar yig'indisi oqib o'tadi. Toklar $I_r > I_{ri}$ da oqimlar $F_b > F_a$ va kuchlar $F_b > F_a$ bo'lib, relening yakori o'ngga tortiladi. Shuning qilib, qutblovchi oqimning borligi hisobiga rele yo'naltirilgan bo'lib qoladi. Rele nafaqat tokning kattaligiga, balki uning yo'nalishiga ham bog'liq bo'ladi va unga ta'sir javob beradi.

Releni o'zgaruvchan tok bilan ta'minlaganda uning yakori tokning o'zgarishiga monand ravishda titraydi. Shuning uchun qutblangan relalar o'zgaruvchan tokda ishlay olmaydilar.

Qutblangan relalar muhim afzalliklarga ega: 1) yuqori sezgirlik, kichik ishlash toki va unga bog'liq bo'lgan energiya sarfi (agar havo oraliq 0,5 mm bo'lsa 0,005 Vt quvvat iste'mol qiladi). 2) issiqlikka chidamli tok karraligini miqdori (20-50) I_{rimin} . Elektr magnit relalarning boshqa turlarida relening issiqlikka chidamlilik tok karraligi 1,5 I_{rimin} dan oshmaydi. 3) tezkor ishlovchanlik (0,005 sek).

Qutblangan relalarning kamchiliklariga: 1) kontaktlarning kam quvvatliligi. 2) kontaktlar orasidagi masofaning kichikligi (0.1 dan 0.5 mm gacha) va katta bo'lmagan qaytish koeffitsiyenti kiradi.

Qutblangan relalar releli himoyaning o'zgarmas tok sxemalarida yordamchi relalar sifatida katta tezlik, yuqori sezuvchanlik kerak bo'lganda ishlatiladi.

Nazorat savollari:

1. Magnitoelektrik relalarning tuzilishini tushuntiring.
2. Aylanish momenti nimaga teng?
3. Yarim o'tkazgichli sodda relalarning sxemasini keltiring.
4. Yarim o'tkazgichli murakkab relalar qanday ishlaydi?

4.11. Operativ tok manbalari

4.11.1 Operativ tok zanjirining vazifasi

Vazifalari va umumiy talablar.

Operativ tok deb o'chirgichni masofali boshqarishni ta'minlovchi zanjirni, rele himoyasini operativ zanjirini, avtomatika, telemexanika va axborotlarni qabul qiladigan uskunalarni ta'minlaydigan tokka aytiladi.

Operativ zanjirlar himoya elementlarini, shikastlangan liniya va qurilmalarni, o'chiradigan uskunalarni tok bilan ta'minlashi juda muhimdir. Shuning uchun operativ tokka qator haqli va muhim talablar qo'yiladi.

Nimstansiyalarda operativ tokning quyidagi manbalari ishlatiladi:

- Akkumulyator batareyalari (AB) dan ta'minlanuvchi o'zgarmas operativ tok manbai;

- Himoyalananayotgan qurilmaning zanjiriga ulangan TT, TN, o'z ehtiyoji transformatorlari va zaryadlangan kondensatorlardan ta'minlanuvchi o'zgaruvchan operativ tok manbai;

- operativ zanjirlarni ta'minlash bloki yoki qurilmalarining to'g'rilagichlari yordamida to'g'rilangan (o'zgarmas) tokka aylantirilgan o'zgaruvchan tok manbai.

Operativ tok tizimlari:

-bog'liq bo'lgan ta'minlash, ya'ni operativ zanjirlarni ta'minlash tizimi nazorat qilinayotgan elektr qurilmaning ish rejimiga bog'liq;

-bog'liq bo'lmagan ta'minlash, ya'ni operativ zanjirlarni ta'minlash tizimi nazorat qilinayotgan elektr qurilmaning ish rejimiga bog'liq bo'lmagan guruhlarga bo'linadi.

Operativ o'zgarmas tok.

O'zgarmas operativ tok manbai sifatida kuchlanishi 110-220 V, kichik nimstansiyalarda esa 24-48 V bo'lgan va hamma operativ zanjirlarni markaziy ta'minlovchi akkumulyator batareyalari ishlatiladi. Ishonchlilikni oshirish uchun o'zgarmas tok liniyalari bir necha qismlarga bo'linib, har biri alohida batareyaning ishlash tizimiga ulanadi (4.28-rasm)

Himoya zanjirlari, o'chirish chulg'amlari asosiy qism bo'lib hisoblanadi va ular boshqarish shinasini (BSH) dan ta'minlanadilar.

Qo'shish shinasini (QSH) dan ta'minlanuvchi ulash chulg'aming zanjiri ikkinchi qism bo'lib hisoblanadi. Bu QSH 400-500 A tok qabul qiluvchi moyli o'chirgichlarning o'chiruvchi va ulovchi chulg'amlarini ta'minlaydi.

Uchinchi qismga kamroq javobgarlikka ega bo'lgan xabar (signal) shinasidan (XSH) ta'minlanuvchi xabarchilar kiradi.

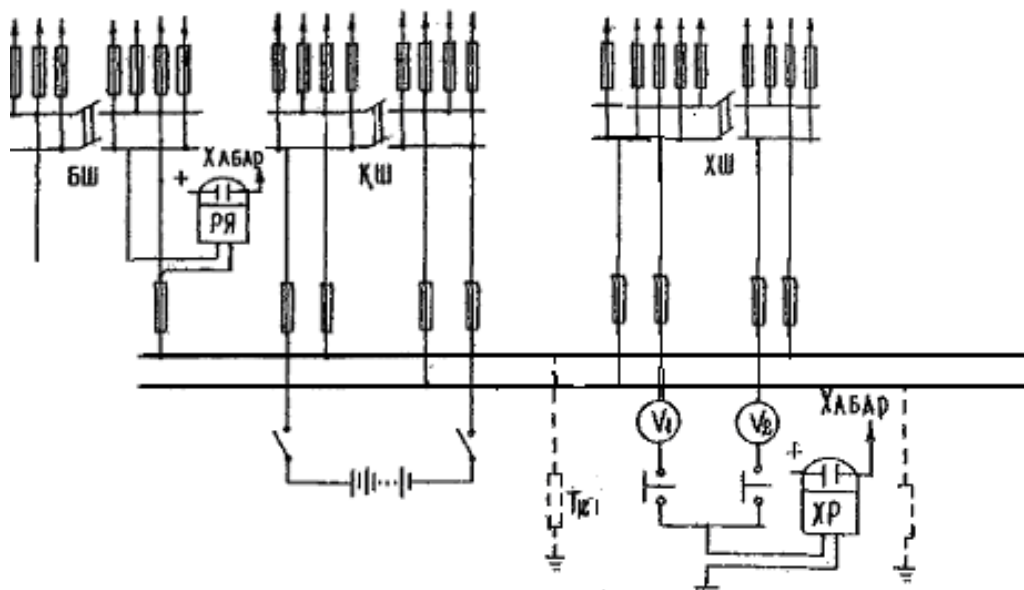
Operativ tokning boshqa ta'minlanuvchilari (avariya vaqtidagi yoritish, o'z ehtiyoj motorlari va h.k.) alohida liniyadan tok iste'mol qiladilar.

Operativ zanjirlarni qisqa tutashuv tokidan himoya qilish uchun saqlagich yoki maxsus avtomatlar (tokning oshishiga ta'sir javob beruvchi) ishlatiladi. Saqlagichlarning ishga yaroqligi nazorat relelari (RYA) bilan kuzatiladi (4,28 rasm). shina XSH o'chirgich holatini ko'rsatuvchi xabar lampalarini ulashga mo'ljallangan.

Batareya doimiy zaryadlanish rejimida aniq ishlaydi.(4,29-rasm)

O'zgaras tok shiti kuch shinasini (KSH) va boshqarish shinasidan iborat. BSH ning 108 ta elementdan iborat akkumulyator batareyalari "+" va "-" shinalardan tashkil topadi. Elementlar soni 108 dan ko'p bo'lganda ular oshirilgan kuchlanishli "-" shinaga ulanadilar.

BSH doimiy zaryadlanish rejimida 108 ta batareya elementlariga ulanadi.



4.28-rasm. Himoyaning operativ zanjirini (boshqarish, qo'shish, xabar berish zanjirlari) o'zgaras tok bilan ta'minlashning prinsipial chizmasi

Boshqaruvchi (ballast) qarshilik RR asosiy (pq100, 108) va qo'shimcha (pq120,128, 140) elementlarni bir xil zaryadlanish, zaryad ostida bo'lish va razryadlanishini ta'minlaydi. Ballast qarshilik sifatida RZV-41 (40 A, 4,5 kVt va 100 qarshilik va yuritmal) qo'zg'atishni boshqargich (regulyator vazbujdeniya) qo'llaniladi.

Akkumulyator batareyalari xohlagan vaqtda yetarli qiymatdagi

kuchlanish va quvvat bilan operativ tok zanjirlarini ta'minlab tura oladilar va bunda asosiy tarmoqqa hech qanday bog'liqlik yo'q. Shuning uchun ular eng ishonchli manbalardan hisoblanadi.

Lekin bu akkumlyator batareyalari qimmat, ularni zaryadlash uchun maxsus qurilmalar kerak, maxsus joy va malakali xizmat talab etiladi. Bundan tashqari markazlashgan ta'minot bo'lganligi sababli zanjirlarda murakkab, uzun va qimmatbaho tok uzatuvchi simlar ishlatiladi.

Shuning uchun keyingi paytda o'zgaruvchan operativ tok manbalari keng qo'llanilmoqda.

4.11.2 Operativ o'zgaruvchan tok

O'zgaruvchan operativ tok manbalari bo'lib tok, kuchlanish transformatorlari va o'z ehtiyoj transformatorlari xizmat qiladi.

Tok transformatorlari operativ zanjirlarni qisqa tutashuv paytida ta'minlovchi eng musthkam manbalardan hisoblanadi. Tok transformatorlarida himoyaning ishlash vaqtida quvvat ortadi va operativ zanjirlarin ishonchli energiya bilan ta'minlash mumkin.

Lekin tok transformatorlari shkastlanish va normal bo'lmagan rejimlarda yetarli quvvatni ta'minlab bera olmaydi. Chunki bu hollarda himoya qilinayotgan uchastkalarda tokni oshishi kuzatilmaydi. Shuning uchun tok transformatorlaridan neytrali izolyatsiyalangan liniyalarda 1 fazali qisqa tutashuv bo'lganda manba sifatida foydalanib bo'lmaydi.

Kuchlanish transformatorlari va o'z ehtiyoj transformatorlari qisqa tutashuv vaqtida operativ zanjirlarini ta'minlashga mo'ljallanmaganlar, chunki qisqa tutashuv paytida liniya kuchlanishi birdan pasayib ketadi va ma'lum bir hollarda nolga teng bo'lib qoladi.

Yuqorida aytib o'tilganlardan tashqari operativ tok manbasi sifatida oldindan zaryadlangan kondensatorlarni ishlatish mumkin.

Kondensator agar etarli kattalikdagi va uzoq vaqtga mo'ljallangan razryad tokiga ega bo'lsa, u himoyalarni shikastlanishining va normal bo'lmagan holatlarining xarakter va turiga bog'liq bo'lmagan holda energiya bilan ta'minlashi mumkin.

Kondensatorni oldindan zaryadlanishi odatda elektr liniyada normal bo'lmagan kuchlanish bo'lganda amalga oshiriladi. Podstansiyada kuchlanish yo'qolsa himoya zanjirini va avtomatlarni zaryadlangan kondensator yordamida energiya bilan ta'minlash mumkin.

Energiya bilan ta'minlash manbasining quvvati operativ zanjirlar tomonidan, ya'ni o'chirgichlarning chulg'amlari (qo'shish va o'chirish)

tomonidan qabul qilinayotgan quvvatdan ko'p bo'lishi kerak.

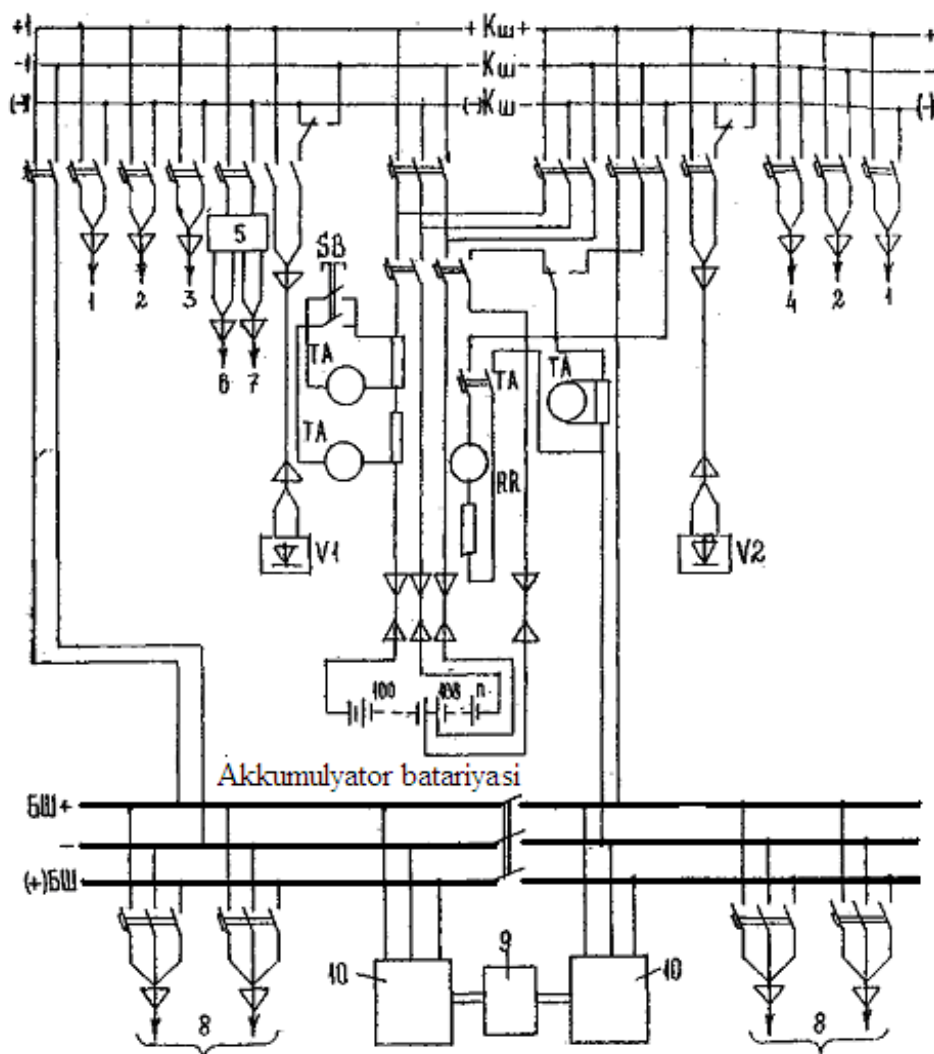
Tok va kuchlanish transformatorlaridan foydalanilganda quvvat taqchilligi yaqqol kuzatiladi va bu ko'p qiyinchilikka olib keladi. O'chirgichni qo'shish va uzish qisqa vaqt davom etib, bu vaqtda o'lchov transformatorlari ishlatilishi mumkin.

Ish holatida tok transformatorlaridan ta'minlanishni ikki xil usul va chizmasidan foydalaniladi:

a) operativ zanjirlarni tok transformatorlari tomonidan vositasiz ta'minlash;

b) operativ zanjirlarni yordamchi oraliq tok transformatorlari (OTT) vositasida ta'minlash.

Normal holatda (4.29-rasm) o'chirgichning o'chirish chulg'ami UCH2 rele 1 ning kontakti bilan shuntlangan. Qisqa tutashuv paytida rele 1 ishlaydi, uning kontakti uziladi va tok transformatorining toki UCH 2 ga ta'sir etib, uni harakatga keltiradi.



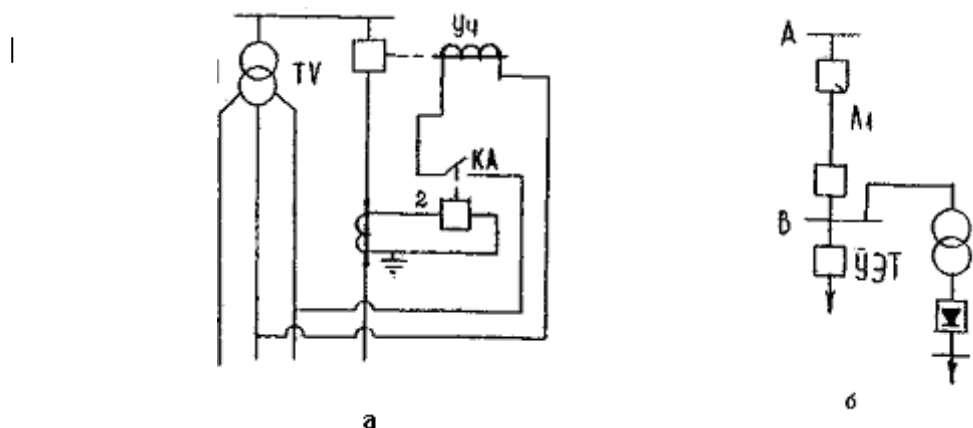
4.29-rasm. Akkumulyator batareyalarining ulanish sxemalari.

Qisqa tutashuv sodir bo'lganda rele 1 dan qisqa tutashuv toki - Ir oqadi. Bu tokning ta'sirida rele ishlab, o'z kontaktlari orqali OTT2 ning ikkilamchi chulg'amini ulaydi. Buning natijasida o'chirish chulg'ami UCHZ orqali tok oqadi va o'chirgich o'chadi.

Operativ zanjirni ta'minlovchi manba bo'lib OTT2 xizmat qiladi.

4.29 - rasmdan ko'rinib turibdiki, OTT2 ikkilamchi chulg'ami ajralgan rejimga ham hisoblanadi.

4.30-rasmda kuchlanish yoki o'z ehtiyoji transformatorlarining ulanish chizmasi berilgan.



4.30 – rasm. Operativ zanjirlarni kuchlanish TV va o'z ehtiyojini transformatorlari orqali ta'minlash sxemasi. a) - himoyaning operativ zanjirini ta'minlashga xizmat qiladi. b) - boshqarish va qo'shish zanjirlarini ta'minlashga xizmat qiladi.

Nazorat savollari:

1. Operativ tok zanjirining vazifasi nimadan iborat?
2. Operativ tok manbasining qanday turlari bor?
3. O'zgarmas operativ tok sxemalarini keltiring.
4. O'zgaruvchan operativ tok sxemalarini tushuntiring.

5. TOKLI HIMOYALAR

Tokli himoya uchun ta'sir etuvchi kattalik himoya o'rnatilgan joydan o'tuvchi tok Hisoblanadi.

Eng birinchi va oddiy tokli himoya eruvchan saqlagichlar yordamida bajarilgan. Kuchlanishi 1 kV gacha bo'lgan tarmoqlarda ular hozir ham qo'llaniladi.

Tokli himoyalarning ikki turi bo'lib, birinchisi – tokli kesim (TK) va ikkinchisi – maksimal tokli himoya (MTH) deb yuritiladi..

5.1 Maksimal tokli himoyalar

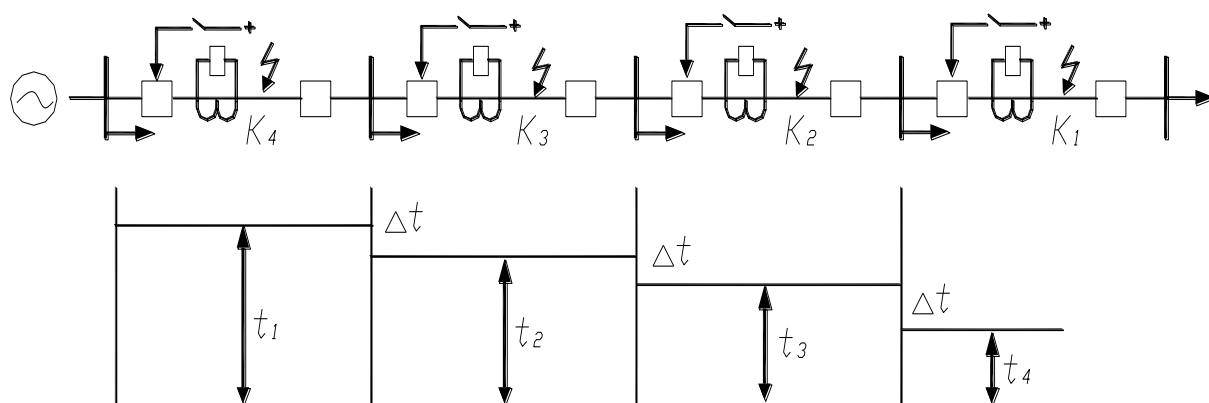
MTH bir tomonlama ta'minlangan elektr ta'minot tizimida asosiy himoya turi hisoblanadi. Ikki tomonlama ta'minlanadigan hamda murakkab sxemali tizimlarda MTH yordamchi himoya sifatida ishlatiladi. MTH ning tanlovchanligi sabr vaqti yordamida amalga oshiriladi.

Bir tomonlama ta'minlanadigan tarmoqlardagi har bir liniyaning boshida manba tarafdin boshlab MTH o'rnatiladi.

Buning natijasida liniyalar alohida himoyaga ega bo'ladi.

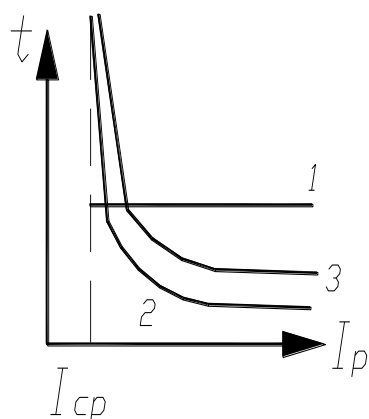
K_1 nuqtada qisqa tutashuv sodir bo'lsa (5.1.-rasm), qisqa tutashuv toki tarmoqning barcha qismlaridan o'tadi, natijada hamma o'rnatilgan himoyalar ishga tushadi. Lekin tanlovchanlik shartiga asosan faqat shikastlangan liniya o'chirilishi kerak. Buning uchun MTH sabr vaqti bilan bajariladi va bu vaqt iste'molchidan manbaga sari ortib boradi.

Shu prinsip amalga oshsa K_1 nuqtada qisqa tutashuv sodir bo'lganda 1 –



5.1-rasm MTHning pog'onali prinsipi

himoya ishga tushib, shikastlangan liniyani o'chiradi, 2, 3, 4 – himoyalar ishga tushib ulgurmasdan ular avvalgi hollariga qaytadi.



5.2-rasm. Sabr vaqt relesi

Xuddi shundek, K_2 nuqtada qisqa tutashuv bo'lsa 2 – himoya tezroq ishga tushadi, 3 – himoya esa ko'proq sabr vaqtli bo'lgani sababli ishlamaydi.

Sabr vaqtini bunday tanlash pog'onalik prinsipi deb ataladi.

Δt – sabr vaqtining pog'onasi deyiladi.

$\Delta t = 0,5 \div 0,6$ sek oraliq olinadi.

Sabr vaqti tokka bog'liq, bog'lik bo'lmagan yoki qisman bog'liq bo'lishi mumkin. (5.2.-rasm)

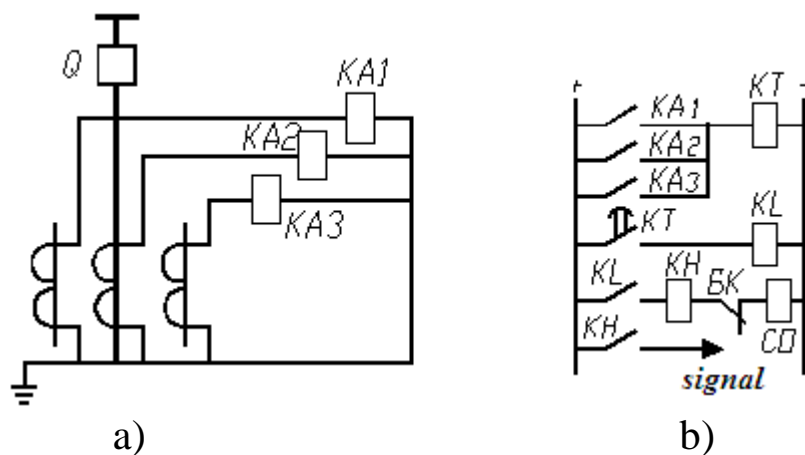
5.1.1 MTH sxemalari

Himoyaning prinsipial sxemalari birlashgan yoki tarqoq holda ko'rsatilishi mumkin. Birlashgan sxemalarda relening chulg'amlari va kontaktlari bir-birlariga tegishli ekanligi yaqqol ko'rinib turadi. Sxemalar murakkablashgan sari tok va kuchlanish zanjirlari, hamda operativ zanjirlar alohida chizilishi lozim. Operativ zanjirlarning manbaiga qarab MTH ikki guruhga bo'linadi:

1. O'zgarmas tokli
2. O'zgaruvchan tokli

O'zgarmas tokli uch fazali sxemalar. O'zgarmas tokli uch fazali sxema himoyaning tok zanjirida uchta fazaga o'rnatilgan TA1, TA2, TA3 tok transformatorlari va uchta KA1, KA2, KA3 tok relelarini to'liq Yulduz usulida yig'ib amalga oshiriladi. Texnika xavfsizligi talablariga mos ravishda tok transformatorlarining ikkilamchi chulg'amlari zaminlanadi. 5.3.-rasmda MTH ning uch fazali sxemasi alohida zanjirlarda keltirilgan.

