

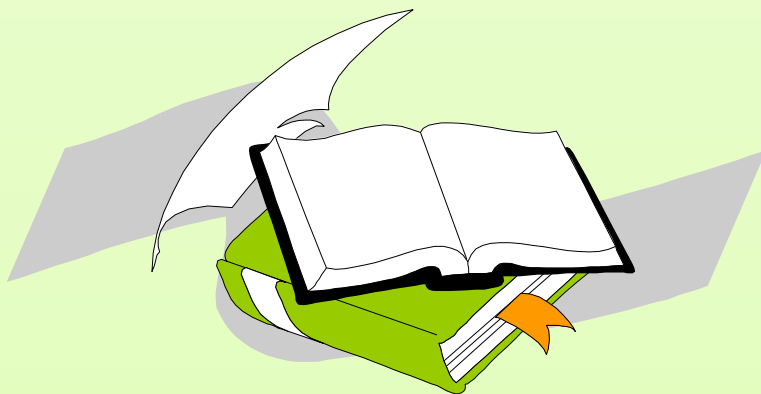
**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK QURILISH ISNTITUTI**

ENERGETIKA KAFEDRASI

“RELELI HIMOYA”

fanidan

O‘QUV-USLUBIY MAJMUA



Namangan – 2023

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



“ENERGETIKA” KAFEDRASI

“RELELI HIMOYA”

fanidan

O‘QUV-USLUBIY MAJMUA

<i>Bilim sohasi:</i>	<i>300 000 - Ishlab chiqarish-texnik soha</i>
<i>Ta’lim sohasi:</i>	<i>310 000 - Muhandislik ishi</i>
<i>Ta’lim yo‘nalishi:</i>	<i>5310200 - Elektr energetikasi (Elektr ta’minoti)</i>

Namangan – 2023

Mazkur O'quv-uslubiy majmua Toshkent Davlat Texnika universiteti Ilmiy-uslubiy Kengashining 2023.27.08 da №9 raqam bilan ro'yxatga olingan namunaviy o'quv dasturi va uning asosida tuzilgan, hamda Namangan muhandislik qurilish instituti Energetika va mehnat muhofazasi fakultetini va Energetika kafedrasining kengash yig'ilishlarida muhokamadan o'tgan va tavsiya etilgan.

Mazkur o'quv-uslubiy majmua oliy o'quv yurtlari talabalari uchun tavsiya etiladi. Shu bilan birga o'quv-uslubiy majmuadan professor-o'qituvchilar, ilmiy xodimlar, tadqiqotchilar va korxonalarning mutaxassislari foydalanishlari mumkin.

Tuzuvchi: **S. Vahobova** - NamMQI "Energetika" kafedrası dotsenti

Taqrizchilar: **E. Berkinov** - NamMQI "Energetika" kafedrası dotsenti
T. Mullajanov - Namangan hududiy elektr tarmoqlari korxonasi
AJ, Bosh muhandis.

Fanning o'quv-uslubiy majmuasi Energetika kafedrasining 2023 yil "____" _____
dagi "____" - sonli yig'ilishida muhokamadan o'tgan va foydalanishga taxsiya etilgan.

MUNDARIJA

I.	Fanni o‘qitishda foydalaniladigan interfaol ta’lim metodlari.....	6
II.	Ma’ruza mashg‘ulot materiallari.....	16
III.	Amaliy mashg‘ulot materiallari.....	88
IV.	Tajriba mashg‘ulot materiallari.....	105
V.	Keyslar banki.....	154
VI.	Glossariy.....	159
VII.	Ilovalar.....	161
	-fan dasturi.....	161
	-ishchi fan dasturi.....	164
	-tarqatma materiallar.....	179

I. FANNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI

1. Ma’ruza mashg‘ulotlarning tashkil etishning asosiy shakllari

Ma’ruza mashg‘uloti – o‘qitishni tashkil etishning yetakchi shakli hisoblanadi, bilimlarni birlamchi egallashga yo‘naltirilgan.

Ma’ruzani asosiy belgilanishi – o‘qitishni nazariy asosini ta’minlab berish, o‘quv faoliyatga va aniq o‘quv fanga qiziqishni rivojlantirish, talabalarga o‘quv kursi ustidan mustaqil ishlash uchun orientirlarni shakllantirish.

Ma’ruza materiallarining mazmuni va hajmiga talablar

Ma’ruza materiallarining mazmuni quyidagi mezonlarga javob berishi lozim:

- yangilik, ilmiylik, asoslilik va axborot uchun belgilanganlik;
- aniq, ishonchli misol, fakt, asosnoma va ilmiy dalillarning mavjudligi;
- faktga asoslangan (statistik va v.h.) materiallarni ko‘p emasligi.

Ma’ruza materiallarining hajmi rejalashtirilgan mavzuni yoritish uchun yetarli bo‘lishi kerak.

Ma’ruzalar turlari va ularga xos xususiyatlari

O‘quv mashg‘ulotning maqsadi	Ma’ruza turi, uning o‘ziga xos xususiyatlari
<i>Kirish ma’ruzasi</i>	
Fan doirasida o‘quv axborotini o‘zlashtirish bo‘yicha talabalar harakatining yo‘naltiruvchi asosini ta’minlash.	Ta’lim berish tuzilishida motivatsion bosqich hisoblanadi. Uning vazifasi – o‘quv fani mazmuni, uning o‘quv jarayonidagi o‘rni va kelgusidagi tezkor-xizmat faoliyatdagi ahamiyati to‘g‘risida dastlabki tasavvurlarni berish, talabalarni ishlash tizimida yo‘naltirish, oldinda turgan mustaqil ishning uslubiyoti va tashkillashtirishi bilan tanishtirish, hisobot berish vaqti va baholashni aniqlashtirish.
<i>Axborotli ma’ruza</i>	
O‘quv mavzu bo‘yicha tasavvurni shakllantirish	Bu an’anaviy ma’ruza turi: ma’ruza rejasiga muvofiq o‘quv materialini monologik tarzda izchillikda bayon etish.
<i>Muammoli ma’ruza</i>	
Muammoni belgilash va uni yechimini topishni tashkillashtirish an’anaviy va zamonaviy nuqtai nazarlarni jamlash va tahlil qilish va v.h. orqali o‘quv mavzusi bo‘yicha tasavvurni, bilimlarni shakllantirish.	Yangi bilimlar savol, vazifa, vaziyatlarning muammoligi orqali kiritiladi. Bu jarayonda talabalarning bilishi o‘qituvchi bilan hamkorligiga va dialogiga asoslanadi, hamda izlanuvchilik faoliyatiga yaqinlashadi.
<i>Ko‘rgazma ma’ruza</i>	
O‘TVdan keng foydalanish orqali o‘quv mavzusi bo‘yicha tasavvurni, bilimlarni shakllantirish.	Bunday ma’ruzani o‘qish, ko‘rib chiqilayotgan ko‘rgazmali materiallarni ochib berishga va qisqacha sharhlashga olib keladi.
<i>Binar ma’ruza</i>	
Talabalarga munozara madaniyatini, muammoni hamkorlikda yechishni namoyish etish orqali o‘quv mavzusi bo‘yicha	Bunday ma’ruzani o‘qish ikki o‘qituvchi, 2-maktabning ilmiy vakillari, olim va amaliyotchi, o‘qituvchi va talabalarning dialogini o‘zida namoyon etadi.

O'quv mashg'ulotning maqsadi	Ma'ruza turi, uning o'ziga xos xususiyatlari
tasavvurni, bilimlarni shakllantirish.	
Anjuman-ma'ruza	
O'quv axborotni izlash, tanlash va bayon etish jarayonida talabalarning faol ishtiroklarida yoritib berish orqali o'quv mavzusi bo'yicha tasavvurni, bilimlarni shakllantirish.	Oldindan belgilangan muammo va uni har tomonlama yoritib berish nazarda tutilgan ma'ruzalar tizimi (5-10 daq. davomiyligida) bilan, ilmiy-amaliy mashg'ulot ko'rinishida o'tkaziladi. Mashg'ulot yakunida o'qituvchi mustaqil ish va so'zga chiqishlarga yakun yasaydi, axborotni to'ldiradi, aniqlik kiritadi, asosiy xulosalarni ifodalaydi.
Umumlashtiruvchi ma'ruza	
Bilimlarni batafsil yoritish va aniqlashtirishlarsiz tizimlashtirish.	Ma'ruzada bayon etilayotgan nazariy holatlarning negizini kursning yoki katta bo'limlarning ilmiy-tushunchali va kontseptual asosi tashkil etadi.
Maslahatli-ma'ruza	
Bilimlarni chuqurlashtirish, tizimlashtirish.	Turlicha stsenariy bo'yicha o'tishi mumkin. 1. "Savol-javoblar"- o'qituvchi bo'lim yoki to'liq kurs bo'yicha talabalar savollariga javob beradi. 2. "Savol-javoblar-munozaralar": o'qituvchi nafaqat savollarga javob beradi, balki javoblarni izlashni ham tashkillashtiradi.
Yakuniy ma'ruza	
Bilimlarni batafsil yoritish va aniqlashtirishlarsiz tizimlashtirish.	Kursni o'rganishni yakunlaydi, butun davr mobaynida o'tilganlarni umumlashtiradi. Yakuniy ma'ruzada o'qituvchi kursning asosiy g'oyalarini ajratadi, kelgusidagi tezkor-xizmat faoliyatda va boshqa fanlarni o'rganishda olgan bilimlarni qanday qo'llash yo'llarini ko'rsatadi, fan bo'yicha yakuniy nazorat xususiyatini tushuntiradi, yakuniy nazorat variantlarining murakab savollarini tushuntiradi.

Slaydli taqdimotga qo'yiladigan asosiy talablar

- slaydlar soni o'quv material mazmunini to'liq ochib berish uchun yetarli bo'lishi kerak;
- slaydda bir qatorda 6-dan ortiq so'z, 8-ta qator ketma-ket joylashgan bo'lishi mumkin emas.
- barcha ma'lumotlar tuzilmaga keltirilgan bo'lishi kerak;
- slaydlar qoidalarga muvofiq rasmiylashtirilgan bo'lishi kerak.

