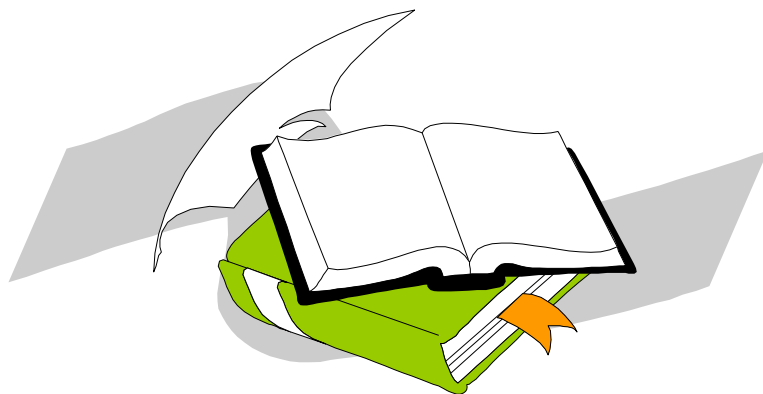


Stantsiya va energetika tizimlarini releli ximoyasi

fanidan

Маърузалар курси

(1-qism)



NAMANGAN-2016

« Stantsiya va energetika tizimlarini releli ximoyasi » fanidan ma`ruzalar kursi «Elektr energetikasi» ta`lim yo`nalishining bakalavrlar tayyorlash uchun namunaviy o`quv rejasi va dasturi asosida tuzilgan. Ushbu ma`ruzalar kursidan «Elektr energetikasi» ta`lim yo`nalishida taxsil olayotgan barcha talabalar foydalanishi mumkin.

Tuzuvchilar:

k.o`q. E.Berkinov

Takrizchi:

dots.S.Boydedayev

Ma`ruzalar kursi «Elektr Energetika» kafedrasining 2016 yil _____ sonli yig'ilishda muhokama qilingan va foydalanishga tavsiya etilgan.

Ma`ruzalar kursi NamMPI ilmiy-uslubiy kengashi tomonidan foydalanishga tavsiya etilgan. 2016 yil _____ sonli yig'ilishda muhokama qilingan va foydalanishga tavsiya etilgan.

Elektr stantsiya va energetika tizimlari ishidagi nonormal xolatlar va shikastlanishlarning asosiy turlari

Elektr tizimlarinin, elektr stantsiyalarining elektr qurilma va asboblari, elektr uzatish liniyalarida, elektr iste'molchilarida ishdan chiqish, shikastlanish holatlarini uchratish mumkin. Ishdan chiqish yoki shikastlanish ko'p hollarda elektr tizimning elementlarida tokning me'yoridan oshib ketishi yoki kuchlanishning pasayishi bilan bog'langan.

Me'yoridan oshib ketgan tok katta miqdorda issiqlik ajralib chiqishiga olib keladi. Buning natijasida elektr uzatish liniyalari va qurilmalari xavfli darajada qizishi va shikastlanishi mumkin. Kuchlanishning normadan pasayishi elektr iste'molchilarning normal ishlashiga yo'l qo'ymaydi va parallel ishlayotgan generator va energetika tizimining turg'unligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

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

Elektr tizimlari va elektr iste'molchilarini shikastlanish va normadan tashqari xolatlardan saqlash uchun uning elementlarini himoyalovchi avtomatik qurilmani joriy etish zarur. Elektr tizimida dastavval himoya qurilmasi qilib eruvchan saqlagichlar qo'llanilgan. Quvvat va kuchlanishni 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 yordamida amalga oshirildi va releli himoya deb nomlanadi.

Energetika tizimida shikastlanish bo'lganda releli himoya uni aniqlaydi va shikastlangan energetika tizimining qismini o'chirgichlariga ta'sir etib o'chiradi.

Hozirgi zamon energetika tizimi releli himoyalar elektr ta'minotini tez tiklovchi va tizimni normal holatga keltiruvchi mustahkam va aniq elektr avtomatikasi bilan ta'minlangan.

Elektr avtomatikasi qurilmalariga qayta ulash avtomatikasi (AQU), chastota asosida signallash avtomatikasi (AChR) va zahiradagi manbani ulash avtomatikasi (AVR) kiradi.

Elektr qurilmalaridagi shikastlanishlar.

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

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.

E.yu.k. si qisqa tutashgan yopiq elektr konturlarida qisqa tutashuv toki deb nomlangan $I_{q.t.}$ katta tok oqadi. 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

$$U_m = E - I_{k.t} \cdot Z_m$$

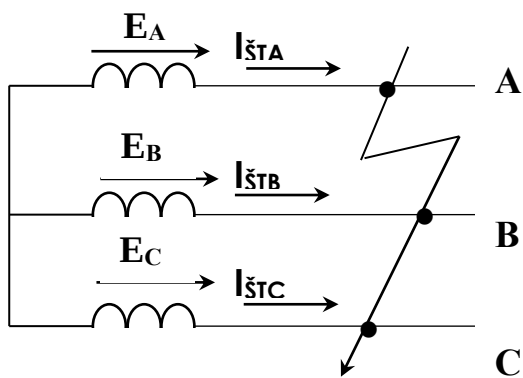
bu yerda E - manbaning e.yu.k. si, Z_m - manbadan qisqa tutashuv nuqtasigacha uchastkaning qarshiligi.

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

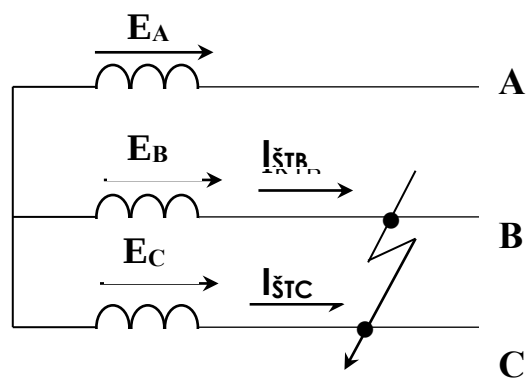
a) Joule-Lentz qonuniga asosan qisqa tutashuv toki ($I_{k.t}$) R -qarshilikda t - vaqt mobaynida issiqlik ajralishiga olib keladi.

$$Q = k \cdot I^2 R \cdot t$$

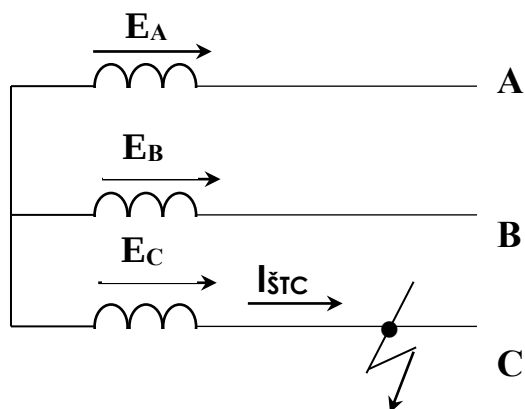
Shikastlangan joylarda bu issiqlik va elektr yoyi katta miqdorda buzilishlarga olib keladi.



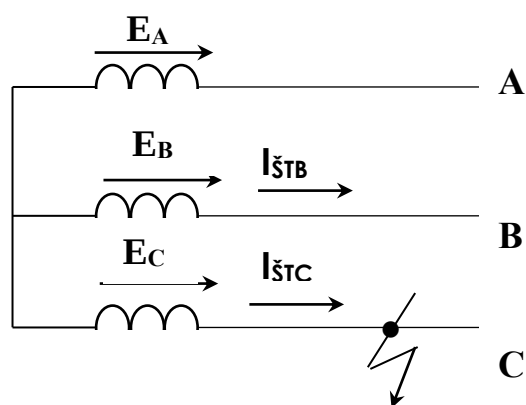
a.



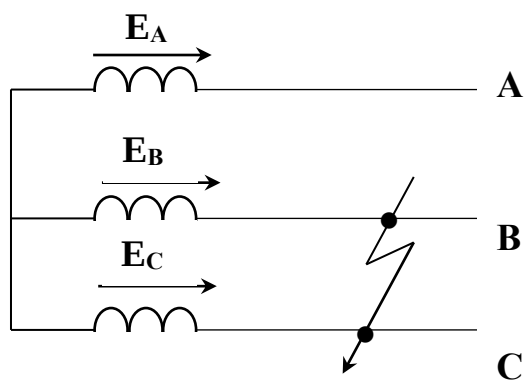
б.



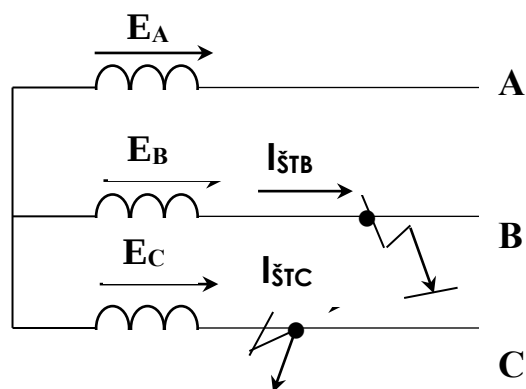
в.



г.



д.



е.

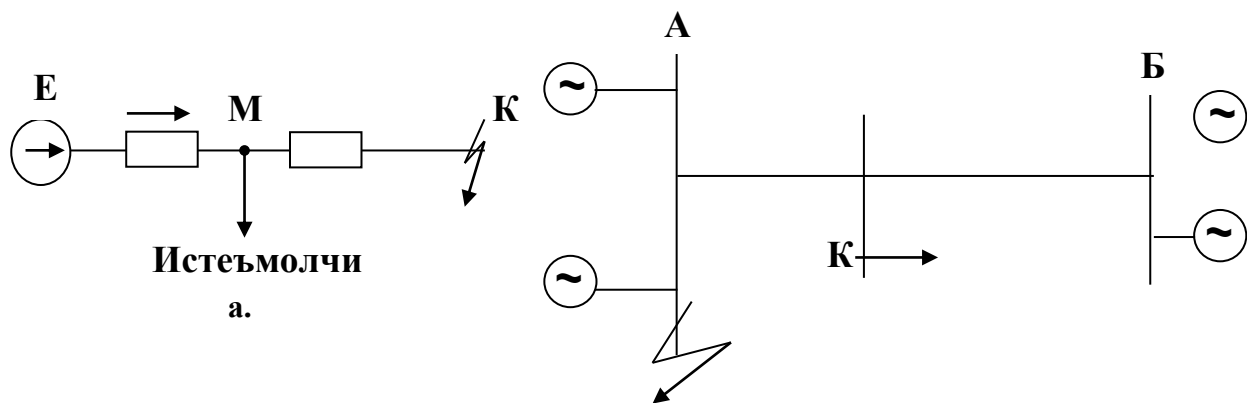
Rasm 1. Elektr qurilmalarida uchraydigan shikastlanishlar turlari:
a, b, v va d—uch fazali, ikki fazali, bir fazali va yer bilan ikki fazali qisqa tutashish; g, ye—bir fazaning va ikki fazaning neytrali izolyatsiyalangan liniyalarda yer bilan ulanish.

Bu buzilishlarni natijalarni $I_{q,t}$ va t vaqtga bog'liq. $I_{q,t}$ ning miqdori I_n dan shu qadar katta bo'lishi mumkinki, izolyatsiyalar va tok o'tkazgich qismlarini qattiq shikastlantiradi.

b) qisqa tutashuv paytida kuchlanishning tushuvi elektr iste'molchilarining ishlashiga xavfli ta'sir qiladi.

v) Kuchlanish tushuvining eng xavfli va og'ir oqibatlaridan biri bu generatorlar va elektr tizimlarining turg'un parallel ishlashlariga salbiy ta'sir etadi. 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 elektrostantsiyasining shinasidagi kuchlanish nolga yaqin bo'ladi (Rasm.2) 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 turbinaning aylanishini boshqaruvchi qurilma sekin ta'sir qiladi va A stantsiya generatorlari aylanish tezligini birdan kamaytirib olmaydi.



Расм 2. Киска туташувнинг кучланиш тушувига таъсири.

B stantsiya generatorlari boshqa sharoitda bo'ladi, u K nuqtadan uzoqda, shuning uchun ularning shinalaridagi kuchlanish normaga yaqin. A stantsiya generatorlarini yuklari yengillashgani sababli barcha yuk B stantsiya generatorlariga tushadi. Buning natijasida ular ko'proq yuklanadi va aylanish tezliklarini kamaytiradi.

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

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

Nonormal rejimlar

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

Xarakterli nonormal rejimlar:

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

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

Chastotani chuqur pasayishi (45-47 Gts) og'ir avariya holati xisoblanib, energetik tizimning ishlashini to'liq to'xtashiga olib keladi.

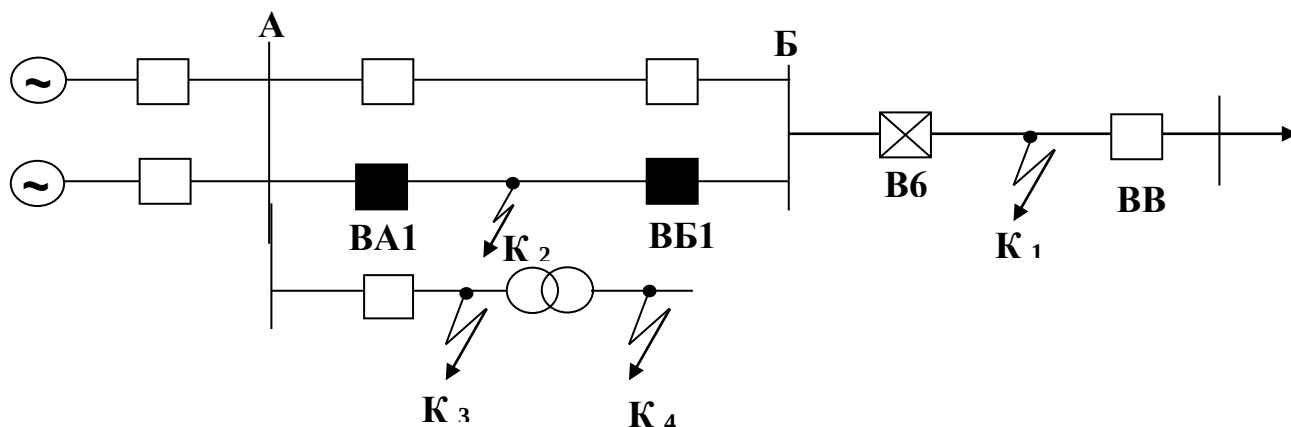
v) Kuchlanishning oshishi, ya'ni generatorning yuklarini birdaniga o'chirilishi natijasi. Yuki yengillashgan generator tezroq aylanadi va bunda statorning EYuK si izolyatsiyani teshish darajasidagi qiymatiga yetadi.

Releli ximoya va avtomatika kurilmalari to'g'risida asosiy tushunchalar.

Rele himoyasiga qo'yiladigan asosiy talablar:

1. Tanlovchanlik;
2. Tezkorlik;
3. Sezgirlik;
4. Ishonchlilik.

Tanlovchanlik (selektivlik). Tanlovchanlik bu himoyaning shunday xususiyatiki, bunda u faqat elektr tarmoqning shikastlangan qisminigina o'chiradi. 1-rasmda shikastlanish qismlarini tanlab o'chirishga misol keltirilgan. K_1 nuqtada qisqa tutashuv yuz berganda shikastlangan liniyani qisqa tutashuvga yaqin bo'lgani uchun, V_6 o'chirgich o'chiradi. Bunda qolgan hamma iste'molchilar (shikastlangan liniyadan tashqari) ishlab turadilar. Shunday qilib, tanlovchanlik talabi iste'molchilarning turg'un energiya bilan ta'minlashning asosiy sharti bo'lib xizmat qiladi.



Расм 1. Электр тизимидаги қисқа туташувда шикастланган қисмларни танлаб ўчирилиши.

Tezkorlik (tezlik bilan o'chirish). 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 1.5-3 sek

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

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

$$t_{o'chirish} = 0,15-0,06 \text{ sek}$$

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

Himoyalarning sezgirligi shu darajada bo'lishligi kerakki, ular tizimlarning minimal rejimlaridagi qisqa tutashuvlarda ham ishlashlari kerak, chunki bu hollarda tokning qiymati juda katta bo'ladi.

Himoyaning sezgirligi sezgirlik koeffitsienti bilan xarakterlanadi. Qisqa tutashuv tokini sezuvchi himoyalar uchun sezgirlik koeffitsienti

$$K_{sez} = \frac{I_{\kappa.m.mun}}{I_{x.u}}$$

$I_{\kappa.m.mun}$ - minimal rejimdagi qisqa tutashuv toki;

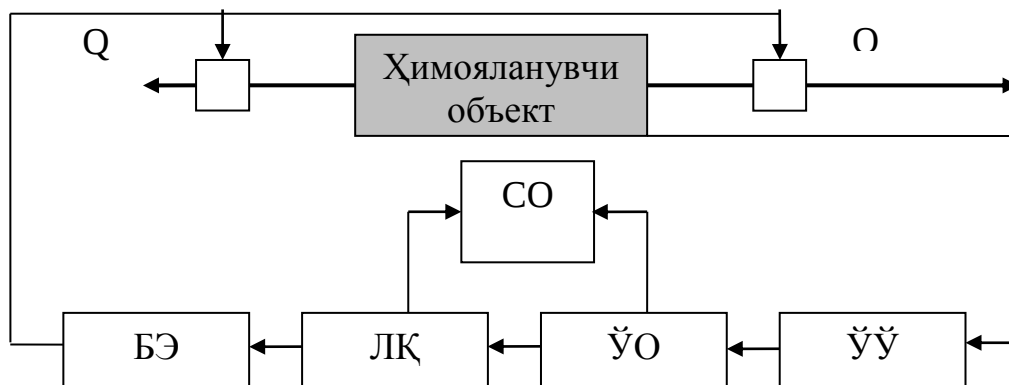
$I_{x.u}$ - himoya ishlashi uchun yetarli bo'lgan tok miqdori.