Himoya qilinayotgan liniyadagi qisqa tutashuv turiga qarab bir yoki bir necha tok relesi (KA) ishga tushadi, natijada vaqt relesi KT ning chulg'amidan tok o'tadi. Ma'lum bir fursatda keyin rele KT ning kontaktlari qo'shib oraliq relesi KL ni ishga tushiradi. Oraliq relesi KL vaqt relesi KT kontaktlarini quvvatini oshirish uchun xizmat qiladi. KL ning kontaktlari ko'rsatish relesi KN va o'chirgichning blok – kontaktlari Q orqali o'chiruvchi solenoidning zanjirini tutashtiradi, bu esa Q o'chirgichni o'chishiga olib keladi, keyin blok kontakt Q himoya zanjirini uzadi.



5.3.-rasm. Uch fazali uchta releli MTH. a) Tok zanjiri b) operativ zanjir

MTH ni ishlash toki, sabr vaqti va sezgirlik ko'effitsienti himoyaning aniqlanishi talab etiladigan parametrlari hisoblanadi. O'chirgichni o'chirishga olib keladigan fazadagi birlamchi minimal tok himoyaning ishlash toki deyiladi (I_{XISH}). Shu vaqtda relening chulg'amidan o'tayotgan ikkilamchi tok relening ishlash toki hisoblanadi (I_{RI}). himoyani dastlabki holatiga qaytaruvchi maksimal tok qaytish toki deyiladi. Qaytish tokining ishlash tokiga nisbati relening qaytish ko'effitsiyenti deb ataladi (K_k).

5.1.2 Himoyaning ishlash toki I_{XISH} ni aniqlash.

MTH shikastlanishlarda ishonchli bo'lishi kerak. Yuklamaning maksimal toklarida va qisqa davom etuvchi tok sakrashlarida bu himoya ishlamasligi shart.

Parametrlarni tanlash shartlari quyidagicha:

1) Himoyaning tok relesi yuklama tokining maksimal qiymatida harakatga kelishi mumkin emas, Shuning uchun himoyaning ishlash toki eng katta yuklama tokidan katta bo'lishi kerak.

$$I_{XISH} > I_{ISH.MAKS}$$

bu yerda: $I_{ISH.MAKS}$ – himoya qilinayotgan elementdagi maksimal ishchi tok.

I_{XISH} – himoyaning ishlash toki, birlamchi tok.

I_{RI} – relening ishlash toki (ustavka toki), bu ikkilamchi tok hisoblanadi.

2) Qisqa tutashuvda harakatga kelgan tok relelari qisqa tutashuv o'chirilgandan so'ng boshlang'ich holatiga qaytishi zarur.

$$I_q > K_{SMZ} \cdot I_{ISH.MAKS},$$

bu yerda: I_q – relening qaytish toki

K_{SMZ} – o‘z-o‘zini ishga tushirish (samozapusk) koeffitsiyenti

Himoya to‘g‘ri ishlashi uchun I_q qaytish toki shikastlanishdan keyingi maksimal tokdan katta bo‘lishi kerak.

$$I_{шк.макс} = K_{смз} \cdot I_{шш.макс}$$

agar relening qaytish koeffitsiyenti

$$K_{\kappa} = \frac{I_{\kappa}}{I_{пу}}$$

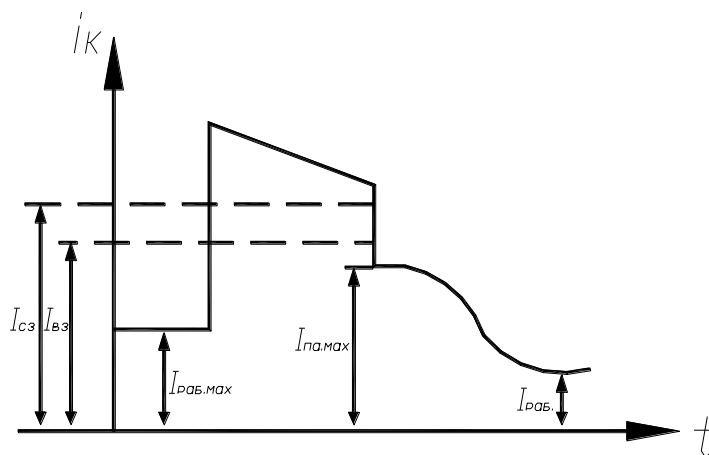
bo‘lsa, unda

$$I_{шш} = \frac{I_{\kappa}}{K_{\kappa}} = \frac{K_3 \cdot K_{смз}}{K_{\kappa}} \cdot I_{шш.макс}$$

bu yerda: K_Z – zaxira koeffitsiyenti, $K_Z=1,1 \div 1,2$

Relening ishlash toki

$$I_{пу} = \frac{K_3 \cdot K_{смз} \cdot K_{сх}}{K_{\epsilon} \cdot n_{ТТ}} \cdot I_{шш.макс}$$



5.4-rasm. Qisqa tutashuvda va u o‘chirilgandan keyin liniyadagi tokning o‘zgarishi

bu yerda

K_{SX} – sxema koeffitsiyenti.

K_Q – qaytish koeffitsiyenti.

n_{TT} – tok transformatorining transformatsiya koeffitsiyenti.

Himoyaning ishlash toki orqali sezgirlik koeffitsiyenti Hisoblanadi.

$$K_{сез} = \frac{I_{к.м.мин}}{I_{шш}}$$

bu yerda:

$I_{к.м.мин}$ – qisqa tutashuv tokining minimal qiymati.

PUE ga asosan bu koeffitsient himoya qilinayotgan zonada $K_{sez} > 1,5$

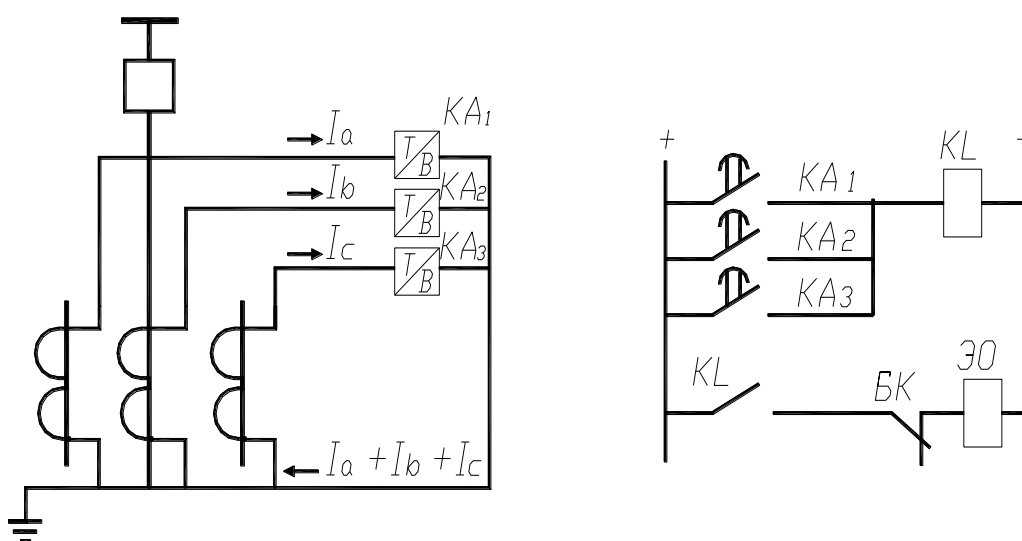
bo‘lishi kerak.

Rezerv zonada esa bu koeffitsient $K_{sez} > 1,2$ ga teng bo‘lishi kerak.

MTH sxemalari sodda va ularni sozlash ham oson. Bu MTH ning asosiy afzalligi hisoblanadi.

MTHning kamchiligi Shundan iboratki, manba yaqinidagi qisqa tutashuv toklarini katta sabr vaqt bilan o‘chiradi.

a) Sabr vaqti tokka bog‘liq MTH. Bu sxemada ishga tushiruvchi organlar funksiyasini, tanlovchanlikni induksion tipidagi rele RT – 80 bajaradi, vaqt relesi, ko‘rsatish relolari ishlatilmaydi. Quyidagi sxemada xuddi Shu rele yordamida bajarilgan himoyaning tok va operativ zanjirlari ko‘rsatilgan:



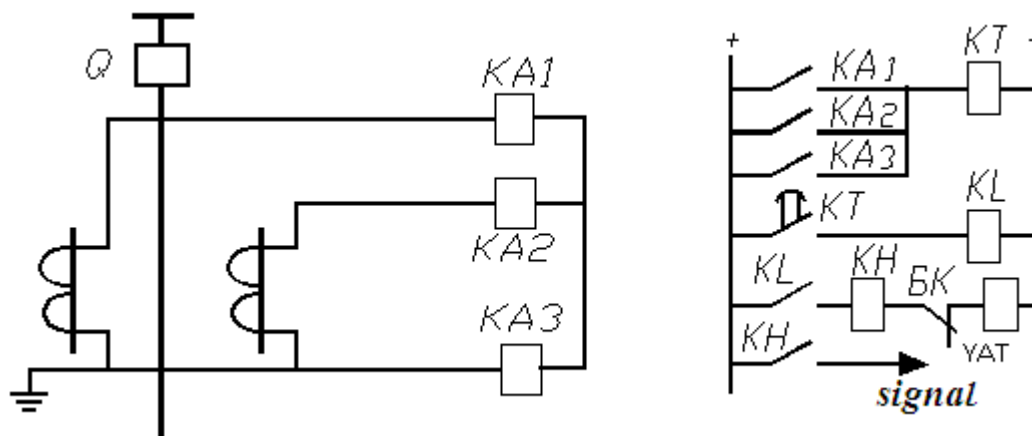
5.5-rasm. Uch fazali sabr vaqti relesining tokga bog‘liqligi

Sxemadagi relolar soni kam. Lekin ularni sozlash qiyinroq amalga oshiriladi. Nol simdagi tok

$$I_n = I_a + I_v + I_s = 3I_0$$

Bu turdagi 3 fazali MTH sxemalari qisqa tutashuvning barcha turlariga ta’siran javob beradi, ammo neytrali izolyatsiyalangan tarmoqlarda 2 faza yerga tutashsa tanlovchanligi susayadi.

b) Ikki fazali sxemalar. Himoya sxemasi to‘liq bo‘lmagan yulduz usulida yig‘iladi. Buning uchun A va S fazalarga ikkita tok transformatorlari TA1 va TA2 o‘rnatiladi va ularning ikkilamchi chulg‘amlariga KA1 va KA2 tok relolarining chulg‘amlari ulanadi. Bu sxemalar TT qo‘yilmagan fazadan boshqa hamma qisqa tutashuvlarga ta’siran javob beradi.



5.6.-rasm. Sabr vaqt rele sinig MTH.

a) Sabr vaqti tokka bog‘liq MTH. himoya elementlarining sxemalari va vazifalari xuddi uch fazali sxemalarnikidek.

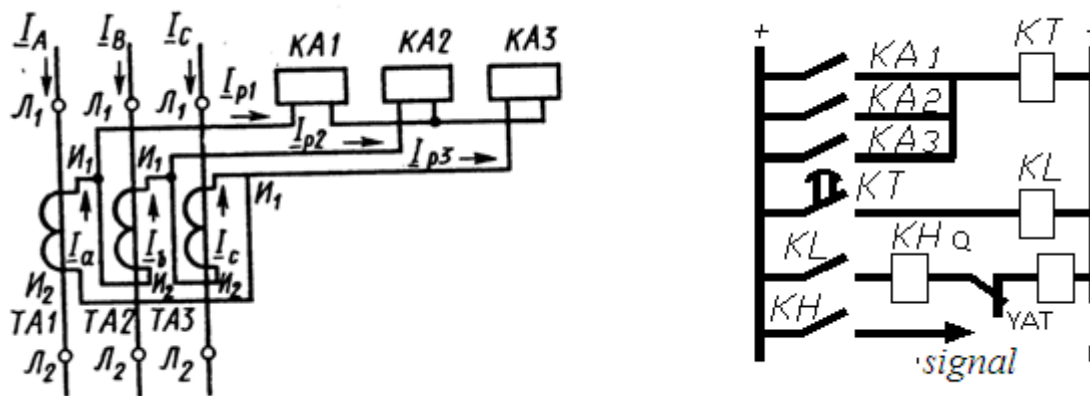
Sxema nol sim bilan yig‘iladi, KA₃ rele faza toklarining yig‘indisiga ulanadi, natijada sezgirlik koeffitsiyenti oshadi.

b) Sabr vaqti tokka bog‘liq bo‘lmagan MTH.

Quyida ko‘rsatilgan sxemada tok relelarining vaqt-tok xarakteristikalari to‘g‘ri chiziqdan iborat. MTH ning sabr vaqti vaqt rele si KT yordamida amalga oshiriladi. Xabar berish rele si KN ham ishlatiladi.

Nol sim bilan yig‘ilgan ikki fazali sxemalar uch fazali sxemalardan arzonroq. Yulduz-uchburchak yoki uchburchak-yulduz usulida ulangan transformatorlardan keyingi ayrim ikki fazali qisqa tutashuvlarda himoyaning sezgirli gi to‘liq yulduz usuliga nisbatan ikki marta kam.

v) **TT ning ikkilamchi chulg‘amlari uchburchak shaklida, relelar esa yulduz usulida ulangan uch fazali sxema.** Bu sxema har bir fazaga o‘rnatilgan uchta tok transformatorlari va uchta tok relolari yordamida bajariladi.



5.7.-rasm. Uch fazali uchta releli sxema.

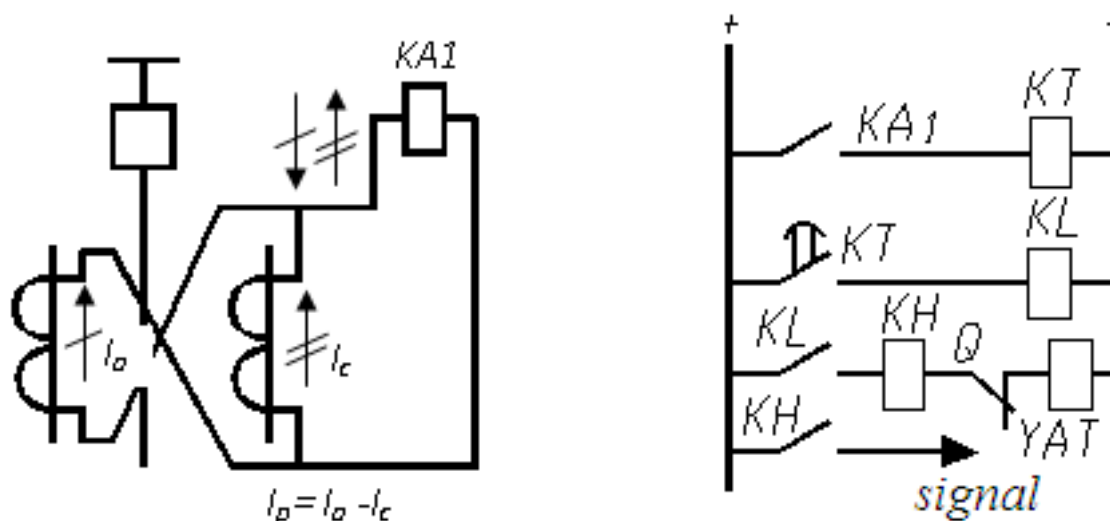
Bunday sxema qisqa tutashuvning hamma turlariga ta'siran javob beradi.

Sxema koeffitsiyenti K_{sx} qisqa tutashuv turiga qarab o'zgaradi.

5.1-jadval

Q.T Turi	Shikastlangan faza	Fazadagi toklar	Reledagi toklar		
			I $I_A - I_V$	II $I_V - I_S$	III $I_C - I_A$
ikki fazali	A, V	$I_V = -I_A$; $I_C = 0$	$2I_A$	I_V	$-I_A$
	V, S	$I_C = -I_V$; $I_A = 0$	$-I_V$	$2I_V$	I_C
	S, A	$I_V = 0$; $I_A = -I_S$	I_A	$-I_S$	$2I_V$
bir fazali	A	$I_A = I_Q$	I_A	0	$-I_A$
	V	$I_V = I_Q$	$-I_V$	I_V	0
	S	$I_C = I_Q$	0	$-I_S$	I_C

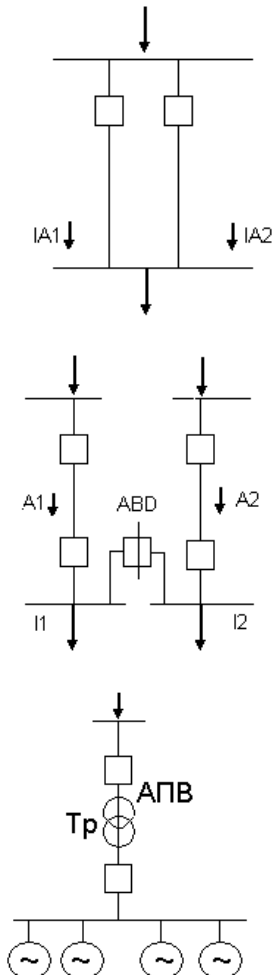
g) **Ikki fazali bitta releli sxema.** Sxema A va S fazalarga o'rnatilgan ikkita tok transformator va ularning ikkilamchi chulg'amidan o'tuvchi toklarning ayirmasiga ulangan bitta tok relesi KA1 yordamida yig'iladi. Quyida keltirilgan sxemaning tok zanjirida reledan o'tayotgan toklarning yo'nalishlari ko'rsatilgan. Bu sxema neytral nuqtasi yerga ulanmagan tarmoqlarda fazalararo qisqa tutashuvlardan himoya qilish uchun ishlatiladi.



5.8.-rasm. Toklar ayirmasiga ulangan releli sxema.

Sxemaning koefitsiyenti K_{sx} qisqa tutashuvning turiga bog‘liq. Chulg‘amlari yulduz – uchburchak usulida ulangan transformatorlardan keyin bo‘ladigan ikki fazali qisqa tutashuvlarni sxema sezmasligi mumkin. Sxema arzon va sodda bo‘lganligi uchun keng qo‘llaniladi.

MTH da himoyaning ish toki $I_{ish.maks}$ ni aniqlash.



a) parallel liniyalarda:

Liniya L1 (L2) o‘chirilganda L2 (L1) liniyada Yuklama ikki marta ortadi. Shuning uchun

$$I_{ush.maks.} = 2I_l = I_{yok}$$

b) Zaxiradagi manbani avtomatik ulaydigan (AVR

li) sxemalarda $I_{ush.maks.} = I_1 + I_2$

d) bir necha motorli liniyalarda:

Avtomatik qayta ulash (APV) qo‘llanilgan liniyalarda elektr motorlarning o‘z – o‘zidan ishga tushishlarini hisobga olish zarur.

Buning uchun koefitsient K_{smz} – aniqlanadi.

$$K_{cm} = \frac{I_{yn}}{I_{tr.nom} x_y^*} = \frac{1}{S_{tr.nom}}$$

bu yerda:

I_{yn} – ishga tushirish toklari yig‘indisi;

$I_{tr.nom}$ – transformatorning nominal toki;

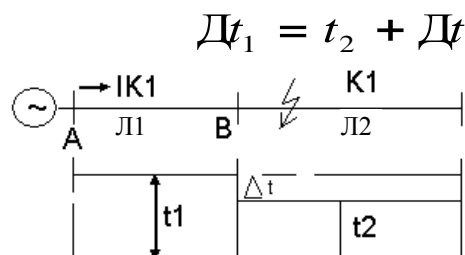
x_y^* – motorlarning qarshiliklari yig‘indisi;

$S_{tr.nom}$ – transformatorning nominal quvvati.

Sabr vaqtini tanlash.

Sabr vaqti pog‘ona prinsipiga asosan tanlanadi. Tanlov manbadan eng uzoq joylashgan elementdan boshlanadi, manbaga yaqinlashgan sari sabr vaqti pog‘onasi Δt qo‘shib boriladi.

Liniya L1 dagi himoyaning sabr vaqti



5.10-rasm.Sabr vaqtini pog‘onali prinsipda tanlash.

Liniya L2 dagi himoyaning sabr vaqti

$$t_2 = t_{xamo(2)} + t_{x(2)} + t_{yup(2)}, \text{ dan iborat}$$

Ya`ni bu yerda:

$t_{xamo(2)}$ – bo‘lishi mumkin xatolik vaqti.

$t_{x(2)}$ – himoyaning ishlash vaqti.

$t_{yup(2)}$ – o‘chiruvchi asbobning ishlash vaqti.

$$t_1 > t_2$$

$$t_1 = t_{xamo(1)} + t_2 + t_{yup(1)} + \Delta t$$

PUE ga asosan $t_{xamo} = 0.25 \text{cek}$

$\Delta t = 0.35 \div 0.6 \text{cek}$ (tokka bog‘liq bo‘lmagan hol uchun).

$\Delta t = 0.6 \div 1 \text{cek}$ (bog‘liq bo‘lgan hol uchun).

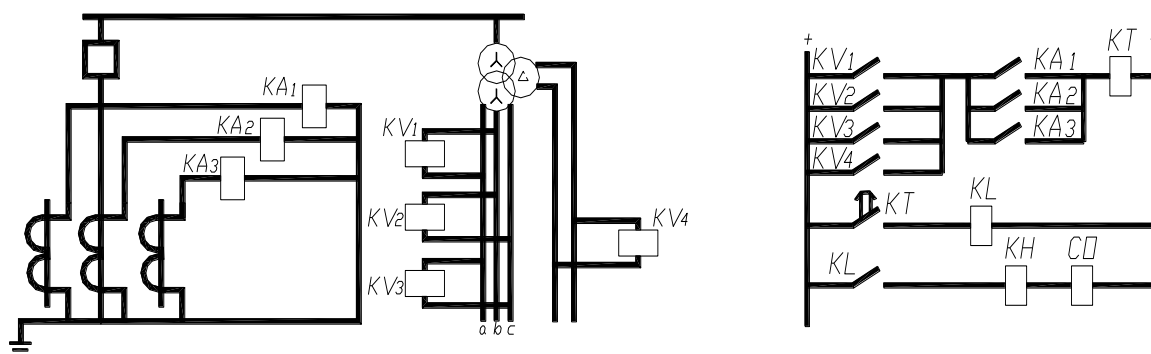
Nazorat savollari:

1. Tokli himoyalarning turlari qanday?
2. Maksimal tokli himoya ishlash tokini aniqlang.
3. Himoyaning sabr vaqtini toping.
4. MTH sxemalari qo‘rsating.

5.2 Kuchlanish bo‘yicha ishga tushuvchi MTH

Qisqa vaqt davom etadigan (masalan asinxron motorlarning ishga tushuvi) katta toklar MTH ni qo‘pollashuviga olib keladi.

Qisqa tutashuv tokini qo‘shimcha yuklanish toklaridan farqi kuchlanishning pasayishida ko‘rinadi. Ana Shu farq asosida kuchlanish bo‘yicha ishga tushuvchi MTH sxemalari bajariladi.



5.11.-rasm. Kuchlanish bo‘yicha ishga tushuvchi MTH

KA₁, KA₂, KA₃, - tok relelari (maksimal relelar)

KV₁, KV₂, KV₃ – kuchlanish relelari (minimal relelar)

KV₄ – kuchlanish rele si ochiq uchburchakka ulangan bo‘lib, bir fazali qisqa tutashuvlarda U₀ ga qarab ishlaydi (maksimal relelar)

O‘ta yuklanishlardagi katta toklar ta’sirida tok relelarining kontaktlari ulanib qolsa ham, kuchlanish relelarining sozlangan ustavkasi himoyani ishga tushishiga yo‘l qo‘ymaydi. Faqat qisqa tutashuv natijasida kuchlanish pasayganda KV lar ishlaydi, KT ning zanjiri operativ manbaga ulanadi, KT ning kontaktlari ma’lum bir vaqtda so‘ng KL ning zanjirini ulaydi, KL kontaktini ishlashi o‘chiruvchi chulg‘am YAT ning ulanishiga olib keladi.

Buning natijasida o‘chirgich yordamida liniya tarmoqdan uziladi.

Neytrali (betaraf nuqtasi) yerga ulanmagan tarmoqlarda sxema 2 fazali qilib bajariladi, KV₄ – rele ishlatilmaydi, himoya faqat fazalararo tutashuvlarda ish beradi.

Himoya parametrlari.

Himoyaning ishlash toki yuklama tokiga bog‘liq holda aniqlanadi.

$$I_{uuu} = \frac{K_3}{K_\kappa} \cdot I_{\text{юк}}$$

$$I_{\text{ish.maks}} = (1,5 \div 2) I_{\text{yuk}};$$

bu yerda:

I_{yuk} – uzoq vaqt davom etadigan yuklama toki.