Slaydlarni rasmiylashtirish qoidalari

- **Matn** ma'lumotlarga boy, mantiqiy bir-biri bilan uzviy bog'langan, aniq va ravshan, sodda tilda yozilgan bo'lishi lozim.
- **Rasmlar** aniq va ravshan, yirik o'lchamda bo'lishi kerak, ular bezatish emas balki namoyish etish vazifasini bajarishi kerak.
- **Jadvaldagi** ma'lumotlar yaqqol ko'rinib turadigan bo'lishi kerak va har bir jadvalni nomi bo'lishi shart.

• **Chizmalar** bir blokdan ikkinchisiga aniq, ravshan va mantiqiy o'tishlar bilan ta'minlangan bo'lishi lozim.

2. Seminar mashg'ulotlarning tashkil etishning asosiy shakllari

Seminar:

- o'quvchilarni o'qituvchi bilan va o'zaro faol suhbatga kirishishiga yo'naltirilgan,
- nazariy bilimlarni amaliy faoliyatda amalga oshirish uchun sharoitni ta'minlovchi,
- olingan bilimlarni amaliy foydalanish imkoniyatlarini muhokama qilishga mo'ljallangan mashg'ulotning o'qitish shakli.

Seminar mashg'ulotining mazmuniga quyiladigan talablar

- muhokamaga munozarali savollar olib chiqiladi;
- muhokama qilinuvchi savollar ilm-fanning erishgan zamonaviy yutuqlari tomoni bilan ko'rib chiqiladi;
- nazariya va amaliyotni uzviy birligi ochib beriladi;
- muhokama qilinuvchi materialning talabalarning bo'lg'usi kasbiy faoliyati bilan aloqasi ta'minlanadi;
- ko'rib chiqilayotgan material adabiyotda mavjud emas yoki material, qisman bayon etilgan.

Seminarlar turlari va ularga xos xususiyatlari

Seminar turi	Seminar shakli, uning o'ziga xos xususiyatlari
<i>Talabalarining nazariy bilimlarini tizimlashtirish, tuzilmaga keltirish, mustahkamlash, kengaytirish:</i> - metodologik nuqtai nazaridan eng muhim va o'ziga xos fan mavzularining yaxshi o'rganish. - tushunish va o'zlashtirish uchun murakkab bo'lgan mavzu savollarini batafsil o'rganish. - kasbiy tayyorgarlik sifatini aniqlovchi, alohida asosiy bo'lgan mavzularni batafsil o'rganish.	<i>Keng ko'lamli suhbat.</i> Hamma uchun umumiy bo'lgan tavsiya etilayotgan majburiy va qo'shimcha adabiyotlar bilan mashg'ulotning har bir reja savollariga talabalarni tayyorgarligini nazarda tutadi. Faollashtirishni barcha vositalarini qo'llash bilan: so'zga chiquvchiga va barcha guruhga yaxshi o'ylab tuzilgan aniq ifodalangan savollar, so'zga chiquvchi talabalarni kuchli va kuchsiz tomonlariga talbalar diqqatlarini qarata olish, talabalar diqatti va qiziqishini, ish jarayonida ochib berilayotgan, yangi tomonlarga o'sha vaqtni o'zida ajratib ko'rsatish va boshqalar asosida ko'pchilik talabalarni savollarni muhokama qilishga jalb qilish imkonini beradi. Keng ko'lamli suhbat ba'zi savollar bo'yicha alohida talabalarni avvaldan rejalashtirilgan qo'shimcha ravishda so'zga chiqishlarini istisno qilmaydi, balki, taxmin qiladi. Biroq bunday ma'lumotlar muhokama uchun asos bo'lmaydi, balki muhokama qilingan savollar uchun to'ldiruvchi bo'ladi. <i>Ma'ruza va referatlar muhokamasi.</i> Muhokamaga 12—15 daqiqa davomiyligidagi 2-3 ma'ruzadan ko'p bo'lmagan ma'ruzalar olib chiqiladi. Ba'zida qo'shimcha ma'ruzachi va opponentlar (muxoliflar) belgilanadi. Oxirgi chiquvchilar mazmunni qaytarmaslik uchun, ma'ruza matni bilan tanishadilar. Biroq ko'p hollarda, ma'ruzachi va opponentlar, qo'shimcha ma'ruzachilardan tashqari, hech kim seminarga jiddiy tayyorlanmaydi. So'zga chiquvchilarni o'zlari ham faqat bir savolni o'rganadilar. Shu bilan birga, odatiy seminar ishiga "quruq nazariyalik"

<i>Ilm-fanning alohida xususiy muammolarini chuqurroq ishlab chiqish.</i>	elementini kiritib, bunday mashg'ulotlar talabalarda ba'zi qiziqishlarni uyg'otadi. Talabalarni har birini qo'shimcha ma'ruzachi yoki opponent sifatida tayyorlanib kelishga o'rgatish juda muhim hisoblanadi. Referatli ma'ruzalarni yakuniy seminarda, uning asosiy savollari avvaldan muhokama qilib bo'lingan, katta bir mavzu bo'yicha ko'rib chiqish maqsadga muvofiq bo'ladi. Press-konferentsiya. Qisqa so'zga chiqishdan so'ng birinchi savol bo'yicha ma'ruzachiga (agarda ma'ruzalar bir qator talabalarga berilgan bo'lsa, o'qituvchining o'zi ulardan biriga so'z beradi) so'z beriladi. Shundan so'ng har bir talaba ma'ruza mavzusi bo'yicha unga savol berishi lozim. Savol va javoblar seminarining markaziy qismini tashkil etadi. Qancha ko'p jiddiy tayyorgarlik ko'rilsa, savollar shunchalik chuqur va mahoratli beriladi. Savollarga avval ma'ruzachi javob beradi, so'ngra u yoki boshqalar bo'yicha istagan bir talaba o'z fikrini bildirishi mumkin. Bunday holatlarda qo'shimcha ma'ruzachilar, agarda shundaylar belgilangan bo'lsa, faol bo'ladilar. O'qituvchi har bir muhokama qilinayotgan savol bo'yicha, yoki seminar yakunida o'z xulosasini qiladi. O'zaro o'qish. Tushunish va o'zlashtirish uchun eng ko'p murakkablikdagi savollarni o'rganish asosiy maqsadga ega bo'lgan, seminar. Seminar mobaynida talabalarni o'zaro o'qishga yo'naltirish muhim hisoblanadi: har kichik-guruhga mavzuning bir savoli beriladi, bu bo'yicha ular ishlaydilar va bunga asos (ekspert varaqlar – savolni yoritish rejasi, tayyorlangan ma'lumotlarni vizual taqdim etish bo'yicha tavsiyalar) beriladi. Ekspert guruhlarining ish natijalari taqdimotidan so'ng o'qituvchi xulosalar qiladi. Yumoloq (yozma /og'zaki) stol. O'tgan mavzu bo'yicha bilimlarni chiqurlashtirish va aniqlashtirish, bor bilimlarni safarbar qilish va har xil vaziyatlarda ularni qo'llash, o'z fikrlarini qisqa va asoslangan xolda bayon qilish ko'nikmalarini rivojlantirish asosiy maqsadga ega bo'lgan, seminar. Har xil stsenariylar bo'yicha o'tkazilishi mumkin. 1. «Yozma yumoloq stol» - talabaning savoli yechimi topilishi kerak bo'lgan g'oya yozilgan varaq, doira bo'yicha uzatiladi va har bir ishtirokchi o'z mulohazalarini qo'shadi. 2. «Og'zaki yumoloq stol» - har bir talaba qo'yilgan savolning javobiga o'z qo'shimchalarini kiritadi, oldingi ishtirokchi tomonidan taklif qilingan g'oyani qo'llab-quvvatlaydi va rivojlantiradi. Spetsseminar. Bakalavriatning 4 kursida, magistraturada o'tkaziladi. Ilmiy mavzu bo'yicha yosh tadqiqotchilarni muloqat maktabini ifodalaydi. Spetsseminar vaqtida talabalarining guruhlarda ishlashga va uni baholashga, ilmiy tadqiqotlar usullaridan foydalanishga intilishlari katta rol o'ynaydi.
--	--

	Spetsseminarning yakuniy mashg'ulotida o'quituvchi, qoidaga ko'ra, seminarlarni va talabalarning ilmiy ishlarini muhokama qilingan muammolarni kelgusida tadqiqotlar qilish istiqbollarini va talabalarni ularda ishtiroq etish imkoniyatini ochib umumlashtiradi.
Maxsus (kasbiy) va umumio'quv ko'nikma va amaliy malakalarni shakllantirish: - amaliy muammoli vaziyatni tahlil qilish va yechish jarayonida xarakteristik algoritmini aniqlash bilan bog'liq egallagan nazariy bilimlarni amaliy qo'llash.	Ta'limiy o'yin. O'qitish samaradorligini uning ishtiroqchilarini nafaqat bilimlarni olish jarayoniga faol jalb qilish, balki ularni (hozir va shu yerda) foydalanish orqali oshirishga imkon beradi; o'zgaruvchan vaziyatlarda o'zini tutish taktika ko'nikmalarini shakllantiradi; vyirabatyvaet dinamiku rolevogo povedeniya; amaliyot imitatsiyasini ifodalaydi; aniq ko'nikma va malakalarni shakllantirishga va ishlab berishga qaratilgan. Seminar natijaviyligini uning tashkiliy-uslubiy ta'minoti belgilaydi: o'yinning texnologik xaritasini ishlab chiqish; o'yin atributlarini va materiallar paketini: vaziyat bayoni, ishtiroksilar uchun yo'riqnoma, personajlar ta'rifi (agar o'yin roli yoki ishbilarmon bo'lsa) yoki vaziyatli ko'rsatmalar (agar o'yin modellashtiruvchi bo'lsa) tayyorlash. Amaliy topshiriqlarni bajarish. Amaliy topshiriqlarning ko'pchiligi kichik guruhlar tarkibida bajariladi va quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi: yo'riqnoma berish → o'quv topshiriqni bajarish bo'yicha yo'riqnoma bilan tanishish → topshiriqni bajarish → natijalarning ommaviy taqdimoti → natijalarni umumlashtirish va baholash. Masalalar yechish bo'yicha mashq. Yakka tartibda amalga oshiriladi va quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi: yo'riqnoma berish – masalani yechish – natijalarni tanlama taqdimoti - umumlashtirish. Muammoli masalalar va vaziyatlarni yechish. Muammoli masalalar va vaziyatlarni ishlab chiqish juda katta mehnat talab qiladi. Lekin talabalar tomonidan amaliy kasbiy faoliyatdan olingan muammoli masalalarni yechish va muammoli vaziyatlarni ko'rib tahlil qilish nazariyani haqiqiy amaliyot bilan bog'lashga imkon beradi. Bu o'qitishni faollashtirishga imkon beradi, talabalarga o'rganilayotgan materialni amaliy foydasini tushunishga yordam beradi. Ta'lim beruvchi amaliy muammoli vaziyatlarni (keys larni) yechish. Keys (muammoli vaziyatdan farqli ravishda) talabalarni muammoni ifodalash, muammoli vaziyatni tahlil qilish va baholash, uni maqsadga muvofiq yechim variantlarini qidirishga yo'naltiruvchi tashkilotlar, insonlar guruhi yoki alohida individlarni hayotining muayyan sharoitlarini yozma ravishda taqdim etilgan bayonini o'z ichiga oladi. Keysni yechish jarayoni quyidagi bosqichlarini o'z ichiga olish muhim: → muammoni yakka tartibda tahlil qilish va yechish, → yakka tartibda topilgan yechimni birgalikda (kichik guruhlarda) tahlil qilish, o'zaro maqbul yechim variantini