Ishonchlilik. Himoyaning ishonchliligi sxemaning soddaligiga, unda o'rnatilgan relelar va ularning kontaktlari soniga, o'rnatilish va bajarilish sifatiga, o'rnatish materiallariga va xizmat ko'rsatishga bog'liq.

Releli himoyani tuzilish sxemasi

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

- ta'sir javob beruvchi;
- mantiq (logik).



Rasm 2. Releli himoyani tuzilish sxemasi:

Q – uzgich, O'O' – o'lchov o'zgartkichi, O'O – o'lchov organi, LQ - mantiq (logik) qismi, BE – bajarish elementi, SO – solishtiruvchi organ

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, nonormal rejimda himoyaning mantiq qismiga mos keluvchi axborot uzatib beradi.

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 programmaga mos bo'lsa, oldindan ko'zlangan amallarni bajaradi va o'chirgich boshqaruviga impul s beradi.

Himoya elementlari. Rele va ularning turlari

Odatda releli himoya 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 kattalikni belgilangan qiymatida harakatga keladi. 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 kirish kattaligining ma'lum qiymatida chiqish kattaligi (masalan kuchlanish) sakrab o'zgaradi.

Mantiq qism elektromexanik yoki yarim o'tkazgichli rele yordamida tayyorlanadi. Qisqa tutashuvni va shikastlanishlarning belgilari bo'lib tokning oshib ketishi, kuchlanishning kamayib ketishi va himoya qilinayotgan qism qarshiligining kamayib ketishi hisoblanadi.

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 kattalikni kamayishiga ta'sir javob bersa, bu rele minimal rele deyiladi.

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

Yordamchi relelar qatoriga vaqt relelari, ko'rsatgich relelar, oraliq relelari kiradi. Vaqt relelari himoyaning harakat ta'sirigacha bo'lgan vaqtni oshiradi, ko'rsatgich relelari esa himoya elementlari harakatidan xabar beradi va qayd qiladi, oraliq relelar himoya elementlarini o'zaro bog'laydi va asosiy relening uzatayotgan xabarini o'chirgichga yetkazadi.

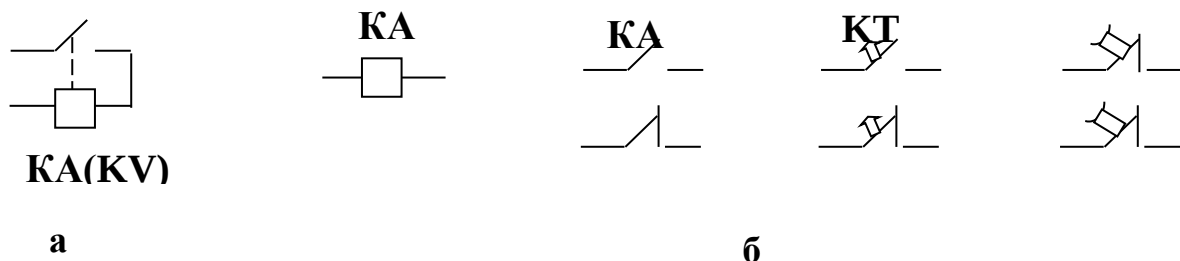
Rele va himoya elementlarining chizmalarda tasvirlash usullari

Rele va himoya elementlarining chizmalarda tasvirlashning ikki usuli mavjud.

Birinchi usul bo'yicha rele birlashgan holda, ya'ni cho'lg'am to'g'ri burchakli shaklda tasvirlanadi, relening kontaktlari yuqori qismda ko'rsatiladi.

Ikkinchi usul bo'yicha rele to'g'ri burchakli shaklda tasvirlanadi, relening kontaktlari sxemada ko'rsatiladi.

Belgining pastki qismida relening chulg'ami va rele tipining bosh xarflari yoziladi: Tok relesi - KA, kuchlanish relesi-KV, vaqt relesi-KT, oraliq, relesi-KL va ko'rsatgich relesi-KN.



Rasm 3. Relelarning chizmalardagi shartli tasvirlari.

Himoyaning uzgichga ta'sir qilish usullari

Himoya uzgichga to'g'ridan-to'g'ri (bevosita) va bilvosita ta'sir ko'rsatishi mumkin. 4 a, b - rasmda ikkilamchi relening bevosita himoyada qo'llanish chizmasi ko'rsatilgan (a-birlamchi releli, b-ikkilamchi releli). Bevosita ta'sir qilish relelari o'chirgichning yuritmasiga o'rnatiladi. Shuning uchun bu relelar o'rnatilgan rele deyiladi.

Rele 1 ishlagan paytda uning qo'zg'aluvchi qismi 2 uzgichning bir-biridan ajratuvchi richagiga 3 to'g'ridan-to'g'ri ta'sir qiladi. Shundan keyin uzgich 4 prujina harakati yordamida o'chiriladi. Bevosita ta'sir qilish relelari to'g'ridan-to'g'ri uzgichning yuritma uzatmasiga o'rnatiladi. Shuning uchun bu relelar o'rnatilgan relelar deyiladi.

4v - rasmda bilvosita ta'sir ko'rsatuvchi ikkilamchi releli himoya tasvirlangan. Rele 1 ishlagan paytda uning kontakti 2 elektromagnitning chulg'amini ulaydi. Bu chulg'am uzgichning o'chirish chulg'ami (O'Ch) (solenoid otklyucheniya - SO) deyiladi. U kuchlanish ta'siri ostida (maxsus manbaning zanjiridan olinuvchi) o'chiruvchi chulg'amda tok paydo bo'ladi. 2 o'chirish chulg'amining o'zagidan tok oqqan paytida 3

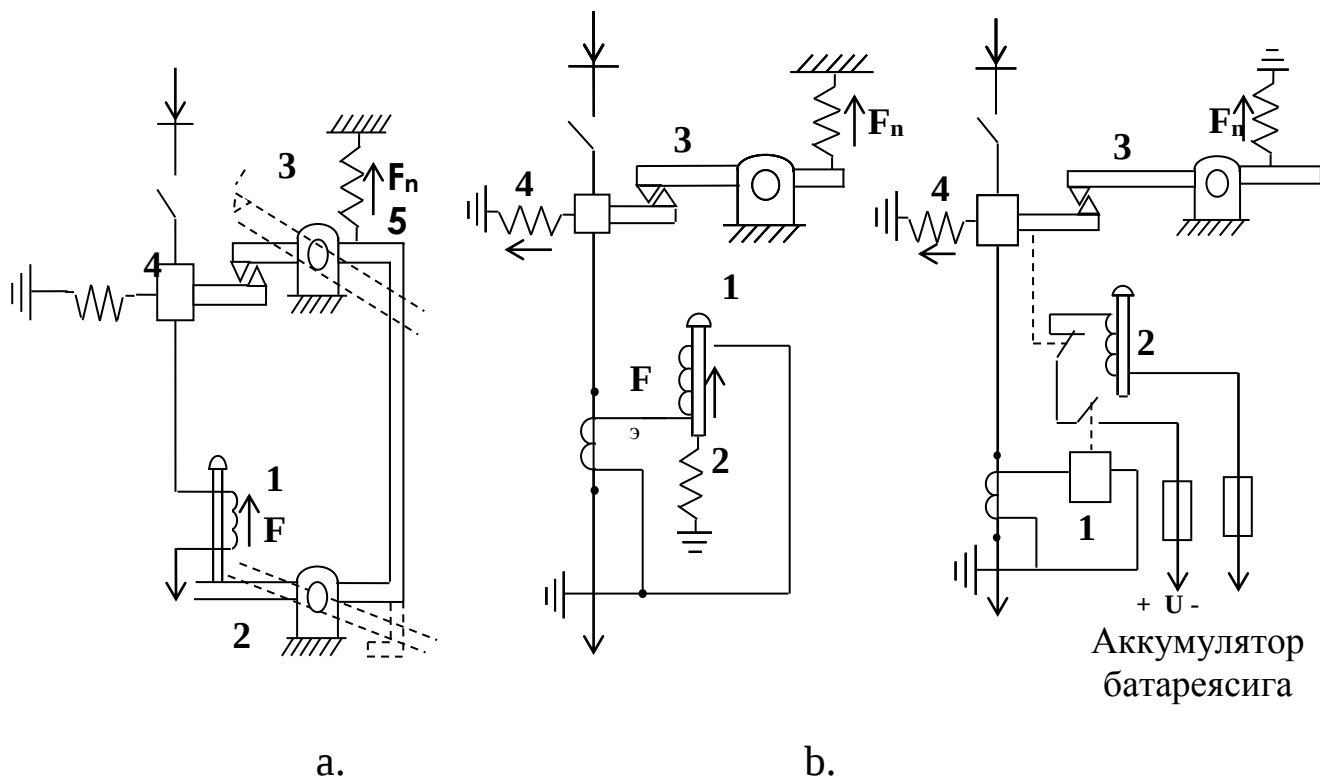
richag 4 xalqani qo'yib yuboradi. Buning natijasida 5 prujina yordamida va harakatida uzgich o'chiriladi. Uzgich ishga tushgach rele chulg'amidagi tok yo'qoladi va rele kontakti qo'shiladi.

Ularni ishini yengillatish uchun yordamchi blok kontakt BK ishlatiladi. BK o'chirish chulg'aming zanjirini ham rele kontaktini o'chirmasdan uzib qo'yadi. 4 v rasmda ko'rsatilgan sxemadan ko'rinadiki, bilvosita harakatlanuvchi releli himoya uchun yordamchi kuchlanish manbasi operativ tok manbai kerak. Bevosita harakatlanuvchi releli himoyaga operativ tok manbasi zarur emas, lekin bu himoyaning relelari uzgichni 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 qiladilar.

Bilvosita harakatlanuvchi rele erishgan kuch kichik bo'lishi mumkin, shuning uchun ular katta aniqlik va kam quvvat sarf qiladi. Ko'p releli himoyalarda o'zaro aloqa operativ tok orqali olib boriladi, chunki bu mexanik yo'lga nisbatan oson va soddadir.

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

3, 6, 10, 35 kV kuchlanishli elektr liniyalarida bevosita ta'sir qiluvchi tok relelari keng qo'llanadilar. Bu himoyaning soddaligi, relening mustahkamligi bilan bog'langan va kamchiliklarning muhim emasligi bilan asoslanadi.



v.

4-Rasm Bevosita (a, b) va bilvosita (v) ta'sir ko'rsatuvchi relelar.

Relening ulanish usullari.

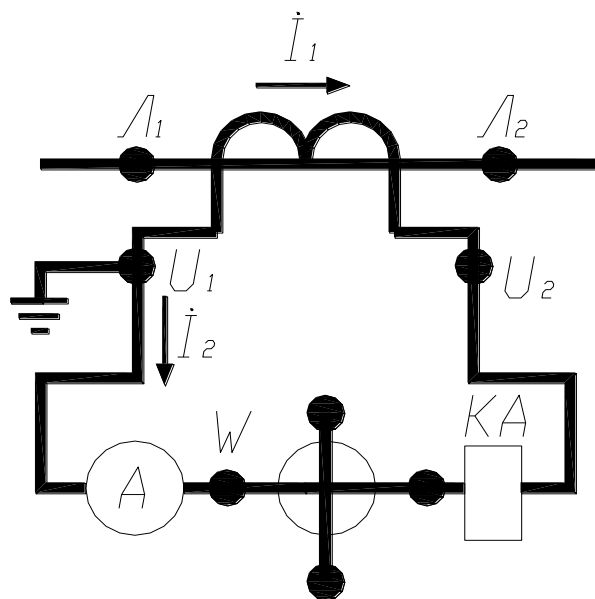
Relening cho'lg'ami elektr tarmoqqa (tok va kuchlanishga) to'g'ridan to'g'ri yoki tok va kuchlanish transformatorlari orqali ulanishi mumkin. Ikkilamchi relelar ko'proq qo'llaniladi. Buning sababi shundaki, ular yuqori kuchlanishdan izolyatsiyalangan, himoya qiluvchi elementdan uzoq masofada joylashadi, xizmat ko'rsatish uchun qulay va ma'lum bir nominal tok (1 yoki 5 A) va kuchlanish (100 V) ga mo'ljallanadilar.

Birlamchi relening afzalligi shuki, ularda o'lchov transformatorlari, operativ tok manbalari ishlatilmaydi. Ular kichik quvvatli elektr motorlarida, transformatorlarda va liniyalarda keng qo'llanadilar. Himoya o'chirgichga to'g'ridan-to'g'ri (bevosita) va bilvosita ta'sir ko'rsatish mumkin.

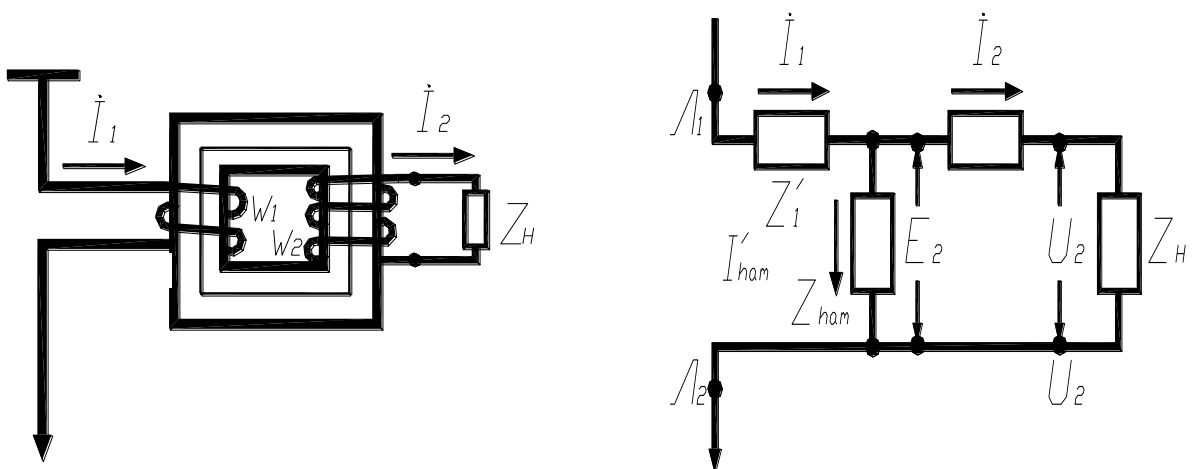
Releli ximoya kurilmalarida tok transformatorlari va ulanish sxemalari.

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.

Nazorat qilinayotgan ob'ektga xuddi ampermetr ulagandek, ketma-ket ulanadi. Ikkilamchi chulg'amlariga ampermetr, o'lchov asboblarning va himoya apparatlarining tok zanjirlari ulanadi.



1. rasm. TT ni tarmoqqa ulanishi.



2-rasm. Tok transformatorining tuzilishi, almashtirish sxemasi.

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 hosil qilgan $I_{mag} W_1$ ga teng.

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

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

Xaqiqiy 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 yerda $n_T = W_2/W_1$ tok transformatorning chulg'amlar soniga asoslangan transformatsiyalash koeffitsienti.

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

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

Almashtirish sxemasida birlamchi va ikkilamchi cho'lg'am orasidagi magnit bog'lanish elektr bog'lanish bilan almashtirilgan va birlamchi tomonning barcha kattaliklari ikkilamchi cho'lg'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 u tok transformatorlarini magnitlovchi toklarni kamaytirishga olib keladi.

Magnitlovchi tokni kamaytirishga ta'sir qiluvchi parametrlar

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

$$I_{p.maz} = \frac{\Phi_T \cdot R_m}{W_1}$$

Tok transformatorining ishlash asosidan kelib chiqadiki magnit oqimi F_T shunday qiymatga ega bo'lishi kerakki, bunda ikkilamchi e.yu.k. ye_2 ikkilamchi chulg'amda yuz berayotgan kuchlanish tushishini kompensatsiyalash uchun yetarli bo'lishi kerak. Magnitlash tokining kattaligiga tok transformatorining konstruktiv parametrlari katta ta'sir qiladi.

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

Tok transformatorlarini aniqlik sinfi.

Tok transformatorlari aniqlik sinfi 4 darajaga bo'linadi. Har bir daraja ruxsat berilgan xatolik kattaliklari 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 differentsial himoyalar uchun mo'ljallangan. Odatda tok transformatorlari nominal quvvat, nominal ikkilamchi tok (5 yoki 1A) yoki ikkilamchi yukning qarshilii bilan xarakterlanadi.

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

Chulg'amlarining belgilanishlari

Tok transformatorlarini ishlab chiqarish paytida ularning birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlarini chiqishlari shunday belgilanadiki, bunda birlamchi tokning yo'nalishi bo'yicha ikkilamchi tokning yo'nalishini aniqlash mumkin bo'ladi.

Birlamchi chulg'amning chiqishlari ixtiyoriy belgilanishi mumkin: ulardan biri boshlanish (L1), ikkilamchi esa chulg'amning oxiri (L2) deb hisoblash mumkin.(1- rasm).