Himoyaning ishlash kuchlanishi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$U_{c3} = \frac{U_{\text{uuu.min}}}{K_3 \cdot K_\kappa};$$

K_Z – zaxira koefitsiyenti, K_Z=1,1÷1,2

Himoyani ishga tushiruvchi shartlar:

1) $U_{ri} < U_{\text{ish.min}}$

2) $U_{\text{qay}} < U_{\text{ish.min}}$

Qaytish koefitsiyenti

$$K_{\text{кай}} = \frac{U_{\text{кай}}}{U_{\text{uuu}}};$$

Relening ish kuchlanishi

$$U_{cp} = \frac{U_{\text{uuu.min}}}{K_3 \cdot K_\kappa \cdot n_T};$$

U_{uuu.min} - nominal kuchlanishning 5÷10 foiziga teng.

Sezgirlik koefitsiyenti

$$K_{cez} = \frac{U_{uu}}{U_{\kappa.max}} \geq 1,5 \quad \text{ga teng bo'lish kerak}$$

Bu yerda $U_{\kappa.max}$ - qisqa tutashuvdagi kuchlanish miqdori.

Bunday sxema o'rta va kichik uzunlikdagi liniyalarni himoya qilishda ishlatiladi.

KV_4 – maksimal kuchlanish relesi bo'lib, faqat bir fazali yoki 2 faza yer bilan tutashuvda hosil bo'lgan kuchlanishga qarab ishlaydi.

Normal rejimda $U_0=0$.

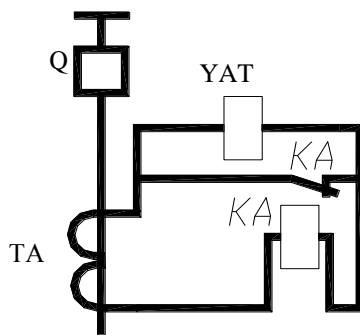
Bunday MTH faqat qisqa tutashuv toklari paydo bo'lganda ishga tushadi, o'ta yuklanish toklarida esa ishga tushmaydi.

Shuning uchun kuchlanish bo'yicha ishga tushuvchi MTH shikastlanish hodisalari extimoli ko'p bo'lgan liniyalarda, oddiy MTHning sezgirligi yetishmagani uchun qo'llaniladi.

5.3 O'zgaruvchan operativ tokli MTH

Bu turdagi himoyalar asosan uch xil sxemadan iborat:

- 1) Himoya ishlaganda o'chiruvchi elektromagnitni Shuntidan ozod qiluvchi prinsipli;
- 2) Ta'minlovchi bloklardan ishlovchi;
- 3) Zaryadlangan kondensatorlardan ta'minlanuvchi.

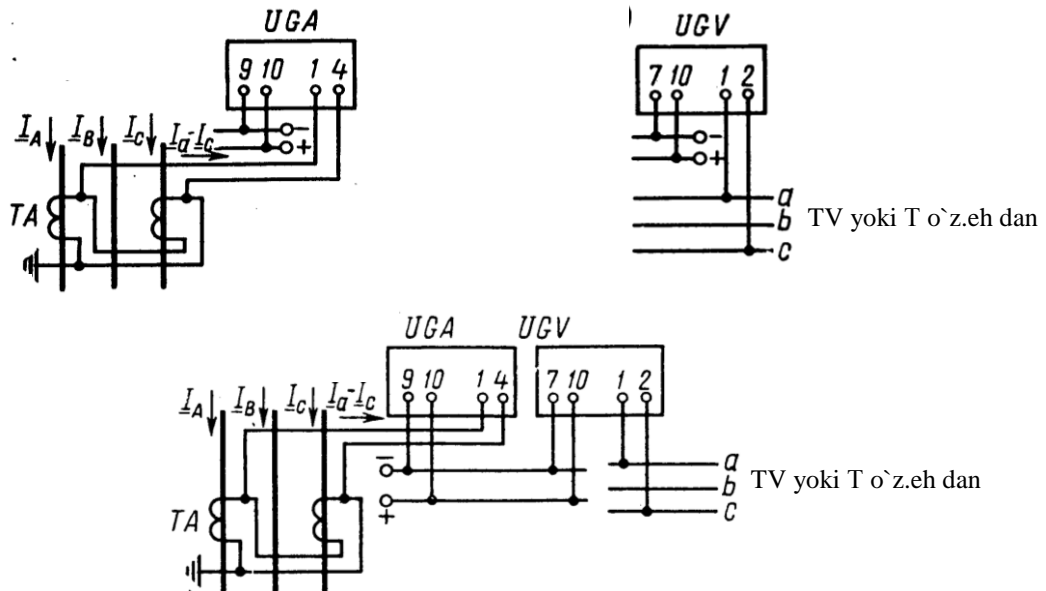


5.12-rasm. Shuntli MTH sxemasi

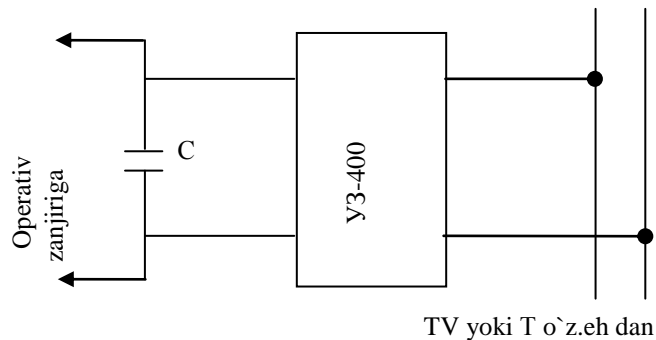
Normal holatda o'chiruvchi elektromagnit zanjirida tok yo'q, chunki tok relesining kontakti KA o'chiruvchi elektromagnit YAT ni shuntlaydi. Himoya ishlab, KA ning kontaktlari ochiladi, YAT TA ga ulanib qoladi. Natijada Q zanjirni uzadi. Bunday sxemalar o'chiruvchi elektromagniti kam quvvatli bo'lgan o'chirgichlarda keng qo'llaniladi.

O'zgaruvchan tokni to'g'rilash uchun maxsus bloklar ishlatiladi. Ular odatda tok va kuchlanish transformatorlari, o'z ehtiyoji transformatorlariga (TSN) ulanadi. Blok UGA tok transformatorlariga ulanadi; blok UGV

kuchlanish transformatorlariga yoki TSN ga ulanadi. Releli himoya va avtovatikaning tok zanjirlari bloklar ulangan tok va kuchlanish transformatorlarining zanjirlariga ulanmaydi. Bloklarni alohida va birga ishlatish mumkin. Bloklar tez to'yinuvchi tok transformatoridan va ikki yarim davrlik to'g'irlagichlardan iborat. 5.13-rasmda bloklarning ulanish usullari ko'rsatilgan.



5.13.-rasm. Ta'minlovchi bloklar sxemalari.



TV yoki T o'z.eh dan

5.14.-rasm. Operativ zanjirni kondensator energiyasidan ta'minlash

UGA 2ta fazaning ayirmasiga ulangan. Bu sxema betaraf nuqtasi izolyatsiyalangan tarmoqda qo'llaniladi, lekin chulg'amlari Y/ Δ usulida ulangan transformator orqasida bo'ladigan qisqa tutashuvlarda ishlamaydi.

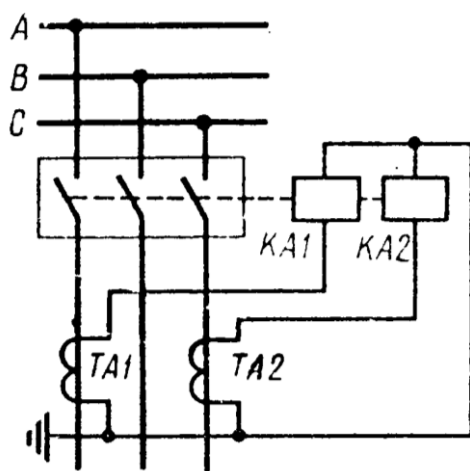
5.14.-rasmda operativ zanjir S kondensatorda yig'ilgan energiya hisobidan ta'minlangan. Kondensator S zaryadlovchi va ta'minlovchi qurilmaga (UZ-400) ulangan, qurilma esa TV (yoki TSN) ga ulangan.

Kondensatorlarda yigʻiladigan energiya nisbatan kichik boʻlgani uchun YAT ga qisqa vaqtli impuls yuborish mumkin, shuning uchun YAT zanjirida yordamchi blok–kontakt oʻrnatilmaydi.

Bunday sxemalar TT dan uzatilayotgan quvvat shuntli sxemalarning ishlashi uchun kamlik qilganda, podstansiyalarda kuchlanishi va tok yoʻq vaqtida, minimal kuchlanishli himoya sxemalarida ishlatiladi.

Birlamchi releli MTH. Kuchlanishi 6-10 kV li tarmoqlarda birlamchi releli MTH sxemalari qoʻllaniladi.

Birlamchi relelar oʻchirgichning yuritmasiga joylashtiriladi. Bu sxemalar shuning uchun sodda va arzon hisoblanadi, bir tomonlama taʼminlanadigan sxemalarda yuqori tanlovchanlikka erishish mumkin.



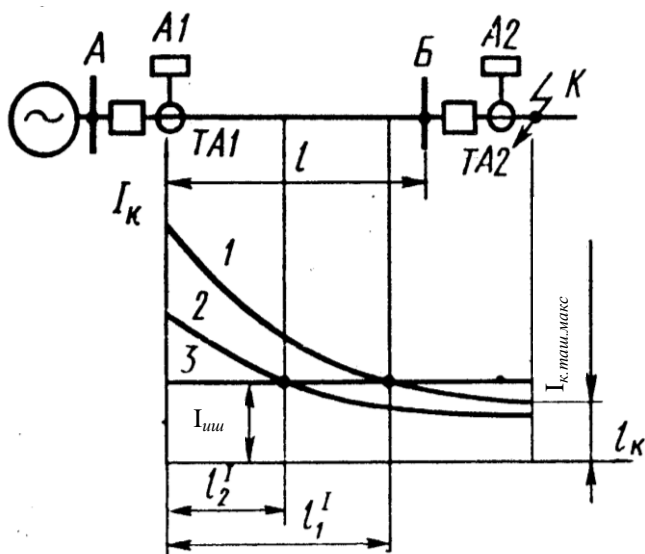
5.16.-rasm. Birlamchi releli MTH

Manba yaqinida sabr vaqti kattalashgani uchun koʻp shoxobchalik tarmoqlarda sezgirlik etarli darajada emas. 5.16.-rasmda birlamchi releli MTH sxemasi koʻrsatilgan. Birlamchi relening ishlash prinsipi avvalgi boblarda yoritilgan (1.7b-rasm). Relening chulgʻamlari ishlash tokida katta quvvat isteʼmol qiladi. Tok transformatorining aniqlik sinfi relening ishlash tokiga qarab moslanadi.

Nazorat savollari:

1. Kuchlanish boʻyicha ishga tushuvchi MTH afzalliklari.
2. Oʻzgaruvchan operativ tokli MTH qayerda ishlatiladi?
3. Oʻzgaruvchan operativ tok manbalari.
4. Birlamchi releli MTH sxemasi.

5.4. Tokli kesim



5.17-rasm. Sabr vaqtsiz tokli kesimning ish zonasi

Tokli kesim (TK) tezkor tokli himoya hisoblanadi, tanlovchanligi himoyalananayotgan qismning oxiridagi eng katta tokka bog‘liq bo‘ladi. TK faqat yaqin bo‘lgan qisqa tutashuvlarda ishlaydi, yordamchi himoya hisoblanadi.

TK barcha havo liniyalarida, kichik quvvatli (1600 kVA gacha) transformatorlarda o‘rnatiladi.

TK sabr vaqtli va sabr vaqtsiz qilib bajariladi.

TK ning ta‘sir zonasi liniya uzunligining bir qismini tashkil etadi va tizimning ish rejimiga

bog‘liq ravishda o‘zgarib turadi.

TK ning ishlash toki quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{uu.m\kappa} = K_u \cdot I_{km.max}$$

bu yerda: K_u – ishonchlilik koeffitsiyenti,

$I_{kt.maks}$ – himoya qilinayotgan elementning oxiridagi qisqa tutashuv toki.

$$K_I = 1,2 \div 1,3 \text{ (RT – 40 uchun)}$$

$$K_I = 1,5 \text{ (RT – 80 uchun)}$$

5.17.-rasmda qisqa tutashuv tokining liniya masofasiga bog‘liq grafigi ko‘rsatilgan

1- maksimal rejim uchun, 2-minimal rejim uchun, 3- himoyani ishlash toki.

l_1^I – tokli kesimning maksimal rejimdagi ish zonasi

l_2^I – tokli kesimning minimal rejimdagi ish zonasi.

PUE bo‘yicha TK ta‘sir zonasi liniyaning 20% ni tashkil etsagina qo‘llaniladi.

Qisqa tutashuv toki I_{QT} shikastlanish joyigacha bo‘lgan qarshilikning miqdoriga bog‘liq, Chunki

$$I_{\kappa.m} = \frac{E_c}{X_c + X_l} = \frac{E_c}{X_c + X_{0l}} ;$$

TK quyidagi shart bajarilgandagina ishlaydi.

$$I_{uu.m\kappa} < I_{km.}$$

TK nisbatan uzun bo'lgan liniyalarda qo'llaniladi, shu yo'l orqali MTH ning asosiy kamchiligi hisob manba yaqinidagi qisqa tutashuv tokini katta sabr vaqti bilan o'chirishi yo'qotiladi.

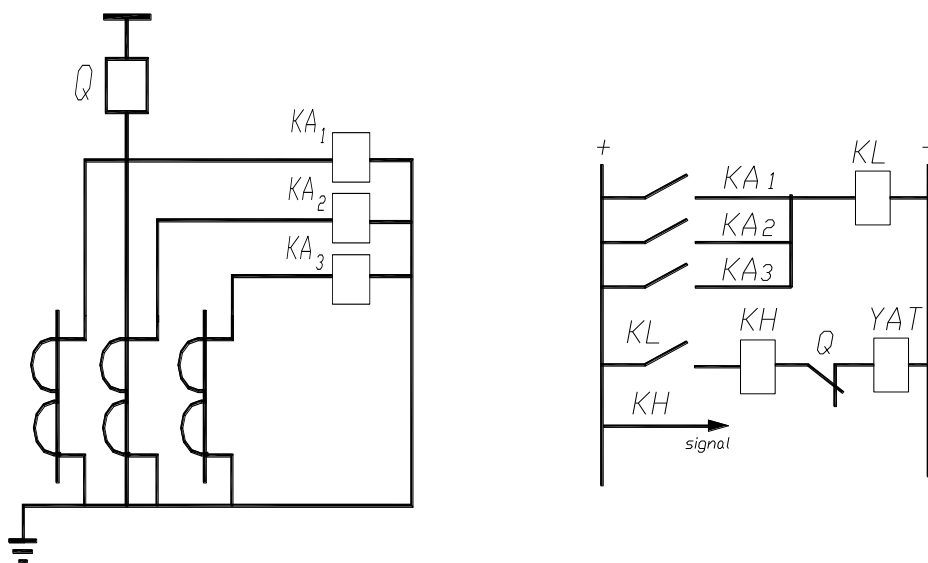
TK ning ta'sir zonasini qo'yidagacha aniqlash mumkin:

$$X_{m\kappa\%} = \frac{100}{X_L} \left(\frac{E_c}{I_{uu.m\kappa}} - X_c \right);$$

bu yerda: X_L – liniyanig qarshiligi.

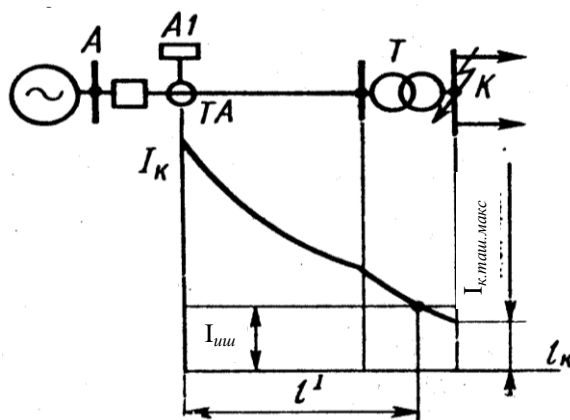
X_S – sistemaning qarshiligi.

Betaraf nuqtaning holatiga qarab 3 fazali va 2 fazali sxemalar ishlatiladi.



5.18.-rasm. Tokli kesimning uch fazali sxemasi.

Liniya bilan transformator blokli ravishda ishlasa, u holda TK transformatoridan keyin bo'ladigan qisqa tutashuv tokiga qarab sozlanadi



5.19-rasm. Liniya-transformator blokida TK.

Bunda liniyani butunlay himoya qilish imkoniyati tug‘iladi.

$$I_{uu.m.k.1} = (1,1 \div 1,2) I_{uu.mp};$$

$I_{uu.mp}$ - transformatorni himoya qiluvchi tok.

TK ning ta’sir zonasini uzaytirish uchun tanlovchan bo‘lmagan kesim himoyasi qo‘llaniladi. Bu himoya avtomat qurilmalari bilan birga ishlatilganda tanlovchanlik to‘g‘rilanadi.

Masalan, K nuqtadagi qisqa tutashuvda (5.19.-rasm) himoya transformatorni ham o‘chiradi, lekin APV yordamida transformator qayta ishga tushadi.

Transformatorlarning soni ko‘p bo‘lsa, shikastlanganini o‘chirilib, liniya yana qayta tiklanadi. Tezkor TK ning asosiy ahamiyati katta qiymatli toklarni qisqa vaqtda o‘chirishidan iborat.

Tezkor TK ning asosiy kamchiligi ta’sir zonasi liniyaning bir qismini tashkil etishidir.

Liniyani butunlay himoya qilish uchun sabr vaqtli TK qo‘llaniladi. Bu himoyaning ta’sir zonasi va sabr vaqti tezkor TK ta’sir zonasi bilan muvofiqlashtiriladi.

$$I_{uuut} = K_u \cdot I_{uuuo}; \quad K_u = 1,1 \div 1,2$$

bu yerda I_{uuut} - sabr vaqtli TK ning ishlash toki.

I_{uuuo} - tezkor TK ning ishlash toki.

Ta’sir zonasi grafik orqali aniqlanadi.

$$t_{xt} = t_{xo} + \Delta t; \quad \Delta t = 0,3 \div 0,6 \text{ s}$$

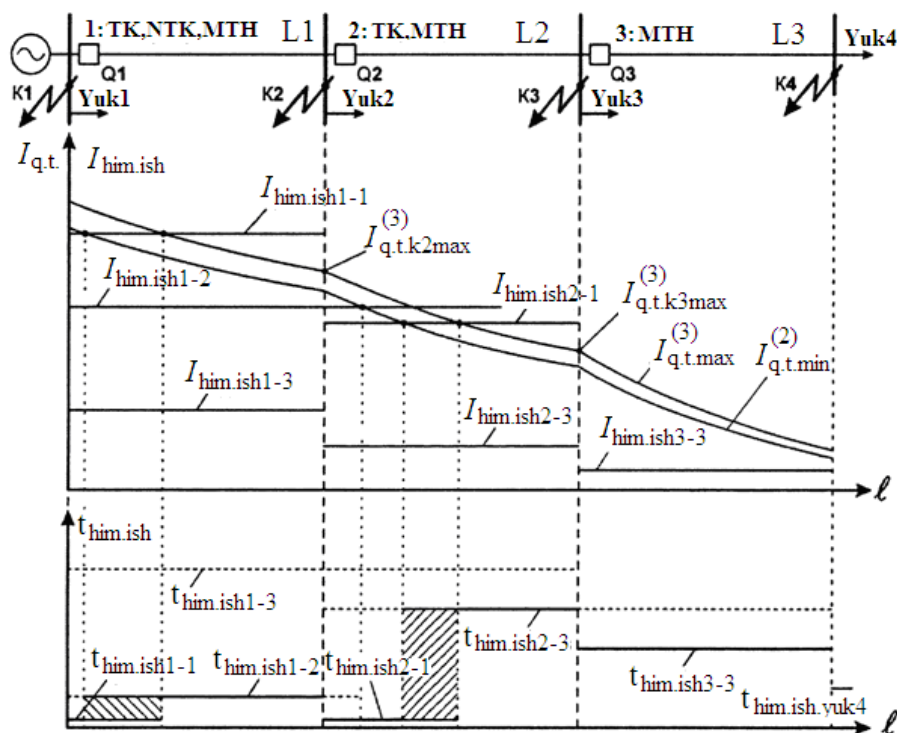
5.5 Uch pog‘onali tokli himoyalari

Elektr tarmoqlarini shikastlanishlardan ishonchli himoyalash uchun ko‘pgina hollarda bir turdagi himoyani qo‘llash yetarli bo‘lmaydi. Tokli himoyalari shikastlanishlarni tezda topsada, lekin himoyalananayotgan qo‘rilmaning ohirda sezgirlikka ega bo‘lmaydi. MTH yetarli darajada ishlash zonaga ega bo‘lsada, lekin ularni katta sabr vaqt orqali bajarishga to‘g‘ri keladi. Bu esa tarmoqning bosh qismlarida tezkor ishlash talab qilinishini ta’minlab bera olmaydi. Ushbu holda har xil turdagi himoyalarning afzalliklaridan samarali foydalanish uchun ularni bitta kompleksga birlashtirishadi.

Bulardan eng ko‘p tarqalgani uch pog‘onali tokli himoyalari hisoblanadi. Birinchi pog‘ona sifatida sabr vaqtsiz tokli kesim (tanlovchan tokli kesim) qo‘llaniladi. Ikkichi pog‘ona sifatida – sabr vaqtli tokli kesim

(notanlovchan tokli kesim) qo‘llaniladi. Uchinchi pog‘ona sifatida MTH qo‘llaniladi.

Uch pog‘onali tokli himoyalar to‘liq bo‘lmagan bo‘lishi mumkin. Masalan, bosh liniyada L1 (5.20 – rasm) qoidaga ko‘ra barcha uchta pog‘ona o‘rnatiladi. Tarmoqning bosh qismiga yondosh liniyalarda (L2) ko‘pincha ikkita pog‘ona qo‘llaniladi: birinchi va uchinchi pog‘ona. Tarmoqning manbadan uzoqda bo‘lgan qurilmalarida (L3 liniya) odatda faqatgina MTH ning o‘zi yetarli hisoblanadi.



5.20 – rasm. Uch pog‘onali tokli himoyali tarmoq sxemasi va mos holda qisqa tutashuvlar hamda vaqtlar diagrammasi

Hisoblashlarni manbadan uzoqda bo‘lgan liniyadan boshlash maqsadga muvofiqdir (L3). Uchinchi himoyaning uchinchi pog‘onasidagi ishlash toki quyidagicha topiladi:

$$I_{him.ish3-3} = \frac{k_z}{k_{qay}} \cdot I_{uz.ish L3} = \frac{k_z \cdot k_{uz.ish L3}}{k_{qay}} \cdot I_{ish.max L3},$$

bu yerda $I_{uz.ish L3}$ va $I_{ish.max L3}$ - mos holda liniyadagi (L3) avariya dan keyingi o‘z – o‘zini ishga tushirish toki va normal holatdagi ishchi tokning maksimal qiymati;

k_z - zaxira koeffitsiyenti (sabr vaqtli himoyalar uchun);

k_{qay} - qaytish koeffitsiyenti;

$k_{uz.ish L3}$ - liniya (L3) uchun o‘z – o‘zini ishga tushirish koeffitsiyenti.

3 – himoyaning uchinchi pog‘onasining sabr vaqti quyidagicha:

$$t_{him.ish3-3} = t_{him.ish.yuk4} + \Delta t ,$$

bu yerda $t_{him.ish.yuk4}$ - yuklama himoyasining maksimal ishlash vaqti;

Δt - tanlovchanlik pog‘onasi.

Birinchi va ikkinchi liniyalarning MTH sining ishlash parametrlari shu singari aniqlanadi:

$$I_{him.ish2-3} = \frac{k_z}{k_{qay}} \cdot I_{uz.ish.L2} = \frac{k_z \cdot k_{uz.ish.L2}}{k_{qay}} \cdot I_{ish.max.L2} ,$$

$$t_{him.ish2-3} = \max(t_{him.ish3-3}, t_{him.ish.yuk3}) + \Delta t ,$$

$$I_{him.ish1-3} = \frac{k_z}{k_{qay}} \cdot I_{uz.ish.L1} = \frac{k_z \cdot k_{uz.ish.L1}}{k_{qay}} \cdot I_{ish.max.L1} ,$$

$$t_{him.ish1-3} = \max(t_{him.ish2-3}, t_{him.ish.yuk2}) + \Delta t .$$

Ikkinchi liniyaning birinchi pog‘onasining ishlash toki quyidagicha:

$$I_{him.ish2-1} = k_z \cdot I_{q.t.max}^{(3)} ,$$

bu yerda k_z - zaxira koefitsiyenti (sabr vaqtsiz himoyalar uchun);

$I_{q.t.max}^{(3)}$ - liniyaning oxiridagi uch fazali qisqa tutashuv tokining maksimal qiymati.