	rasmiylashtirish, → guruh ishini taqdimoti, → muammoni yechish usul va vositalarining eng maqbul variantini jamoaviy tarzda tanlash. Fiklash jarayoni, muammoli vaziyatni yechish jarayonida paydo bo'lingan, mustaqil topilgan dalillar orientirlarni, kasbiy boyliklarni topishga va mustaqamlashtirishga, kelgusi kasbiy faoliyati bilan aloqani anglashga ko'maklashadi. <i>O'quv loyihalarning taqdimoti va baholanishi</i> Ushbu o'quv mashg'ulotini tayyorlashda o'qituvchining roli quyidagilardan iborat: loyiha topshirig'ini ishlab chiqish; talabalarga ma'lumotlarni izlashda yordam berish; o'zi axborot manbai bo'lishi; butun jarayonni muvofiqlashtiri; ishtirokchilarni qo'llab-quvvatlash va rag'batlantirish; uzluksiz qayta aloqani amalga oshirish; maslahat berish. Ushbu o'quv mashg'ulotida guruhlar o'z faoliyatining natijalari to'g'risida ma'ruza qilishadi va uni belgilangan shaklda taqdim etishadi (loyihaviy faoliyatning natijalarini, hamda loyiha maxsulotini tasviriy va og'zaki taqdimot ko'rinishida). O'qituvchi guruhlarining o'zaro baholanishini tashkillashtiradi va loyiha ishtirokchining faoliyatini baholaydi.
<i>Talabalarni nazariy va amaliy tayyorgarlik darajasini nazorat qilish va baholash</i>	<i>Kollokvium.</i> O'qituvchining talabalar bilan kollokviumlari (suhbatlashuvi) odatda kursning u yoki bu mavzusi bo'yicha bilimlarini aniqlash, uni chuqurlashtirish maqsadida olib boradi. U ko'pincha 1) dasturda ko'zda tutilmagan, lekin talabalarda qiziqish uyg'otgan qo'shimcha mavzular bo'yicha; 2) fanning alohida murakkab, lekin talabalar tomonidan yetarli darajada o'zlashtirilmagan mavzulari bo'yicha qo'shimcha darslar mobaynida; 3) ohirgi seminar mashg'ulotlarida javob bermagan talabalarni birish darajasini aniqlash uchun. Seminar-kollokvium mobaynida ma'ruza, referat va boshq. Yozma ishlar tekshirilishi mumkin. <i>Yozma (nazorat) ish.</i> Talabalar nazorat savollariga javob beradilar, testlarni yechadilar, nazorat topshiriqlarini bajaradilar. Ularning to'plamini to'g'ri tuzish muhim hisoblanadi: ular rejalashtirilayotgan o'quv materialni o'zlashtirish darajasiga mos kelishligi kerak va ularni tekshirishni ta'minlashi kerak.

3. AQLIY HUJUM METODI

Aqliy hujum (breynstroming-aqlar to'zoni) – amaliy yoki ilmiy muammolar yechish g'oyasini jamoaviy yuzaga keltirishda qo'llaniladigan metod.

☞ Metod chegaralangan vaqt oralig'i ichida aniq muammo (savol, masala)ni yechishning noan'anaviy yo'llarini izlash bo'yicha o'quvchilarni aqliy faoliyatini yo'naltirishga asoslangan.

☞ O'quv mashg'ulotidagi aqliy hujum uchun muammoni tanlash quyidagi tamoyillar bo'yicha amalga oshiriladi:

- tanlangan muammo nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo'lishi hamda o'quvchilarda faol qiziqish uyg'otishi kerak;
 - ko'p har xil ma'nodagi yechim variantlariga ega bo'lishi kerak.
- O'qitish texnologiyasini ishlab chiqishda aqliy hujum metodi o'quv mashg'ulotining bir lavhasi yoki butun mashg'ulotni o'tkazish asosi sifatida rejalashtirilgan bo'lishi mumkin. Aqliy hujum metodining texnologik chizmasi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Aqliy hujum metodining texnologik chizmasi

INSERT TEXNIKASI

INSERT (inglizcha so'zdan olingan bo'lib - **INSERT** – Interaktive- interfaol **Noting** – belgilash System - tizim for-uchun **Effective** – samarali **Reading** – o'qish and– va **Thinking** – fikrlash degan ma'noni anglatadi).

1) Samarali o'qish va fikrlash uchun matnda belgilar qo'yishning interfaol tizimi hisoblanadi.

Matnni belgilash tizimi:

- (√) - mening bilganimni tasdiqlovchi axborot;
- (+) - men uchun yangi axborot;
- (-) - menning bilganlarimga, zid axborot;
- (?) - meni o'yantirib qo'ydi. Bu bo'yicha menga qo'shimcha axborot kerak.

PINBORD TEXNIKASI

Pinbord–(inglizchadan: *pin*- mahkamlash, *board* – yozuv taxtasi) – o'quvchilarni tizimli va mantiqiy fikr bildirishga o'rgatadigan metod.

Pinbord texnikasi:

1) muammoli masalalar va vaziyatlar, aqliy hujum va amaliy o'qitish metodlari bilan birga jamoaviy tarzda (guruhlarda) muammoni yechish variantlarini baholash hamda ular ichidan eng yaxshisini tanlash imkonini beradi;

2) aqliy hujum va amaliy o'qitish metodlari bilan birga jamoaviy tarzda (guruhlarda) toifali sharh o'tkazish imkonini beradi.

Pinbord texnikasining texnologik chizmasi

KEYS–STADI METODI

KEYS – (ingl. sase – to'plam, aniq vaziyat) – nazariy bilimlarni amaliy vazifalarni yechish jarayonida qo'llash imkonini beruvchi o'qitish vositasi.

Keysda bayon qilingan vaziyatni o'rganib va tahlil qilib, o'quvchilar o'zining kelgusidagi kasbiy faoliyatida o'xshash vaziyatlarda qo'llashi mumkin bo'lgan tayyor yechimni oladi.

Keysda bayon qilingan vaziyatlar (kasbiy), amaliy mashg'ulotlarda yechiladigan vaziyatli masalalardan tubdan farq qilinadi. Agar vaziyatli masalalarda har doim shart (nima berilgan) va talab (nimani topish kerak) berilgan bo'lsa, keysda, qoidaga ko'ra, bunday parametrlar mavjud emas.

O'quvchiga taqdim etilgan ixtiyoriy keysda:

- keysning belgilanishi va topshiriq, savollar aniq ifodalangan bo'lishi kerak;
- bayon qilingan muammoli vaziyatni yechish uchun kerakli va yetarli xajmda ma'lumotlarni o'z ichiga olishi kerak
- keysni yechish uchun *uslubiy ko'rsatmalar* bo'lishi kerak.

Keys–stadi (ingl.sase– to'plam, aniq vaziyat, stadi-o'qitish)–amaliy o'qitish vaziyatlarimetodi.

Keys-stadi - o'qitish, axborotlar, kommunikatsiya va boshqaruvning qo'yilgan ta'lim maqsadini amalga oshirish va keys-stadida bayon qilingan amaliy muammoli vaziyatni hal qilish jarayonida prognoz qilinadigan o'quv natijalariga kafolatli yetishishni vositali tarzda ta'minlaydigan bir tartibga keltirilgan optimal usullari va vositalari majmuidan iborat bo'lgan o'qitish texnologiyasidir.

Ushbu metod o'quvchilarni quyidagilarga undaydi:

- muammoni shakllantirishga;
- amaliy vaziyatni tahlil qilish va baholashga;
- muammo yechimini eng maqbul variantini tanlashga.

O'quv mashg'ulotning o'qitish texnologiyasini tanlashni ikki asosiy dalil belgilaydi:

1. Keysning hajmi (qisqa, o'rtacha miqdordagi, katta)
2. O'quv topshirig'ini taqdim etish usuli:
 - savolli (savollar keysdan keyin keltiriladi)
 - topshiriqli (topshiriq keys kirish qismining oxirida keltiriladi)

O'QUV LOYIHA METODI

Ushbu metodning mohiyati shundan iboratki, ma'lum muddat ichida (bitta o'quv mashg'ulot doirasidan 2-3 oy muddat ichida) ta'lim oluvchi guruhli yoki yakka tartibda berilgan mavzu yuzasidan loyiha topshirig'ini bajaradi. Uning vazifasi – muayyan foydalanuvchiga yo'naltirilgan yangi ma'lumot olish, belgilangan muddat ichida berilgan u yoki bu muammoni ilmiy, texnikaviy yechimidan iborat.

O'quv loyihasi tushunchasi:

- muayyan iste'molchiga mo'ljallangan, muammolarni izlash, tadqiq qilish va yechish, natijani noyob (moddiy yoki intellektual) mahsulot ko'rinishida rasmiylashtirishga qaratilgan. Talablarning mustaqil o'quv faoliyatini tashkil qilish *usuli*;
- nazariy bilimlar orqali amaliy vazifalarni yechishga qaratilgan o'quv *vosita va qurollari*;
- rivojlantiruvchi, ta'lim-tarbiya hamda bilimlarni kengaytirish, chuqurlashtirish va malakalarni shakllantirishga qaratilgan *didaktik vosita*.