Birlamchi chulg'amning boshlanishi (L1) dan oxiriga qarab tok oqqanda ikkilamchi chulg'amni boshlanishi qilib uning chiqishi qabul qilinadiki, u chiqishidan bu vaqtda yuk zanjiriga tok oqadi. Shunga mos ravishda ikkilamchi chulg'amning ikkinchi chiqishi chulg'amning oxiri hisoblanadi.

Ikkilamchi chulg'am chiqishlarini belgilaganda tok transformatorining ikkilamchi zanjiriga ulangan relening chulg'amidagi tok shunday yo'nalgan bo'ladiki, bu yo'nalish relening bevosita birlamchi zanjiriga ulangandagi tokning yo'nalishi bilan mos keladi.

Ba'zi adabiyotlarda birlamchi chulg'amning boshi va oxiri L1 va L2, ikkilamchi chulg'amning boshi va oxiri I1 va I2 qilib belgilanadi.

Chiqishlarini belgilanishidan foydalanib quvvat yo'nalishi relelari, vattmetrlar va shu kabi asboblarning chulg'amlarini va tok transformatorlarning ikkilamchi chulg'amlarini berilgan sxema bo'yicha ulash ishlari olib boriladi.

2 - rasmda ikkilamchi tokning yo'nalishi va chiqishlarining birlamchi tok doimo L1 dan L2 ga yo'nalganda birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarning bir xil va har xil o'ralganda belgilanishlar ko'rsatilgan. Oqim F1 ning yo'nalishi va ikkilamchi tokning yo'nalishi parma qoidasi asosida aniqlanadi.

Tok transformatorlarining ulanish sxemalari.

Releli himoya qurilmalarining liniya toki bilan ta'minlanishi quyida keltirilgan tok transformatorlari va rele chulg'amlarini ulashning tipik ulanish sxemalari asosida amalga oshiriladi. Har bir keltirilgan sxemadagi relening ishlashi va xatti-xarakati normal va nonormal holatlarida ikkilamchi zanjirdagi tokning tarqalish xarakteriga bog'liq. Sxemalarda tokni tarqalishini aniqlash uchun ko'rilyotgan qisqa tutashuvda birlamchi toklarning haqiqiy qiymatlarining musbat yo'nalishlari ko'rsatiladi, keyin esa har bir tok transformatorlaridagi toklarning yo'nalishini ko'rsatgichlari (strelkalari) chiziladi, bu yo'nalish ko'rsatgichlari birlamchi tokning o'tishiga bog'liq. Eng oxirida tok transformatorining ikkilamchi tokini o'tish yo'li ko'rsatiladi. Agar sxemaning biror elementida (o'tkazgich va rele chulg'amida) 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 koeffitsienti deyiladi:

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

Bu koeffitsient himoyani sezgirligini baholashda va ustavka toklarini hisoblashda ishlatiladi

Tok transformatorlari va rele chulg'amlarini 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, nolinni liniya deb ataluvchi sim bilan ulanadi (3-rasm). Yulduz sxemasining nol simi nol ketma-ketlik tokning fil tri deyiladi. Nol nuqtaga tok transformatorlarining bir xil nomli chiqishlari ulanadi. Normal holat va uch fazali qisqa tutashuvlarda. KA1, KA2 va KA3 relelardan faza toklari oqadi.

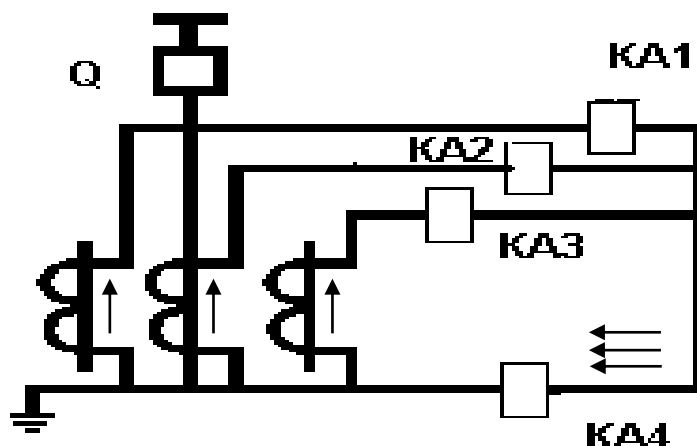
$$I_a = I_A / n_t, \quad I_v = I_B / n_t, \quad I_s = I_S / n_t$$

Nol liniya simidan esa ularning geometrik yig'indisi oqadi:

$$I_{ns} = I_a + I_v + I_s$$

simmetrik rejimida nolga teng bo'ladi. $I_{ns} = I_0 = 0$

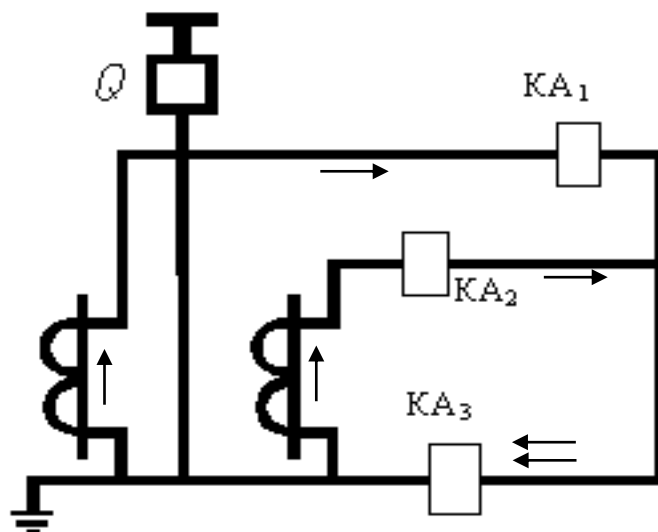
Yulduz sxema bo'yicha ulanish hamma tur qisqa tutashuvlarga o'rnatilgan himoyalarda qo'llaniladi. Reledagi tok fazadagi tokga teng. Shuning uchun sxema koeffitsienti $K_{CX} = 1$.



3-rasm. Tok transformatorlari va rele chulg'amlarini to'liq yulduz sxemasi bo'yicha ulanishi.

Tok transformatorlarining va rele chulg'amlarini to'liq bo'lmagan yulduz sxemasida ulanishi

Tok transformatorlari 4- rasmda ko'rsatilgandek qilib ikki fazaga ulanadi. KA1 va KA2 relelardan mos faza toklari oqadi, KA3 dan esa bu toklarning geometrik yig'indisiga teng tok oqadi.



4-rasm. Tok transformatorlari va rele chulg'amlarini to'liq bo'lmagan yulduz sxemada ulanishi.

KA1 va KA2 relelardan faza toklari oqadi.

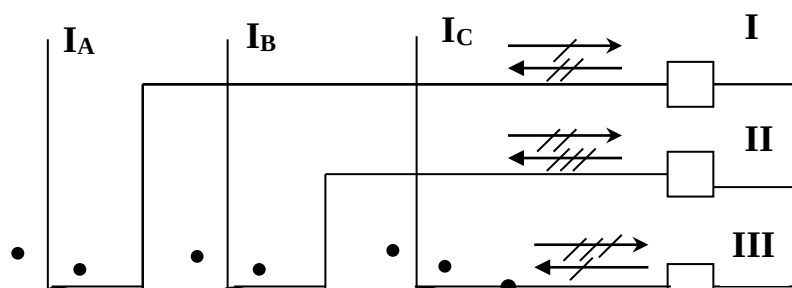
$$I_a = I_A / n_t, \quad I_s = I_s / n_t$$

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 koeffitsienti $K_{sx}=1$.

Tok transformatorlarining uchburchakka ulangan chulg'amlariga releni yulduz sxemasini ulash

Tok transformatorlarini har xil nomli ikkilamchi chulg'amlarini ketma-ket ulanishlaridan uchburchak hosil bo'ladi (5- rasm).



5– rasm. Tok transformatorlarining uchburchakka ulangan chulg'amlariga releni yulduz sxemasini ulash.

Yulduz sxema bo'yicha ulangan relelar uchburchakning uchlariga ulanadi. 5- rasmda berilgan toklarning tarqalishidan ko'rinib turibdiki, har bir reledan ikkita faza toklarining geometrik farqlariga teng bo'lgan tok oqadi:

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

Bu formulalar asosida reledan oqadigan tok I_A , I_V va I_S ni har xil qisqa tutashuvlarda topish mumkin.

Tok transformatorlarini ikkilamchi chulg'amini uchburchak sxema bo'yicha ulanishi quyidagi xususiyatlarga ega:

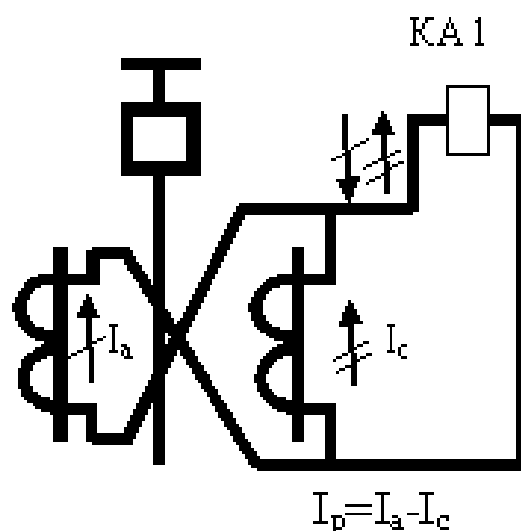
1. Reledan toklar hamma tur qisqa tutashuvlarda o'tadi va shuning natijasida bu sxema bo'yicha tuzilgan himoya hamma tur qisqa tutashuvlarga ta'sir javob beradi.

2. Reledagi tokning fazadagi toka nisbati qisqa tutashuv turiga bog'liq.

Yuqorida ko'rilgan sxema asosan differentsial va distantson (masofali) himoyalarda qo'llaniladi.

Ikkita faza toki farqiga ulangan bitta releli sxema

Tok transformatorlari ikkita fazaga ulanadi, ularning ikkilamchi chulg'amlarining har xil nomli chiqishlari o'zaro ulanadi va unga parallel ravishda relening chulg'ami ulanadi 6-rasm.



6- rasm. Ikki faza toki farqiga ulash sxemasi.

6- rasmda ko'rsatilgan 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, ya ni

$$I_R = I_a - I_s$$

bu yerda:

$$I_a = I_A / n_t, \quad I_s = I_C / n_t$$

Ko'rilayotgan sxema faqat fazalararo qisqa tutashuvdan himoyalardagina ishlatilishi mumkin. Sxema koeffitsienti simmetrik rejimlarda qo'yidagicha topiladi.

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

Jadvalda turli xil kiska tutashuvlarda faza toklari va reledagi toklar ko'rsatilgan

Q.T turi	Shikastlanga n 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

Tok transformatorlarining yuki

Tok transformatorlarining xatoligi uning yukining miqdoriga teng. Tok transformatorining ikkilamchi chulg'amidagi qarshilik qo'yidagicha topiladi.

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

bu yerda U_2 va I_2 - ikkilamchi chulg'amning kuchlanishi va toki.

Z_{yu} ni topish uchun U_2 kuchlanishni hisobga olish kerak, U_2 kuchlanish yuk qarshiligi Z_{yu} dan tok oqandagi kuchlanishni tushuviga teng.

Yukning qarshiligi simning qarshiligi Z_S va relening qarshiligidan Z_R 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 transformatorlarinng ikkilamchi chulg'amini uzish mumkin emas, chunki $I_2 = 0$ bo'lsa xamma birlamchi tok magnitlovchi tokka aylanib qoladi. Bu esa oqim F_t ni oshishiga sabab bo'ladi, natijada katta oqimga proporsional y_e xosil bo'ladi, uning qiymati 1,5 kV gacha yetadi va qattiq qizish sodir bo'ladi, natijada izolyatsiya teshilishi mumkin, bu esa qisqa tutashuvga olib keladi.

Ikkilamchi chulg'amdagi yukning miqdori tok transformatorining xatoligiga ta'sir etadi. Z_{Yu} kam bo'lgani sari o'lchov aniqlashadi. Tok transformatorlarinng yukini kamaytirish uchun ikkita tok transformatorini ketma-ket ulash mumkin, ya'ni ular bir fazada o'rnatiladi va bir xil n_t transformatsiya koeffitsientiga ega bo'ladi.

Nazorat savollari:

1. TT ning vazifasi nima.
1. TT ning tarmoqqa ulanish sxemasini tushuntiring..
3. Tok transformatorlarining qanday ulanish sxemalarini bilasiz.
4. Sxema koeffitsienti nima.
5. Nima uchun tok transformatorlarinng ikkilamchi chulg'amini uzish mumkin emas.

**Releli ximoyada kuchlanish transformatorlari, ulanish sxemalari
va operativ tok**

1-rasmda Bir fazali kuchlanish transformatorlarining shartli belgilanishi (a), ulanish sxemalari (b, v), almashtirish sxemasi (g) va vektor diagrammasi (d) keltirilgan.

Asosiy parametrlari:

1. U_1, U_2 - birlamchi va ikkilamchi kuchlanish;
2. $U_1=U_1/n_t$ - ikkilamchi chulg'amlar soniga keltirilgan birlamchi kuchlanish;
3. $n_n=W_1/W_2$ - kuchlanish transformatorining transformatsiya koeffitsienti;
4. $z_1=r_1=jx_1$ - birlamchi chulg'amning to'la qarshiligi;
5. $I_1, I_2, I_1=I_1 \cdot n_n$ - kuchlanish transformatorining birlamchi, ikkilamchi va ikkilamchi chulg'amga keltirilgan birlamchi shakllari.

Kuchlanish transformatorining aniq ishlashi ikki xil xatolik bilan xarakterlanadi:

- kuchlanish bo'yicha;
- burchak bo'yicha.

Kuchlanish bo'yicha xatolik quyidagicha topiladi:

$$\Delta U\% = ((n_n U_2 - U_1)/U_1) 100\%$$

Burchak bo'yicha xatolik quyidagicha topiladi:

$$\delta = \delta_{si} + \delta_{yu}$$

bu yerda:

$\delta_{siq} = 3440/U_2(I_2 r_1 - I_2 x_1)$ - salt ishlash tokiga bog'liq xatolik;

$\delta_{yu} = 3440/U_2((r_1' = r_2) \sin \varphi_2 - x_k \cos \varphi_2)$ - yuk tokiga bog'liq xatolik;

φ_2 - U_2 va I_2 orasidagi burchak.

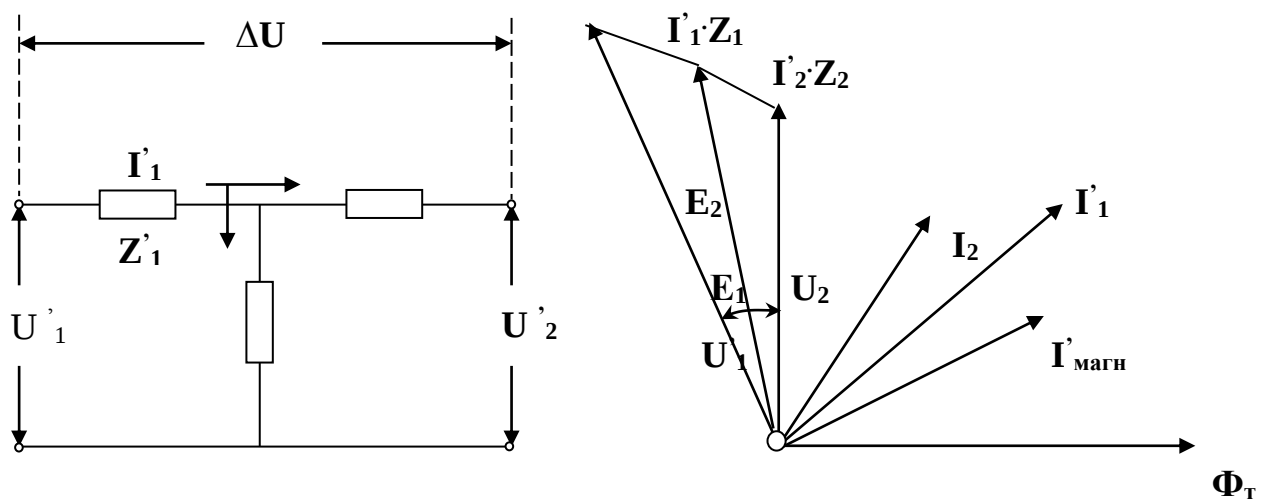
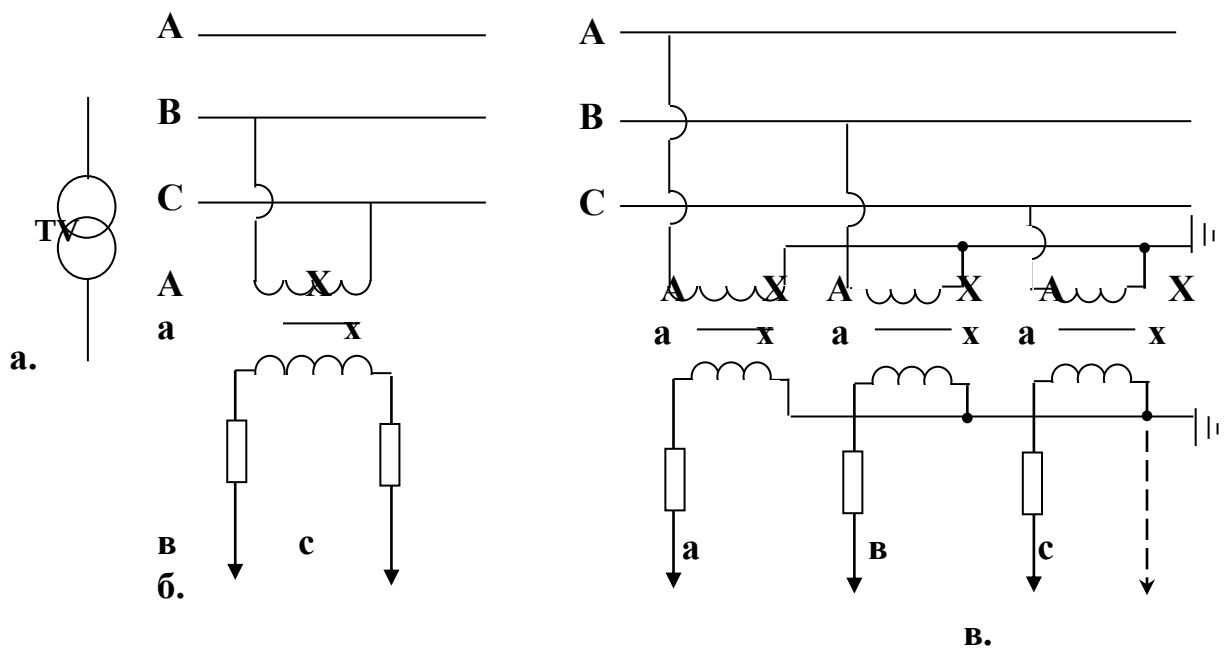
Kuchlanish transformatorining aniqlik sinfi

Aniqlik sinfi	Kuchlanish bo'icha ruxsat berilgan xatolik, %	Burchak bo'yicha ruxsat berilgan xatolik, min.	Qo'llanilish soxasi
0,2	$\pm 0,2$	± 10	Laboratoriya o'lchovlari
0,5	$\pm 0,5$	± 20	Elektr energiya xisob-kitoblari

1,0	$\pm 1,0$	± 40	Ximoya zanjirlari
3,0	$\pm 3,0$	me`yorlanmagan	Xabar qurilmalari va himoya zanjirlari

Kuchlanish transformatorining ikkilamchi chulg'amni yerga ulash kuchlanish zanjirining ixtiyoriy nuqtasida amalga oshirilishi mumkin. Misdan tayyorlangan yerga ulash simining ko'ndalang kesim yuzasi 4 mm dan kam bo'lmasligi kerak va u iloji boricha kuchlanish transformatorlarining chiqishiga yaqin joyga ulanadi.