Xuddi shunday birinchi himoyaning birinchi pog‘onasining ishlash toki aniqlanadi:

$$I_{him.ish1-1} = k_z \cdot I_{q.t.K2max} .$$

Birinchi himoyaning ikkinchi pog‘onasining ishlash toki ikkinchi liniyaning birinchi pog‘onasining ishlash tokidan rostdash kerak:

$$I_{him.ish1-2} = k_{z1-2} \cdot I_{him.ish2-1} = k_{z1-2} \cdot k_{z2-1} \cdot I_{q.t.K3max}^{(3)} ,$$

bu yerda k_{z1-2} va k_{z2-1} - mos holda birinchi liniyaning ikkinchi pog‘onasining tok bo‘yicha zaxira koefitsiyenti va ikkinchi liniyaning birinchi pog‘onasining tok bo‘yicha zaxira koefitsiyenti; umumiy holda ushbu koefitsientlarning qiymatlari har xil, chunki birinchi pog‘onaning himoyasi sabr vaqtga ega emas.

Birinchi himoyaning (L1) ikkinchi pog‘onasi vaqt bo‘yicha qo‘shni tutashmalarning (L2 liniya) tezkor himoyalarning vaqtlaridan (umumiy ishlash hududida) sozlanishi lozim:

$$t_{him.ish1-2} = t_{him.ish2-1} + \Delta t ,$$

bu yerda $t_{him.ish1-2}$ - ikkinchi himoyaning birinchi pog‘onasining ishlash vaqti.

Alohida pogʻonalarning relelarini ishlash toki quyidagicha topiladi:

$$I_{rele.ish} = \frac{k_{sx}}{k_{tt}} \cdot I_{him.ish},$$

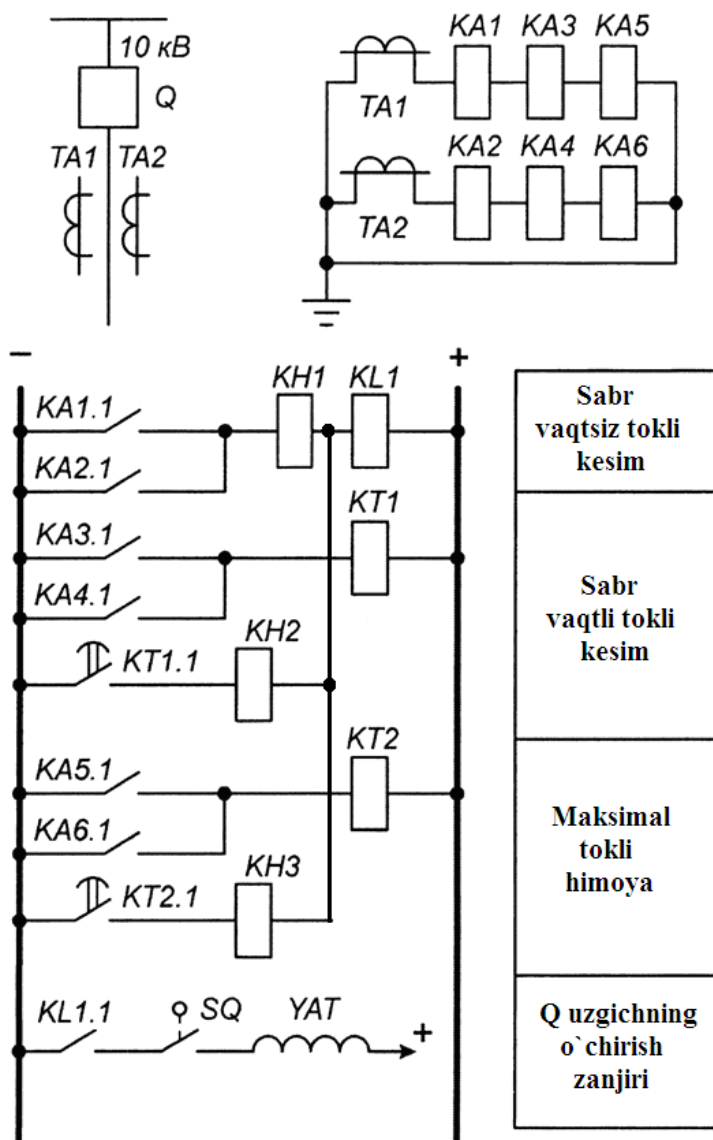
bu yerda $I_{him.ish}$ - himoyaning mos pogʻonasidagi birlamchi ishlash toki;

k_{sx} - sxema koeffitsiyenti;

k_{tt} - himoya tok transformatorining transformatsiya koeffitsiyenti.

10 kV li liniyalarning uch pogʻonali tokli himoyasining bazaviy sxemasi 5.21 – rasmda keltirilgan.

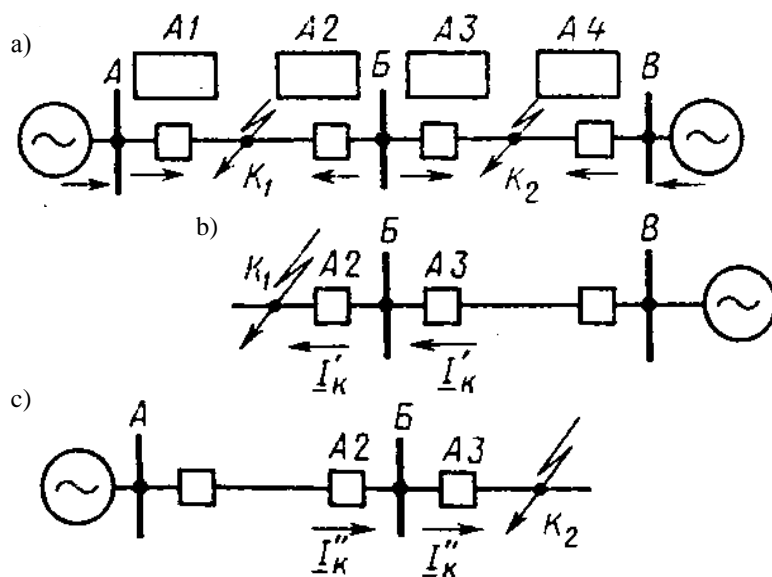
Himoyaning birinchi pogʻonasining sezgirligi uning ishchi zonasining uzunligi boʻyicha baholanadi. Ishlash zonasi qoidaga koʻra grafiklar orqali aniqlanadi.



5.21 – rasm. Pogʻonali tokli himoya sxemasi.

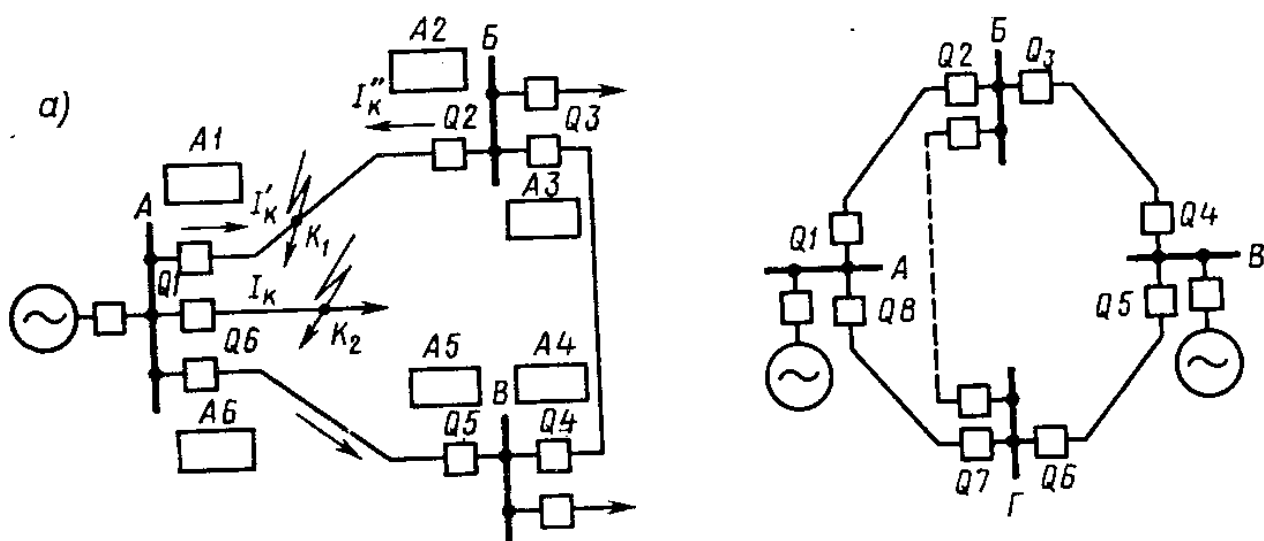
5.6 Yo‘naltirilgan himoyalar.

Qisqa tutashuv quvvatining yo‘nalishiga bog‘liq bo‘lgan himoyalar yo‘naltirilgan himoyalar deyiladi. Ikki tomondan ta‘minlangan liniyalarda MTH ning tanlovchanligi talabga javob bermaydi.



5.22-rasm. Himoyaning har xil tarmoqda joylashishi

Shuning uchun bunday liniyalarda yo‘naltirilgan MTH qo‘llaniladi. Bu xildagi MTH da quvvat yo‘nalishiga qarab ishlaydigan yordamchi organ - quvvat relesi KW ishtirok etadi.



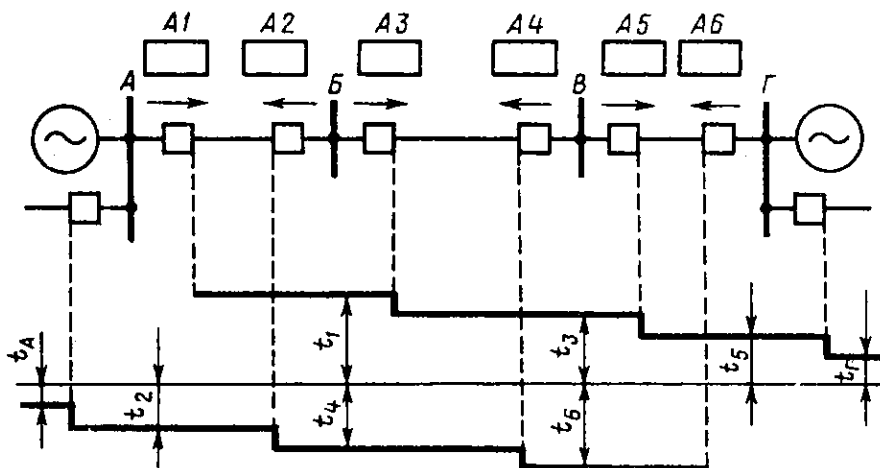
5.23-rasm. Yo‘naltirilgan himoyaning berk zanjirda joylashishi

Ikki tomondan ta'minlangan tarmoqlarda, berk zanjirli tarmoqlarda qisqa tutashuv toki va quvvati qisqa tutashuvning joyiga bog'liq.

Quvvat shinadan liniya tomonga oqqanda yordamchi organ quvvat yo'nalishiga qarab himoyani ishlashga ruxsat beradi.

Masalan, K2 nuqtadagi qisqa tutashuvda 1, 3-himoya ishga tushadi. Tanlovchanlik bir tomonga yo'naltirilgan.

Himoyalarning sabr vaqti pog'onalik prinsipi bo'yicha tanlanadi. Buning uchun himoya har bir liniyaning 2 tomoniga o'rnatiladi.



5.24-rasm. Yunaltilgan tokli himoyaning sabr vaqtini tanlash

Sxemalar 3 fazali, 2 fazali, operativ tok manbasi o'zgarmas va o'zgaruvchan bo'lishi mumkin (5.24.-rasm).

Bu sxemada ishga tushuruvchi organ – tok relesi KA, yo'nalishiga qaraydigan – quvvat relesi KW, sabr vaqti hosil qilish uchun KT relesi ishlatiladi..

Himoyalananayotgan liniyada qisqa tutashuv sodir bo'lsa, KA va KW relelar kontaktlarini qo'shib KT ni ishga tushiradi. Ma'lum bir sabr vaqtdan keyin YAT ulanadi, liniya o'chiriladi. Quvvat shinaga yo'nalganda KW ning kontaktlari uzilib himoyani ishlashga qo'ymaydi. Normal rejimda KW ning kontaktlari qo'shilsa ham KA ning ochiq kontaktlari himoyani ishlatmaydi.

$$S_p = U_p \cdot I_p \cdot \sin \Psi = I_p \cdot U_p \cdot \sin(\alpha - \varphi_p)$$

Quvvat relesi KW faza tokiga ulanadi, kuchlanish faza yoki fazalararo bo'lishi mumkin.

Ulanish sxemasi quvvat relesi KW ni barcha holatlarda ishlashini ta'minlashi kerak.

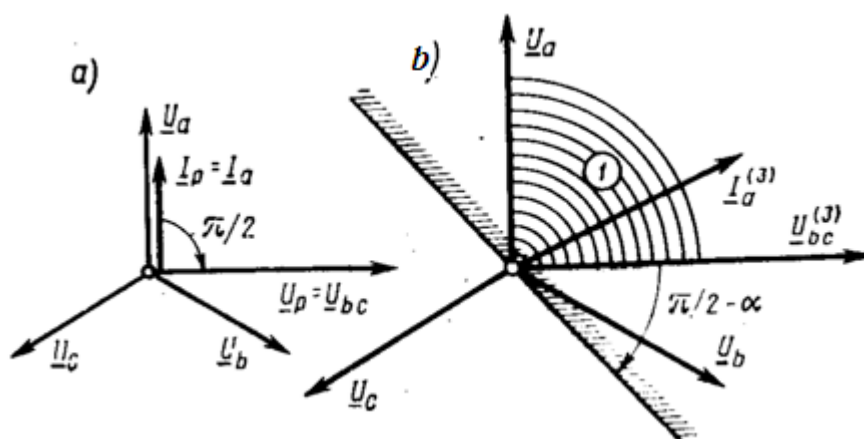
Sxemalarni 90° va 30° lik turlari mavjud.

Quyidagi jadvalda 90^0 lik sxema uchun tok va kuchlanishning mos kelishi keltirilgan.

5.2. – jadval

Rele	Tok I_R	Kuchlanish U_R
I (KW ₁)	I_A	U_{VS}
II (KW ₂)	I_V	U_{SA}
III (KW ₃)	I_C	U_{AV}

90^0 – sxema odatda ichki burchagi $\alpha=45^0$ ga teng bo‘lgan aralash tipdagi relelar uchun o‘rinli hisoblanadi. Bunday sxemalar keng tarqalgan bo‘lib, aralash tipdagi relelarning namunaviy ulanish sxemasi hisoblanadi.



5.25-rasm. Quvvat relesini 90^0 li sxema bo‘yicha ulanishdagi vektor diagramma

Bu sxema qisqa tutashuvning barcha turlarida ishga tushadi. «O‘lik zona» faqat uch fazali qisqa tutashuvlarda uchraydi. Himoyani noto‘g‘ri ishlashini oldini olish uchun faza bo‘yicha ishga tushirish amalga oshiriladi. himoyaning ishlash toki uchinchi pog‘onada shikaslanmagan fazadagi tokka qarab sozlanadi. Bu esa sezgirlikning kamayishiga olib keladi, chunki neytrali yerga ulangan tarmoqlarda yerga ulanadigan qisqa tutashuv sodir bo‘lsa, qisqa tutashuv toki yuklama toki va shikastlanish tokining yig‘indisiga teng bo‘ladi.

Aslida yo‘naltirilgan himoyalar quvvat yo‘nalishiga bog‘liq bo‘lgan

holda ishlovchi organli oddiy himoyalardan tashkil topgan. 35 kVli taqsimlovchi tarmoqlarda himoya ikki fazali qilib bajariladi. Yuqori kuchlanishli tarmoqlarda bu himoya rezerv sifatida ishlatiladi.

Himoya parametrlarini aniqlash. Himoyaning ishlash toki ikki xil shartni hisobga olgan holda sozlanadi.

- 1) Motorlarning o‘z-o‘zidan ishga tushishini hisobga olgan holda:

$$I_{x.uuu} = \frac{k_u \cdot k_{cm3} \cdot I_{n.max}}{k_K}$$

bu yerda $I_{n.max}$ - ekspluatatsiya davrida bo‘lishi mumkin bo‘lgan eng og‘ir rejimdagi tok.

- 2) QT da Shikaslanmagan fazalardagi tokdan (neytrali yerga ulangan tarmoqlarda)

$$I_{x.uuu} = k_u \cdot I_{n.\phi}$$

Shu ikki tokdan kattasi himoyaning ishlash toki hisoblanadi. Neytrali yerga ulanmagan tarmoqlarda faqat birinchi shart bilan sozlanadi.

Tanlovchanlikni bir yo‘nalishda ta‘minlash uchun shunday qilish kerakki unda quyidagi shart bajarilsin:

$$I_{xish5} < I_{xish3} < I_{xish1} \quad (5.24 \text{ rasm})$$

Sabr vaqti pog‘onali prinsip bo‘yicha bir yo‘nalishda quyidagicha aniqlanadi:

$$t_5 < t_3 < t_1$$

Nazorat savollari:

1. Pog‘onalik prinsipi nima?
2. Himoyani amalga oshiruvchi organlarni sanab chiqing.
3. Quvvat relesining 90⁰ li sxemasi vektor diagrammasini chizing.
4. Himoya parametrlarini aniqlash formulalarini keltiring.

5.7 Differensial himoyalar

Differensial – lotincha «ayirma» degan maʼnoni anglatadi. Differensial tokli himoya esa toklarning ayirmasiga bogʻliq ravishda ishlaydigan himoya Hisoblanadi. Differensial himoyalar absolyut tanlovchanlikka ega, ular liniyaning hamma uzunligi boʻyicha tez oʻchirish uchun qoʻllaniladi.

Avvalgi koʻrib chiqilgan tokli himoya (TK) liniyaning bir qismini himoya qilar edi, Yaʼni himoya zonasi bor edi.

Differensial himoyalarning ikkita turi mavjud:

Boʻylama differensial himoya.

Koʻndalang differensial himoya.

5.7.1 Boʻylama differensial himoyalar

Bunday himoyalar alohida elementlarni himoyalash uchun qoʻllaniladi.

Himoyalananayotgan elementning boshidagi va oxiridagi toklar solishtiriladi.

Bu turdagi himoyalarni ikki xil sxema orqali yigʻish mumkin.

a) aylanuvchi toklar bilan;

b) muvozanatlangan kuchlanish bilan;

5.27-rasmda aylanuvchi toklar bilan yigʻilgan sxemadagi toklarning taqsimlanishi va ularning vektor diagrammalari koʻrsatilgan. Unda tok transformatorlari TA1, TA2 va tok relesi KA parallel ulangan.

Reledan oʻtayotgan tok ikkilamchi toklarning geometrik yigʻindisiga teng.

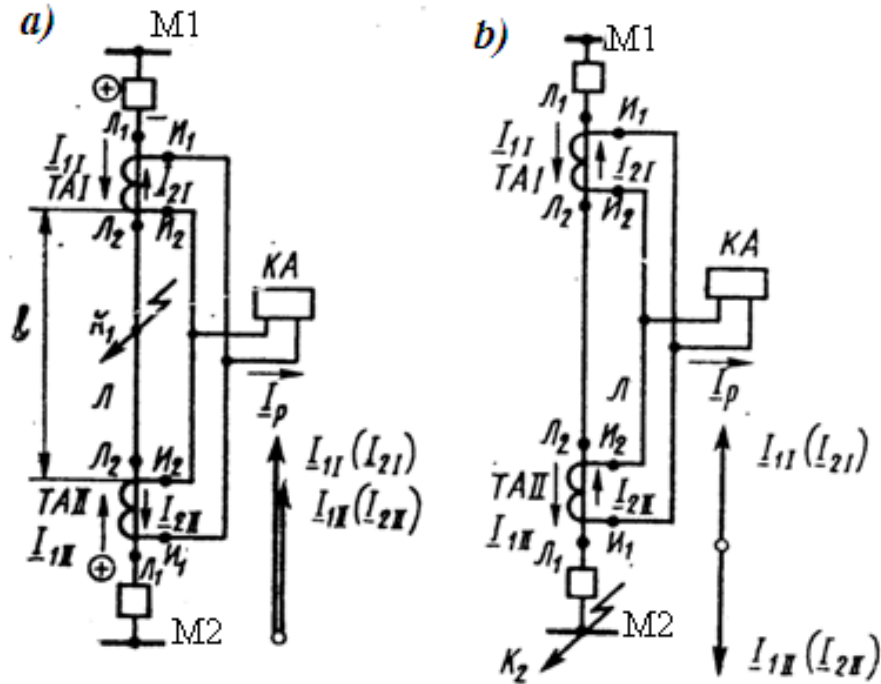
$$I_P = I_{2I} + I_{2II}$$

TA1 va TA2 tok transformatorlari bilan chegaralangan L zonada qisqa tutashuv sodir boʻlsa, (K_1 nuqta) I_{2I} va I_{2II} toklar manbalardan K_1 nuqtaga qarab yoʻnalishadi, unda

$$I_P = I_{2I} + I_{2II} = I_{2K} \quad (5.26 \text{ a-rasm}).$$

Reledan olayotgan tok I_R , uning ishlash tokidan katta boʻlganda himoya ishga tushadi ($I_R > I_{ISH}$).

Normal ish rejimida va qisqa tutashuv K_2 nuqtada boʻlgan hol uchun $I_{2I} = -I_{2II}$, yaʼni ikkilamchi toklar bir biriga teng, hamda ular π burchakka farq qiladi. (5.27b-rasm)



5.26 Aylanuvchi toklar bilan yig'ilgan sxemadagi toklar yo'nalishining vektor diagrammasi

Shuning uchun $I_p = 0$, ya'ni himoya ishga tushmaydi.

Xulosa qilib aytganda, bo'ylama differensial himoya normal holatga va tashqi qisqa tutashuvlarga ta'siran javob bermaydi.

Aslida ikkilamchi toklar I_{2I} va I_{2II} teng emas, chunki tok transformatorlari xatolikka ega.

$$I_{2I} = I_{1I}^1 - I_{mazI}^1;$$

Bu yerda:

I_{1I}^1 – I manbaning keltirilgan toki;

I_{mazI}^1 – I tok transformatorining magnetlovchi toki;

Xuddi shuningdek $I_{2II} = I_{2II}^1 - I_{mazII}^1$;

$$I_{1I}^1 = \frac{I_1}{n_T}; \quad I_{namI}^1 = \frac{I_{namI}}{n_T};$$

Normal holda reledan o'tayotgan tok

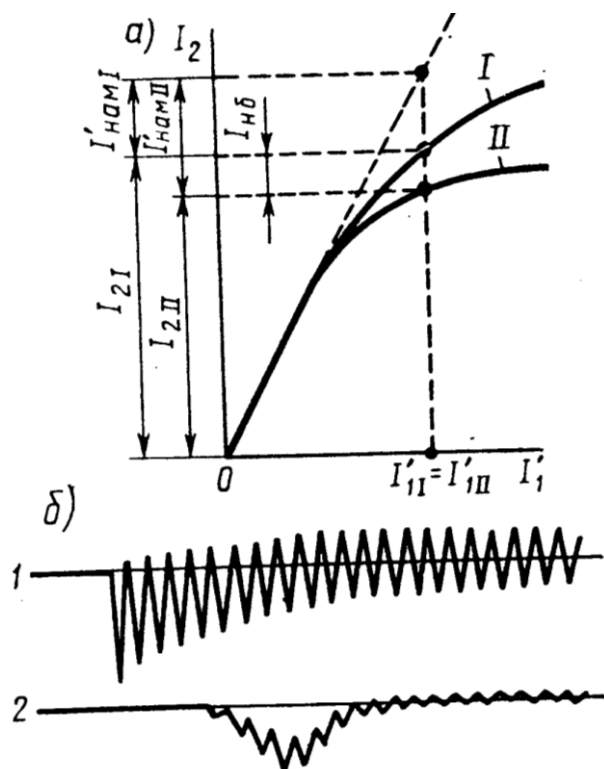
$$I_p = I_{2I} - I_{2II} = I_{namII}^1 - I_{namI}^1 = I_{n\delta}$$

$I_{n\delta}$ – nobalanslik toki deb ataladi.

Yuqoridagi formuladan ko'rinib turibdiki, reledan olayotgan tok I_p magnetlovchi toklarga bog'liq, ular esa ikkita teng tok transformatori

uchun har doim har xil bo‘ladi. Himoyaning ishlash toki $I_{\text{шхум}} > I_{\text{нб.мах}}$ shartiga ko‘ra aniqlanadi.