GRAFIK TASHKIL ETUVCHILAR

KLASTER (klaster-tutam, bog'lam)-axborot xaritasini tuzish yo'li- barcha tuzilmaning mohiyatini umumlashtirish va aniqlash uchun qandaydir biror asosiy omil atrofida g'oyalarni yig'ish asosida aniq biror mazmunni keltirib chiqaradi.

Bilimlarni faollashtirishni tezlashtiradi, fikrlash jarayoniga mavzu bo'yicha yangi o'zaro bog'lanishli tasavvurlarni erkin va keng jalb qilishda yordam beradi.

Klasterni tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

1. Katta qog'oz varag'i markazida kalit so'z yoki 1-2 so'zdan iborat mavzu nomini aylana ichiga yozing.
2. Kalit so'z bilan birlashdigan yon tomoniga kichkina hajmdagi aylana- "yo'ldoshcha" ichiga mavzu bilan aloqador so'z yoki so'z birikmasini yozing. Ularni chiziq bilan "bosh" so'zga bog'lang.
3. Ushbu "yo'ldoshcha"larda "kichik yo'ldoshlar" ham bo'lishi mumkin, ular ichiga yana so'z yoki iboralar yozib ajratilgan vaqt tugagunga qadar yoki g'oyalar tugamagunga qadar davom ettiriladi.

«**NIMA UCHUN?» SXEMASI** –muammoning dastlabki sababini aniqlash bo'yicha fikrlar zanjiri bo'lib,tizimli, ijodiy, tahliliy mushohada qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

«Nima uchun?» sxemasini tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

O'quv topshiriqda ko'rsatilgan muammosababini aniqlash uchun:

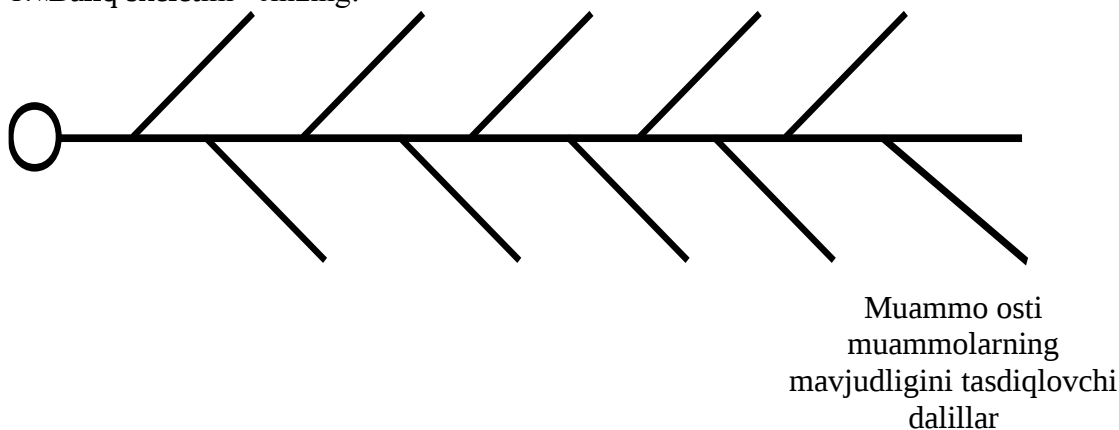
- 1) Muammoni yozing va strelka chizig'ini chiqarib «Nima uchun?» so'rog'ini yozing.
- 2) Savolga javob yozib nima uchun so'rog'ini takror yozib boravering. Bu jarayonni muammoning dastlabki sababi aniqlanmagunicha davom ettiring

«**BALIQ SKELETI» CHIZMASI** – bir qator muammolarni tasvirlash va uni yechish imkonini beradi. Tizimli fikrlash, tuzilmaga keltirish, tahlil qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

“Baliq skeleti” sxemasini tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

O'quv topshiriqda ko'rsatilgan muammo maydonini tavsiflash uchun:

- 1.«Baliq skeletini» chizing:



2. «Suyak»ning chap qismida (yoki yuqori suyakda) muammo osti muammoni yozing, o'ng qismida (pastki suyakda) – muammo osti muammoni amalda mavjud ekanligini tasdiqlovchi dalillarni yozing.

«**QANDAY?» IERARXIK DIAGRAMMASI** - muammo to'g'risida umumiy tasavvurlarni olishga, uning yechimini topish usul va vositalarini topishga imkon beruvchi mantiqiy savollar zanjiridan iborat.

Tizimli, ijodiy, tahliliy fikrlash ko'nikmalarini rivojlantiradi.

«Qanday?» diagrammasini tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

«Qanday?» diagrammasini tuzishdan avval, siz quyidagilarni bilishingiz kerak: ko'p hollarda Sizga muammolar hal etishda «Nima qilish kerak?» haqida o'ylashga hojat bo'lmaydi. Muammo yechimini topish uchun asosan «Buni qanday qilish kerak?» qabilida bo'ladi. «Qanday?» - muammoni hal etishda asosiy savol hisoblanadi.

1. Doira chizing va uning ichiga yechilishi lozim bo'lgan muammoni yozing.

2. Ketma-ket ravishda «Qanday?» savolini qo'ying va shu savolga javob bering. SHu tartibda savollarni ketma-ket berib boravering va javoblarni o'ylab o'tirmasdan, solishtirmasdan, baholamasdan, tez-tez yozishda davom eting.

Maslahat va tavsiyalar:

Yangi g'oyalarni grafik ko'rinishda qayd etishni o'zingiz hal eting: daraxt yoki kaskad ko'rinishida, yuqoridan pastga yoki chapdan o'ngga. Eng muhimi esda tuting: nisbatan ko'p miqdordagi foydali g'oyalar va muammo yechimlarini topishga imkon beradigan usul eng maqbul usul hisoblanadi.

Agarda siz muammoni yechimini topish uchun to'g'ri savollar bersangiz va uning rivojlanish yo'nalishini namoyon bo'lishida ishonchni saqlasangiz, diagramma, siz har qanday muammoni amaliy jihatdan yechimini topishingizni kafolatlaydi.

«NILUFAR GULI» CHIZMASI - muammoni hal etish vositasi. O'zida nilufar guli qiyofasini mujassam etgan. Uning asosini 9 ta katta kvadratlar tashkil etib, ularning har biri o'z navbatida to'qqizta kichik kvadratdan iborat.

Tizimli, ijodiy, tahliliy fikrlash qo'nikmalarini shakllantiradi.

«Nilufar guli» sxemasini tuzish bo'yicha o'quv topshirig'iga yo'riqnoma

O'quv topshiriqda ko'rsatilgan muammoni hal etish vositalarini topish uchun:

1) O'zida nilufar guli qiyofasini mujassam etgan sxemani chizing. Uning asosini 9 ta katta kvadratlar tashkil etib, ularning har biri o'z navbatida to'qqizta kichik kvadratdan iborat;

	B			Z			C	
			B	Z	C			
	D		D	A	F		F	
			G	H	Y			
	G			H			Y	

2) asosiy muammoni markaziy kvadratning markaziga yozing. Uni hal etish g'oyalarini markaziy kvadrat atrofida joylashgan qolgan sakkizta kvadratlarga yozing;

3) har bir ushbu sakkizta g'oyani markaziy kvadrat atrofida joylashgan sakkizta katta kvadrat markaziga o'tkazing, boshqacha aytganda, nilufar gulidan uning gul bargiga o'tkazing. SHunday qilib, ular har biri, o'z navbatida, yana bir muammo sifatida qaraladi.

II. MA'RUZA MASHG'ULOT MATERIALLARI

1-MAVZU. KIRISH.RELE HIMOYASI TO'G'RISIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR.

Reja:

- 1.1. Elektr stantsiya va energetika tizimlari ishidagi nonormal xolatlar va shikastlanishlarning asosiy turlari
- 1.2. Elektr qurilmalaridagi shikastlanishlar.
- 1.3. Nonormal rejimlar. Xarakterli nonormal rejimlar.

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

Elektr tizimlarining, elektr stantsiyalarining elektr qurilma va asboblari, elektr uzatish liniyalari, 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 himoyalari 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.

1.2. 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.

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.

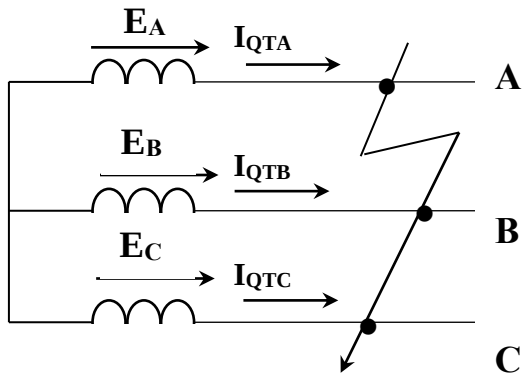
v) Kuchlanish tushuvining eng xavfli va og'ir oqibatlaridan biri bu generatorlar va elektr tizimlarining turg'un parallel ishlashlariga salbiy ta'sir etadi. Normal holatda turbinaning mexanik aylanish momenti generatorning elektr yuki tomonidan hosil qilinadigan teskari ta'sir qiluvchi momentga tengdir. Buning natijasida generatorning aylanish tezligi o'zgarmas va sinxronidir.

K nuqtada qisqa tutashish sodir bo'lganda A elektrostansiyasining 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 turbinani aylanishini boshqaruvchi qurilma sekin ta'sir qiladi va A stantsiya generatorlari aylanish tezligini birdan kamaytir olmaydi.