Kuchlanish transformatorini qisqa tutashuvdan himoya qiluvchi saqlagich va avtomatlar hamma yerga ulanmagan simlarga o'rnatiladi: ikki faza va nol simida (uchinchi faza yerga ulanganda) va uchta fazada (nol sim yerga ulanganda).



Rasm 1. Bir fazali kuchlanish transformatorlarining shartli belgilanishi (a), ulanish sxemalari (b, v), almashtirish sxemasi (g) va vektor diagrammasi (d).

Operativ tok.

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.

Podstantsiyalarda 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 o'zgarmas tok.

O'zgarmas operativ tok manbai sifatida kuchlanishi 110-220 V, kichik podstantsiyalarda 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.

Himoya zanjirlari, o'chirish chulg'amlari asosiy qism bo'lib hisoblanadi va ular boshqarish shinasi (BSh) dan ta'minlanadi.

Qo'shish shinasi (QSh) dan ta'minlanuvchi ulash cho'lg'aming zanjiri ikkinchi qism bo'lib hisoblanadi. Bu QSh 400-500 A tok qabul qiluvchi moyli o'chirgichlarning o'chiruvchi va ulovchi cho'lg'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 bilan kuzatiladi. Shina XSh o'chirgich holatini ko'rsatuvchi xabar lampalarini ulashga mo'ljallangan.

Akkumlyator batareyalari hohlagan vaqtda yetarli qiymatdagi kuchlanish va quvvat bilan operativ tok zanjirlarini ta'minlab tura oladi 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 qimmatbaxo tok uzatuvchi simlar ishlatiladi.

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

Operativ o'zgaruvchan tok.

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

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

Lekin tok transformatorlari shikastlanish va nonormal 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 extiyoj 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.

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.

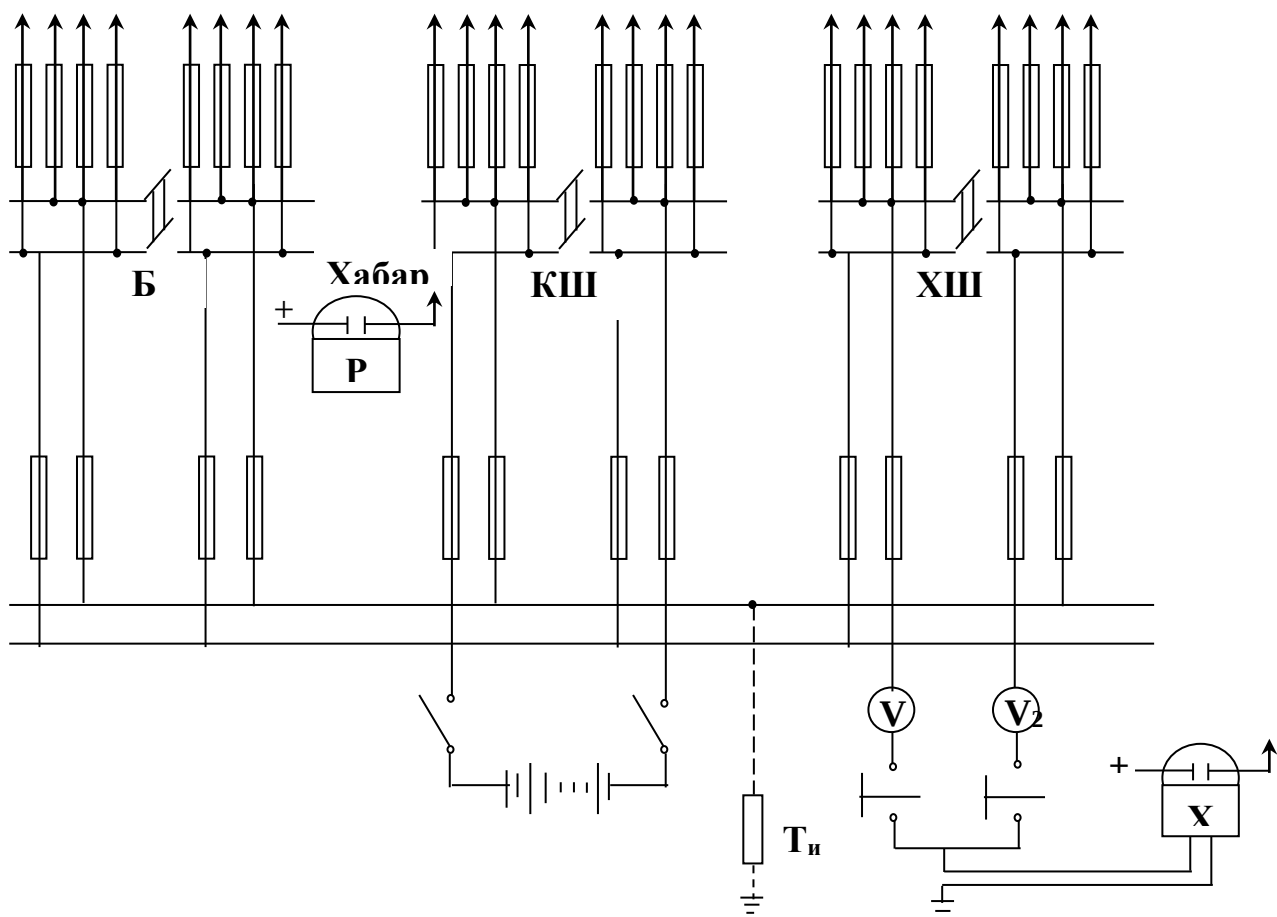
Tok transformatorlari shikastlanish va nomeyorli xolatlarda yetarli quvvatni ta'minlab bera olmaydi. Chunki bu hollarda himoya qilinayotgan zonalarida tokni oshishi kuzatilmaydi. Shuning uchun tok

transformatorlaridan neytrali izolyatsiyalangan liniyalarni yer bilan 1 fazasi tutashganda, transformator va generatorlardagi chulg'am tutashuvida, kuchlanishning ortishi va kamayishida va chastotani kamayishida manba sifatida foydalanib bo'lmaydi.

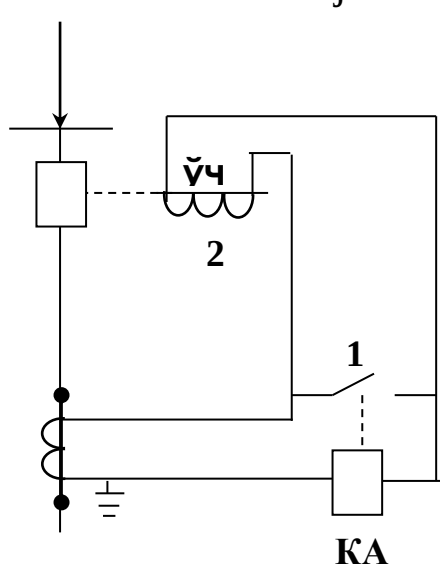
Kuchlanish transformatorlari va o'z ehtiyoj transformatorlari qisqa tutashuvda himoyalarni operativ zanjirlarini ta'minlashga mo'ljallanmagan, chunki qisqa tutashuv paytida liniya kuchlanishi birdan pasayib ketadi va ma'lum bir hollarda nolga teng bo'lib qoladi.

Energiya bilan ta'minlash manbasining quvvati operativ zanjirlar tomonidan, ya'ni uzgichlarning chulg'amlari (qo'shish va uzish) va yuritmalari tomonidan qabul qilinayotgan quvvatdan ko'p bo'lishi kerak.

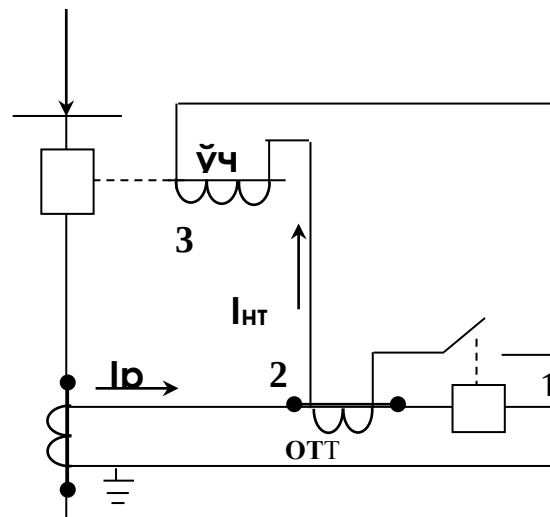
Tok va kuchlanish transformatorlaridan foydalanilganda quvvat takchilligi yaqqol uchraydi va bu ko'p qiyinchilikka olib keladi. Uzgichni qo'shish va uzish qisqa vaqtli amal bo'lib, bu vaqtda o'lchash transformatorlari ishlatilishi mumkin.



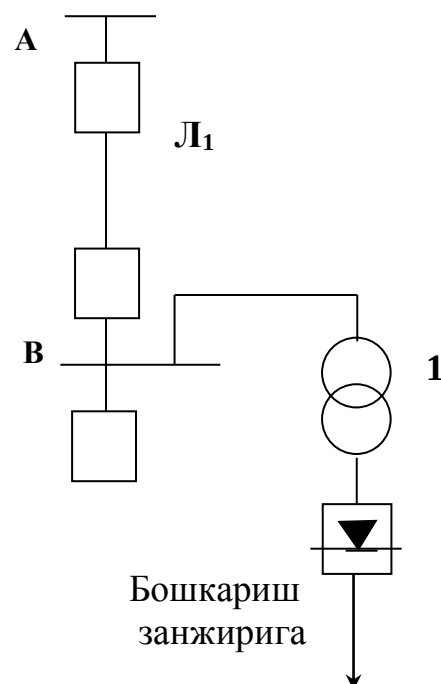
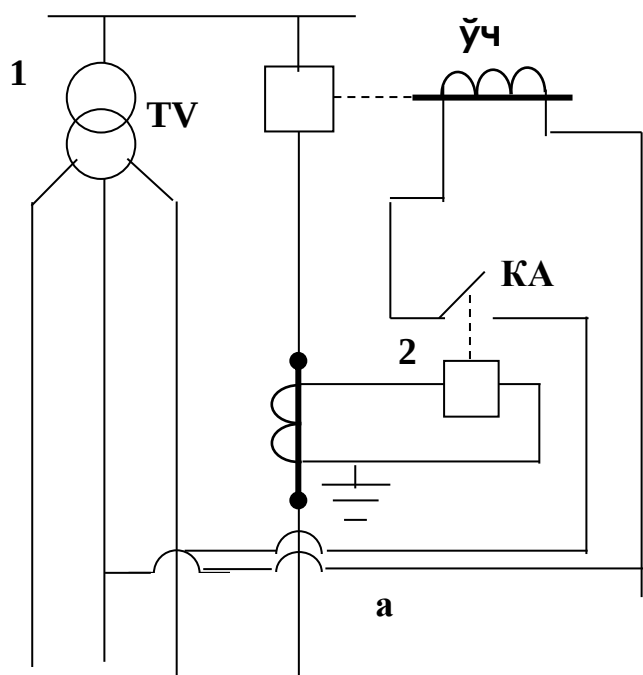
Расм 2.Химояни оператив занжирини (boshqarish, qo'shish, xabar berish zanjirlarini) o'zgarmas tok bilan ta'minlash.



Расм-3. Ҳимоянинг оператив занжирини бевосита ток трансформаторидан таъминлаш



Расм -4. Ҳимоянинг оператив занжирини оралиқ ток трансформатори ёрдамида таъминлаш.



Rasm -5. Operativ zanjirlarni kuchlanish TV va o'z ehtiyoji O'ET transformatorlari orqali ta'minlash.

Nazorat savollari:

- 1.Kuchlanish transformatorini vazifasi nima.
- 2.Kuchlanish transformatori tarmoqqa qanday ulanadi.
- 3.Operativ tokni qanday turlarini bilasiz.
- 4.Operativ tok manbalarini kamchiligi va afzalliklarini ayting.

Relelar

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

Elektromexanik relelar katta o'lchamga ega, ular ulanadigan tok va kuchlanish transformatorlari bilan birgalikda ko'p quvvat iste'mol qiladilar. Releni yarim o'tkazgich asosida qurilishi ularning parametr va xarakteristikalarini yaxshilashga olib keladi.

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

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

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

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

Elektromexanik relelar

Elektromexanik relelarni elektromagnit induktsiya, elektrodinamik induktsiya va magnitoelektrik tizimlari asoslarda qurilishi mumkin. Elektromexanik relelarning tuzilishlarida asosiy o'rinni chulg'am va kontaktlar tutadi.

Relening kontaktlari himoya qurilmalarida eng asosiy va javobgar elementidir. Ular tokning ishonchli uzilishi va qo'shilishini ta'min etishlari kerak va shu bilan birga bir necha marotabalab 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.

$$S_k = U \cdot I_k$$

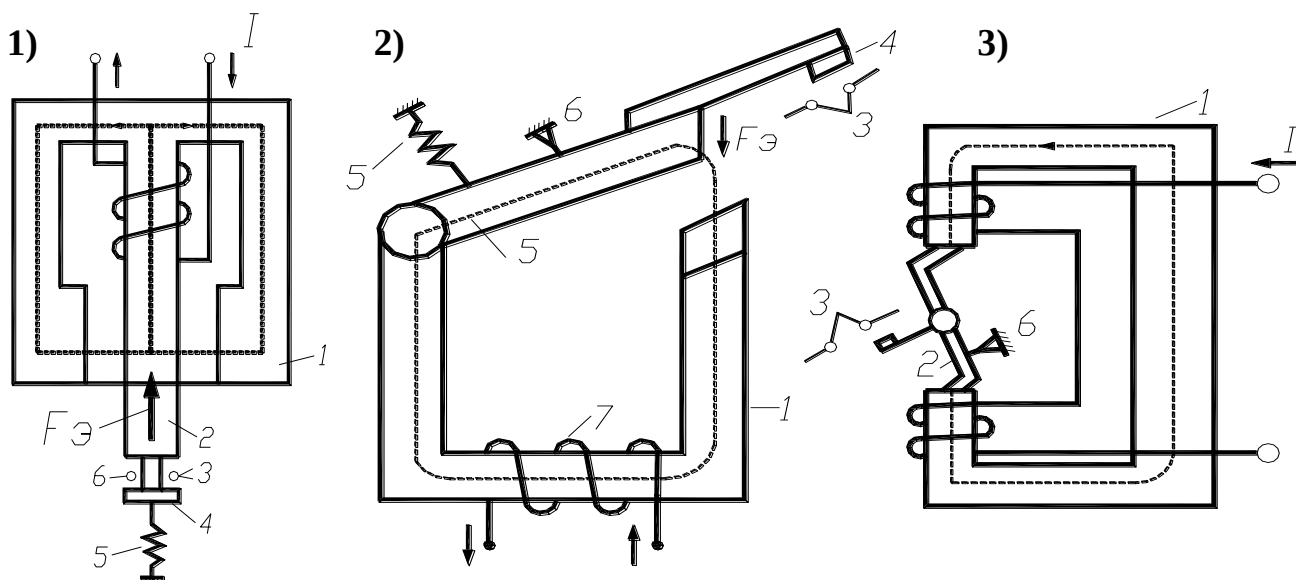
Relening chulg'amlari releni xarakterlovchi tok va kuchlanishning kattaligiga mos keladigan va issiqlikka chidamli bo'lishi kerak va shu bilan birga ma'qul bo'lgan qabul qiluvchi quvvatga mos kelishi kerak.

$$S_r = U_r \cdot I_r$$

Elektromagnit relelar

1-rasmda elektromagnit relelarning asosiy uch xil turdagi tuzilishlari berilgan.