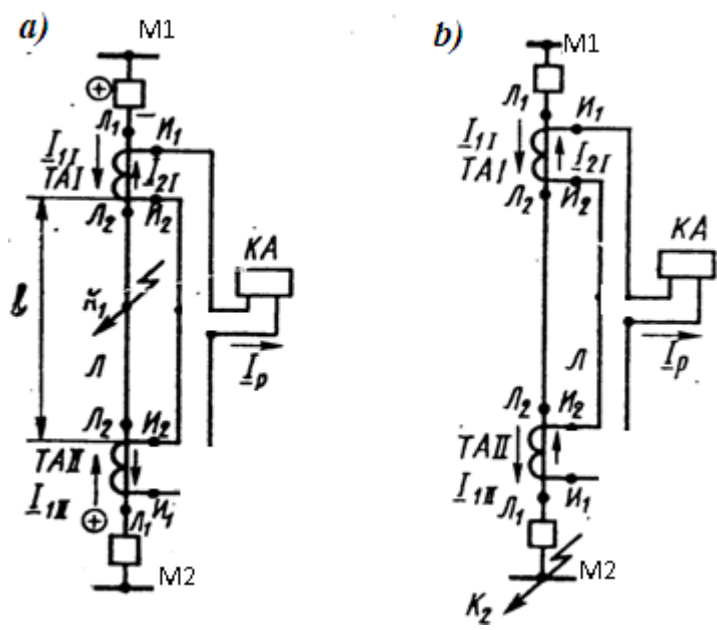
Qisqa tutashuv toki tarkibidagi tez so‘nadigan tokning nodavriy qismi tok transformatorning o‘zagini to‘yinishiga sabab bo‘ladi, bu esa o‘z navbatida davriy tokni transformatsiyasiga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi va natijadagi magnetlovchi tok I_{mag} ortadi.



5.27 -rasm. TTning magnetlovchi tokining tavsifii

Shuning uchun nobalanslik tokining maksimal qiymati nodavriy tokning maksimal vaqtiga to‘g‘ri keladi. Himoyani ish toki quyidagicha aniqlanadi.

$$I_{\text{ср}} = K \cdot I_{\text{нб.хис.мах}}$$



5.28-rasm Muvozanatlovchi kuchlanishl sxemasi

Bu sxemada tok rele si KA tok transformatorlarining ikkilamchi chulgʻamlariga ketma–ket ulanadi, K1 nuqtadagi qisqa tutashuvda E.YU.K. E_{2I} va E_{2II} lar hosil qilgan toklar qarama – qarshi yoʻnalgan boʻlib reledagi tok $I_R=0$, himoya ishga tushmaydi.

Birlamchi toklar $I_{1I}=I_{1II}$ TTlarning xatoliklari E.YU.K. $E_{N.B}$ ni hosil qiladi, E.YU.K taʼsirida tok $I_{N.B}$ paydo boʻladi. Relening ishlash toki

$$I_{\text{шнхум}} > I_{\text{нб}}.$$

K_2 nuqtadagi qisqa tutashuvda esa

$$I_P = I_{2I} + I_{2II}.$$

Demak, differensial himoya ishga tushadi. Agar differensial himoya uchun oddiy tok relolari ishlatilsa, himoyaning sezgirligi etarli boʻlmaydi. Differensial himoyaning sezgirligini oshirish uchun quyidagilar amalga oshiriladi:

1) Nodavriy tokdan foydalanish usuli;

Bu usulni qoʻllash RNT rele si yordamida amalga oshiriladi. Reledan sinusoidal tok oʻtganda RNT reledagi tez toʻyunuvchi TT oddiy transformator kabi ishlayveradi, uni ish bajaruvchi organi – tok rele sig taʼsir etmaydi.

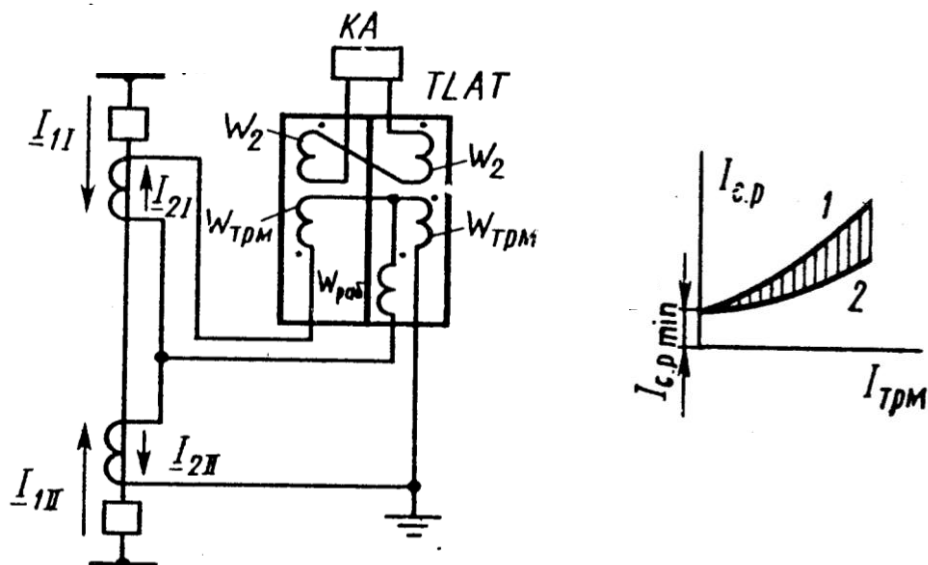
Nodavriy tok paydo boʻlishi bilan RNT reledagi TT ning toʻyinishi ortadi, magnitlovchi I_{mag} ham oshadi; ikkilamchi tok esa kamayadi, chunki transformatsiya yomonlashadi, natijada himoyaning sezgirligi kamayadi. Nodavriy tok soʻnishi bilan RNT dagi TT ning normal ishi qayta tiklanadi.

Himoyaning murakkablashishi qisqa vaqt davom etadigan oʻtkinchi nobalanslik tokining oʻtish vaqtida yuz beradi, yaʼni himoya nodavriy tok

so'nguncha ishlamaydi.

2) Himoyani maxsus «tormoz» chulg'amli rele yordamida amalga oshirish usuli.

Nobalanslik toki I_{nb} turg'un ish holatlarida katta qiymatga ega bo'lishi mumkin.



5.29-rasm. Magnit tormozli differensial himaya sxemasi

Maxsus reledagi tormoz chulg'ami katta I_{nb} toklardan sozlash imkonini beradi, bu chulg'amdagi tok I_{TRM} ning oshish darajasiga mos ravishda to'yinish ham ortadi, natijada ish chulg'ami W_{ish} dagi tokning ikkilamchi chulg'am W_2 ga transformatsiyasi yomonlashadi.

Himoyaning ishlash toki:

$$I_{uu} = I_{2I} + I_{2II}$$

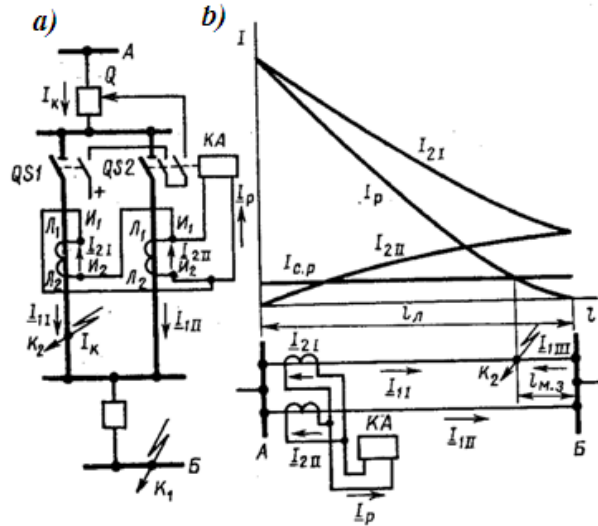
Tomoz chulg'amidagi tok:

$$I_{mpm} = 0,5(I_{2I} + I_{2II})$$

Tormoz chulg'amidagi tokning oqimi ta'sirida induksiyalangan E.YU.K. relening ishlashiga ta'sir ko'rsatmasligi uchun ikkilamchi chulg'ami W_2 E.YU.K. ni muvozanatlanadigan qilib ulanadi.

5.7.2 Ko'ndalang differensial himoyalar

Bu turdagi himoyalar parallel liniyalarning bir xil nomli fazalaridagi toklarni solishtirishga asoslangan. Liniyalarning qarshiliklari teng yoki juda kam farq qilishi kerak.



5.30-rasm. Liniyaning ko'ndalang differensial himoyasi
a) ishlash prinsipi b) «o'lik zonani» aniqlash

Tok rele si KA faza toklarining ayirmasiga ulanadi. Bunda reledan o'tayotgan tok teng $I_r = I_{2I} - I_{2II}$. Normal holatlarda, tashqi qisqa tutashuvlarda reledan faqat nobalanslik toki oqib o'tadi. Shuning uchun releni ishlash toki teng $I_{rish} = k_{ots} \cdot I_{nb.x.max}$. qisqa tutashuv K_2 nuqtada sodir bo'lsa $I_r = I_{2I} - I_{2II} \geq I_{rish}$, bu tok himoyani ishlashga olib keladi, natijada o'chirgich o'chadi. Qisqa tutashuv himoya o'rnatilgan joydan uzoqlashgan sari toklar munosabati liniyaning qarshiligiga proporsional ravishda o'zgarib boradi.

Liniyaning ma'lum bir uzunligida reledagi tok relening ishlash tokidan kichik bo'lib qoladi: $I_r < I_{rish}$, bu holatda himoya ishga tushmaydi. Liniyaning bu qismi «o'lik zona» deb aytiladi:

$l_{o'l} = I_{xish} \cdot l / I_k$, agar bu zonaning uzunligi liniya uzunligining 10% ga teng bo'lsa himoya effektiv hisoblanadi.

Nazorat savollari:

1. Differensial himoyani ma'nosi.
2. Himoya parametrlarini aniqlash formulalari.
3. Nobalanslik toki nima?
4. Tormozli rele yordamidagi himoyaning afzalliklari.
5. «O'lik zona» nima?

5.8 Masofali himoyalar

Masofali himoyalar tanlovchanlikni, kerakli tezkorlikni va sezgirlikni ta'minlash uchun murakkab sxemali tarmoqlarda qo'llaniladi.

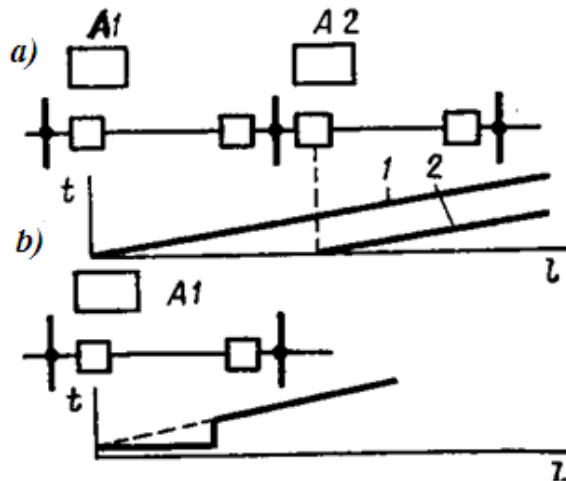
Himoyaning ishlash vaqti himoya o'rnatilgan joy bilan qisqa tutashuv nuqtasi orasidagi masofaga bog'liq.

Himoyaning asosiy organi (qismi) – distansiyali organ bu qarshilik relesi. Qarshilik esa masofaga bog'liq

$$z = z_0 \cdot l_{PK} \quad r = r_0 \cdot l_{P.K} \quad x = x_0 \cdot l_{PK}$$

$t=f(LR.K)$ – Masofali himoya sabr vaqtining xarakteristikasi. Bu xarakteristika uch turda: sekin kupayuvchi, pog'onalik va aralash bo'ladi.

Eng ko'p tarqalgan turi – bu pog'onalik xarakteristikali himoya, shikastlanishlar tez o'chirilishini ta'minlaydi, pog'onasi uchta himoya zonasi ham uchta sabr vaqtli (t_I, t_{II}, t_{III})



5.31-rasm. Masofali himoyaning sabr vaqti

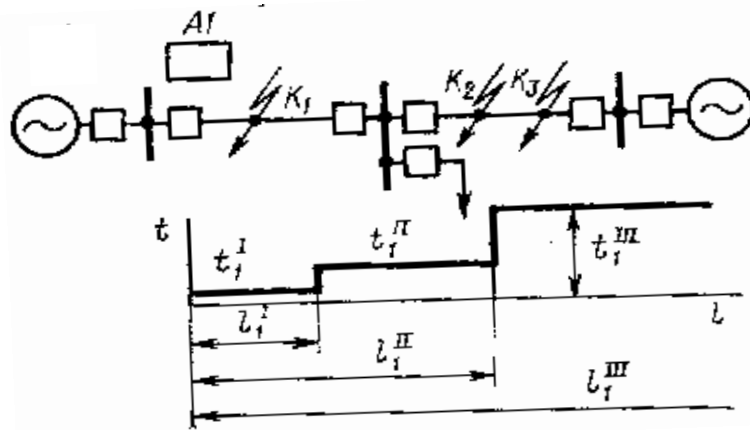
I pog'ona liniya uzunligining 0,7-0,85 qismiga teng, II pog'ona keyingi (uchastka) himoyasi bilan kelishtiriladi, oxirgi pog'ona esa zaxira (rezerv). Bu pog'ona keyingi uchastkani qamrab olishi kerak.

Himoyaning asosiy qismlari:

$$Z_P = \frac{U_P}{I_P} < Z_{CP}$$

Quvvat relesi KW birinchi va ikkinchi qismlar yo'naltirilmaganda qo'llaniladi.

Himoyaning ishlashi. Liniyaning K_1, K_2, K_3 nuqtalarida qisqa tutashuv sodir bo'lsa (shinadan liniyaga qarab) ishga tushiruvchi qism ishlay boshlaydi:



5.32-rasm. Uch pog`onali yo`naltirilgan distansion himova

K_1 nuqtada t_1 vaqt bilan birinchi zonani ishga tushiruvchi qismi kontaktlarini qo`shib, liniyani o`chiradi.

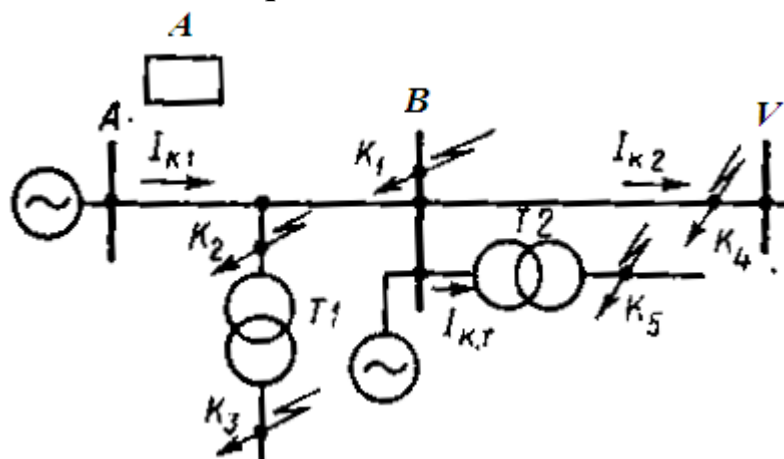
K_2 nuqtada esa $KZ2$ t_2 vaqt bilan ishga tushib KTni ishga tushiradi

K_3 nuqtada $KZ1$ va $KZ2$ lar ishga tushmaydi, t_3 vaqtdan so`ng o`chirgich o`chiriladi.

Bunday himoyalar kuchlanishi 35 kV gacha bo`lgan tarmoqlarda qo`llaniladi.

Masofali himoya sxemalarida juda ko`p rele ishlatiladi. Relelar sonini kamaytirish uchun himoyaning Masofali qismida yarimo`tkazgichli relelar qo`llaniladi.

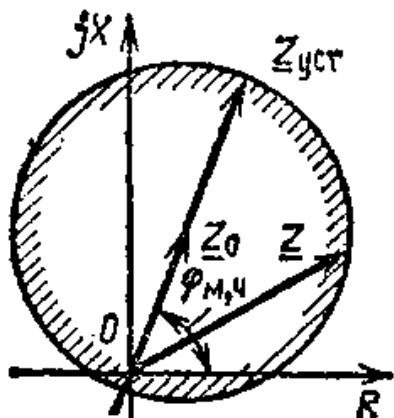
Himoyaning parametrlari – Z_{ISH} va t_{ISH} . Bu kattaliklar himoyaning har bir pog`onasi uchun alohida aniqlanadi.



5.33-rasm. Uch pog`onali yo`naltirilgan distansion himoyalarni muvofiqlashtirish sxemasi

Qarshilik relesi – KZ kuchlanish U_R tok I_R ga bo`lgan nisbatining

kamayishiga ta'siran javob beradi.



5.34 -rasm. Qaarshilik relesining φ_p – burchakka bog`liq xarakteristikasi

$$Z_P = \frac{U_P}{I_P}$$

Qisqa tutashuv vaqtida kuchlanish kamayadi, tok oshadi. U_R va I_R larni tanlashda $Z_P = \frac{U_P}{I_P}$ nisbat qisqa tutashuvning barcha turlarida bir xil bo`lib, qisqa tutashuv joyigacha bo`lgan masofaga proporsional bo`lishi kerak.

Himoyaning afzalliklari quyidagilardan iborat:

Barcha turdagi tarmoqlarda tanlovchan;
1 – pog`onadagi sabr vaqti $t=0$, qisqa tutashuv manbaga yaqin bo`lsa, himoya juda tez ishga tushadi;

Sezgirligi yuqori.

Kamchiliklari esa quyidagilar:

Sxemalari murakkab, chunki relelarning soni ko`p;

Pog`onalarining sabr vaqtlari turlicha, shuning uchun asosiy himoya sifatida qo`llanilmaydi;

Yuklama toklariga ham ta'siran javob berishi mumkin.

Nazorat savollari:

1. Masofali himoyani ta'riflang.
2. Pog`onalik himoyalar ishlashini tushintiring.
3. Qarshilik relesi xarakteristikasi.
4. Himoya parametrlari aniqlansin.

6. ELEKTR USKUNALARINING HIMOYALARI

6.1. Transformatorning himoyasi

Transformatorlarda yuz beradigan shikastlanishlar va normal bo'lmagan holatlar.

1. Chulg'amlaridagi va tashqi uchlaridagi fazalararo va bir fazali qisqa tutashuvlar;

2. Magnit o'tkazgichning shikastlanishi.

Bir fazali q.t. 2-xil bo'lishi mumkin; yerga nisbatan yoki bir fazadagi chulg'amlar orasidagi (chulg'amli).

Ko'pincha bir fazali va fazalararo q.t. transformatorning tashqi uchlarida va chulg'amlarida sodir bo'ladi.

Fazalararo izolyatsiyaning musthkamligi uchun fazalararo q.t. juda kam uchraydi.

Betaraf nuqtasi izolyatsiyalangan tarmoqlarda bir fazali yerga tutashuv xavotirli, Shuning uchun himoya transformatorni o'chirishi kerak.

Betaraf nuqtasi yerga ulanmagan tarmoqlarda esa Shikastlanish toki uncha katta emas, Shuning uchun sezgirligi yuqori bo'lgan himoya kerak bo'ladi, himoya signal berish uchun xizmat qiladi.

Asosiy ichki shikastlanish – bu magnit o'tkazgichning qizishi, o'zakning qatlamlari orasidagi izolyatsiyaning buzilishi natijasida yuz beradi, po'lat o'zak xaddan tashqari qiziydi, bu hammasi izolyatsiyani yanada ko'proq ishdan chiqaradi.

shikastlanishlardan saqlash uchun tokli himoyalar, differensial himoya va gazli himoya qo'llaniladi.

6.1.1 Gazli himoya

Moyli transformatorlar uchun maxsus himoya – gazli himoya qo'llaniladi.

Magnit o'tkazgichning qizishi, chulg'amlararo qisqa tutashuvlar natijasida elektr yoy hosil bo'ladi, yoyning ta'sirida moy va izolyatsiya materiallari parchalanib, gaz hosil bo'ladi. Shu gazlarga ta'siran javob beradigan himoya gazli himoya deyiladi. Gaz yengil bo'lgani uchun transformatorning yuqori tomoniga harakat qiladi. Shikastlanishga bog'liq holda gazlar ko'payib katta bosim hosil qiladi. Bosim ostida gaz bilan birga yog' harakatga kelib transformatorning tashqarisidagi kengaytirgich tomonga siljiydi. Maxsus gazli relelar transformatorning qoplamasi bilan

kengaytirgich orasidagi trubaga oʻrnatiladi. Reledan oʻtgan gaz va yogʻning miqdoriga qarab rele signal beradi yoki transformatorni oʻchirishga komanda beradi.

Normal boʻlmagan holatlar quyidagilar iborat:

1) Transformatoridan tashqarida boʻladigan qisqa tutashuv. Bu toklar Chulgʻamlarning izolyatsiyasiga taʼsir qiladi, ulardan himoya qilish uchun MTH qoʻllaniladi.

2) Oʻta yuklanish, himoya signal berish uchun xizmat qiladi.

Oʻta yuklanish toklarning ruxsat etilgan qiymatlari jadvalda keltirilgan:

6.1. – jadval

I_{yuk}/I_{nom}	1.3	1.75	2
$t_{rux}(min)$	120	20	10

Xizmat koʻrsatuvchi personali yoʻq podstansiyalarda himoya transformatorni oʻchirishi kerak yoki yuklamani kamaytirishga ishlashi kerak.

3) Moyning kamayishi.

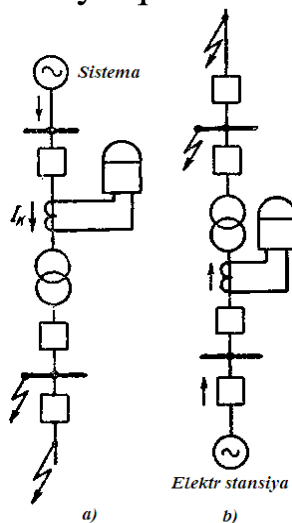
6.1.2. Tokli himoyalar

Eng oddiy tokli himoya – bu MTH.

MTH ning sezgirligi yetarli boʻlmasa, kuchlanish boʻyicha ishga tushadigan MTH qoʻllaniladi.

Kuchlanishni oshiruvchi transformatorlar uchun MTH.

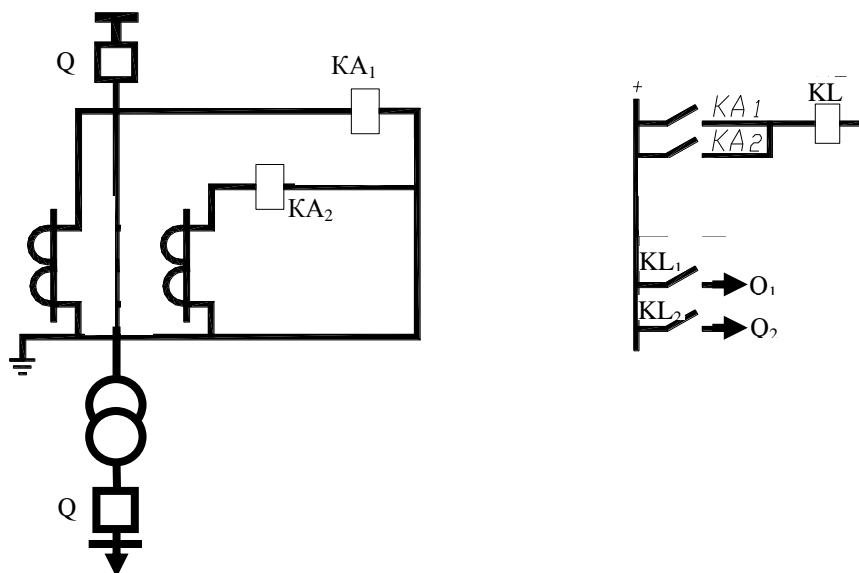
Himoyaning sezgirligi yuqori boʻlishi kerak, chunki qisqa tutashuv tokining qiymati asosan bitta stansiya quvvati bilan bogʻliq.



6.1 – rasm. Kuchlanishni pasaytiruvchi: a) va koʻtaruvchi b) transformatorlarda himoyani joylashishi.

Kuchlanishni pasaytiruvchi transformatorlarning himoyasi sezgirlikini aniqlashda sistemadan oqib keladigan toklar yig'indisi ishlatiladi.

Kichik va o'rta quvvatli ($S_N < 6.3$ MVA) transformatorlar uchun fazalararo qisqa tutashuvdan 2 pog'onalik himoya qo'llaniladi; 1 – pog'ona tokli kesim, 2 – pog'ona – MTH.



6.2-rasm.Pasaytiruvchi transformatorning TK himoyasi

1) Himoya manba tomonga o'rnatiladi.

Ishonchli himoya tashkil qilish uchun Q_1 va Q_2 o'chirgichlar o'chishi kerak. Bir tomonlama ta'minlangan tarmoqlarda Q_1 ni o'chirish kifoyi.

Tarmoqning betaraf nuqtasi holatiga bog'liq holda 3 fazali va 2 fazali himoyalar qo'llaniladi.

TK – eng sodda ham eng tezkor himoya. Lekin bu himoya yordamida katta toklarni ma'lum bir oraliqda (zonada) o'chirish mumkin. Zona transformatorning bir qismini o'z ichiga olib, chulg'amli ham yerga ulangan tutashuvlarda gazli himoya bilan birga yig'ilgan sxemalar kichik quvvatli transformatorlar uchun yaxshi natija beradi.