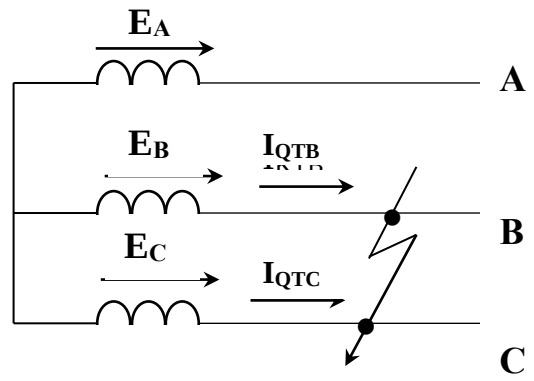
B stantsiya generatorlari boshqa sharoitda bo'ladi, u K nuqtadan uzoqda, shuning uchun ularning shinalaridagi kuchlanish normaga yaqin. A stantsiya generatorlarini yuklari yengillashgani sababli barcha yuk B stantsiya generatorlariga tushadi. Buning natijasida ular ko'proq yuklanadi va aylanish tezliklarini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

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

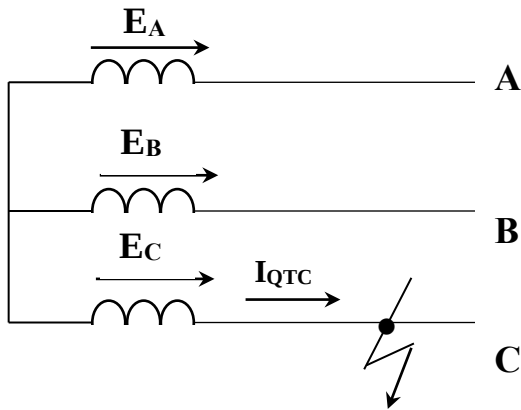
Elektr tizimining turg'unligini buzilishi bilan bog'liq bo'lgan shikastlanish isrof bo'yicha eng katta va og'ir shikastlanishlardan hisoblanadi.



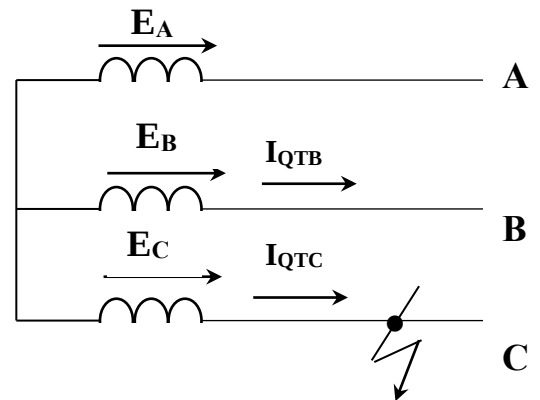
a.



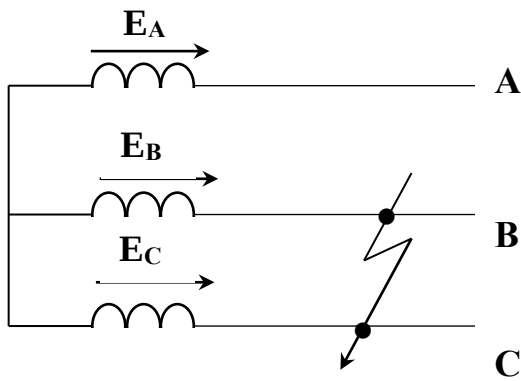
b.



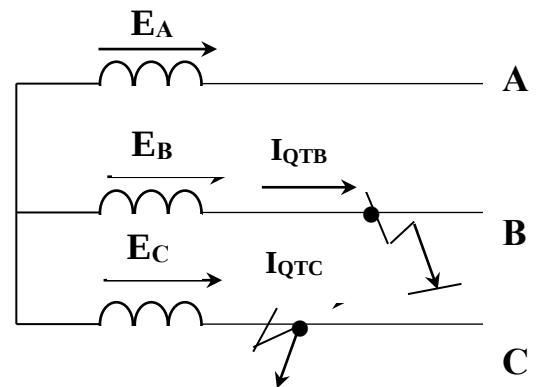
v.



g.



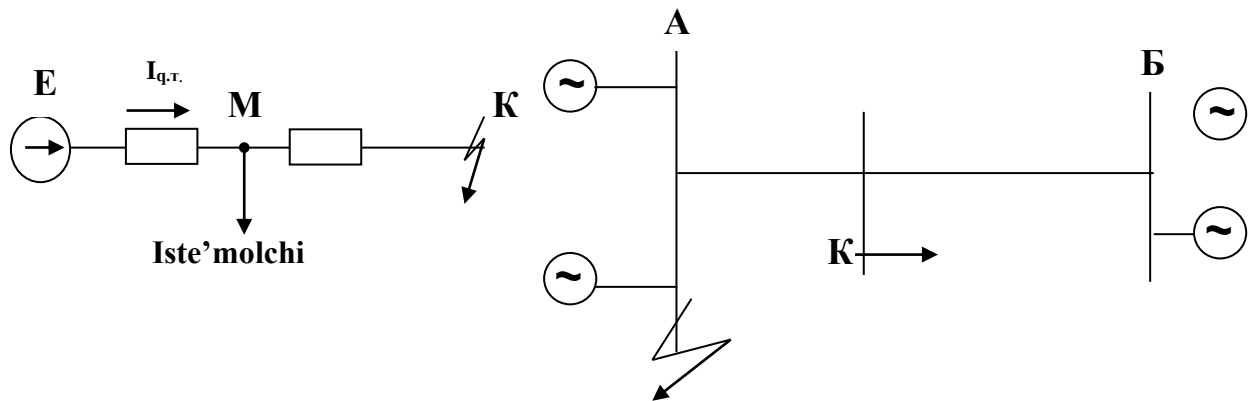
d.



ye.

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.



Rasm 2. Qisqa tutashuvning kuchlanish tushuviga ta'siri.

1.3. Nonnormal rejimlar. Xarakterli nonnormal rejimlar.

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

Xarakterli nonnormal rejimlar:

- Qurilmaning o'ta yuklanishi, ya'ni tokning normadan juda oshib ketishi;
- 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.

- 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.

Nazorat uchun savollar.

- Elektr stantsiya va energetika tizimlari ishidagi nonnormal xolatlar deganda nimani tushunasiz ?
- Shikastlanishlarning nech turini bilasiz ?
- Elektr qurilmalaridagi shikastlanishlar qanday oqibatlarga olib keladi?
- Nonnormal rejimlar deganda nimani tushunasiz ?
- Xarakterli nonnormal rejimlar nima ?

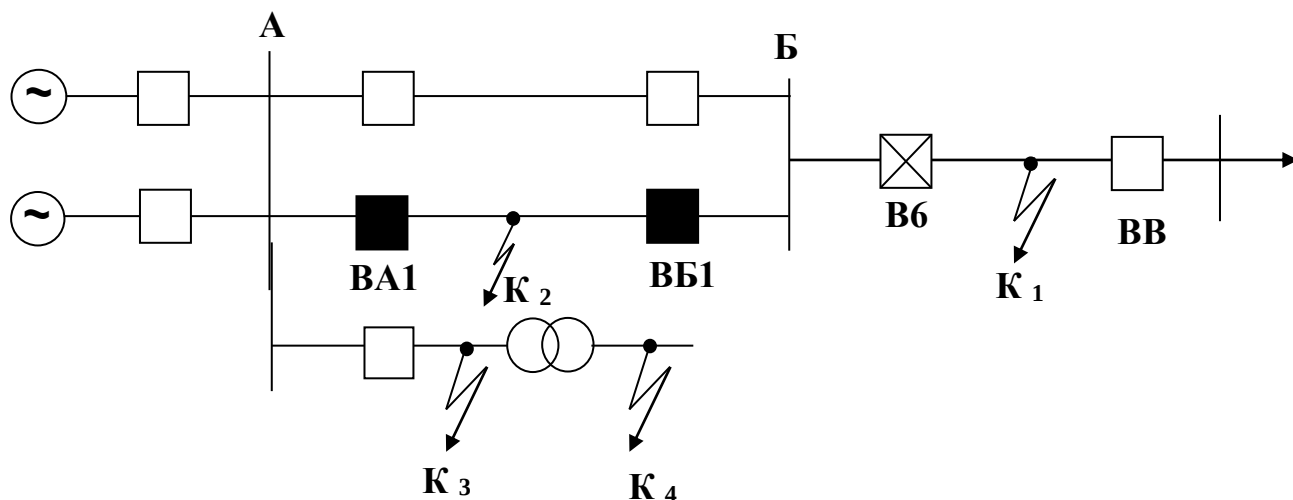
2-mavzu: Releli himoya tizimi, sxema va qurilmalarining maqsadlari, tuzilish asoslari.

Rele himoyasiga qo'yiladigan asosiy talablar:

- Tanlovchanlik;
- Tezkorlik;
- Sezgirlik;
- 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, V6 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.



Rasm 1. Elektr tizimidagi qisqa tutashuvda shikastlangan qismlarni tanlab o'chirilishi.

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 uskunolari qoidolari) 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 zonlarda 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

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

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

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

Ishonchlilik. Himoyaning ishonchliligi sxemaning soddaligiga, unda oʻrnatilgan relelar va ularning kontaktlari soniga, oʻrnatilish va bajarilish sifatiga, oʻrnatish materiallariga va xizmat koʻrsatishga bogʻliq.

Nazorat uchun savollar.

1. Rele himoyasiga qoʻyiladigan asosiy talablar necha xil?
2. Tanlovchanlik nima?
3. Tezkorlik nima?
4. Sezgirlik nima ?
5. Ishonchlilik nima?

3-Mavzu: Relelar, ularning maqsadi va vazifalari.

Releli himoya va elektr avtomatikasida elektromexanik relelar, yarim oʻtkazgich uskunalar yordamida qurilgan relelar va toʻyinuvchi magnit sistemali relelar keng ishlatiladi. Bulardan eng koʻp tarqalgani elektromexanik relelardir.

Elektromexanik relelar katta oʻlchamga ega, ular ulanadigan tok va kuchlanish transformatorlari bilan birgalikda koʻp quvvat isteʼmol qiladilar. Releni yarim oʻtkazgich asosida qurilishi ularning parametr va xarakteristikalarini yaxshilashga olib keladi.

Elektr kattaliklarga taʼsir javob beruvchi relelarni 2 guruxga boʻlish mumkin:

- bir elektr kattalikka (tok yoki kuchlanish) taʼsir 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 oʻrinni chulgʻam va kontaktlar tutadi.

Relening kontaktlari himoya qurilmalarida eng asosiy va javobgar elementidir. Ular tokning ishonchli uzilishi va qoʻshilishini taʼmin etishlari kerak va shu bilan birga bir necha marotabalab harakatlanishga chidamli boʻlishlari zarur.

Kontaktlarning qoʻshilib-uzilishi zanjirning qoʻshilishi va uzilishini taʼminlovchi 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 koʻpaytmasi shaklida topiladi.

$$S_k = U \cdot I_k$$

Relening chulgʻamlari releni xarakterlovchi tok va kuchlanishning kattaligiga mos keladigan va issiqlikka chidamli boʻlishi kerak va shu bilan birga maʼqul boʻlgan qabul qiluvchi quvvatga mos kelishi kerak.