Xar bir relening tuzilishi o'z ichiga elektromagnit 1 (o'zak va chulg'amdan iborat), ferromagnit materialdan yasalgan harakatlanuvchi yakor 2, yo'naltirilgan harakatlanuvchi kontakt 3, harakatlanmaydigan kontakt 4, va teskari ta'sir etuvchi prujinani 5 oladi.



1-rasm. Elektromagnitning relelarning konstruktiv turlari.

1-tortiluvchi yakorli; 2-buriluvchi yakorli; 3-ko'ndalang xarakat qiluvchi yakorli.

Elektromagnit chulg'amidan oqayotgan tok I_r magnitlovchi kuchni ($I_r W_r$) hosil qiladi. U kuch ta'siridan elektromagnit o'zakdan, havo oralig'i va yakor orqali oquvchi magnit oqim hosil bo'ladi. Bunda yakor magnitlanadi va elektromagnitning qutbiga tortiladi. Oxirgi holatigacha harakatlangan yakor bilan bog'langan qo'zg'aluvchi kontakt 3 qo'zg'almas kontaktga 4 ulanadi. Yakorning boshlang'ich holati tayanch 6 bilan chegaralanadi.

Po'lat yakorni elektromagnitga tortuvchi elektromagnit 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 qarshiligi ;

W_r – rele chulg'aming 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 elektromagnit kuch aylanish momentini hosil qiladi:

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

bu yerda l_p - F_e kuchning yelkasi.

K^I va K^{II} koefitsientlar R_m ga bog'liq va shuning uchun faqat to'yinish bo'lmaganda o'z qiymatlarini o'zgartirmasdan qoladilar.

Formulalardan ko'rinib turibdiki, tortilish kuchi F_e yoki uning momenti M_e rele chulg'amidagi tok I_r ning kvadratiga proporsional va shuning uchun o'zgaras yo'nalishga ega.

Relening ishlash toki, qaytish toki va qaytish koefitsenti.

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.

$$F_{\vartheta} = F_{\vartheta H} = F_{\Pi} + F_{\Pi I I I K} \quad \text{yoki}$$

$$M_{\vartheta} = M_{\vartheta H} = M_{\Pi} + M_{I I I I K}.$$

Inertsia momenti M_{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.

$$I_P = I_{PU} = R_M \sqrt{\frac{M_{\vartheta np}}{W_P}}$$

Relelarning ko'p tuzilishlarida ishlay boshlash toki I_i ni o'zgartirish imkoniyati bor. Buni formuladan ham ko'rish mumkin. W_r o'zgartirish, prujinaning qarshilik momentini o'zgartirish, havo oraliq δ ni o'zgartirish ($R_m = f(\delta)$) bilan ishlash tokining qiymati ta'sir etishi mumkin. Ish faoliyatlarida birinchi ikki usul keng qo'llaniladi. 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 deb yakor boshlang'ich holatga qaytgandagi tokka aytiladi.

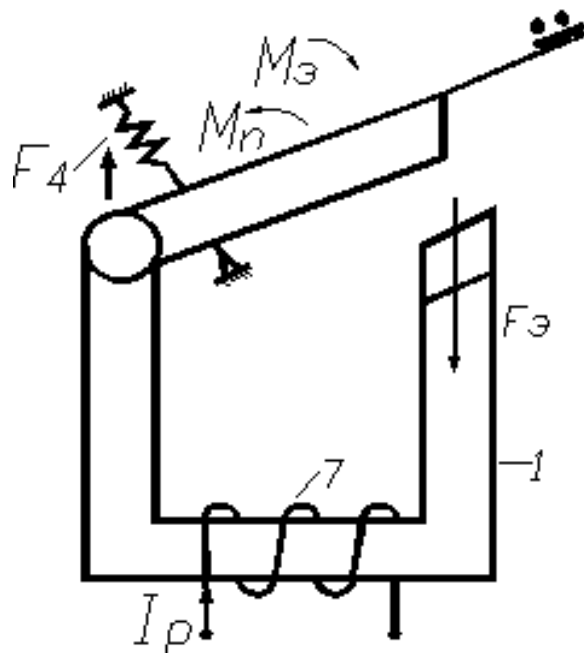
$I_{\text{кайт}} / I_{\text{пу}}$ nisbatga qaytish koeffitsenti $K_{\text{кайт}}$ deyiladi.

Tokning oshishiga ta'sir javob beruvchi relelar uchun

$$I_{\text{пу}} > I_{\text{кайт}} \quad \text{va} \quad K_{\text{кайт}} < 1.$$

$K_{\text{кайт}}$ ning kattaligi har xil tuzilishli relelar uchun juda katta chegarada o'zgaradi (0.1 dan 0.98 gacha). 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 relelarni minimal tok relelari deyiladi. Normal holatlarda minimal relelarning yakorlari tortilgan bo'ladilar. bunda $M_e > M_p$ va relening kontaktlari ochiq (uzuq) bo'ladi.



2-Rasm. Minimal tok (kuchlanish) relelarning tuzilishi.

Relening ishlashi uchun rele tokini kamaytirish kerak, bunda prujinaning

momenti elektromagnit moment va ishqalanish momentidan oshib ketadi:

$$M_p > M_e > M_{\text{ishq}}$$

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 nisbati qaytish koeffitsenti deyiladi. Minimal relelarda $I_{\text{qayt}} > I_{\text{ri}}$ shuning uchun $K_{\text{qayt}} > 1$.

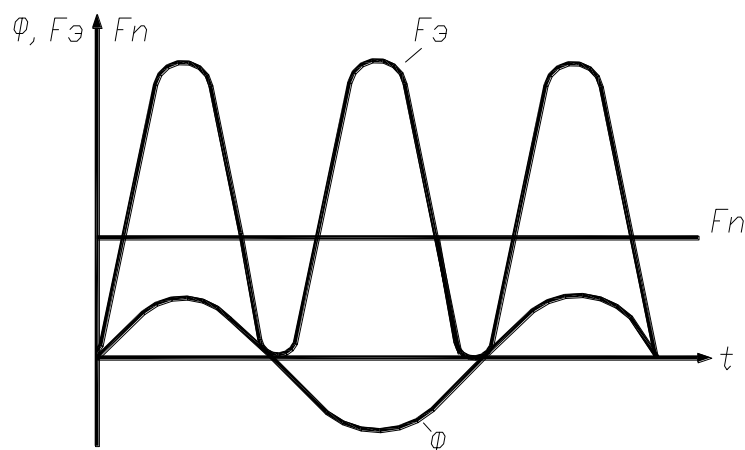
Rele o'zgaruvchan tokda ishlaganida yakorning titrashi

O'zgaruvchan tok relesi o'zgaruvchan sinusoidal tok $i_r q I_m \sin \omega t$ 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_e qiymati ikki tashkil qiluvchidan iborat:

o'zgarmas $\kappa' I_m^2$ va o'zgaruvchan $\kappa' I_m^2 \cos 2\omega t$. Natijalovchi elektromagnit kuch F_e pul ssimon xarakterga ega, ya'ni bir davrda noldan maksimal qiymatgacha ikki marotaba o'zgaradi (3-rasm).



3-rasm. Elektromagnit rele chulgamidan o'zgaruvchan tok oqqanda yakorning tortish kuchi F_e ning o'zgarishi.

3-rasmga asosan $F_p > F_e$ bo'lganda relening yakori ajralishga 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.

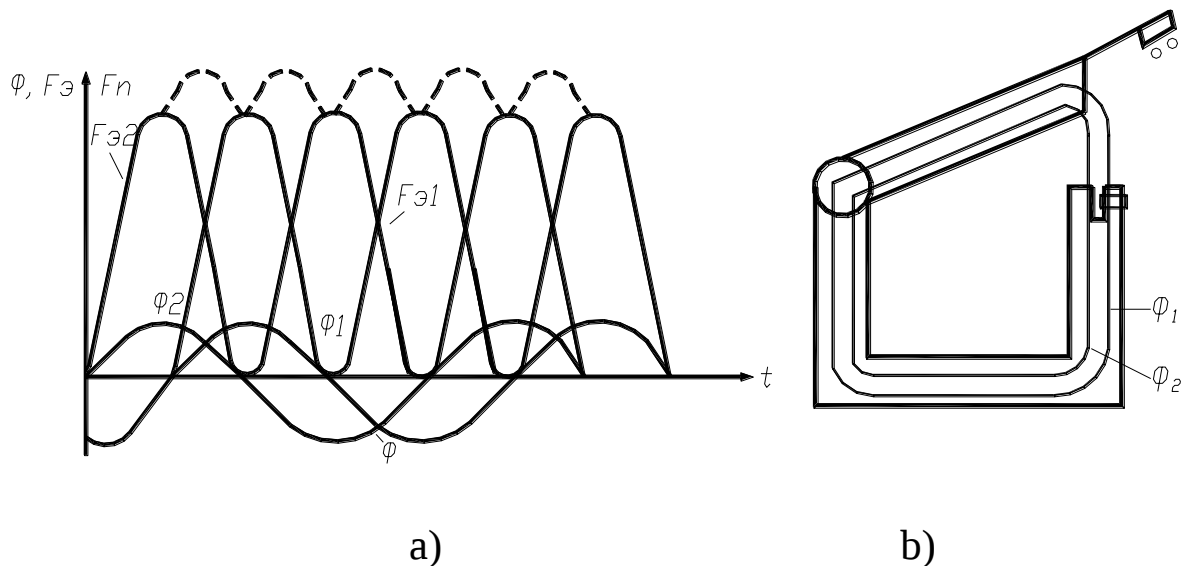
Yakorning titrab turishi relening ish paytida kontaktlarini ham titrashiga olib keladi, bu esa releni kontaktlarini kuyib ketishiga, o'q va uning aylanadigan qismini yeyilishiga olib keladi va relening ishiga yomon ta'sir qiladi.

Yakorning inertsia 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 inertsia momenti yetarli bo'lmasa, u holda titrashni oldini olish uchun

chulg'amning magnit oqimi fazalar bo'yicha farq qiladigan ikkita tashkil qiluvchiga bo'linadi.

4-rasmda ko'rsatilgan reledeki qisqa tutashgan chulg'am magnit o'zakning bir bo'lagining ko'ndalang kesimini o'rab oladi.

Qisqa tutashgan chulg'amdan F_1 magnit oqimini induktsiyalanishi natijasida tok oqadi. Qisqa tutashgan chulg'am o'rab olgan yuzaning tagidan natijalovchi oqim chiqadi.



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

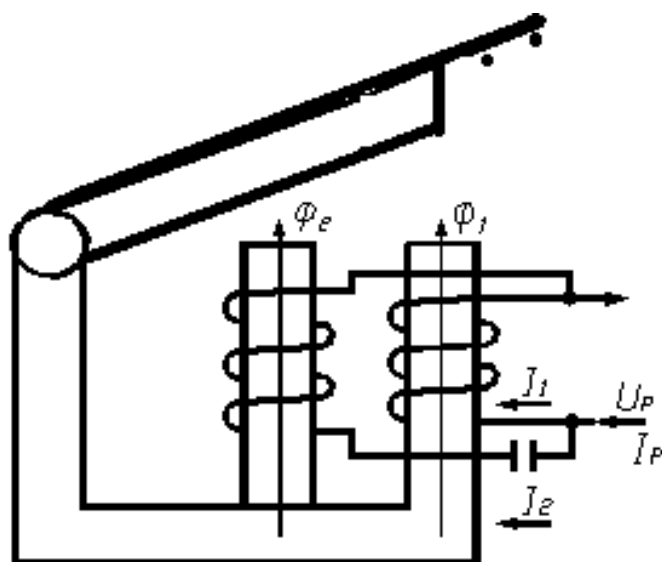
Qisqa tutashgan chulg'am bilan o'ralmagan ko'ndalang kesim yuzadan rele chulg'amining F_2 oqimi va qisqa tutashgan chulg'am oqimining bir qismi yig'indisi oqadi. Har bir magnit oqimi F_{e1} va F_{e2} kuchlar hosil qiladi. Bu kuchlarning ham vaqt bo'yicha o'zgarish chiziqlari xuddi magnit oqiminikiga o'xshash.

Buning natijasida bir oqim kamaygan paytda ikkinchi oqim orta boradi va elektromagnit kuchni nolga teng bo'lishiga yo'l qo'ymaydi. Titlashni yo'qotish uchun natijalovchi kuch vaktning har bir momentida F_p dan katta bo'lishi kerak.

$$F_{nat} = F_{e1} = F_{e2}$$

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

Xuddi shunday natija relening chulg'amlarini ikkita sektsiya ko'rinishida ishlaganda erishiladi. Bunda 1 va 2 sektsiyalar magnit o'zakning qutblarida joylashadi (5-rasm).



5-rasm. Sektsiyalangan magnet o'zakli elektromagnit relesining tuzilishi.

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 relening chiqishlaridagi U_R kuchlanishga nisbatan har xil burilishlarga ega bo'ladi. Bunda natijalovchi elektromagnit kuch $F_{nat} = Fe_1 = Fe_2$.

Tok relelari.

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

Tok transformatorlarida bo'ladigan yukni kamaytirish uchun tok relelari iloji boricha kam quvvat iste'mol qilishlari kerak. Tok relelarining chulg'amlari yuk tokining uzoq vaqt o'tishiga, qisqa tutashuv tokining qisqa vaqt ichida o'tishiga moslab hisoblangan bo'lishi kerak.

Relening ishlash toki prujinaning tortish kuchini o'zgartirish bilan tekis o'zgartiriladi. Relening chulg'ami 2 ta sektsiyadan iborat, bu sektsiyalarni parallel va ketma-ket ulash hisobiga ishlash tokining chegarasini 4 marotaba o'zgartirish imkonini beradi.

ET-520 relelarga nisbatan RT-40 relelarda kontakt sistemasi yaxshilangan va teskari ta'sir qiluvchi moment oshirilgan. Buning natijasida rele qabul qiladigan quvvat ko'p. Kichik ustavkalarda RT-40 relesining har xil sezgirliklarida qabul qilayotgan quvvat miqdori 0,2 dan 8 VA gacha o'zgaradi.

Kuchlanish relelari

Rele chulg'amini to'g'ridan-to'g'ri yoki kuchlanish transformatorlari orqali liniya kuchlanishiga (U_L) ulasak, liniya kuchlanishining kattaligiga ta'sir javob beruvchi releni hosil qilamiz.

Bilamizki, $M_{\odot} = \kappa' I_P^2$ va $I_P = U_P / Z_P$;

Bu yerda Z_R – rele chulg'amining qarshiligi,
 U_R – rele chiqishidagi kuchlanish.

$M_{\odot} = \kappa' I_P^2$, $U_R = U_L / p_N$ hisobga olsak, $M_{\odot} = \kappa'' U_{\text{линия}}^2$. Bundan kelib chiqadiki, rele harakati liniya kuchlanishi bilan xarakterlanadi.

Yakor harakat qilib, havo oralig'i δ ning o'zgartirishi oqim F va kuch F_E ni o'zgarishiga olib kelmaydi. Bu kuchlanish relesining tok relesidan farq qiluvchi belgisidir.

Buni sababi, δ kamayganda rele chulg'amining induktiv qarshiligi ortadi $X_P = \omega L$, bu esa rele toki $I_P = U_P / X_P$ ni kamayishiga olib keladi. Bu bilan bir vaqtda rele zanjirining magnit qarshiligi $R_{\mu} = \delta / 4\pi S$ ham kamayadi. Shuning natijasida I_R tokining o'zgarishini ta'siri R_m magnit qarshilikning o'zgarishini kompensatsiyalaydi, natijada magnit oqim $\Phi = I_P W_P / R_{\mu}$ o'zgarmasdan qoladi.

Elektromagnit oraliq relelari.

Oraliq relelari yordamchi relelar hisoblanadi va ulardan bir vaqtda bir necha o'zaro bog'liq bo'lmagan zanjirlarni qo'shish yoki uzishda va shuningdek katta toklarni zanjirini baquvvat kontaktlar bilan qo'shib uzuvchi relelar sifatida foydalaniladi. Oraliq relelari ulanish usullariga qarab ikki guruhga bo'linadi: parallel va ketma-ket 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 yana 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 qabul 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, qabul 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.

Oraliq relesi sifatida (o'zgarmas va o'zgaruvchan tokda ishlovchi) kichik gabaritli MKU-48 rele va kodlanuvchi rele KDR ham ishlatiladi. Ulardagi kontakt plastinkalarini tanlash bilan ko'p miqdordagi qo'shuvchi va uzuvchi kontaktlar to'plamini olish mumkin.