Himoyaning parametrlari quyidagicha:

TK uchun ikki shart asosida aniqlanadi.

$$1) I_{uu} = K_N \cdot I_{k.m.max}$$

bu yerda:

K_N – relening turiga bog'liq ravishda $1,25 \div 1,5$ ga teng deb olinadi.

$I_{k.m.max}$ – transformatoridan keyingi joydagi qisqa tutashuv tokining maksimal qiymati.

$$2) I_{uu} > I_{maz}$$

bu yerda:

I_{maz} – magnitlovchi tokning sakrashi.

MTH uchun:

$$I_{uuu} = \frac{K_H \cdot K_{cm3}}{K_6} \cdot I_{uuu.max}$$

bu yerda:

K_{smz} – kuchlanish pasayganda o‘chib, keyin o‘z – o‘zidan ishga tushuvchi motorlarning toklarini hisobga oluvchi koeffitsient.

$I_{ISH.MAX}$ – normal ish holatdagi yuklama toklarning maksimal qiymati, bu tok har xil holatlar uchun alohida aniqlanadi.

Sezgirlik koeffitsiyenti

$$K_{sez} = \frac{I_{k.m.mun}}{I_{uuu}} \geq 1,3$$

ga teng bo‘lsa, himoya sezgir hisoblanadi, aks holda sezgirligi yuqoriroq bo‘lgan himoya qo‘llanishi kerak.

Himoyaning ish vaqti $t_{xum} = t_L + \Delta t$;

bu yerda:

t_L – transformatoridan ta‘minlanayotgan liniyalar himoyasining eng katta sabr vaqti;

Bir tomondan ta‘minlanayotgan uch chulg‘amli transformatorlarning O‘K va PK chulg‘amlarida shu tomonlardagi o‘chiruvchi qurilmalarga ta‘sir ko‘rsatadigan alohida MTH o‘rnatiladi.

Uchinchi himoya YUK tomonga o‘rnatiladi va bu himoya O‘K va PK Chulg‘amlar uchun rezerv bo‘lib xizmat qiladi.

U holda $t_1 > t_2, t_3$, ya‘ni YUKdagi himoyaning sabr vaqti O‘K va PK tomondagidan katta.

Ikki va undan ko‘p tomondan ta‘minlanuvchi transformatorlar uchun yo‘naltirilgan himoyalar qo‘llaniladi.

6.1.3 O‘ta yuklanishdan himoya

Bu himoya bitta fazaga ulangan tok relesi yordamida bajariladi.

Himoyaning ishlash toki:

$$I_{uuu} = \frac{K_H}{K_{kaym}} \cdot I_{nom}$$

bu yerda:

K_N – ishonchlilik koeffitsiyenti, 1,05 ga teng qilib olinadi.

I_{NOM} – transformatorning nominal toki;

K_{QAYT} – relening qaytish koeffitsiyenti.

Sabr vaqti $t=t_{MAX.X}+\Delta t$;

bu yerda:

$t_{MAX.X}$ – transformatoridan ta'minlanuvchi iste'molchilar himoyasining eng katta sabr vaqti.

Bu himoya pog'onali bo'lib, birinchisi – signal berish uchun, ikkinchisi – bir qism iste'molchilarni o'chirish uchun, uchinchisi – transformatorni o'chirishga xizmat qiladi.

Birinchi pog'onaning sabr vaqti $t_1=t_{MTH}+\Delta t$;

Ikkinchi pog'onaning sabr vaqti $t_2<t_{RUX}$;

t_{RUX} – ruxsat etilgan vaqt transformatorning o'ta yuklanish qobiliyatiga bog'liq.

Uch chulg'amli transformatorlarda o'ta yuklanishdan himoya asosan ta'minlovchi chulg'amda o'rnatiladi, agar chulg'amlar bir xil yuklanmagan bo'lsa, barcha chulg'amlarda o'rnatilishi kerak.

Nazorat savollari:

1. Transformatorlardagi Shikastlanishlarni ta'riflang.
2. Transformatorlardagi normal bo'lmagan holatlarni tuShuntiring.
3. Gazli himoyaning vazifasi.
4. Tokli himoyalar turlari.
5. O'ta yuklanishdan himoya xossalari.

6.1.4. Transformatorlarning differensial himoyasi

Transformatorning chulg'amlarida, uchlarida, o'chirgich bilan ulangan qismlarida bo'ladigan shikastlanishlarni tez o'chirish o'chun differensial himoya qo'llaniladi. Himoyalananayotgan transformatorning ikki tomoniga tok transformatori o'rnatiladi. Ularning ikkilamchi chulg'amlari va tok relesi aylanuvchi toklar sxemasiga mos holda ulanadi.

Yuklama toki o'tayotganda va transformatoridan tashqarida qisqa tutashuv sodir bo'lsa reledan o'tayotgan tok

$$I_p = I_{2I} - I_{2II}$$

Agar qisqa tutashuv transformatorlarda bo'lsa

$$I_p = I_{2I} + I_{2II}$$

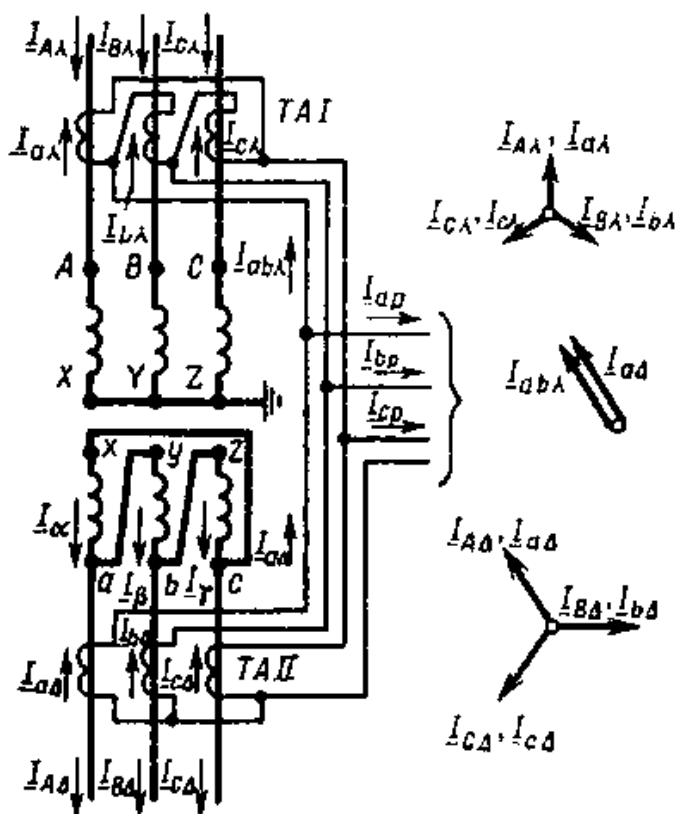
Tanlovchanlik sharti bajarilishi uchun ikkilamchi toklarni tenglashtirish zarur

$$I_{2I} = I_{2II}$$

Tok transformatorlarining birlamchi chulgʻamlardagi toklar qiymati har xil, Y/ Δ - guruhga taalluqli kuch transformatorlar uchun bu toklar faza boʻyicha ham farq qiladi.

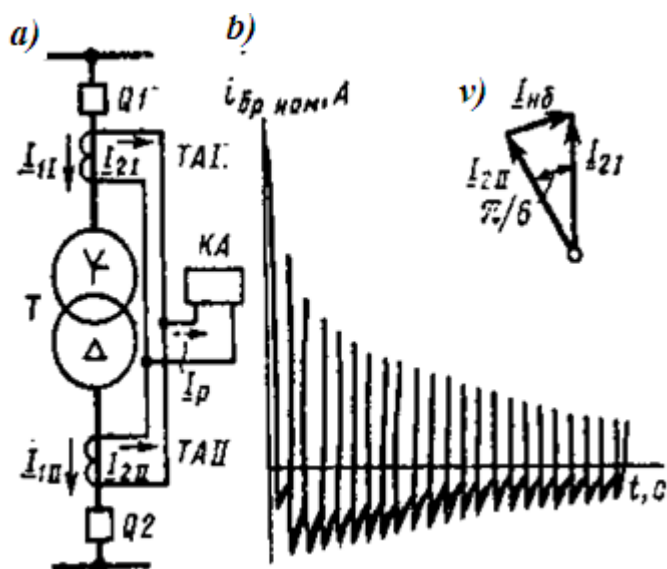


Faza boʻyicha farqini kompensatsiya qilish uchun TTning ikkilamchi chulgʻamlari yulduz tomonida (TAI) uchburchak, uchburchak (TAII) tomonida yulduz usulida ulanadi.



6.3 rasm Differensial himoya zanjiridagi toklar yoʻnalishi vektor diagrammasi.

Ikkilamchi toklarni tenglashtirish uchun TTlarning transformatsiya koeffitsiyentini tanlab olish kerak.



6.4-rasm. Ikki chulg`amli transformatorning differensial himoya sxemasi

Kuch transformatorining guruhi Y/Y; n – transformatsiyalash koefitsiyenti bo‘lsa,

$$\frac{I_I}{n_{TI}} = \frac{I_{II}}{n_{TII}};$$

yoki

$$\frac{n_{TII}}{n_{TI}} = \frac{I_{II}}{I_I} = N;$$

Kuch transformatorlarining guruhi Y/Δ bo‘lganda

$$\frac{I_I}{n_{TI}} \cdot \sqrt{3} = \frac{I_{II}}{n_{TII}}; \text{ yoki}$$

$$\frac{n_{TII}}{n_{TI}} = \frac{I_{II}}{I_I \cdot \sqrt{3}} = \frac{N}{3};$$

Hisobiy transformatsiya koefitsientlari shkaladagidan farq qiladi, buning natijasida nobalans tokining yana bir tashkil etuvchisi hosil bo‘ladi.

$$I_{H\delta_{mehz}} = \left(\Delta f_{mehz} / 100 \right) \cdot \left(I_{2I} / N \right)$$

bu yerda $\Delta f_{mehz} = \left| I_{2I} - I_{2II} \right| / I_{2I} \cdot 100$ - tenglashtirishdagi xatolik.

Δf_{mehz} 5% dan oshmasligi kerak, agar ohsa tenglashtirish uchun maxsus relelar qo‘llaniladi.

Kuch transformatorlari ishga tushirilayotganda va tashqi qisqa tutashuvlarni o‘chirgandan keyin kuchlanish ko‘tarilganda o‘tkazgichda magnitlovchi toklar hosil bo‘ladi.

Differensial himoya bu toklarda ishga tushmasligi uchun ishlash toki

quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{\text{uuz.xum}} \geq K_{\text{CO3}} \cdot I_{\text{HAM}};$$

bu yerda K_{SOZ} – sozlash koeffitsiyenti $K_{\text{SOZ}}=0,3 \div 4,5$.

Koeffitsiyentining qiymati ishlatilayotgan relening turiga bog‘liq.

Kuch transformatorining transformatsiya koeffitsiyentini o‘zgarishi differensial himoyadagi toklarga ta’sir ko‘rsatadi. Natijada yana bir nobalans $I_{\text{nb.pocm}}$ toki hosil bo‘ladi. Bu tok kuchlanishni rostlashdagi diapozonga bog‘liq. (ΔU_{pocm})

$$I_{\text{nb.pocm}} = \left(\frac{K_{\varepsilon}}{100} \right) \cdot \left(\frac{K_{\text{K.mau}}}{N} \right)$$

Yuqoridagi aytilgandek differensial himoya uchun 2 ta tok transformatori ishlatiladi. Ularning umumiy xatoligi bilan bog‘liq bo‘lgan nobalanslik toki $K_{\varepsilon} = f(K_{\text{атомлик}})$

$$I_{\text{nb.xam}} = \left(\frac{K_{\varepsilon}}{100} \right) \cdot \left(\frac{K_{\text{K.mau}}^{(3)}}{N} \right)$$

Xulosa qilib aytganda, differensial himoyaning nobalans toklari tashqi qisqa tutashuvlarda bir necha tashkil etuvchilardan iborat

$$I_{\text{nb.max}} = I_{\text{nb.menz}} + I_{\text{nb.pocm}} + I_{\text{nb.xam}} = \left[f_{\text{menz}} + \Delta U_{\text{pocm}} + K_{\varepsilon} \right] 100 \cdot \left(\frac{K_{\text{K.mau}}}{N} \right)$$

Tashkil etuvchilarning maksimal qiymatida

$$I_{\text{nb.max}} = 0,4 I_{\text{K.mau}}^{(3)} / N$$

Differensial qimoyaning ishlash toki bu toklardan katta bo‘lishi kerak:

$$I_{\text{uuz.xum}} \geq I_{\text{nb.max}}$$

Himoyaning ishlash toki 2 ta shartning kattasiga qarab olinadi.

Sezgirlik koeffitsiyenti

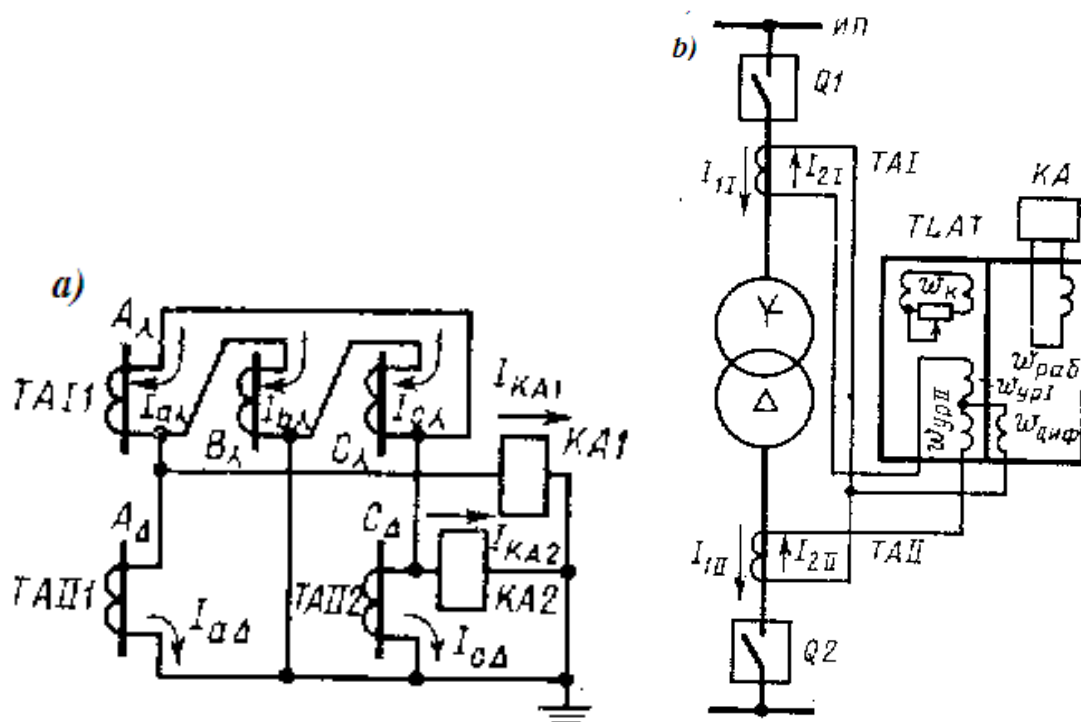
$$K_r = \frac{I_{\text{K.mau}}^{(2)}}{I_{\text{C3}}};$$

Bu yerda $I_{\text{K.mau}}^{(2)}$ kuch transformatorining PK tomondagi 2 fazali qisqa tutashuv toki

Talabga muvofiq bu koeffitsient quyidagi oraliqda bo‘lishi shart $2 \leq K_r \leq 1,5$

Differensial himoya quyidagicha usullar yordamida amalga oshiriladi:

1. differensial tokli kesim;
2. tez to‘yinuvchi tok transformatorli;
3. tormozli rele ishtirokida.



6.5 – rasm. Ikki chulgʻamli transformatorning differensial tokli kesim(a) va tez toʻyinuvchi tok transformatorli (b) differensial himoya sxemasi

6.1.5 Differensial tokli kesim.

Bu himoyada KA1, KA2 maksimal tok relelari ishlatiladi. (6.5 (a)-rasm). Bunday sxema yordamida tezkor, sodda himoya hosil boʻladi. Lekin himoyaning ishlash toki ancha katta boʻlishi mumkin, natijada sezgirlik koeffitsientining qiymati meʼyordan kichiklashadi. Shuning uchun bu sxemalar kichik va oʻrta quvvatli transformatorlar himoyasida qoʻllaniladi.

6.1.6 Tez toʻyinuvchi tok transformatorli himoya

Differensial tokli kesimning sezgirligi kam boʻlgan hollarda tez toʻyinuvchi tok transformatorli maxsus rele RNT-565 yordamidagi himoya ishlatiladi (6.5 (b)-rasm). Himoya parametrlarining hisobi dastlabki ishlash tokini aniqlashdan boshlanadi.

Magnitlovchi tokning sakrashidan sozlash uchun $I_{xuu} \geq 1,3I_{mnom}$

Maksimal nobalans tok boʻyicha $I_{xuu} \geq I_{n6max}$

Ikki shartning kattasiga mos himoya ishlash toki qabul qilinadi, sezgirligi quyidagicha tekshiriladi

$$K_{ce3} = \frac{K_{ex} \cdot I_{\text{критич}}}{I_{\text{нн}}} \geq 1.5$$

sezgirlik qoniqarli bo'lsa hisob davom etadi, RNT relesining differensial W_{dif} , muvozanatlovchi W_{y1} , W_{y2} Chulg'amlar soni aniqlanadi. himoyani Hisoblash tartibi odatda jadval ko'rinishida keltiriladi.

6.2. Asinxron va sinxron motorlar himoyasi

6.2.1. Motorlarning shikastlanish turlari va normal bo'lmagan rejimlari

Motorlarda quyidagi shikastlanishlar bo'lishi mumkin: stator chulg'amida ko'p fazali hamda bir fazali qisqa tutashuvlar, 1 fazadagi chulg'amlarning o'zaro tutashuvi, sinxron motorlar uchun rotor chulg'aming yerga ulanishi. Bu shikastlanishlar natijasida motorda tok oshadi, tarmoqda kuchlanish pasayishi sodir bo'ladi. Shuning uchun ko'p fazali qisqa tutashuvdan himoya sabr vaqtsiz o'chirishga xizmat qiladi.

Motorni bir fazali qisqa tutashuvdan himoyasi tarmoqning betaraf nuqtasi holati bilan aniqlanadi.

Kuchlanishi 1000 V gacha tarmoqlarda betaraf nuqta yerga tutashtirilgan bo'ladi va bu yerda bir fazali qisqa tutashuv sabr vaqtsiz o'chiriladi.

Yuqori kuchlanishli tarmoqlarning betaraf nuqtasi yerdan izolyatsiyalangan yoki yoy so'ndiruvchi reaktor orqali ulangan bo'ladi. Bunday tarmoqlarda bir fazali qisqa tutashuv ko'p hollarda xavfli hisoblanmaydi. Shuning uchun himoya faqat xabar berish uchun ishlaydi.

bir fazali qisqa tutashuvdan maxsus himoya qisqa tutashuv toki $I_{3,\text{max}} \geq 10 \text{ A}$ bo'lganda, quvvati 2 MVt dan yuqori, kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan motorlar uchun qo'llaniladi.

Chulg'amlarning o'zaro tutashuvi natijasida nominal tok oshadi, magnit o'zak va shikaslanmagan chulg'amlar ortiqcha qiziydi, bu hol izolyatsiyaning yanada ko'proq buzilishiga olib keladi. Shuning uchun filtrli tok himoyasi taklif etiladi.

Motorlarning normal bo'lmagan rejimlari:

- yuklama ortishi;
- kuchlanishning pasayishi natijasida aylanishlar sonini kamayishi;
- ta'minlovchi tarmoq fazasining uzilishi;
- motorning mexanik qismini Shikastlanishi.

6.2.2 Asinxron motorlarning himoya turlari.

Kichik quvvatli, kuchlanishi 1000 V dan yuqori bo'lgan motorlarni himoyalash uchun eruvchan saqlagichlar ishlatiladi. Bunda tokning maksimal qiymati $I_{ish\ maks}$ sifatida motorning nominal $I_{dv\ nom}$ toki olinadi. O'ta yuklanish toki I_{per} ishga tushish toki I_{pusk} ga teng qilib olinadi. Saqlagichning eruvchan qismidagi tok $I_{vs\ nom}$ quyidagi shartlar asosida tanlanadi:

$$I_{bc.nom} \geq k_{omc} \cdot I_{uu.max}$$

$$I_{bc.nom} \geq I_{nep} \cdot K_{nep}$$

Quvvati 2000 kVt dan yuqori bo'lgan motorlar uchun 2 ta releli sabr vaqtsiz tokli kesim ishlatiladi, quvvati 5000 kVt dan yuqori bo'lgan motorlar uchun TK 3 ta rele yordamida bajariladi. TK ning ishlash toki motorning ishga tushish tokiga qarab sozlanadi.

$$I_{xish} = K_{otc} I_{pusk.max};$$

bu yerda $I_{pusk.max}$ – motorning ishga tushish tokining maksimal qiymati;

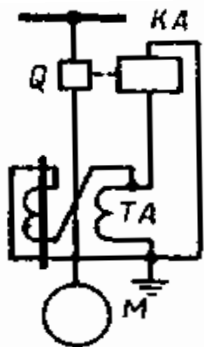
K_{otc} - sozlash koeffitsiyenti.

Bevosita ta'sir etuvchi relelar uchun $K_{otc} = 2 - 2.5$ ga teng deb olinadi, bilvosita ta'sir qiluvchi relelar uchun esa $K_{otc} = 1.8 - 2$.

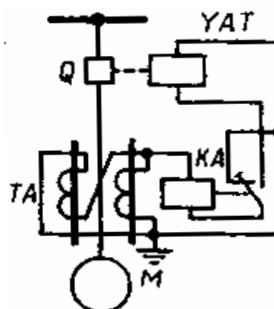
Agar TK talab qilingan sezgirlikni ta'minlamasa, quvvati 2 MVt va undan katta bo'lgan motorlar uchun differensial tokli himoya ishlatiladi.

Asinxron motorning qisqa tutashuvdan tokli himoyasi turlari quyidagicha:

- bevosita ta'sir etuvchi releli; (6.6 a - rasm)
- bilvosita ta'sir etuvchi releli (o'zgaruvchan operativ tokda); (6.6 b-rasm)
- bilvosita ta'sir etuvchi releli (o'zgarmas operativ tokda). (6.7 b – rasm)



a)



b)

6.6 – rasm. Asinxron motorlar TK sxemalari.

Betaraf nuqtasi yerdan izolyatsiyalangan tarmoqlarda ishlovchi motorlarni himoyasi faqat ikki fazali qisqa tutashuvlarda ishga tushadi. Himoya odatda ikki fazali va bir releli qilib tuziladi.

6.2.3 Asinxron motorning o‘ta yuklanishdan himoyasi

Himoya odatda sabr vaqt xarakteristikasi tokka qisman bog‘liq bo‘lgan tok relesi yordamida bajariladi (masalan induksion tok relesi RT-80).

Himoyaning ishlash toki motorning nominal tokini hisobga olgan holda aniqlanadi.

$$I_{xish} = K_{otc} I_{nom} ;$$

bu yerda I_{nom} – motorning nominal toki;

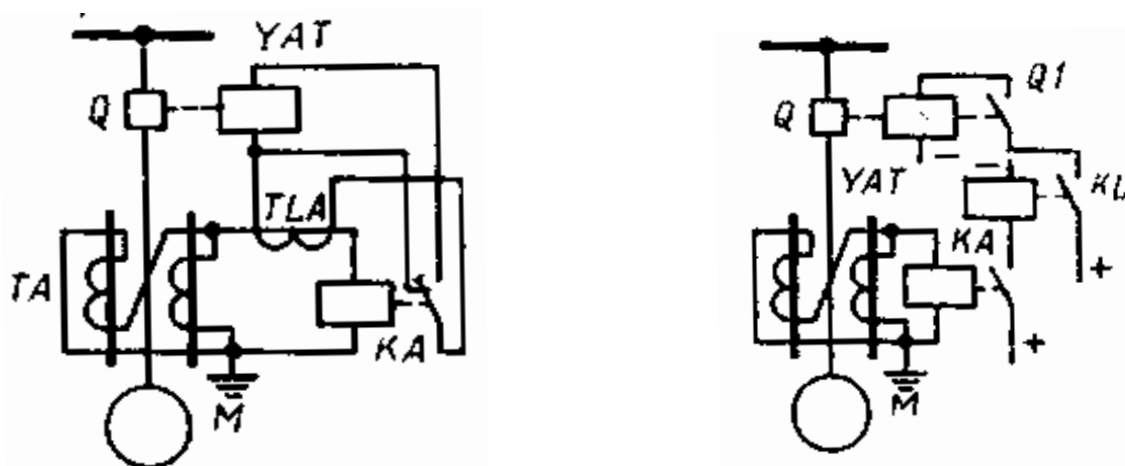
K_{otc} - sozlash koeffitsiyenti.

Bu himoya uchun $K_{otc} = 1.1 - 1.2$ ga teng deb hisoblash mumkin.