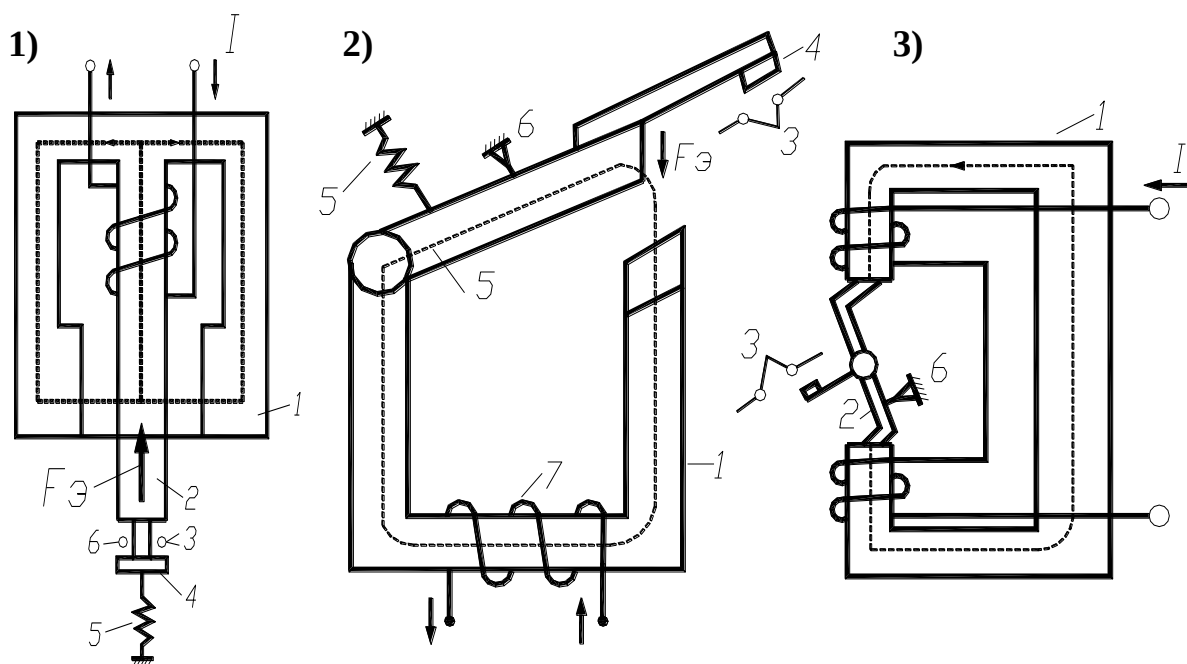
$$S_r = U_r \cdot I_r$$

Elektromagnit relelar

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

Xar bir relening tuzilishi oʻz ichiga elektromagnit 1 (oʻzak va chulgʻamdan iborat), ferromagnit materialdan yasalgan harakatlanuvchi yakor 2, yoʻnaltirilgan harakatlanuvchi kontakt 3, harakatlanmaydigan kontakt 4, va teskari taʼsir etuvchi prujinani 5 oladi.

Elektromagnit chulgʻamidan oqayotgan tok I_r magnitlovchi kuchni ($I_r W_r$) hosil qiladi. U kuch taʼsiridan elektromagnit oʻzakdan, havo oraligʻi va yakor orqali oquvchi magnit oqim hosil boʻladi. Bunda yakor magnitlanadi va elektromagnitning qutbiga tortiladi. Oxirgi holatigacha harakatlangan yakor bilan bogʻlangan qoʻzgʻaluvchi kontakt 3 qoʻzgʻalmas kontaktga 4 ulanadi. Yakorning boshlangʻich holati tayanch 6 bilan chegaralanadi.



1-rasm. Elektromagnitning relelarining konstruktiv turlari.

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

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;

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

Buriluvchi yakorli va ko'ndalang harakat qiluvchi yakorli relelarda elektromagnit kuch aylanish momentini hosil qiladi:

$$M_g = F_g l_p = K'' I_p^2$$

bu yerda l_p - F_e kuchning yelkasi.

K^I va K^{II} koeffitsentlar 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'zgarmas yo'nalishga ega.

Relening ishlash toki, qaytish toki va qaytish koeffitsenti.

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.

$$F_{\mathcal{O}} = F_{\mathcal{O}H} = F_{\Pi} + F_{\text{IIIK}} \quad \text{yoki} \quad M_{\mathcal{O}} = M_{\mathcal{O}H} = M_{\Pi} + M_{\text{IIIK}}.$$

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.

$$I_P = I_{PU} = R_M \sqrt{\frac{M_{\text{enp}}}{W_P}}$$

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.

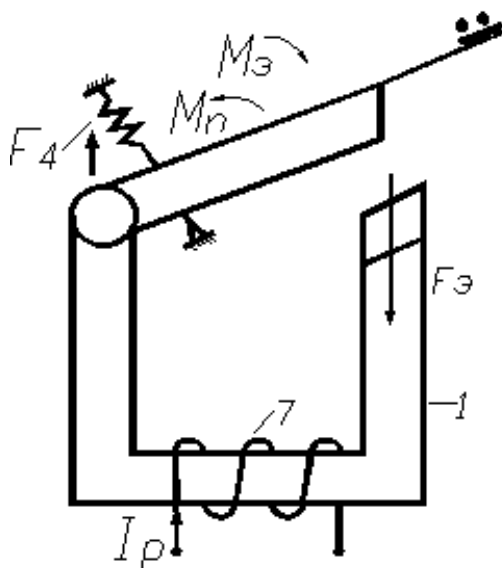
$I_{\text{ka\u044rm}} / I_{pu}$ nisbatga qaytish koeffitsienti $K_{\text{ka\u044rm}}$ deyiladi.

Tokning oshishiga ta'sir javob beruvchi relelar uchun

$$I_{pu} > I_{\text{ka\u044rm}} \quad \text{va} \quad K_{\text{ka\u044rm}} < 1.$$

$K_{\text{ka\u044rm}}$ 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'ladi. 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:

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

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 $I_{qayt} > I_{ri}$ shuning uchun $K_{qayt} > 1$.

Rele o'zgaruvchan tokda ishlaganida yakorning titrashi

O'zgaruvchan tok relesi o'zgaruvchan sinusoidal tok $i_r I_m \sin \omega t$ bilan ta'minlanadi, bunda elektromagnit kuchning oniy qiymati

$$F_{\omega t} = \kappa i_p^2 = \kappa I_m^2 \sin^2 \omega t.$$

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

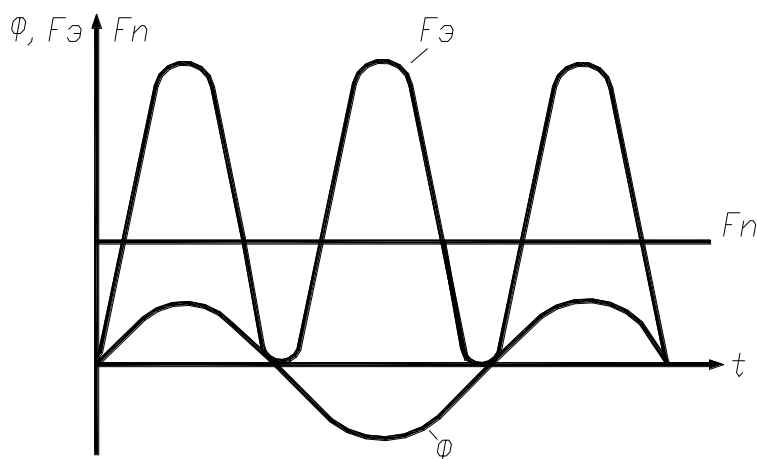
$$F_{\omega t} = \kappa' I_m - \kappa' I_m \cos 2\omega t.$$

Bundan kelib chiqadiki, F_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 pulssimon 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.

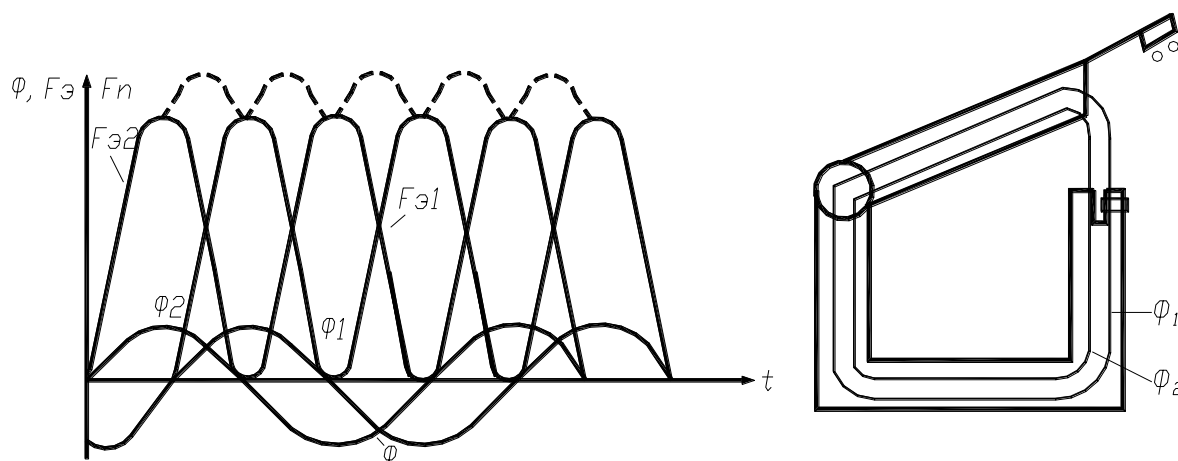
4-rasmda ko'rsatilgan reledagi qisqa tutashgan chulg'am magnit o'zakning bir bo'laginging ko'ndalang kesimini o'rab oladi.

Qisqa tutashgan chulg'amdan F_1 magnit oqimini induktsiyalanishi natijasida tok oqadi. Qisqa tutashgan chulg'am o'rab olgan yuzaning tagidan natijalovchi oqim chiqadi. 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. Titrashni yo'qotish uchun natijalovchi kuch vaqtning har bir momentida F_p dan katta bo'lishi kerak.