Parallel ulangan oraliq relelarining ishonchliligini oshirish uchun ularning ishlash kuchlanishlari nominal qiymatning 60-70% ni tashkil etishi maqsadga muvofiq. Oraliq relelarning qaytish koefitsientlariga hech qanday talab qo'yilmaydi, chunki ularning kontaktlari rele chulg'amida tok bo'lmaganida qaytishi yetarli. Ularning ishlash vaqti ayniqsa tezkor himoyalarda juda kichik bo'lishi kerak. Tez ishlovchi oralik relening ishlash vakti 0,01-0,02 sek. Ko'p xollarda oralik relelar buraluvchi yakorli sistemada bajariladi. Ular kabul kilgan kichik kuvvatda katta elektromagnit kuch xosil bo'ladi. Oralik relesini yig'ish jarayonida tortiluvchi yakorli sistemalar ham qo'llaniladi.

Relening cho'lg'amidagi kuchlanish turg'un qiymatga birdaniga erishmaydi. U tok noldan ma'lum bir qiymatga ma'lum bir vaqt mobaynida yetadi. Relening ishlashi uchun ketgan vaqt rele chulg'amidagi ishlash tokining oshish vaqti bilan yakorning xarakatlanish vaqti yig'indisiga teng. Tez ishlovchi oraliq relelari uchun vaqtni kamaytirish kerak, ya'ni relening teskari ta'sir qiluvchi prujinasini bo'shatish kerak va tokning karraliligi oshiriladi. Releni qo'shgan paytda uning o'zagida uyurma toklar xosil bo'ladi. Bu toklar magnit oqimini oshishini sekinlatadi va ish vaqtini oshishiga olib keladi. Ishlash vaqtini kamaytirish tez ishlovchi relelarda asosan harakatlantiruvchi qismni yengillashtirish va ishqalanishni kamaytirish hisobiga erishiladi.

Ko'rsatkich relelari

Ko'rsatkich relelari tegishli himoyalarni ishlaganlari to'g'risida xabar berish uchun mo'ljallangan. Bu relelar boshqa rele va apparatlarning zanjirlariga kema-ket va parallel ulanadi.

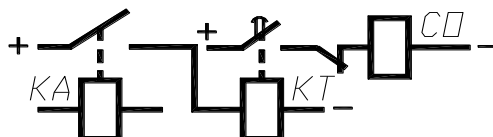
Ko'rsatgich relelarining ishini ko'rsatuvchi signal bayroqchasi (blinker) va kontaktlari xizmat ko'rsatuvchi shaxs orqaga qaytarmaguncha ish xolatida bo'ladi. Ketma-ket ulanuvchi ko'rsatkich relelar qulay va shuning uchun ko'p ishlatiladi.

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

Vaqt relelari

Vaqt relelari rele ximoyasi qurilmalari va avtomatik uskunalarini ulash va uzish xarakatlarini sun'iy sekinlatish uchun xizmat qiladilar.

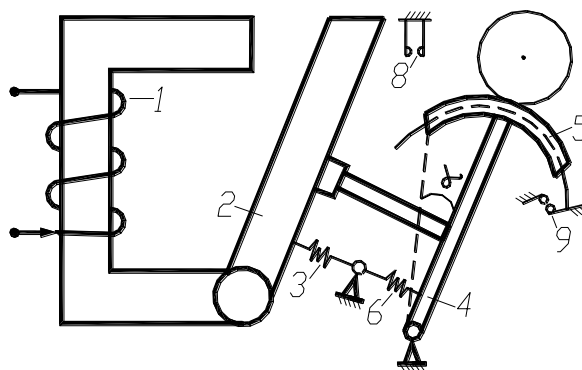
1-rasmda ximoyalarda vaqt relelarini qullanish sxemasi berilgan.



6-rasm. Vaqt relesini ulash sxemasi.

Vaqt relesining cho'lg'amiga kuchlanish berilgandan keyin u o'z kontaktlarini ulaguncha ketgan vaqt relening sabr vaqti deyiladi.

Rele ximoyasi sxemalarida ishlovchi vaqt relelariga bo'ladigan asosiy talablardan biri bu ularning aniqligidir. Vaqt relelarining ishlash vaqtlaridagi xatolik $\pm 0,25$ sek, ayrim xolatlarda $\pm 0,06$ sek.dan oshmasligi kerak. Ayrim xabar va avtomatika qurilmalarida vaqt relelaridagi xatolik kattaroq xam bo'lishi mumkin. Vaqt relelari nominal kuchlanishining 80% qiymati berilganda ishonchli ishlashlari kerak. Vaqt relelari qayta ulashga tezda tayyor bo'lishlari uchun o'zlarida operativ tok manbasi o'chganda ishlaydigan va bir zumda qaytaradigan qismga ega bo'lishi zarur.



7-rasmda RV tipidagi vaqt relesi tuzilishi ko'rsatilgan.

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

Kuchlanish ostida chulg'amdan tok o'tganda yakor tishli segment bilan richagni bo'shatib o'zakka bir laxzada tortiladi. Boshqaruvchi prujinaning ta'sirida richag xarakatga keladi (soat mexanizmi yordamida

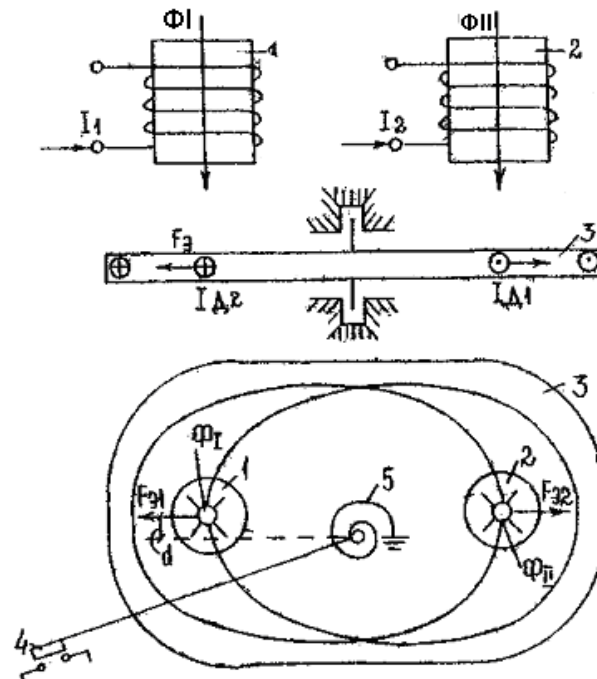
sekinlashadi). Richag ω tezlik bilan α burchakka bogliq vaqt $t_q(\alpha)$ da xarakatga keladi va kontaktlarni qo'shadi.

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

Relening ishlash vaqti

Induktsion relelar.

8-rasmda induktsion relelarning tuzilishi ko'rsatilgan. Rele ikki magnit oqim F_I va F_{II} ning magnit maydoni ta'sirida xarakatlanuvchi qism 3 dan iborat. Magnit oqimlar qo'zg'almas elektromagnitlar 1 va 2 ning chulg'amida tok oqishi hisobiga yuzaga keladi. Xarakatlanuvchi qism mis yoki alyuminiydan yasalgan va o'qga maxkamlangan aylanuvchi disk yoki tsilindr shaklida tayyorlanadi. Soat strelkasiga teskari xarakatlangan qism (disk) prujina 5 ni kuchini yengadi va kontaktlar 4 ni qo'shadi.



8-rasm. Induktsion relelarning tuzilishi

Chulg'amlar 1 va 2 dan F_I va F_{II} magnit oqimlar hosil qiluvchi o'zgaruvchan (sinusoidal) I_1 va I_2 toklar oqadi. Xarakatlanuvchi qism 3 ga singib F_I oqim unda $y_{D1} = dF_I/dt$ e.yu.k. hosil qiladi. Induktsiya qonuniga asosan hosil qilingan e.yu.k. uni hosil qiluvchi magnit oqimlardan faza bo'yicha 90° ga orqada qoladi. y_{D1} va y_{D2} e.yu.k. lar ta'siri ostida xarakatlanuvchi qismda I_{D1} va I_{D2} uyurma toklar hosil bo'ladi. Bu toklar ularni induktsiyalovchi 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. Uyurma toklar sirtmog'i induktiv qarshiligining kichikligi natijasida ularning yo'nalishlari e.yu.k. larga mos qilib olinadi.

Ma'lumki, magnit oqim bilan u hosil qilgan tokning sirtmog'i orasidagi ta'sir kuchi magnit oqimining bir tekis magnit maydon hosil qilish shartida nolga teng. Bu shart induksion relelarda bajariladi va 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. 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 yelkasi. 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.

Elektromagnit 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.

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

Elektromagnit momentning formulasini taxlil qilib, quyidagilarni aytish mumkin:

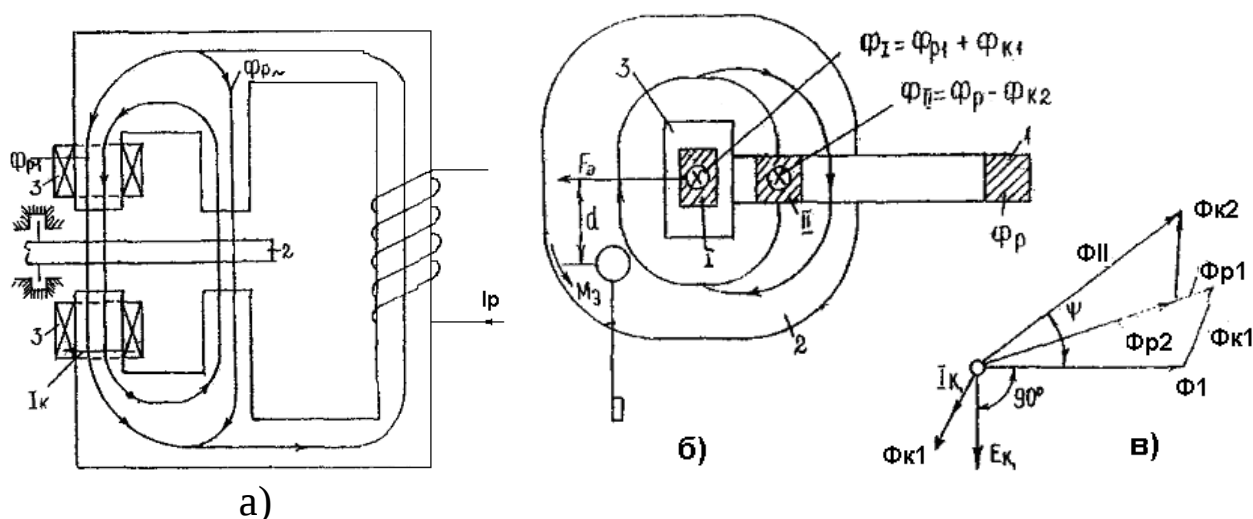
1. Elektromagnit momentni hosil qilish uchun relening tuzilishi ikkita o'zgaruvchi oqim F_I va F_{II} hosil qilishga imkon berishi kerak.
2. Moment M_e ning kattaligi magnit oqimlar F_I va F_{II} ning amplitudasiga, ularning chastotasi f ga va oqimlar orasidagi fazalar burilish burchagi ψ ga bog'liq. Rele eng katta momentga magnit oqimlari fazalari orasidagi burchak 90° bo'lganda erishadi. $\psi = 0^\circ$ bo'lganda rele ishlamaydi, chunki $M_e \approx 0$.
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 ning 0

dan 180° ga bo'lgan qiymatlarida moment M_e musbat, ψ 180° dan 360° gacha o'zgariganda esa moment M_e manfiy.

4. Induktsiya asosida ishlovchi relelar faqat o'zgaruvchan tokda ishlashga mo'ljallangan bo'ladi, chunki elektromagnit qonuni ishlashi uchun o'zgaruvchan magnit oqim xosil bo'lishi kerak.

Tok va kuchlanish induktsion relelar

Rele (9-rasm) disk 2 o'qi joylashgan qutbli elektromagnit 1 dan iborat. Elektromagnitning yuqori va pastki qutblarida qutbning bir qismini o'rab turuvchi misdan yasalgan qisqa tutashgan chulg'amlar 3 joylashgan. Relening chulg'amidagi tok I_r va qisqa tutashgan chulg'amdagi tok I_k , F_r va F_k oqimlar hosil qiladi. Bu oqimlarning musbat yo'nalishlari 9-rasmda ko'rsatilgan.



9-rasm. Qisqa tutashgan chulg'amli tok va kuchlanish induktsion relelarining tuzilishi, vektor diagrammasi

Qisqa tutashgan chulg'amni o'rab 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 9v-rasmda ko'rsatilgan. U xuddi qisqa tutashgan chulg'amli elektromagnit relening vektor diagrammasi shaklida quriladi. Vektor diagrammadan ko'rinib turibdiki, F_I va F_{II} oqimlar bir biridan faza bo'yicha ψ burchakka farq qiladi, vaholanki F_{II} oqim F_I dan o'tib ketadi.

Bundan xulosa shuki, qisqa tutashgan chulg'amli relening tuzilishi ikkita bir-biridan fazalar bo'yicha farq qiluvchi va fazoda bir-biriga

nisbatan siljigan oqim hosil qilib beradi. Bunga relening chulg'ami ikkita qismga ajratish natijasida erishiladi. F_I va F_{II} oqimlarning diskdagi induktsiyalangan toklar bilan ta'siri natijasida F_e elektromagnit kuch va diskka ta'sir qiluvchi moment hosil bo'ladi.

$$M_{\varphi} = F_{\varphi} = \kappa \Phi_I \Phi_{II} \sin \psi$$

Ikkala magnit oqim ham I_r tokka proporsional bo'lganligi sababli I_r tok o'zgarganda burchak ψ o'zgarmasdan qoladi va $M_{\varphi} = \kappa' I_p^2$, shuning uchun rele tok relesi deyiladi. Agar relening chulg'ami katta qarshilikka ega bo'lsa va u liniya kuchlanishi bilan ta'minlansa relening chulg'amidagi tok $I_T = \frac{U_T}{Z_p n_n}$ bo'ladi. Bu yerda p_n - kuchlanish transformatorining transformatsiya koeffitsienti, Z_p - rele chulg'aming qarshiligi. Bundan relening ishlashi liniya kuchlanishi bilan xarakterlanadi, shuning uchun bu rele kuchlanish relesi deyiladi.

$$M_{\varphi} = \kappa U_T$$

Induktsion relelarning sabr vaqti

Induktsion relelarning tuzilishi ularni maxsus soat mexanizmlarisiz vaqt bo'yicha ishlovchi qilib tayyorlash imkonini beradi. Induktsion relelarning ishlash vaqti relening kontaktlarini disk yordamida α burchakka burilishiga va disk xarakatining burchak tezligiga bog'liq (9-rasm). Agar aylanish tezligi o'zgarmas bo'lsa vaqt $t_p = \frac{\alpha}{\omega_p}$ formuladan topiladi.

Diskning xarakati ortiqcha moment $M_{ayl} = M_e - M_k$, ya'ni elektromagnit moment M_e va unga teskari ta'sir qiluvchi qarshilik momenti M_k hisobiga sodir bo'ladi. Aylanish momenti sistemaning inertsia momenti $J d\omega / F dt$ ni yengadi va unga $d\omega / F dt$ tezlanish beradi:

$$M_{ayl} = J d\omega / F dt$$

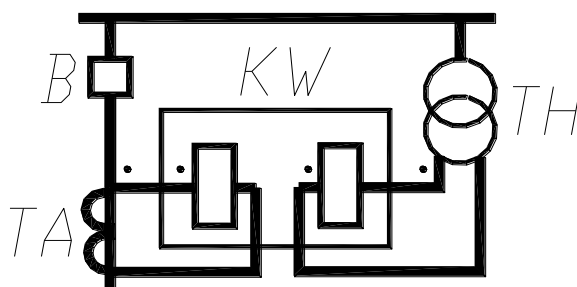
M_{ayl} ortiqcha moment qancha ko'p bo'lsa, shuncha diskning aylanish tezligi ω_p katta bo'ladi. Rele chulg'amidagi I_p tokning oshishi bilan ortiqcha moment I_p^2 ga proporsional oshadi. Buning natijasida tezlik ω_p oshadi va bunga mos ravishda relening ishlash vaqti t_p kamayadi.

Shunday qilib, induktsion relelarning ishlash vaqtlari tokning funktsiyasidir, 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 shunday 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 xarakatiga 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. Bir lahzada ishlovchi induksion relelar doimiy magnitsiz va xarakatlanuvchi sistemasi kichik yo'l bosadigan qilib tayyorlanadi. Bulardan tashqari relening tezroq ishlashi uchun harakatlanuvchi sistemaning tezligi oshirilgan bo'ladi. $M_{a\ddot{u}n} = Jd\omega / Fdt$ formuladan ko'rinib turibdiki, inertsia moment J qancha kichik bo'lsa relening harakatlanuvchi qismi shuncha tez aylanadi. Shuning uchun kichik diametrli va kichik inertsia momentli tsilindrik rotorli aylanuvchi sistemalar ishlatiladi. TSilindrik rotorli relening ishlash vaqti 0,02-0,04 sek, diskli relening eng kichik ishlash vaqti 0,1 sek.

Induksion quvvat relelari

Quvvat yo'nalish relelari ularga berilgan quvvatning kattaligi va ishorasiga ta'sir javob beradi. Ular himoya sxemalarida quvvatning yo'nalishini aniqlovchi organ sifatida ishlatiladi.



10-Rasm. Induktsion quvvat releining ulanish sxemasi.

Quvvat releining ikkita chulg'ami bor: bittasi kuchlanish U_r bilan ta'minlanadi, ikkinchisi tarmoqdan oqayotgan tok I_r bilan. Cho'lg'amlardan oqayotgan toklar ta'sirida kattaligi va ishorasi kuchlanish U_r , tok I_r va ular orasidagi burilish burchagi φ ga bog'liq bo'lgan elektromagnit moment hosil bo'ladi.