Sabr vaqti topilayotganda ikki shartni bajarilishi hisobga olinadi:

- normal ishga tushirishda yoki o‘z-o‘zidan ishga tushishida ishlab ketmasligi;
- Chulg‘am qizib ketmasligi.

Odatda bular bir-biri bilan bog‘langan, ishga tushish va o‘z-o‘zidan ishga tushish vaqti 10-15 sekundni tashkil qiladi, shuning uchun tok relesining maxsus turlari kerak bo‘ladi.



6.7 – rasm. O‘zgaruvchan va o‘zgarmas operativ tokda ishlovchi sxemalar

Kuchlanishi 1000 V dan yuqori katta quvvatli motorlar uchun differensial tokli himoya qo‘llaniladi.

6.2.4 Motorlarning differensial tokli himoyasi

Quvvati katta bo'lmagan motorlarda differensial tokli himoya odatda ikkita tok relesi bilan ikki fazali qilib bajariladi. Bunda sezgirlik etarli darajada yuqori bo'ladi:

$$K_{ce3} = \frac{I_{\kappa.MUH}^{(2)}}{I_{c.3}}$$

Himoyaning ishlash toki $I_{s.z}=(1,5-2) I_{nom}$ ga teng qilib olinadi.

Himoyaning sezgirligini oshirish uchun differensial zanjirda to'yingan tok transformatorli tok relesi qo'llaniladi.

Katta quvvatli motorlar uchun (5000 kVt va undan yuqori) differensial himoya uch fazali qilib bajariladi.

Betaraf nuqtasi yerdan izolyatsiyalangan tarmoqlar uchun nol ketma-ketlik himoya nol ketma-ketlik toklari filtriga ulanadi. U odatda nol ketma-ketlik tok transformatori yordamida bajariladi va motor ulangan kabellarda o'rnatiladi. Himoya sabr vaqtsiz o'chirishga ta'sir etadi.

6.2.5 Asinxron motorlar uchun minimal kuchlanishli himoya

Vazifasi:

1) o'ta muhim motorlarni o'z – o'zidan ishga tushish sharoitini ta'minlash;

2) texnologik jarayon va texnika xavfsizligi shartlarini ta'minlash uchun o'z-o'zidan ishga tushishi mumkin bo'lmagan motorlarni o'chirish.

Ish kuchlanishi: Tashqi q.t. o'chirilgadan so'ng o'z – o'zidan ishga tushishni va minimal kuchlanish relesini qaytarishni ta'minlash shartlari bo'yicha:

$$U_{c.3} \approx (0.6 \div 0.7)U_{HOM}$$

Agar himoya muhim motorlarni o'chirishi kerak bo'lsa, unda qo'shimcha ishga tushirish organi V ko'zda tutiladi:

$$U_{c.3} \approx (0.45 \div 0.5)U_{HOM}$$

Himoyani bajarilishiga bir necha misollar keltirish mumkin. Sxema variantlari bir nechta, har biri o'zini xususiyatlariga ega.

$U_{NOM} = 6kV$ bo'lgan muhim motorlar uchun himoya sxemasini ko'rib chiqamiz.

Rasmlarda sxemaning ikki varianti keltirilgan. Ular bir – biridan kuchlanish zanjiri (kuchlanish transformatori) buzilganda noto'g'ri ishlab ketishi oldini olish bilan farq qiladi. a) – sxemada buning uchun uchta

minimal kuchlanish relelari ishlatiladi: KV-1 ÷ KV-3; b) – sxemada teskari ketma – ketlik kuchlanish filtridan FNOP ta'minlanadigan maksimal kuchlanish releli KV-1.

Himoya sxemasi ikki pog'onadan iborat:

- Birinchi pog'onada: a) KV-1 ÷ KV-3 va KT6
b) KV2 va KT4

Bu pog'onada o'ta muhim motorlarning o'z – o'zidan ishga tushishini engillashtirish maqsadida muhim bo'lmagan motorlarni o'chirish uchun xizmat qiladi.

$$U_{c.3} \approx 0.7U_{HOM} ; t \approx 0.5$$

- Ikkinchi pog'onada: a) KV 4 va KT 5
b) KV 3 va KT 5

Bu kuchlanish uzoq yo'qolganda muhim motorlarni o'chirish uchun mo'ljallangan

$$U_{c.3} \approx 0.5U_{HOM} ; t \approx 3-9c$$

6.2.6. Sinxron motorlar himoyasi

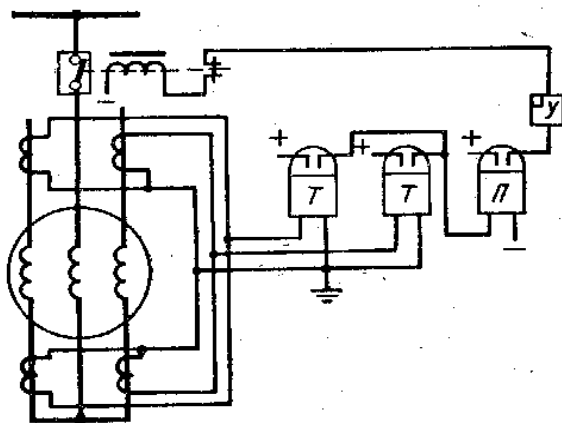
Shikastlanish turlari:

- 1) ko'p fazali qisqa tutashuvlar;
- 2) bir fazali qisqa tutashuvlar (380 V tarmoqlarda);

Ulardan himoya sabr vaqtsiz qilib bajariladi. Sinxron motorlardagi 1 fazali qisqa tutashuvlardan himoya asinxron motorlar himoyasiga o'xshab bajariladi va himoya o'chirishga ta'sir etadi.

Normal bo'lmagan ish rejimlari quyidagilardan iborat:

- 3) yuklamaning ortishi;
- 4) uzoq davom etadigan ishga tushish;
- 5) asinxron rejim.



6.8 – rasm. Katta quvvatli motorning differensial himoyasi

Sinxron motorlarni yuklama ortishidan himoyasi AD himoyasiga o'xshab bajariladi. Sinxron motorni sinxronizmdan chiqib ketishi oqibatida asinxron rejim sodir bo'ladi. Bu quyidagilar natijasida bo'lishi mumkin:

- 6) tarmoqdagi kuchlanish pasayishi;
- 7) qo'zg'atish tokini kamayishi;
- 8) yuklamani ortishi natijasida.

Sinxron motor uzoq asinxron rejimga mo'ljallanmagan. Shuning uchun asinxron rejimdan himoya o'rnatiladi.

Muhim bo'lmagan motorlarda himoya o'chirishga ta'sir etadi.

O'ta muhim motorlarda himoya resinxronlash qurilmasiga, avtomatik yuk tushirish yoki o'chirishga ta'sir etadi. Sinxron motorlarning himoya turlari asinxron motorlarnikiga o'xshagan bo'ladi.

Sinxron motorni asinxron rejimdan himoyalash sxemalari:

- a) o'zgarmas operativ tokda;
- b) o'zgaruvchan operativ tokda bajariladi.

Asinxron rejimda stator chulg'amida vaqt bo'yicha pulsatsiyalanadigan tok I_{DV} oqib o'tadi. Uning maksimal qiymati motorning nominal toki $I_{DV,NOM}$ dan bir necha barobar katta. Bu tok himoya ishi uchun ishlatilishi mumkin. Shu maqsadda induksion tok relesi qo'llaniladi.

I_{DV} toki ta'sirida ushbu relening qo'zg'aluvchan qismi sekin – asta harakatlanishi mumkin, I_{DV} kamayganda u boshlang'ich holatiga qayta olmaydi. Buning uchun RT – 80 relesi yordamidagi himoyaning ishlash toki $I_{DV,MAX} > 3 I_{xish}$ ga ega bo'lishi kerak.

KA3 relesi o'zini ushlab turuvchi KL4 orqali ta'sir etadi.

Tokli himoya turli tok relelari yordamida bajarilishi mumkin:

- 9) sekinlashtirishsiz rele KT3;
 - 10) KL4 – qo'yib yuborilganda kechikish bilan KL5 relega.
- KL – kechikish bilan qaytarilgandagi oraliq relesi

$$I_{S3} = (1.3 \div 1.4) I_{\text{ДВ,НОМ}}$$

$$t_{BP} = (1.2 \div 1.5) \Delta t - \text{qaytish vaqti}$$

6.3. Kuchlanishi 1000 V gacha elektr tarmoqlar himoyasi

Kuchlanishi 1000 V gacha tarmoqlarda himoya eruvchan saqlagichlar va avtomatik o'chirgichlar yordamida bajariladi.

Eruvchan saqlagich elektr uskunalari qisqa tutashuv toklaridan va yuklama ortishidan himoyalash uchun xizmat qiladi. Uning asosiy xarakteristikalar-eruvchan qo'yilmaning nominal toki I_{nom} , saqlagichning

nominal toki $I_{\text{nom,pr}}$, saqlagichning nominal kuchlanishi $U_{\text{nom,pr}}$, saqlagichning nominal o‘chirish toki $I_{\text{nom,otk}}$, saqlagichning kimyoviy xarakteristikasi.

Eruvchan qo‘yilmaning nominal toki deb, nominal rejimda eruvchan saqlagich uzoq muddat ishlashga mo‘ljallangan tokka aytiladi. Saqlagichning nominal toki – bu tok saqlagichdan uzoq muddat oqib o‘tganda uni qizishi kuzatilmaydi. Shuni ko‘zda tutish kerakki, nominal toki saqlagichning nominal tokidan kichik bo‘lgan eruvchan qo‘yilma saqlagichning uzunligini aniqlaydi. Saqlagichning o‘chirish qobiliyati nominal o‘chirish toki bilan xarakterlanadi, bu eng katta qisqa tutashuv (q.t.) toki bo‘lib, bunda saqlagich zanjirni hech qanday shikastlanishsiz uzadi.

Kuchlanishi 1000 V gacha tarmoqlarda NPN va PN2 turidagi saqlagichlar keng tarqalgan, ular qisqa muddatli yuklama ortishiga chidamli.

Eruvchan saqlagichlar inersion (IP turdagi) va yuklama ortishiga chegaralangan qobiliyatli noinersion (NPN, PN2 turdagi) xillarga bo‘linadi.

Saqlagichlarni tanlash quyidagi shartlar bo‘yicha amalga oshiriladi.

$$U_{\text{HOM,IP}} \geq U_C$$

$$I_{\text{OTKL,HOM}} \geq I_{\text{K,MAX}}$$

$$I_{\text{HOM,IP}} \geq I_{\text{P,MAX}}$$

Inersion saqlagichlar uchun eruvchan qo‘yilma liniyaning uzoq muddatga ruxsat etilgan toki bo‘yicha tanlanadi.

$$I_{\text{HOM,BI}} \geq I_{\text{P,MAX}}$$

Noinersion saqlagichlar uchun quyidagi shartlar hisobga olinadi:

$$I_{\text{HOM,BI}} \geq I_{\text{P,MAX}}$$

$$I_{\text{HOM,BI}} \geq (i_{\text{II}} / K_{\text{PER}})$$

Yuqoridagi ifodalarda:

U_C – tarmoqning nominal kuchlanishi;

$I_{\text{K,MAX}}$ – tarmoqning maksimal q.t. toki;

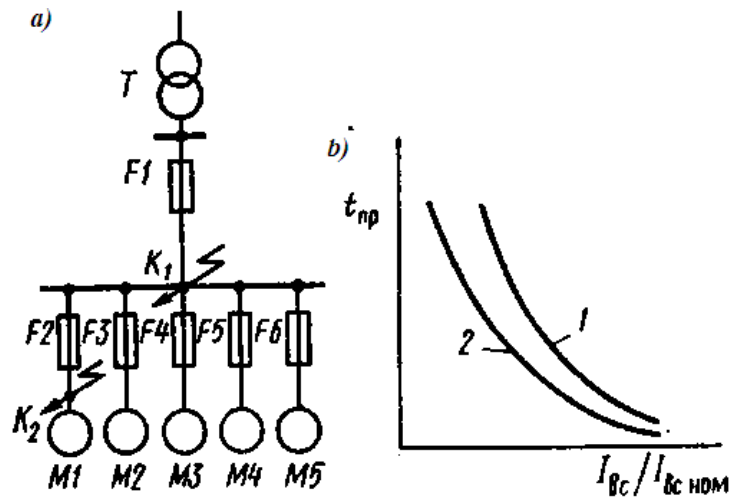
$I_{\text{R,MAX}}$ – tarmoqning maksimal ish toki;

i_{P} – bir motorning ishga tushirish toki ($i_{\text{II}} = I_{\text{HOM}} \cdot K_{\text{PUSK}}$);

I_{NOM} – motorning nominal toki;

K_{PUSK} – ishga tushirish tokining karraligi;

K_{PER} – yuklama ortish koeffitsiyenti (og‘ir sharoitli ishga tushirish sharti uchun – 1.6 ÷ 2; va yengil sharoitli uchun 2.5 ga teng).



6.9 – rasm. Radial tarmoqni saqlagichlar yordamida himoyalash sxemasi

K1 nuqtada qisqa tutashuv sodir bo'lsa tanlovchanlik shartiga asosan G'1 saqlagichning eruvchan qismi zanjirni uzadi. K2 nuqtada esa G'2 saqlagich ishga tushadi.

Kondensator batareyasini himoyalaydigan eruvchan qo'yilmaning toki ulanish va kondensatorlar razryadi toklaridan saqlashni hisobga olib tanlanadi.

$$I_{HOM, B\ddot{u}} \leq 1.6n \frac{Q_{HOM, K}}{\sqrt{3}U_L}$$

Bu yerda:

n – barcha fazalar batareyasidagi kondensatorlarning umumiy soni;

$Q_{NOM, K}$ – bir kondensatorning nominal quvvati;

U_L - tarmoqning chiziqli kuchlanishi.

Eruvchan saqlagichlardan tashqari kuchlanishi 1000 V gacha uskunalarda avtomatik havo o'chirgichlari keng qo'llaniladi va ular bir – , ikki – va uch qutbli qilib, hamda o'zgarmas va o'zgaruvchan holda ishlab chiqariladi.

Avtomatik o'chirgichlar maxsus rele qurilmasi bilan ta'minlanadi va ular o'chirgich turiga qarab, tokli kesim, maksimal tokli himoya yoki ikki pog'onali tokli himoya ko'rinishida bajariladi. Buning uchun elektromagnit va issiqlik relelari qo'llaniladi.

Tuzilishi bo'yicha avtomatik o'chirgichlar saqlagichlarga qaraganda murakkab bo'lib, o'chirgich va ajratgich to'plamidan tashkil topgan.

Avtomatik o'chirgichning nominal toki $I_{NOM, A}$ eng katta tok bo'lib, u oqib o'tganda o'chirgich uzoq muddat shikastlanmasdan ishlashi mumkin.

Avtomatik o'chirgichning nominal kuchlanishi $U_{NOM, V}$ elektr tarmog'i

kuchlanishiga teng. Bu o'chirgich ishlashi uchun mo'ljallangan kuchlanish bo'lib, o'chirgichning pasportidagi kuchlanishdir.

Ajratgichning nominal toki $I_{\text{NOM,RAS}}$ – pasportida ko'rsatilgan tok bo'lib, uning uzoq oqib o'tishi ajratgichning ishlab ketishiga olib kelmaydi.

Ajratgichning o'rnatma toki eng kichik tok bo'lib, u oqib o'tganda ajratgich ishlab ketmaydi.

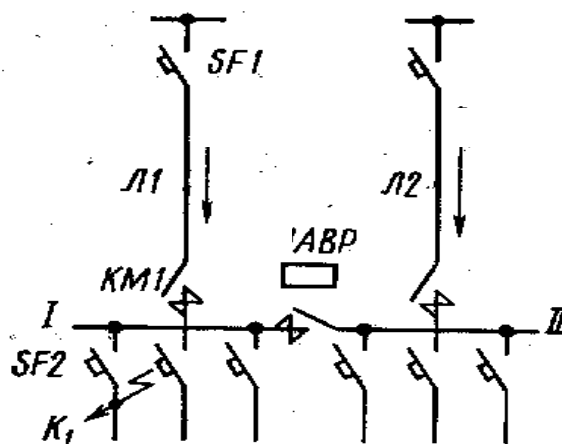
6.3.1. Avtomatik o'chirgich turlari

Sanoat korxonalarida elektr ta'minotida AVM, "Elektron", A 3700, AE – 200 va boshqa turdagi avtomatik o'chirgichlar qo'llaniladi.

AVM turidagi avtomatik o'chirgichlar ikki va uch qutbli qilib tayyorlanadi. O'rnatish usuliga qarab surilmaydigan va suriladigan bo'ladi.

Bunday o'chirgichlarning maksimal o'chirish qobiliyati o'zgaruvchan tok uchun $I_{\text{OTKL,A}}=20\text{kA}$ ni, o'zgarmas tok uchun $I_{\text{OTKL,A}}=30\text{kA}$ ni tashkil qiladi. Avtomatik o'chirgich soat mexanizmi sozlanadigan maksimal elektromagnitli ajratgichga ega. Yuklama ortganda tokka teskari bog'langan soat mexanizmi hosil qiladigan sabr vaqtli AVM–4s, AVM–10s va AVM–15s turidagi avtomatik o'chirgichlarda noldan $2I_{\text{NOM,A}}$ gacha, AVM–20s da $-1.5I_{\text{NOM,A}}$ gacha o'zgartiriladi.

AVM turidagi avtomatik o'chirgichlarni kommutatsiya qobiliyati past, u kimyoviy xarakteristikasi rostlash imkoniyati yetarli bo'lmagan tok va kuchlanishlar bilan chegaralangan. Bu kamchiliklarni yo'qotish maqsadida "Elektron" turidagi ikki va uch qutbli avtomatik o'chirgichlar ishlab chiqilgan. Ular 660 V o'zgaruvchan va 400 V o'zgarmas kuchlanishlarga, hamda maksimal tok ajratgichlarning toki 250 – 4000 A ga mo'ljallangan.



6.10 – rasm. Tarmoqni avtomat o'chirgichlar yordamida himoyalash

A3700 turidagi avtomatik o'chirgichlar ikki va uch qutbli bo'ladi va 160 – 630 A toklarga mo'ljallangan. yaxshi himoya xarakteristikalarini olish uchun o'chirgich tuzilishida yarim o'tkazgichli himoya bloki ko'zda tutilgan. U o'lchov organidan signal oladi va o'chirish komandasini elektromagnitli ajratgichga uzatadi. O'chirgichlar tokni cheklovchi qilib bajariladi:

1. Yarim o'tkazgichli va maksimal tokli elektromagnit ajratgichli o'chirgichlar (A37105 – A37405).

2. Maksimal tokli elektromagnit ajratgichli o'chirgichlar (A37115 – A37425).

Ikkala holda ham elektromagnit ajratgichda o'rnatma toki $10I_{NOM,RAS}$ ga teng.

AE – 1000 turidagi avtomatik o'chirgichlar bir qutbli 6, 10, 16, 20, 25 A nominal toklarga mo'ljallangan issiqlik ajratgichli qilib bajariladi. Ularning asosiy vazifasi yoritish tarmoqlarini himoyalash.

6.3.2. Avtomatik o'chirgichlarni tanlash

Avtomatik o'chirgichlarni tanlashga quyidagi talablar qo'yiladi:

1. O'chirgichlarning nominal kuchlanishi tarmoq kuchlanishidan past bo'lmasligi lozim;

2. O'chirish qobiliyati himoyalananayotgan elementdan oqayotgan maksimal q.t. tokiga hisob bo'lishi kerak;

3. Ajratgichning nominal toki himoyalananayotgan elementdan uzoq oqayotgan eng katta hisobiy yuklama tokidan kichik bo'lmasligi kerak:

$$I_{HOM,PAC} \geq I_{P,MAX}$$

4. Avtomatik o'chirgich himoyalananayotgan elementning normal rejimida o'chirilishi mumkin emas, shuning uchun rostlanadigan ajratgichlarning o'rnatma toklari quyidagi shart bo'yicha tanlanadi:

$$I_{HOM,PAC} \geq (1.1 \div 1.3)I_{P,MAX}$$

Ajratgichlari rostlanmaydigan avtomatik o'chirgichlarda birinchi shartning bajarilishi yetarli hisoblanadi.

5. himoyalananayotgan elementda mumkin bo'lmagan qisqa muddatli Yuklama ortishida avtomatik o'chirgich ishlab ketmasligi kerak. Bu quyidagi shart bo'yicha ta'minlanadi:

$$I_{HOM,PAC} \geq (1.25 \div 1.35)i_{II}$$

i_P saqlagichni tanlashga o'xshab aniqlanadi.

Ketma – ket o'rnatilgan avtomatik o'chirgichlarning tanlovchanligini ta'minlash uchun ularning himoya xarakteristikalari selektivlik kartasida

kesishishmasligi kerak. Bunda ta'minlash manbasiga yaqin joylashgan o'chirgichlar ajratgichlarining o'rnatma toki uzoq joylashgan o'chirgichlarnikidan 1.5 barobar katta bo'lishi kerak.

O'rnatmalari tanlovchanlik sharti bo'yicha tanlangan o'chirgichlarning ajratgichlari sezgirlik talabini qoniqtirishi kerak, ya'ni himoyalananayotgan liniyaning eng uzoq nuqtasidagi minimal q.t. toki (odatda 1 fazali q.t.) ajratgichning nominal tokidan kamida 3 barobar katta bo'lishi kerak.

Nazorat savollari:

1. Eruvchan saqlagichlarni tanlash shartlari.
2. Avtomatik o'chirgichlarning turlarini keltiring.
3. Avtomatik o'chirgichlarni tanlash usullari
4. Saqlagich va avtomatlarning sxemada ko'rsatilishi.

7. ELEKTR TA'MINOTI SISTEMASINING AVTOVATIKASI

Elektr tizimi iste'molchilarining ishonchli va uzluksiz elektr ta'minoti releli himoya bilan bir qatorda shikastlanishga qarshi avtomatika sistemasi bilan ham ta'minlanadi. Ulardan asosiysi quyidagilar:

- zaxiradagi ta'minot manbani avtomatik ulash (ZAU);
- qisqa tutashuvda rele himoyasi bilan o'chirilgan liniya, transformator va shinalarni avtomatik qayta ulash (AQU);
- avtomatik chastotali yuksizlantirish (ACHT);

7.1 Avtomatik ulash

Elektr energiyasi ta'minotida uzilishi mumkin bo'lmagan birinchi kategoriya iste'molchilari zaxirali manba bilan ta'minlanishi kerak.

Zaxirali ta'minot manbani avtomatik ulash (ZAU) qurilmasi elektr stansiyalarida, hamda ikki va undan ortiq liniya yoki transformator bilan ta'minlangan tarmoq podstansiyalarida keng qo'llaniladi. Elektr stansiyalarida ZAU qurilmasi o'ta Muhim mexanizmlarning elektr motorlari (ta'minlash nasosi, tutun so'rgich va boshqalar) ulanganda ishlatiladi.

ZAU qurilmasi ikki qismdan iborat. Birinchi qismga ishchi ta'minot manbasi himoyasini to'ldiruvchi minimal kuchlanish himoyasi kiradi. Bu himoya ZAU qurilmasini ulaydi. Iste'molchilarni elektr energiya bilan ta'minlash to'xtatilgan barcha hollarda ishchi ta'minot manbasini o'chirilishini ta'minlaydi.

Ikkinchi qismga ishchi manba o'chirgichi o'chirilganda zaxira ta'minot manbasining avtomatik ulanishini ta'minlovchi ulash avtovatika kiradi.

Taqsimlovchi uskuna ishchi liniya bo'yicha normal ta'minlanadi,(7,1) uning o'chirgichi V1 ulangan. Zaxiradagi liniya o'chirgichi V2 normal o'chirilgan.V2 o'chirgich 2 yukli yuritma bilan ta'minlangan. V2 o'chirgichni 3 yukni tushirish yo'li Bilan ulash mumkin. O'chirgich qo'l bilan yoki masofali (masofada) ulanadi.Bunda yuritma richagini ozod etuvchi maxsus ulash chulg'am zanjiri tutashtiriladi.

Ko'rsatilayotgan sxemada ZAU qurilmasi zaxirali liniyada o'rnatilgan TN2 kuchlanish transformatoridan ta'minlanadi.

V1 o'chirgich o'chirilganda uning yuritmasidagi 1-blok-kontakti tutashadi, natijada ikkinchi yukli yuritma-g'altak chulg'amida tok paydo bo'ladi; g'altak o'zakni tortadi va 3 yukni ozod etadi, u esa og'ib

o'chirgich yuritmasi o'qini buradi va V2 o'chirgichni ulaydi, bunda zaxira liniyadan uskuna ta'minoti tiklanadi.

Sxemada uskunaning yig'ma shinasida kuchlanish yo'qolganda ZAU ni ishga tushirishni ta'minlovchi minimal kuchlanish relesi ($N <$) ko'zda tutilgan, agarda V1 o'chirgich ulangan bo'lsa, bunda 5 va 4 rele ishga tushadi, V1 o'chirgich o'chadi, V2 esa ulanadi.