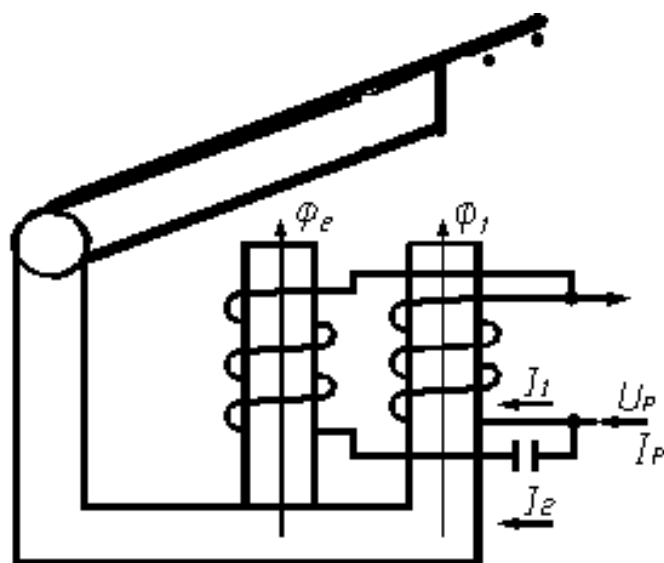
$$F_{nat} = F_{e1} = F_{e2}$$

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



a) b)
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)

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



5-rasm. Sektsiyalangan magnet o'zakli elektromagnit relaning 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 $F_{nat} = F_{e1} = F_{e2}$.

Tok relelari.

Elektromagnit relening chulg'amini liniya tokiga to'g'ridan-to'g'ri yoki tok transformatori orqali ulaganda uning elektromagnit momenti $M_{\odot} = \kappa I_L^2$ 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.

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

Bu yerda Z_R – rele chulg'aming qarshiligi,

U_R – rele chiqishidagi kuchlanish.

$M_{\text{я}} = \kappa' I_P^2$, $U_R = U_L / p_N$ hisobga olsak, $M_{\text{я}} = \kappa'' U^2_{\text{линия}}$. 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'aming 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 rele siqatida (o'zgarma 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 oraliq relening ishlash vaqti 0,01-0,02 sek. Ko'p xollarda oraliq relelar buraluvchi yakorli sistemada bajariladi. Ular kabul kilgan kichik kuvvatda katta elektromagnit kuch xosil bo'ladi. Oraliq relelarni 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'jallangan. Bu relelar boshqa rele va apparatlarning zanjirlariga kema-ket va parallel ulanadi.

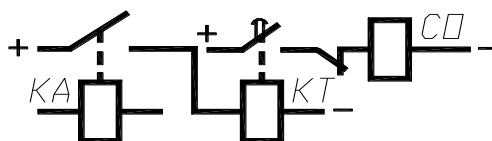
Ko'rsatkich relelarining ishini ko'rsatuvchi signal bayroqchasi (blinker) va kontaktlari xizmat ko'rsatuvchi shaxs orqaga qaytarmaguncha ish xolatida bo'ladi. Ketma-ket ulanuvchi ko'rsatkich relelar qulay va shuning uchun ko'p ishlatiladi.

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

Vaqt relelari

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

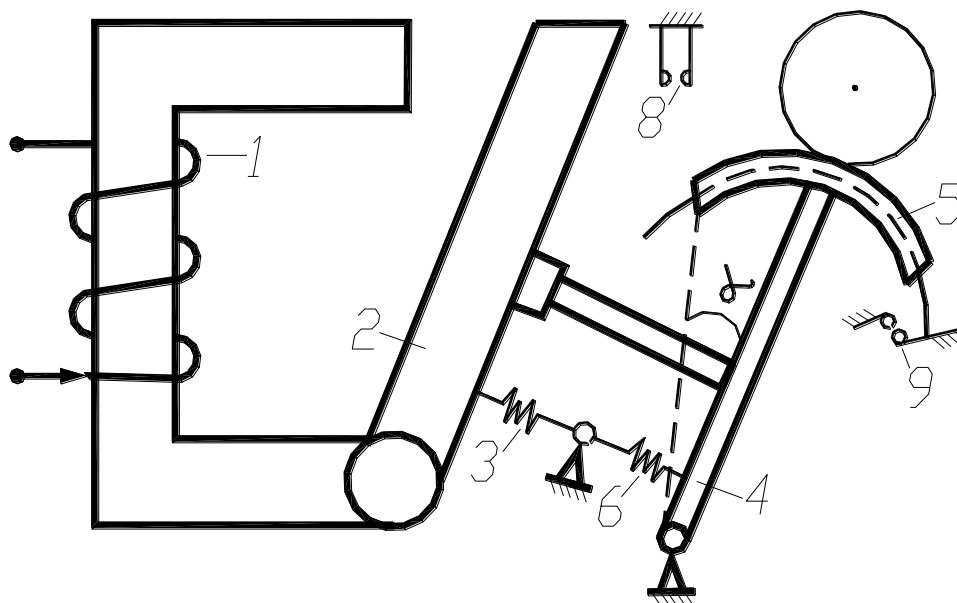
1-rasmda himoyalarda vaqt relelarini qullanish sxemasi berilgan.



6-rasm. Vaqt relelarni ulash sxemasi.

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

Rele himoyasi 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 $t_{pf}(\alpha)$ da xarakatga keladi va kontaktlarni qo'shadi.

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

Relening ishlash vaqti

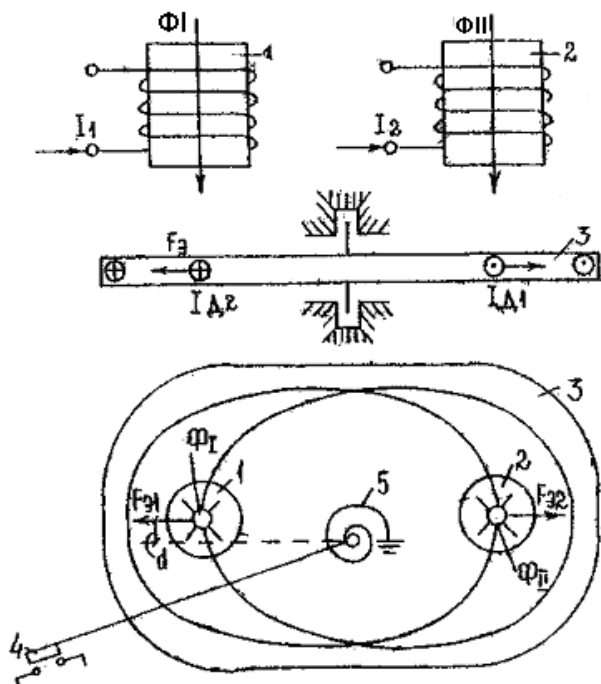
Induksion relelar.

8-rasmda induksion 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'qqa maxkamlangan aylanuvchi disk yoki tsilindr shaklida tayyorlanadi. Soat strelkasiga teskari xarakatlangan qism (disk) prujina 5 ni kuchini yengadi va kontaktlar 4 ni qo'shadi.

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 $y_{eD1} = dF_I F / dt$ e.yu.k. hosil qiladi. Induktsiya qonuniga asosan hosil qilingan e.yu.k. uni hosil qiluvchi magnit oqimlardan faza bo'yicha $\pi/2$ ga orqada qoladi. y_{eD1} va y_{eD2} 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.



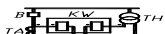
8-rasm. Induktsion relelarning tuzilishi

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

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.



Shunga mos ravishda elektromagnit moment ham topiladi.



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.

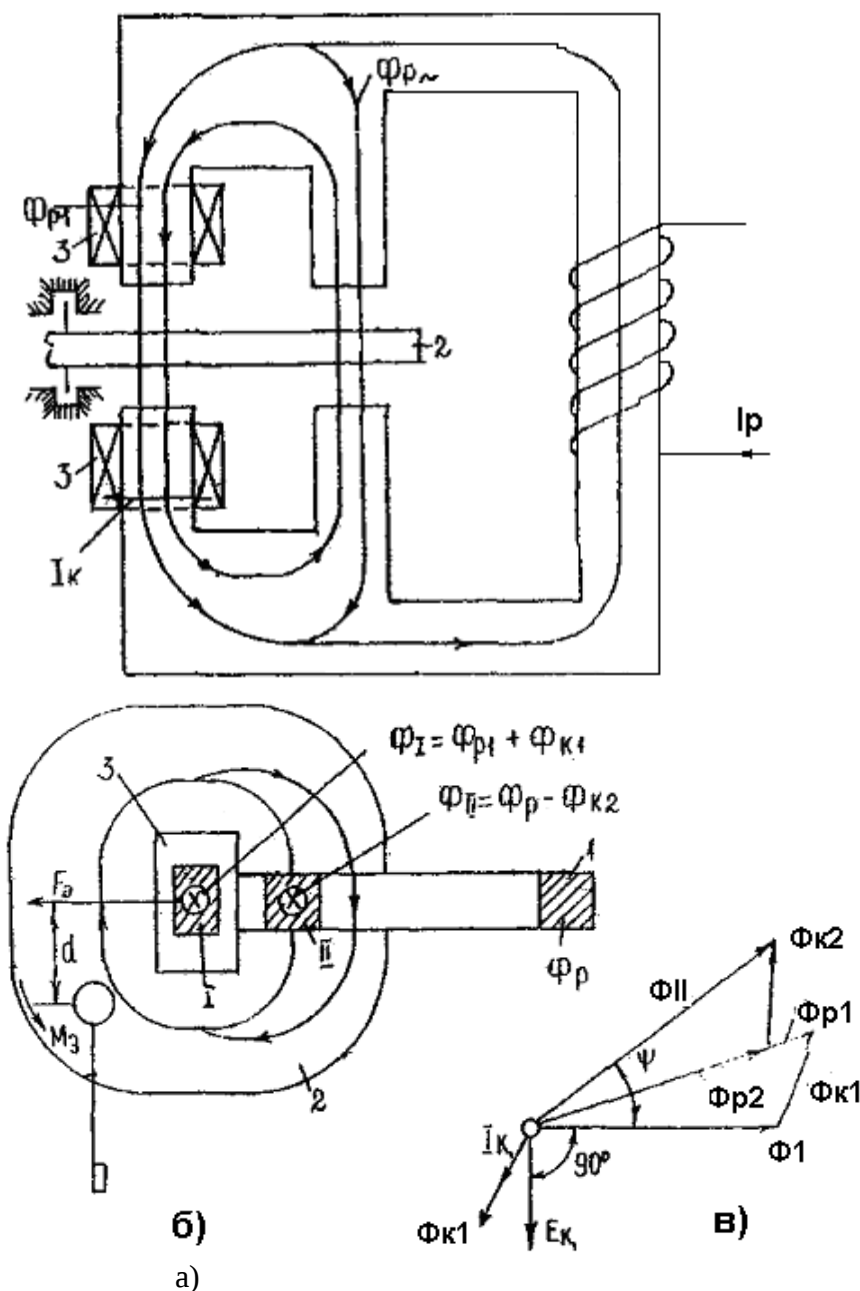
2. Moment M_e ning kattaligi magnit oqimlar F_I va F_{II} ning amplitudasiga, ularning chastotasi f ga va oqimlar orasidagi fazalar burilish burchagi ψ ga bog'liq. Rele eng katta momentga magnit oqimlari fazalari orasidagi burchak $\psi = 90^\circ$ bo'lganda erishadi. $\psi = 0^\circ$ bo'lganda rele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

3. Momentning ishorasi ψ 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 90° ga bo'lgan qiymatlarida moment M_e musbat, ψ 90° dan 180° gacha o'zgarganda 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.