Quvvat yo'nalishi relelari yo'naltirilgan himoyalarda ishlatiladi. Ular yuqori sezgirlikka ega bo'lishlari kerak, chunki qisqa tutashuv joyiga yaqin o'rnatilgan himoya qurilmalarida U_r juda kamayadi, ya'ni nolgacha pasayadi, bunda relega berilayotgan quvvat juda kichik bo'ladi va sezgirligi kam bo'lgan rele ishlamasligi mumkin, ya'ni «o'lik» zonaga ega bo'lib qolishi mumkin.

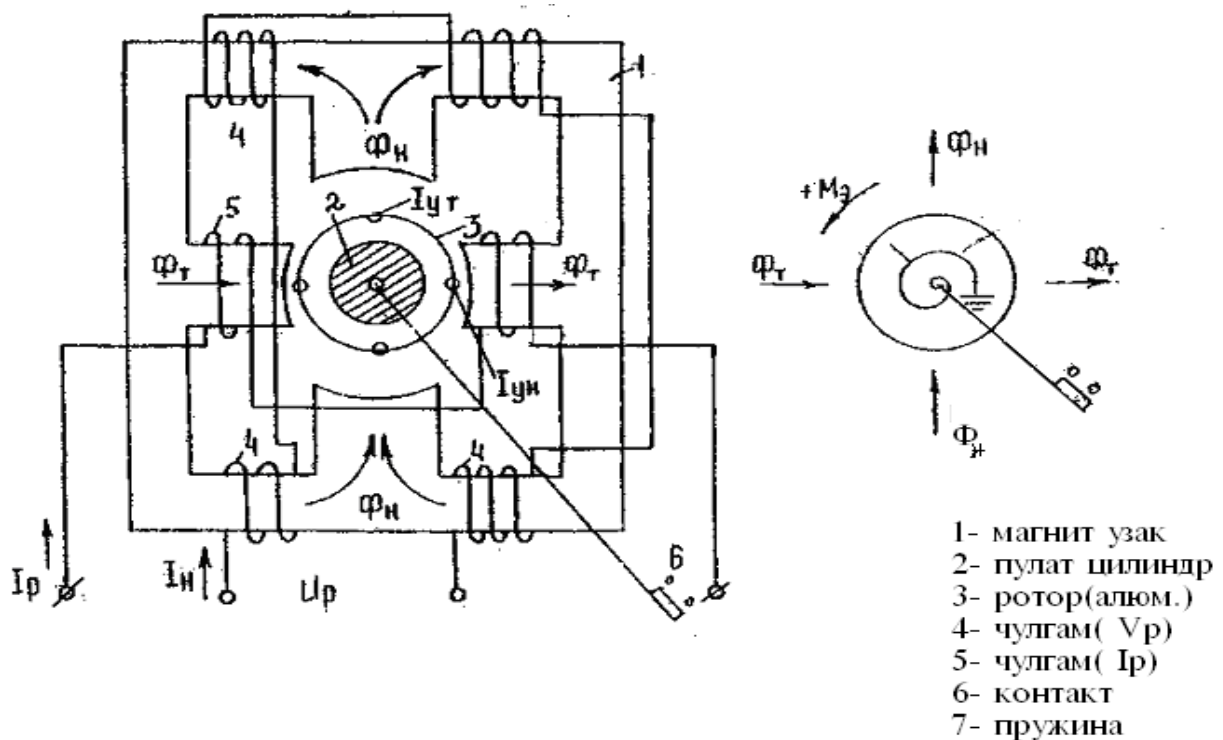
Relening sezgirligi uning o'z kontaktlarini qo'shadigan eng kichik quvvat bilan xarakterlanadi. Bu quvvat ishlash quvvati deyiladi S_m bilan belgilanadi.

Quvvat yo'nalishi relelari lahzada (juda tez) ishlaydigan qilib tayyorlanadi, chunki ular vaqt bo'yicha sabrsiz ishlaydigan himoyalarda qo'llaniladi.

Induktsion quvvat relelarining tuzilishi va ishlash printsiplari.

Hozirgi zamon induktsion quvvat relelari tsilindrik rotor ko'rinishdagi harakatlanuvchi sistemali qilib tayyorlanadi (11- rasm).

Rele ichkariga chiqib turgan qutbli yopiq magnit o'zak-sistema 1 dan iborat. Qutblar orasiga qutblararo kenglikning magnit singdiruvchanligini oshiruvchi po'lat tsilindr 2 o'rnatilgan. Alyuminiydan yasalgan tsilindr 3 (rotor) po'lat tsilindr va qutblar orasidagi havo oralig'ida aylanishi mumkin. Rotor 3 aylangan paytda relening kontaktlari 6 qo'shiladi. Rotor va kontaktlarning boshlang'ich holatiga qaytarish uchun teskari ta'sir qiluvchi spiralsimon prujina 7 ishlatilgan.



11-rasm. Quvvat relisi: a-tsilindrik rotorli rele;
b-rekening rotori va M_e musbat momentning yo'nalishi.

Chulg'am 4 $U_r = U_t / n_{mn}$ kuchlanish bilan, chulg'am 5 esa $I_r = I_t / n_{tt}$ bilan ta'minlanadi, bu yerda U_t va I_t liniya (himoya qilinayotgan element) kuchlanish va toki.

Inq U_r / Z_n tok chulg'am 4da F_n magnit oqim hosil qiladi. O'z navbatida I_r tok 5 chulg'amdan oqib F_t oqim hosil qiladi.

F_n va F_t magnit oqimlar relening harakatlanuvchi sistemasiga singadi va uyurma toklar hosil qiladi.

Uyurma toklar magnit oqimlar bilan ta'sirlanib elektromagnit moment hosil qiladi. $M_J = K \cdot F_n F_t$

F_n ni I_n va U_n ga, F_t ni I_r ga va ψ ga bog'liqligini hisobga olsak:

$$M_e = K_1 U_r I_r \sin(\alpha - \varphi_r) = K_1 S_r \quad \text{ni hosil kilamiz,}$$

bu yerda: $S_r = U_r I_r \sin(\alpha - \varphi_r)$ relega berilgan quvvat.

Yuqoridagi formulani tahlil qilib, quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Relening elektromagnit momenti unga berilayotgan quvvatga proporsional.

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

Elektromagnit M_e prujinaning M_p va ishqalanish M_{ishq} momentlarini yenganda rele ishlaydi. Rele ishlagandagi eng kichik quvvatga relening ishlash quvvati S_r deyiladi.

Xozirgi zamon quvvat yo'nalishi relelarida maksimal sezgirlik burchagida relening ishlash quvvati 0,2 dan 4 VA gacha bo'lgan qiymatda bo'ladi. Relening ishlash quvvati I_r tok va φ_r burchakka bog'liqligi sezgirlik va burchak xarakteristikalarini baholaydi.

Sezgirlik xarakteristikasi o'zgarmas φ_r burchakka $U_{ri}=f(I_r)$ bog'liqlikni ko'rsatadi, bunda U_r relening ishlashi uchun kerak bo'lgan (berilgan I_r va φ_r da) eng kichik kuchlanish.

Reledagi elektromagnit momentning ishorasi uning chulg'amlaridan oqayotgan I_n va I_t toklarning (yoki ular hosil qilgan oqimlarning) nisbiy yo'nalishlariga bog'liq. Quvvat relelarini qurishda shunday shart qabul qilinganki, bu shartga binoan relening chulg'amlaridan oqayotgan tok va kuchlanishlarning yo'nalishlari bir xil bo'lganda rele o'z kontaktlarini ulaydi.

RBM tipdagi induksion quvvat relelari.

Sanoatda RBM tipdagi tezda ishlovchi quvvat yo'nalish relelari himoyalarda keng qo'llaniladi. Relening momenti

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

Relening ikki xil yasaliş varianti mavjud:

a) RBM-171 va RBM-271 turdagi relelar odatda faza toki va fazalararo kuchlanishga mo'ljallanib chiqariladilar. 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 $\varphi_{m.s} \approx 70^\circ$.

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.

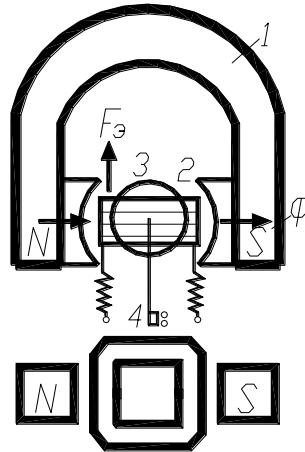
RBM-271, RBM-277, RBM-278 relelar ikkita va ikki tomonga ishlovchi kontaktlarga ega.

Nazorat savollari:

1. Releni ilash printsipini tushintiring.
2. Relelarni qanday turlarini bilasiz.
3. Tok relesi tarmoqqa qanday ulanadi.
4. Vakt relesini vazifasi nimaa
5. Induksion relesini ishlash printsipini tushintiring.
6. Quvvat yo'nalish relelari qaerlarda ishlatiladi.

Maxsus relelar va mikroprotsessorlarni releli ximoya va avtomatikada ko'llanishi.

Magnitoelektrik relelar. Magnitoelektrik relelar (1-rasm) doimiy magnetdan 1, Ir tok oquvchi chulg'am 2 o'ralgan xarakatlanuvchi ramkadan 3 va kontaktlardan 4 iborat.



1-rasm. Magnitoelektrik relelarning tuzilishi.

Magnitoelektrik relening ishi ramka chulg'amidan oqayottan Ir tok bilan doimiy magnetning magnet oqimi F orasidagi o'zaro ta'sirlashuvga asoslangan.

Ramkaniig chulg'amiga ta'sir qilayotgan kuch B_{io} va Savar qonuniga asosan quyidagicha topiladi: $F_e = KB_m I_r l W_r$
bu yerda B_m - doimiy magnet magnet maydonining induktsiyasi;

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 $M_e = F_{ed} q K' B_m I_r$

bu yerda: $d-F_e$ juft kuch yelkasi; $K' = K_l W_r d$

Ramkaning burilish burchagi kichik (5° - 10°) qilib qabul qilinadi. Magnetning qutblari magnet maydoni bir tekisda tarqaladigan qilib tanlanadi. Bu holda magnet induktsiya 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 kuchning ishorasi relening xarakatlanuvchi ramkasi chulg'amidan oqayotgan tokning yo'nalishiga bog'liq. 1-rasmdagi ko'rsatilgan I_r ning yo'nalishidan kuchning yo'nalishi «chap

qo'lb» qoidasi asosida aniqlangan. Ir ning yo'nalishi o'zgarganda Fe ning yo'nalishi xam o'zgaradi.

Shunday qilib, magnitoelektrik relelar tokning yo'nalishiga ta'sir javob beradi va shuning uchun xuddi qutblangan relelar kabi o'zgaruvchan tokda ishlay olmaydi.

Magnitoelektrik relelar yuqori sezgirlikka ega va kam quvvat qabul qiladi. Ishlash quvvati 10^{-8} – 10^{-10} Vt ni tashkil qiladi va sezgirligi bo'yicha ular qutblangan relelardan ustun turadi, bu asosan doimiy magnitning kuchli maydoni borligi bilan asoslanadi.

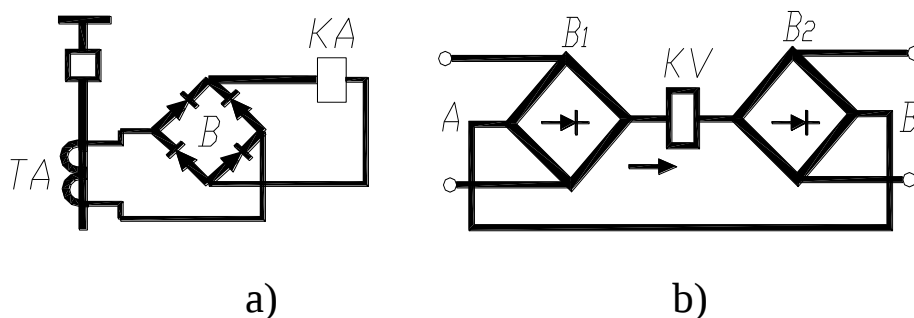
Kam quvvat iste'mol qilish bilan bir qatorda magnitoelektrik relelar kuchsiz va kam o'chirish xususiyatiga ega bo'lgan kontakt sistemasidan iborat. Kontaktlar orasidagi havo oraliq juda kichik - 0,3-0,5 mm ga yaqin. Sezgirlikni oshirish maqsadida magnitoelektrik relelardagi teskari ta'sir qiluvchi prujina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

Yarim o'tkazgichli relelar.

Yarim o'tkazgichli printsipda 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.



2-rasm. Yarim o'tkazgichli relelarning ulanishi.

2a-rasmda to'g'rilangan tokda ishlovchi sodda tok relesi KA ning sxemasi keltirilgan. KA rele o'zgaras tokda ishlovchi elektromagnit yoki qutblangan yoki magnitoelektrik rele bo'lishi mumkin.

V 2 yarim davrlik ko'prik sxemali to'g'irlagich, u to'g'rilangan tokning pulsatsiyasi rele kontaktlarini tebranishiga olib keladi. Bu tebranishlarni yo'qotish uchun maxsus qurilmalar ishlatiladi.

Murakkab relelar 2 ta elektr kattalikning absolyut qiymatlarini solishtirishga asoslangan (2b-rasm). 2 ta to'g'irlagich V1 va V2,

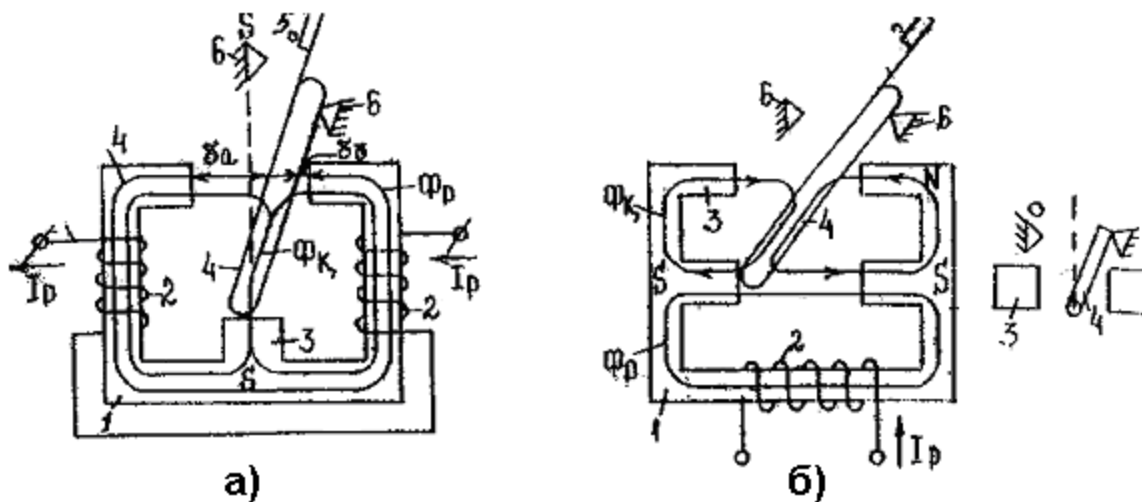
solishtiriluvchi A va V kattaliklar va bajaruvchi organ KV lar ishtirokidagi sxema 2-rasmda keltirilgan.

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

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

Qutblangan relelar.

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



3-rasm. Qutblangan relening tuzilishi.

Relening ishlash printsipli bilan soddaroq bo'lgan differentsial sistema orqali tanishib chiqamiz (3a-rasm). Doimiy magnet qutblovchi magnet oqim F_{ka} va F_{kb} qismlariga bo'linadi. Bu oqimlar havo oralig'lar δ va o'zak 1 ning mos qismlari orqali oqib o'tadi. I_r tok chulg'am 2 orqali oqib o'tib ishchi magnet oqim F_r hosil qiladi. Bu oqim ham o'zak 1 orqali oqib o'tadi, ko'rilayotgan qurilmani soddalashtirish uchun yakor orqali tarqalayotgan magnet oqimi hisobga olinmaydi. Havo oralig'ida F_k va F_r

magnit oqimlar qo'shiladi, δ_e –da esa ayriladi. Bunda natijalovchi magnit oqimlar quyidagicha topiladi:

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

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_e qutbga tortishga xarakat qiladi.

Ma'lum bir $I_r > I_{ri}$ tokda F_a magnit oqim F_b oqimdan katta bo'ladi, $F_a > F_b$ bo'ladi va releni yakori chapga, "a" qutbga buriladi (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_e oraliqdan esa oqimlar yig'indisi oqib o'tadi. Bunda $I_r > I_{ri}$ da $F_b > F_a$, $F_b > F_a$ va relening yakori o'ngga buriladi (tortiladi). Shunday qilib, qutblovchi oqimning borligi hisobiga rele yo'naltirilgan bo'ladi va nafaqat tokning kattaligiga, balki uning yo'nalishiga (qutbligiga) 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 relelar o'zgaruvchan tokda ishlay olmaydilar.

Qutblangan relelar 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 qabul qiladi). 2) issiqlikka chidamli tok karraligini miqdori (20-50) $I_{ri \min}$. Elektromagnit relelarning boshqa turlarida relening issiqlikka chidamlilik tok karraligi 1,5 $I_{ri \min}$ dan oshmaydi. 3) tez ishlovchanlik (0,005 sek).