TN1 kuchlanish transformatori saqlagichlar yordamida himoyalanganda avtomatik qurilmaning noto'g'ri harakati bo'lmasligi uchun 2 ta kuchlanish relesi o'rnatiladi, ularning chulg'amlari har xil fazalarga ulanadi, kontaktlari esa ketma-ket ulanadi (7.1- rasm).

ZAU qurilmasi ishga tushganda iste'molchilar ta'minotidagi uzilish vaqti himoyaning harakati vaqtlari yig'indisidan tashkil topadi. Bular o'chirgichning ishchi manbadan o'chirish va zaxira ta'minot manbasi ulash vaqtlaridir. Tez harakatlanuvchi rele himoya, o'chirgich va yuritmalar uchun bu vaqt 0,4-0,5 s tashkil etadi.

7.2 Avtomatik qayta ulash (AQU)

Havo elektr uzatish liniyalarida aksariyat qisqa tutashuvlar momaqaldirimli razryad, qushlar simlarning har xil fazalarni tutashtirishi, simlarning o'ralashib ketishi va boshqalar natijasida sodir bo'ladi. Tajribasi ko'rsatadiki, havo tarmoqlarida Shunga o'xshash tutashuvlarning aksariyat qismi qisqa vaqtli harakterga ega, chunki shikastlangan qism o'chirilgandan so'ng tutashuv joyidagi izolyatsiya ko'p holda tiklanadi va liniya yana ishga ulanishi mumkin.

Ko'p hollarda qisqa tutashuvlar transformator podstansiyalarida izolyatsiyalarni yoki yuqori kuchlanish saqlagichlarining izolyatsiyalarining tutashib qolishi natijasida sodir bo'ladi va u ham qisqa vaqtli xususiyatga ega. Qisqa tutashuvdan so'ng ular odatda ta'mirlanmay, saqlagichsiz yana ishga tushirilishi mumkin.

Liniyani qayta ulash uchun maxsus qurilma qo'llaniladi, u yordamida o'chirilgan liniya avtomatik ravishda yana ishga tushiriladi. Bu qurilma avtomatik qayta ulash qurilmasi (AQU) deb ataladi. Bir tarafdin ta'minlanadigan liniyalarda AQU ni samarasi yuqori, AQU ning har bir muvaffaqiyatli harakati iste'molchilar ta'minotining uzilishini oldini oladi. Respublikamiz energetika tizimida bir karra, hamda ko'p karra harakatlanuvchi uch fazali va bir fazali AQU qurilmalari qo'llaniladi.

Bir karrali deb liniyani faqat bir marta ulaydigan AQU ga aytiladi, agar liniya yana himoya orqali o'chirilsa, unda AQU qurilmasi harakatdan to'xtaydi va ikkinchi marta ishlamaydi. Bir fazali deb, faqat bitta

o‘chirilgan fazani qayta ulaydigan AQU ga aytiladi.

AQU qurilmasi elektr relelar yordamida elektrli prinsipda yoki o‘chirgich yuritmasiga mos ravishda mexanik prinsipda bajariladi.

Elektrli AQU elektr magnitli va pnevmatik yuritma bilan ta‘minlangan o‘chirgichlarda ishlatiladi. Mexanik AQU qo‘l bilan yoki avtomatik boshqariladigan yuritma (yukli, prujinali) bilan ta‘minlangan o‘chirgichlarda ishlatiladi.

Bir karrali qo‘l bilan qaytariladigan elektrli AQU sxemasida oraliq (KL) 4 va ko‘rsatkich (KN) 6 relelar ko‘zda tutilgan.

Relening yuqoridagi kontakti 4 normal holatda yopiq, pastkisi ochiq, uzgich 7 ulangan. Liniyada qisqa tutashuv sodir bo‘lganda releli himoya ishga tushadi va o‘chirish g‘altagi SO yordamida o‘chirgich V o‘chiriladi. O‘chirgich o‘chirilgandan so‘ng uning yuritmasi kontaktlari 3 oraliq relesi kontaktlarining OK ulanish solenoidi US zanjirini tutashtiradi va o‘chirgich ulanadi (tok zanjiri: plyus – kontaktlar 3-releining yuqori kontaktlari 4-rele g‘altagi 6-uzgich 7-kontaktlar 1-g‘altak OK-minus).

Bunda rele 6 ishga tushadi va o‘zining kontaktlarini tutashtiradi:

ulanganda tutashgan kontaktlar 2-rele kontaktlari 6-rele g‘altagi 4-minus).

Rele 4 ishga tushadi (yuqori kontaktlari ochiladi va pastki kontaktlari tutashadi) va o‘z-o‘zidan bekiladi (o‘z-o‘zidan bekilish zanjiri toki: plyus-releining pastki kontaktlari 4-tugmacha 5-rele g‘altagi 4-minus).

Agar avtomatik qayta ulash bartaraf etilmagan qisqa tutashuv vaqtida sodir bo‘lsa, releli himoya ikkinchi marta ishga tushadi va ikkinchi marta o‘chirgich V o‘chiradi. Yana avtomatik o‘chirish ulana olmaydi, chunki yuritma oraliq kontaktlarining OK ulanish solenoidi o‘z-o‘zidan bekilish relesining yuqoridagi kontaktlari 4 bilan ochilgan.

AQU qurilmasini oldingi (birlamchi) holatiga ketirish uchun 4 releni bekitish (blokirovka), 6 rele kontaktlarini 5 tugmani bosib va 6 rele shtiftasini burib uzish kerak. Uzish 7 AQU ni o‘chirish uchun xizmat qiladi, qachonki ishlash sharoiti bo‘yicha uni ma‘lum vaqtga kerak bo‘lmasa, aytish joizki hozirgi vaqtda AQU na faqat elektr uzatish liniyalari uchun, balki podstansiyalarning yig‘ma shinalari uchun ham keng ishlatiladi, chunki o‘zgaruvchan qisqa tutashuvlar nafaqat elektr uzatish liniyalarida, balki podstansiyaning yig‘ma shinalarida ham bo‘ladi.

AQU tizimi iste‘molchilarning elektr energiya ta‘minotidan uzilishini yo‘q qilish bilan birga vaqtini qisqartiradi, ya‘ni qisqa tutashuvdagi yoyni ishdan chiqarish (buzish) ta‘sirini kamaytiradi, chunki yoy paydo bo‘lgandan so‘ng liniya tezda o‘chirilishi kerak (0,2 . . . 0,3 s).

7.3. Avtomatik chastotali yuk tushirish (ACHT)

Energo tizim ish rejimining ajralib turadigan xususiyati shundan iboratki, har doim energiya manbasining quvvati R_P yuklama va isrof yig'indisiga teng bo'ladi:

$$R_P = R_{NG} + R_{POT}$$

Bu yerda R_{NG} – yuklama quvvati;

R_{POT} – quvvat isrofi.

Yuklamani o'zgarishi ishlab chiqarilayotgan quvvatning o'zgarishini talab qiladi, aks holda tizimdagi chastota o'zgaradi, chunki quvvat balansi (muvozanati) chastota f_N bo'lganda ta'minlanadi. Elektr stansiyalarda generatorlar shikastlanish natijasida o'chirilganda yoki energotizim har qanday sabab bilan alohida qismlarga bo'linganda, oxirgilarda ishlab chiqarilayotgan aktiv quvvat yetishmovchiligi (tanqisligi) paydo bo'lishi mumkin, shu sababli tokning chastotasi tushib ketishi mumkin. Tokning chastotasi tushishi bilan birga kuchlanish shuning past qiymatga ega bo'lishi mumkin. Bunda ko'plab elektr motorlar sekinlasha boshlaydi va ularning yuklama toklari oshadi, buning natijasida tizimdagi kuchlanish ko'proq pasayadi. Natijada parallel ishlayotgan generatorlar sinxronizmdan chiqadi va o'chiriladi. Iste'molchilarning ta'minoti uziladi.

Quvvat tanqisligi paydo bo'lganda avval tizimda mavjud bo'lgan: turbina tezligini rostlagichi yordamida avtomatik yuklovchi zaxira ishlatiladi,

Birinchi navbatda bug' turboagregatlari to'la quvvatgacha yuklanadi. Agar chastota ma'lum qiymatdan tushib ketsa, unda gidroelektr stansiyalarning zaxiradagi agregatlari avtomatik ravishda ishga tushiriladi. Ularning ishga tushirish vaqti 30 . . . 50 sek.dan oshmaydi.

Chastotani ma'lum minimal qiymatgacha tezda tiklash uchun tizimdagi zaxirani ishlatishdan tashqari iste'molchilarning bir qismi o'chirish yo'li bilan tizim yuksizlantiriladi. Bunda energo tizimning yukini tushurish avtomatik chastotali yuk tushurish (ACHT) qurulmasi deb ataladigan maxsus qurulma yordamida amalga oshiriladi.

ACHT qurulmasi TN kuchlanish transformatoriga ulanadi.

ACHT ning ish ustavkasi 48-45 Gs oraliqda bo'lgan bir nechta chastota relelari RCH1 va RCH4dan (7.3- rasm) tashkil topgan.

Ajratgich R orqali taqsimlovchi uskuna TU shinasiga ulangan o'chirgichlar V navbat bilan iste'molchilarni o'chiradi. Buning uchun ma'lum ustavkili chastota relesi oraliq relelar RP2 va RP3 yordamida ta'minlovchi liniyalar sonini kamaytiradi. Ularning soni energotizim

dispetcherlik xizmati tomondan beriladi.

Elektr motorlarning o'z-o'zidan ishga tushirish.

Elektr tarmoqla va iste'molchilardagi qisqa tutashuvlar va boshqa shikastlanishlar TU yig'ma shinalarida va ularga ulangan barcha tarmoqlarda 0,2-5 sekundli kuchlanishning qisq vaqtli pasayishiga va batamom yo'qolishga olib keladi. Shundan keyin kuchlanish o'sha (AQU da) yoki boshqa (ZAU da) manbadan tiklanadi. Elektr ta'minoti qisqa vaqtga uzilganda motorlarda ro'y beradigan jarayonlarni ko'rib chiqamiz.

Kuchlanish o'chirilgan vaqtda (yoki juda pasayganda) motorlarning aylanish chastotasi kamayadi - sekinlashadi.

Kichik quvvatli motorlarda daqiqaning ulushigacha, katta quvvatli motorlarda – 10 s. Gacha davom etadigan bu jarayon «vibeg» deb ataladi. Vibegda chulg'amdagi toklar, EYUK, magnit oqimlar sekin – asta so'nib boradi. Ular to'la so'nmaganda, motorlar generator rejimida ishlaydi, o'chirilmagan tarmoqdagi qoldiq kuchlanishni ushlab turadi. Katta quvvatli sinxron motorlar mavjud bo'lganda qoldiq kuchlanishni so'nish vaqti vibeg vaqtiga teng bo'lishi mumkin (to'la to'xtagungacha). Bu hodisa ZAU ni ulash va minimal kuchlanishli himoya ishlashining kechikishiga olib keladi.

Ma'lum hollarda ZAU ni tezroq ulash uchun minimal kuchlanish relesi emas, balki «vibeg» jarayonida aniqroq ishlaydigan minimal chastota relesini ishlatishga to'g'ri keladi.

Odatda yig'ma shinalarga motorlardan tashqari boshqa statik yuklamalar ham ulangan. Ular qoldiq kuchlanishda quvvat iste'mol qilib motorlarning sekinlashishini tezlatadi.

Agar korxonadagi elektr motorlarning o'z o'zidan ishga tushish imkoniyati bulsa elektr ta'minoti ishonchliligi ancha oshadi. O'z-o'zidan yurgizish deb elektr ta'minotida qisqa uzilish bo'lgandan so'ng xodimlarni ishtirokisiz muhim mexanizmlar elektr motorlarining normal ishini tiklashiga aytiladi.

Ta'minot tiklanayotgan vaqtda o'chirgichlari ulangan holatda bo'lgan barcha motorlar o'z-o'zidan ishga tushadi (o'z-o'zidan yurgizish). Bu vaqtda motorlarning bir qismi to'xtagan, boshqa qismi esa vibegda bo'ladi.

Taxminan qabul qilish mumkin, o'z-o'zidan yurgizish toki $I_{S.Z}$ barcha ulangan o'zgaruvchan tok motorlarining yurgizish toklari ($I_{P,\Sigma}$) plus o'chirilmagan statik elektr iste'molchilarning umumiy nominal toklari (I_N) yig'indisiga teng:

$$I_{S.Z} = I_{P,\Sigma} + I_N$$

Bu $I_{S.Z}$ toki nominal qiymatdan bir necha barobar oshib ketadi. Ilgari

motorlar ta'minoti tiklanganda yuqori toklardan shikastlanmasligi uchun motorlar vibegda minimal kuchlanishli himoya bilan o'chirilar edi. Oqibatda o'z-o'zidan yurgizish mumkinligi amaliyotda isbotlangan.

Boshqa tomondan, barcha elektr iste'molchilarini o'z-o'zidan yurgizish uchun ularni ulangan holda qoldirish har doim ham mumkin emas, chunki o'z-o'zidan yurgizishda qancha ko'p motorlar ishtirok etsa, shuncha $I_{S,Z}$ katta bo'ladi.

Natijada qancha o'z-o'zidan yurgizish tok kuchi $I_{S,Z}$ katta bo'lsa, shuncha podstansiya yig'ma shinasida kuchlanish past bo'ladi. Demak, qisqa vaqtli kuchlanish yo'qolishidan so'ng barcha iste'molchilarni ulangan holda qoldirish kerak emas, balki o'ta muhimlarini texnologik jarayonni davom ettirish uchun qoldirish kerak. Bundan tashqari, texnologiyasi yoki texnika xavfsizligi bo'yicha o'z-o'zidan yurgizish mumkin bo'lmagan motorlarni o'chirish kerak. Buning uchun motorlarda minimal kuchlanishli himoya ko'zda tutiladi va u motorlarni normal elektr ta'minoti buzilganda o'chiradi. Ta'minot tiklangandan so'ng bu iste'molchilar odatdagiday asta-sekin ishga tushiriladi.

Birinchi navbatda sabr vaqtsiz ($t_1=0$) ulanadi, ikkinchi t_2 sabr vaqti bilan uchinchi t_3 sabr vaqti bilan va hokazo.

O'z-o'zidan yurgizish vaqtida ulanishi mumkun bo'lmagan motorlar zanjiri magnitli ishga tushirgichga ega.

Nasos va kompressor stansiyaalarida motorni avtomatik qayta ulash ishlatiladi, u minimal kuchlanish himoyasi ishlagandan so'ng amalga oshiriladi.

7.4. Elektr ta'minoti sistemasida dispetcherizatsiya va telemexanizatsiya

Dispetcherlik xizmati energiya ta'minoti tizimini markazdan boshqaradi, uning alohida elementlarining harakatini nazorat qiladi. Ushbu sistemaning normal ishini ta'minlash uchun uskunalarni ta'mirlash va shikastlanishlarni yo'qotish yoki tarqalishini to'xtatish bilan bog'liq operativ qayta ulashlarni amalga oshiradi.

Dispetcherlik xizmati xodimi joylashgan dispetcherlik punkti (DP) yoki boshqarish punkti (BP) bilan nazorat punktlaridagi (NG) boshqarish nazorat ob'yektlari (BNO) o'rtasidagi aloqa telemexanika yordamida amalga oshiriladi. Telemexanika TB-TS-TO' (teleboshqaruv, telesignalizatsiya, teleo'lchov) qurilmasini o'z ichiga oladi.

Telemexanikaning hajmiga qarab TB-TS-TO' sistemasi quyidagilarni ko'zda tutadi:

- liniya, transformator, avtomatik rostdash agregatlarining o'chirgichlarini, korxonada xududini yoritish kontaktorlarini teleboshqaruvini;

- barcha teleboshqaruvli va teleboshqaruvsiz ob'ektlar elektr ta'minoti sistemasida yuklama taqsimlanishiga ta'sir etuvchi katta elektr iste'molchilar holatlarini (ulangan, o'chirilgan) telesignalizatsiyasini;

- 6-35 kV kuchlanishli tarmoqlarda o'chirgichlarni yerga tutashishdan releli himoya yordamida avariya o'chirilishi signalizatsiyasini;

- teleboshqaruv transformatori yoki rostdash agregatining o'ta yuklanish telemexanikasining normal ish rejimlari bilan bog'liq BP dagi nosozliklar signalizatsiyasini;

- podstantsiya shinasidagi kuchlanishni, elektr ta'minoti liniyasidagi tokning teleo'lchovini.

Teleboshqaruv uskunalarning bajaruvchi mexanizmlariga ta'sir etuvchi boshqarish signallarini masofaga uzatishni ta'minlaydi: Normal va avariya rejimlarida tez-tez operativ qayta ulanishlarni amalga oshirish talab qilinsa va ko'rsatilgan qayta ulanishlarni avtomatika vositalari bilan amalga oshirish mumkin bo'lmasa, TB ko'zda tutiladi.

Teleboshqaruv tizimi doimiy navbatchi xodimsiz ishlaydigan ob'ektlar uchun, hamda avtomatik boshqarish qurilmalari sifatida ham qo'llaniladi. Teleboshqaruvli elektr ta'minoti ob'ektlari albatta maxalliy boshqaruvga ega bo'lishlari kerak.

Uzatuvchi telemexanika qurilmalari va qabul qiluvchi qurilmalar aloqa kanallari bilan bog'langan. Ular uchun simli aloqa liniyalari, radioliniyalari, kuch va yuqori voltli liniyalar ishlatiladi.

Aloqa kanallaridan foydalanish usuli bo'yicha TB-TS-TO' qurilmasi ko'p va kam kanallilarga bo'linadi.

Nazorat savollari

1. Ta'minot manbasi zaxirasini avtomatik ulash qanday maqsadda amalga oshiriladi?

2. Avtomatik qayta ulashning vazifasi nima?

3. Avtomatik chastotali yuk tushirishning mazmuni nimada?

4. Elektr motorlarning o'z-o'zidan ishga tushish qanday amalga oshiriladi?

5. O'z-o'zidan ishga tushirish nima uchun kerak bo'ladi?

6. Qanday hollarda o'z-o'zidan ishga tushirishni ishlatish mumkin emas?

7. Dispetcherlik xizmatining vazifasi nima?

Adabiyotlar:

1. Allaev Q.R., Siddiqov I.X., Hakimov M.H., Ibragimov R.I., Siddiqov O.I., Shamsutdinov H.F. Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi. O`quv qullanma. - T.: Cho`lpon nomidagi NMIU, 2014. 304
2. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения - Москва: Высш школа, 2006.-639 с.
3. Булычев А.В., Наволочный А.А. Релейная защита в распределительных электрических сетях. - Москва: ЭНАС, 2011.-208 с.
4. Басс Э.И., Дорогунцев В.Г. Релейная защита электроэнергетических систем. - Москва: Издательство МЭИ, 2002.-296 с.
5. Копьев В.Н. Релейная защита. Принципы выполнения и применения. Учебное пособие. - Томск: Изд. ЭЛТИ ТПУ, 2006. 143 с.
6. Овчинников В.В., Удрис А.П. Реле РНТ и ДЗТ в схемах дифференциальных защит. -М.: НТФ Энегопрогресс, Энергетик, 2004.
7. Rojkova A.D.,Kozulin V.S. Stansiya va podstansiyalarning asbob uskinalari. Darslik - T.: O`qituvchi,1986.
8. Allaev Q.R. Elektromexanik o`tkinchi jarayonlar. O`quv qo`llanma. – T.: Moliya nashriyoti, 2007. 272 b.
9. Marlin O. Thurston «Electric Relays principles and Applications». A Series of Reference Books and Textbooks. Taylor and Francis Group. Boca Raton, FL. 676 pages.
10. P.M. Anderson «Power system protection». Textbook. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Ins., New York, 1998 year, 1307 pages.

Internet saytlari

1. Сайт: www.energystrategy.ru
2. Сайт: www.uzenergy.uzpak.ru

Mundarija

Kirish	3
1. RELELI HIMOYA XAQIDA UMUMIY TUSHUNCHA	4
1.1 Shikastlanishlar va normal bo‘lmagan holatlar.	4
1.2 Qisqa tutashuv turlari.	5
1.3 Qisqa tutashuv toklarini hisoblash	9
1.4 Rele himoyasiga qo‘yiladigan talablar	11
2. HIMOYA ELEMENTLARI	14
2.1 Rele turlari	14
2.2 Releli va himoya elementlarining chizmalarda tasvirlash usullari	15
2.2.1 Relening ulanish usullari.	16
2.3 Himoyaning o‘chirgichga ta’sir qilish usullari	18
3. RELELI HIMOYADA TOK VA KUCHLANISH TRANSFORMATORLARI	18
3.1 Tok transformatorining vazifasi	18
3.1.1 Magnitlovchi tokni kamaytirishga ta’sir qiluvchi parametrlar	20
3.1.2 Tok transformatorlarining aniqlik darajasi	20
3.1.3 Tok transformatori chulg‘amlarining belgilanishi	21
3.2 Tok transformatorlarining ulanish sxemalari	21
3.2.1 Tipik sxemalar va ularning tahlili	21
3.2.2 Tok transformatorlari va rele chulg‘amlarining to‘liq yulduz sxemasi bo‘yicha ulanishi	22
3.2.3 Tok transformatorlarining va rele chulg‘amlarining	24

	to‘liq bo‘lmagan yulduz sxemasida ulanishi	
3.2.4	Tok transformatorlarining uchburchakka ulangan chulg‘amlariga releni yulduz sxemasini ulash	25
3.2.5	Ikki faza toki farqiga ulangan bitta releli sxema	26
3.2.6	Tok transformatorlarining yuki	27
3.3	Kuchlanish transformatorlari haqida umumiy ma`lumotlar	28
3.3.1	Kuchlanish transformatorlarining ulanish usullari	29
	4. RELE QURILMALARINING ASOSLARI	31
4.1	Elektr mexanik relelar	31
4.2	Elektr magnit relelar	32
4.3	Tok relelari	37
4.4	Kuchlanish relelari	39
4.5	Elektromagnit oraliq relelari	39
4.6	Ko‘rsatkich relelari	41
4.7	Vaqt relelari	42
4.8	Induksion relelar	46
4.8.1	Tok va kuchlanish induksion relelar	49
4.9	Induksion quvvat yo‘nalishi relelari	52
4.10	Magnitoelektrik va yarim o‘tkazgichli relelar	59
4.10.1	Magnitoelektrik relelarning tuzilishi	59
4.10.2	Yarim o‘tkazgichli relelar	60
4.10.3	Qutblangan relelar	61
4.11	Operativ tok manbalari	63
4.11.1	Operativ tok zanjirining vazifasi	63
4.11.2	Operativ o‘zgaruvchan tok	65

5. TOKLI HIMOYALAR		68
5.1	Maksimal tokli himoyalar	68
5.1.1	Maksimal tokli himoya sxemalari	69
5.1.2	Maksimal tokli himoyada himoyaning ish tokini aniqlash.	70
5.2	Kuchlanish bo‘yicha ishga tushuvchi MTH.	76
5.3	O‘zgaruvchan operativ tokli MTH	78
5.4	Tokli kesim	81
5.5	Uch pog‘onali tokli himoyalar	83
5.6	Yo‘naltirilgan himoyalar	87
5.7	Differensial himoyalar	91
5.7.1	Bo‘ylama differensial himoyalar.	91
5.7.2	Ko‘ndalang differensial himoyalar	96
5.8	Masofali himoyalar	97
6. ELEKTR USKUNALARINING HIMOYALARI		100
6.1	Transformatorning himoyasi	100
6.1.1	Gazli himoya	100
6.1.2	Transformatorlarning tokli himoyalar	101
6.1.3	O‘ta yuklanishdan himoya	103
6.1.4	Transformatorlarning differensial himoyasi	104
6.1.5	Differensial tokli kesim	108
6.1.6	Tez to‘yinuvchi tok transformatorli himoya	108
6.2	Asinxron va sinxron motorlar himoyasi	109
6.2.1	Motorlarning shikastlanish turlari va normal bo‘lmagan rejimlari	109

6.2.2	Asinxron motorlarning himoya turlari	110
6.2.3	Asinxron motorning o‘ta yuklanishdan himoyasi.	111
6.2.4	Motorlarning differensial tokli himoyasi	112
6.2.5	Asinxron motorlar uchun minimal kuchlanishli himoya	112
6.2.6	Sinxron motorlar himoyasi	113
6.3	Kuchlanishi 1000 V gacha elektr tarmoqlar himoyasi	114
6.3.1	Avtomatik o‘chirgich turlari	117
6.3.2	Avtomatik o‘chirgichlarni tanlash	118
	7. ELEKTR TA’MINOTI SISTEMASINING	120
	AVTOVATIKASI	
7.1	Avtomatik ulash	120
7.2	Avtomatik qayta ulash (AQU).	121
7.3	Avtomatik chastotali yuk tushirish (ACHT).	123
7.4	Elektr ta’minoti sistemasida dispetcherizatsiya va telemexanizatsiya	125
	Adabiyotlar	127

RELELI HIMOYA VA AVTOMATIKA

fanidan

MA'RUZALAR MATNI

Mualliflar: Shamsutdinov H.F.
Pulatov B.M.
Nurmatov O.Yo.

Muharrir: Sidikova K.A.
Musahhih: Miryusupova Z.M.