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

Qutblangan relelar rele himoyasi sxemalarida o'zgarimas tokda yordamchi relelar sifatida katta tezlik, yuqori sezuvchanlik kerak bo'lganda ishlatiladi

Mikroprotsessorlarni releli ximoya va avtomatikada qo'llanishi.

Xalq xo'jaligini turli sohalarida minglab turli quvvatli kuch transformatorlaridan foydalaniladi. Ularda turli shikastlanish va avariya holatlarini oldini olish maqsadida releli ximoya va avtomatika qurilmalaridan foydalaniladi. Ularning o'ziga xos afzalliklari va kamchiliklari mavjud. Ma'lumki, mavjud releli ximoya qurilmalarini takomillashtirish va yangilarini yaratish energetik qurilmalardan samarali foydalanish omillaridan biridir. Elektronika va axborotlar texnologiyasi tez

rivojlanayotgan hozirgi davrda energetik tizim va qurilmalarni avariya ximoyalash va avtomatik boshqarishda ko'p funktsiyali mikroprotssessorli qurilmalarni tadbiq etish davr talabidir.

Hozirda bir qator rivojlangan mamlakatlarda, shu jumladan Germaniyani «Siemens», Rossiyaning «Signal» korxonalaridan energetik qurilmalarni avariya ximoyalovchi mikroprotssessorli qurilmalarni yaratish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Shular jumlasidan kuch transformatorlarni turli shikastlanish va avariya xolatlaridan ximoyalovchi mikroprotssessorli qurilmalar ishlab chiqarildi va amaliyotga tadbiq etilmoqda.

Qurilma o'lchov transformatori, analog-raqamli o'zgartkich va mikroprotssessor, bosh mikroprotssessor, doimiy va tezkor xotira qurilmalari, boshqaruv paneli hamda energiya ta'minoti bo'lgichi va elektromagnit relelar va uni komplektlaridan iborat.

Qurilma quyidagi funktsiyalarni bajaradi:

- Fazalararo qisqa tutashuvdan dasturli uch pog'onali tokli ximoya;
- Bir fazali yer bilan qisqa tutashuvdan dasturli ximoya;
- Faza yo'qolishidan tokli ximoya;
- Oxirgi 10 ta avariya xolatlari to'g'risida axborotni yozib boradi va xotirada saqlaydi.

Qurilma quyidagi texnik imkoniyatlarga ega:

- Qisqa tutashuv yuz bergan joyini aniqlash;
- Energiya manbasida kuchlanish yo'qolganda ma'lum vaqt davomida ($t \geq 0,5$ sekund) qurilmani ishchi xolatini ta'minlash;
- Ximoya parametrlarini masofadan boshqarish va qurilmani ishlash to'g'risidagi axborotni PEXM ga uzatish mumkinligi;
- Qurilmani keng harorat oralig'ida ishlash mumkinligi (-20°S dan 50°S gacha):

Qurilmani ishonchli ishlashi, uni ximoyalayotgan ob'ektni avariya xolati to'g'risidagi olingan signalni doimiy ravishda testlash, ya'ni tekshirib ko'rish bilan ta'minlanadi.

Avariya ximoyalovchi mikroprotssessorli qurilmalarini o'lchash qismlarida signal o'lchashni yangi printsiplari qo'llanilgan bo'lib, unda kirish axborotini (signal) o'lchash tezkorligi, sezgirligi va aniqligi yuqori. Qurilma ximoyalayotgan ob'ektda nosozlik va shikastlanish (qisqa tutashuv va boshqalar) sababli yuzaga kelgan elektr signal bo'zilishlaridan (pomex) tegishli kirish axborot signallarini aniq ajratib olish imkoniyatiga ega. Kirish axboroti signallari bu elektromagnit va elektromexanik

o'tkinchi jarayonlarni sanoat chastotali sinusoidal kuchlanish va tokni tashkil etuvchilaridir.

Kuchlanish faza toklari I_a , I_v , I_s ga va birlamchi o'lchov transformatorlari tokining noli ketma-ketligi $3I_o$ va tok transformatorlarining noli ketma-ketligiga proportsionaldir. Toklar kuchlanishga ballast rezistorli R_b ikkilamchi o'lchov transformatorlari orqali o'zgartiriladi.

Mikroprotsessori rekursiv bo'lmagan (to'g'ri emas) raqamli chastota filtrlari kuchlanishni majburiy tashkillovchisini, tokning elektromagnit qisqa tutashuv o'tkinchi jarayoniga proportsional bo'lgan funktsiyani bajaradi. Ularni ortogonal sinus U_s va kosinus U_s tashkillovchilarini, teskari ketma-ketliklari simmetrik tashkillovchisini ajratadi va tokning noli ketma-ketligi garmonikalarini yig'indisini hisoblaydi.

Diskretlashni har bir uchta intervali orqali, ya'ni doimiy ravishda $3T = T_p/4 = 5 \text{ ms}$ vaqtdan so'ng ko'rsatilgan tashkillovchilarini ajratish uchun, hisoblash natijalari asosiy protsessorga uzatiladi.

Doimiy va tezkor xotira qurilmali mikroprotsessori quyidagilarni amalga oshiradi:

- Ortogonal tashkillovchilarni darajaga ko'tarish;
- Faza toklari amplitudasini (eng kattasini) kvadratini tokning ketma-ketligini hisoblash;
- Garmonikalar amplitudasi kvadrat yig'indisini hisoblash;

Bu parametrli dasturlangan tok relesini ishga tushirish qiymatlari bilan taqqoslanadi. Qiymatlar belgilangandan ortib ketganda tokli ximoyalashni birinchi pog'onasi o'zishga yoki kutish vaqtli uni ikkinchi va uchinchi pog'onasi va boshqa ko'rsatilgan ximoyalarni amalga oshirish uchun taymer ishga tushadi. Tok relesi ishga tushgandan so'ng uni kirish signali qiymati bir oz kamayadi, bunda releni yuqori qiymatli (1 yaqin) qaytish koeffitsienti ta'minlanadi. Bu mikroprotsessori qurilmani asosiy xususiyatlaridan biridir.

Asosiy mikroprotsessori viklyuchatellarni ishlamasdan qolishini rezervlash, ximoya yoki chastotali avtomatik yuksizlantirish tizimi bilan o'chirilgan viklyuchatelni ikki martalab qayta ulanishini, o'zishga harakatni tezlatish, viklyuchatelni boshqarish signallarini koordinatsiya qilish va axborotlarni ko'rsatish mantiqiy algoritmlarni bajaradi.

Ishga tushirish, ishlash va ushlab turish to'plamida, avtomatik va ximoya vaqtini ushlab turishda mikroprotsessori WD-taymerni dasturlashni o'zgartiradi, u qurilmani odatdagi xolatda (kutish rejimida) uni doimiy ravishda tekistlashni amalga oshiradi, ximoya avtomatikasi tomonidan

viklyuchatelni uzishga yoki ulashga berilgan ko'rsatmani bekor qilish ham mumkin.

Asosiy mikroprotssessor PEXM bilan (RS 232 S-interfeys bo'yicha yoki optik tolali aloqa liniyasi bilan) avtomatik boshqarish tizimining yuqori sathlari axborotini almashtirib turishi mumkin.

Mikroprotssessor bilan bajariladigan kirish axborotini ajratib olish usullari, uni dasturli adaptiv filtrlash, sinusoidal majburlangan tok va kuchlanishlarni ortogonal tashkil etuvchilarini ishlab chiqish va ularni simmetrik tashkil etuvchilarga ajratish energetik tuzilmalarni avariya ximoyalash qurilmalarini axborotni qayta ishlash va har doim funktsional imkoniyatlarini yuqori darajaga ko'taradi va kerakli tezkorligini ta'minlaydi.

Nazorat savollari:

1. Magnitoelektrik relelarning tuzilishini tushuntiring.
2. Aylanish momenti nimaga teng?
3. Yarim o'tkazgichli sodda relelarning sxemasini keltiring.
4. Yarim o'tkazgichli murakkab relelar qanday ishlaydi?
5. Mikroprotssessorlar qanday afzalliklarga ega.

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:

1. eruvchan qo'ymaning nominal toki, $I_{nom.q}$;
2. saqlagichning nominal toki, $I_{nom.s}$;
3. saqlagichning nominal kuchlanishi, U_{nom} ;
4. saqlagichning nominal o'chirish toki, $I_{nom.o'}$;
5. saqlagichning kimyoviy xarakteristikasi.

Eruvchan qo'ymaning 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. 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 qo'llaniladi, u ko'p qisqa muddatli yuklama ortishiga chidamli.

Eruvchan saqlagichlar inertsion (IP turdagi) va yuklama ortishiga chegaralangan qobiliyatli noinertsion (NPN, PN2 turdagi) hillarga bo'linadi.

Saqlagichlarni tanlash quyidagi shartlar bo'yicha amalga oshiriladi:

1. $V_{HOM,IP} \geq V_C$
2. $I_{OTKL,HOM} \geq I_{K,MAX}$
3. $I_{HOM,IP} \geq I_{P,MAX}$

Inertsion saqlagichlar uchun eruvchan qo'yma liniyaning uzoq muddatga ruxsat etilgan toki bo'yicha tanlanadi.

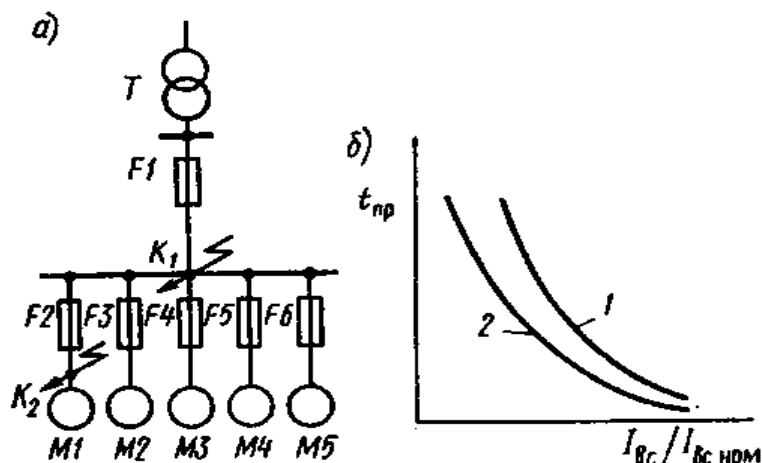
$$I_{HOM,B\ddot{U}} \geq I_{P,MAX}$$

Noinertsion saqlagichlar uchun quyidagi shartlar xisobga olinadi:

$$I_{HOM,B\ddot{U}} \geq I_{P,MAX} \quad I_{HOM,B\ddot{U}} \geq (i_{II} / K_{IEP})$$

Yuqoridagi ifodalarda:

- V_C – tarmoqning nominal kuchlanishi;
- $I_{K, MAX}$ – tarmoqning maksimal q.t. toki;
- $I_{R, MAX}$ – tarmoqning maksimal ish toki;
- i_P – bir motorning ishga tushirish toki ($i_{II} = I_{HOM} \cdot K_{IIYCK}$);
- I_{NOM} – motorning nominal toki;
- K_{PUSK} – ishga tushirish tokining karraligi;
- K_{PER} – yuklama ortish koefitsienti.



1 – rasm. Radial tarmoqni saqlagichlar yordamida ximoyalash sxemasi (a), saqlagichlar xarakteristikasi (b).

Kondensator batareyasini himoyalaydigan eruvchan qo'ymaning toki ulanish va kondensatorlar razryadi toklaridan saqlashni hisobga olib tanlanadi.

$$I_{HOM, B\ddot{I}} \leq 1.6n \frac{Q_{HOM, K}}{\sqrt{3}V_{\pi}}$$

Bu yerda:

n – barcha fazalar batareyasidagi kondensatorlarning umumiy soni;

$Q_{NOM, K}$ – bir kondensatorning nominal quvvati;

V_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 toka mo'ljallab ishlab chiqariladi.

Avtomatik o'chirgichlar maxsus rele himoyasi 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 $V_{NOM,V}$ elektr tarmog'i kuchlanishiga teng. Bu o'chirgich ishlashi uchun mo'ljallangan kuchlanish bo'lib, o'chirgichning pasportidagi kuchlanishdir.

Ajratgichning nominal toki $I_{NOM,A}$ – pasportida ko'rsatilgan tok bo'lib, uning uzoq oqib o'tishi ajratgichni ishlab ketishiga olib kelmaydi.

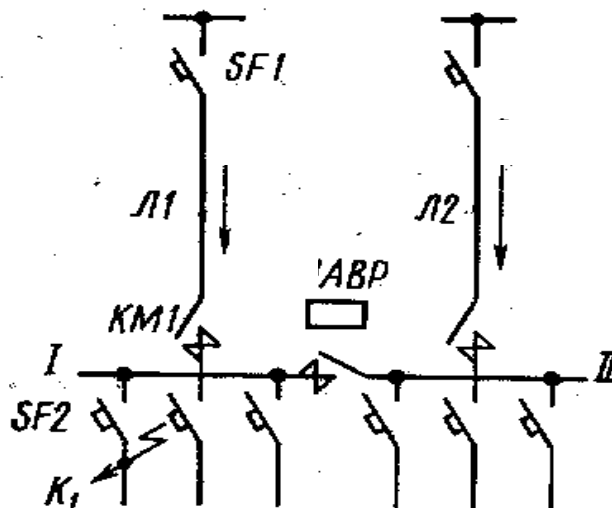
Ajratgichning o'rnatma toki eng kichik tok bo'lib, u oqib o'tganda ajratgich ishlab ketmaydi.

Sanoat korxonalari elektr ta'minotida AVM, Elektron, A3700, AE200 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 qobiliyat: $I_{OTK,A}=20kA$ o'zgaruvchan tok uchun va $I_{OTK,A}=30 kA$ o'zgarmas tok uchun. Avtomatik o'chirgich soat mexanizmlili sozlanadigan maksimal elektromagnitli ajratgichga ega. Yuklama ortganda tokka teskari bog'langan soat mexanizmi hosil qiladigan sabr vaqti: AVM–4s, AVM–10s va AVM–15s.

AVM turidagi avtomatik o'chirgichlarni kommutatsiya qobiliyati past, u kimyoviy xarakteristikani 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.



2 rasm. Tarmoqni avtomat o'chirgichlar yordamida ximoyalash.

Maksimal tok ajratgichlari yarimo'tkazgichli himoya blokiga ega. Ular quyidagi beshta o'rnatmani o'zgartirish bilan tez va sekin ta'sir etuvchi qilib bajariladi:

- yuklama ortganda ishlash toki $(0.8; 1; 1.2; 1.5)I_{NOM,A}$ oraliqda;
- q.t. da $4I_{NOM,A}$ va $8I_{NOM,A}$;
- $I_{NOM,A}$ da 100, 150, 200 s ishlash vaqtlarida;
- $6I_{NOM,A}$ da 4, 10, 20 s ishlash vaqtlarida;
- q.t. da 0.25; 0.45; 0.7 s ishlash vaqtlarida.

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 yarimo'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. Ularning asosiy vazifasi yoritish tarmoqlarini himoyalash.

Avtomatik o'chirgichlarni tanlash

Avtomatik o'chirgichlarni ishlash toki o'rnatmalari tanlanayotganda o'chirgich ajratgichlarini xarakteristikalaridagi farqlar va ular ishidagi xatoliklarni hisobga olish kerak.

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 hisoblangan 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 shartni bajarilishi yetarli hisoblanadi.

5. Ximoyalananayotgan elementda mumkin bo'lmagan qisqa muddatli yuklama ortishida avtomatik o'chirgich ishlab ketmasligi kerak. Bu quyidagi shart bo'yicha ta'minlanadi:

$$I_{HOM,PAC.\mathcal{E}} \geq (1.25 \div 1.35) i_{II}$$

Ketma – ket o'rnatilgan avtomatik o'chirgichlarni 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'rnatmalar 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.Kuchlanishi 1000 V gacha tarmoqlarda himoya qanday qurilmalar yordamida bajariladi.
- 2.Eruvchan saqlagichni vazifasi nima?
- 3.Eruvchan saqlagichlar qanday shartlar bo'yicha tanlanadi.
- 4.Avtomatik o'chirgichning vazifasi nima?
- 5.Avtomatik o'chirgichlar qanday talablar asosida tanlanadi.

Adabiyotlar

1. Ovcharenko N.I. Avtomatika elektricheskix stantsiy i elektroenergeticheskix sistem. Uchebnik- M. NTS ENAS, 2001.
2. Gerasimenko A.A. Peredacha i raspredelenie elektricheskoy energii. Uchebnoe posobiya - Feniks, 2008.
3. Siddikov I.X. Releli ximoya va avtomatika. O'quv qo'llanma - TDTU, 2008.
4. Siddikov I.X. Releli ximoya va avtomatika. Kurs ishi bajarish uchun uslubiy qo'llanma.Toshkent, ToshDTU, 2004.
5. Berkovich M.A., Komarov A.N., Semenov V.A. Osnovo' avtomatiki energosistem. Uchebnik- M. Energoizdat, 1991.
6. Gel fand Ya.S. Releynaya zahita raspredelitel nix setey. Uchebnik- M. Energoatomizdat, 1987.
7. Shabad M.A.Maksimal naya tokovaya zahita.Uchebnoe posobiya- M. Energoatomizdat, 1991.

8. Toshmirzaev M.A. Elektr energiyasidan foydalanish, ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlashni avtomatlashtirish. O'quv qo'llanma – Faxrizoda, 2010.