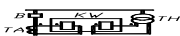


9-rasm. Qisqa tutashgan chulgʻamli tok va kuchlanish induktsion relelarining tuzilishi, vektor diagrammasi

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 $\frac{\pi}{2}$ 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.



Ikkala magnit oqim ham I_r tokka proporsional bo'lganligi sababli I_r tok o'zgarganda burchak α o'zgarasdan qoladi va , 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  bo'ladi. Bu yerda p_n - kuchlanish transformatorining transformatsiya koeffitsienti, Z_p - rele chulg'aminin qarshiligi. Bundan relening ishlashi liniya kuchlanishi bilan xarakterlanadi, shuning uchun bu rele kuchlanish relesi deyiladi.



Induksion relelarning sabr vaqti

Induksion relelarning tuzilishi ularni maxsus soat mexanizmlarisiz vaqt bo'yicha ishlovchi qilib tayyorlash imkonini beradi. Induksion relelarning ishlash vaqti relening kontaktlarini disk yordamida  burchakka burilishiga va disk xarakatining burchak tezligiga bog'liq (9-rasm).

Agar aylanish tezligi o'zgaras bo'lsa vaqt  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  ni yengadi va unga  tezlanish beradi:



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

Shunday qilib, induksion 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'zgaras 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'zgaraydi. Natijada ortiqcha moment va u bilan bog'liq bo'lgan diskning aylanish tezligi va relening sabr vaqti o'zgarasdan 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

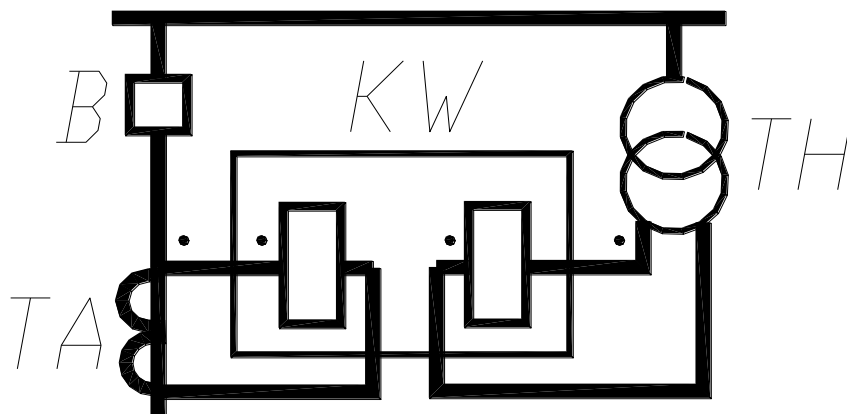


hosil bo'ladi va u diskning xarakatiga teskari ta'sir qiladi. Moment M_M ortiqcha momentni kamaytiradi, buning natijasida tezlik  kamayadi va sabr vaqti t_p ortadi. Induksion relelarning ishlash vaqtlari odatda qo'zg'almas va qo'zg'aluvchan kontaktlar orasidagi masofani o'zgartirish hisobiga boshqariladi. 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.  formuladan ko'rinib turibdiki, inertsiya moment J qancha kichik bo'lsa relening harakatlanuvchi qismi shuncha tez aylanadi. Shuning uchun kichik diametrli va kichik inertsiya 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. Induksion quvvat relelarning ulanish sxemasi.

Quvvat relelarning 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 relelga berilayotgan quvvat juda kichik bo'ladi va sezgirligi kam bo'lgan rele ishlamasligi mumkin, ya'ni «o'lik» zonaga ega bo'lib qolishi mumkin.

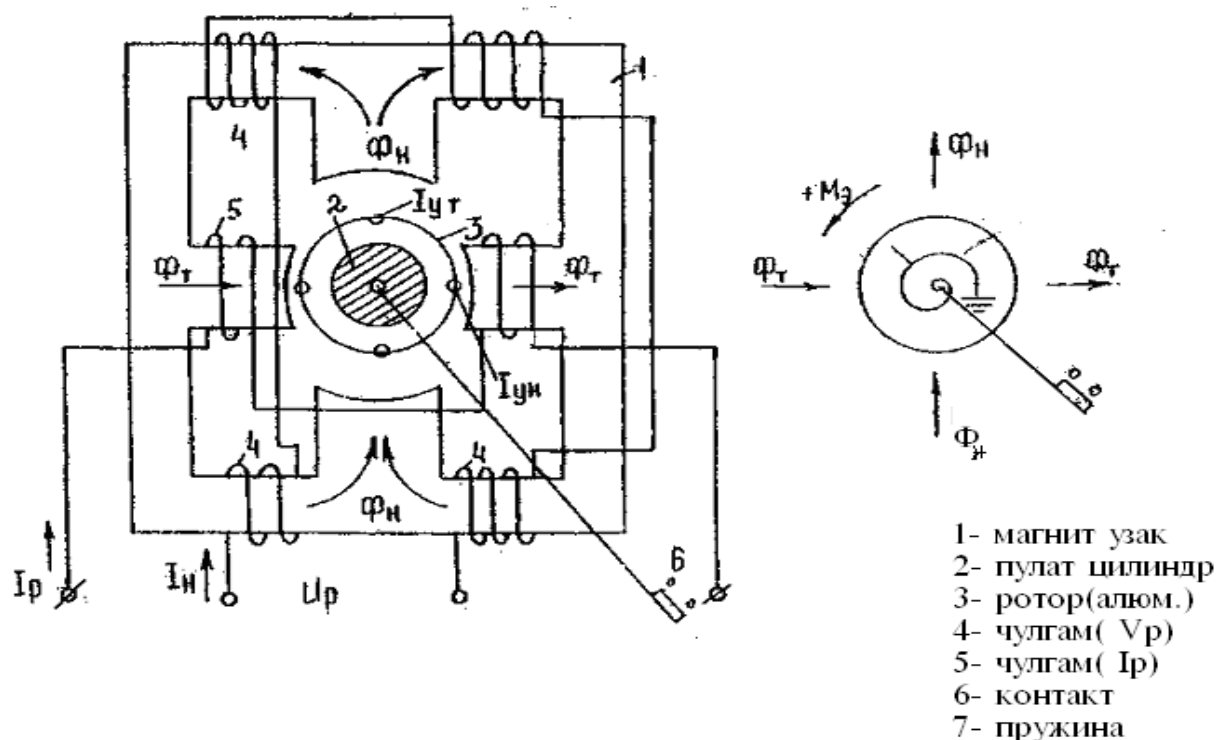
Relening sezgirligi uning o'z kontaktlarini qo'shadigan eng kichik quvvat bilan xarakterlanadi. Bu quvvat ishlash quvvati deyiladi S_m bilan belgilanadi.

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

Induksion quvvat relelarning tuzilishi va ishlash printsiplari.

Hozirgi zamon induksion 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 oraliqda 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 $U_r = U_t / n_{nn}$ 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.
 $MJ = K \cdot F_n F_t$

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_r 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

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

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.

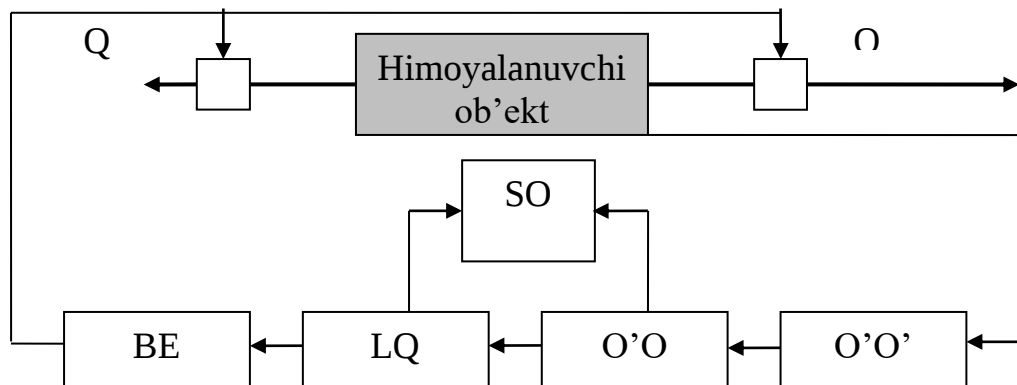
Nazorat savollari:

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

4-Mavzu: 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 xabarlarni doimo qabul qilib turadilar va shikastlanish, nonormal rejimda himoyaning mantiq qismiga mos keluvchi axborot uzatib beradi.

Mantiq qism (amalg 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 impuls 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.

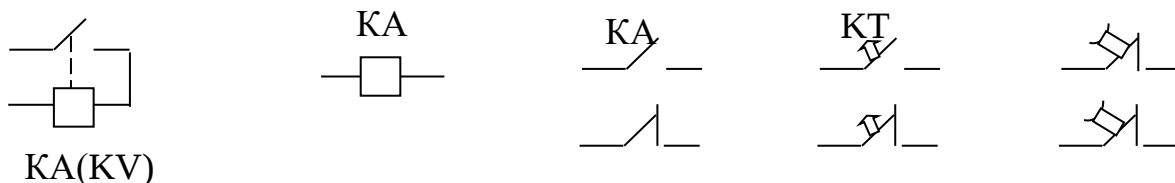
Rele va himoya elementlarining chizmalarda tasvirlash usullari

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.



a

6

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.

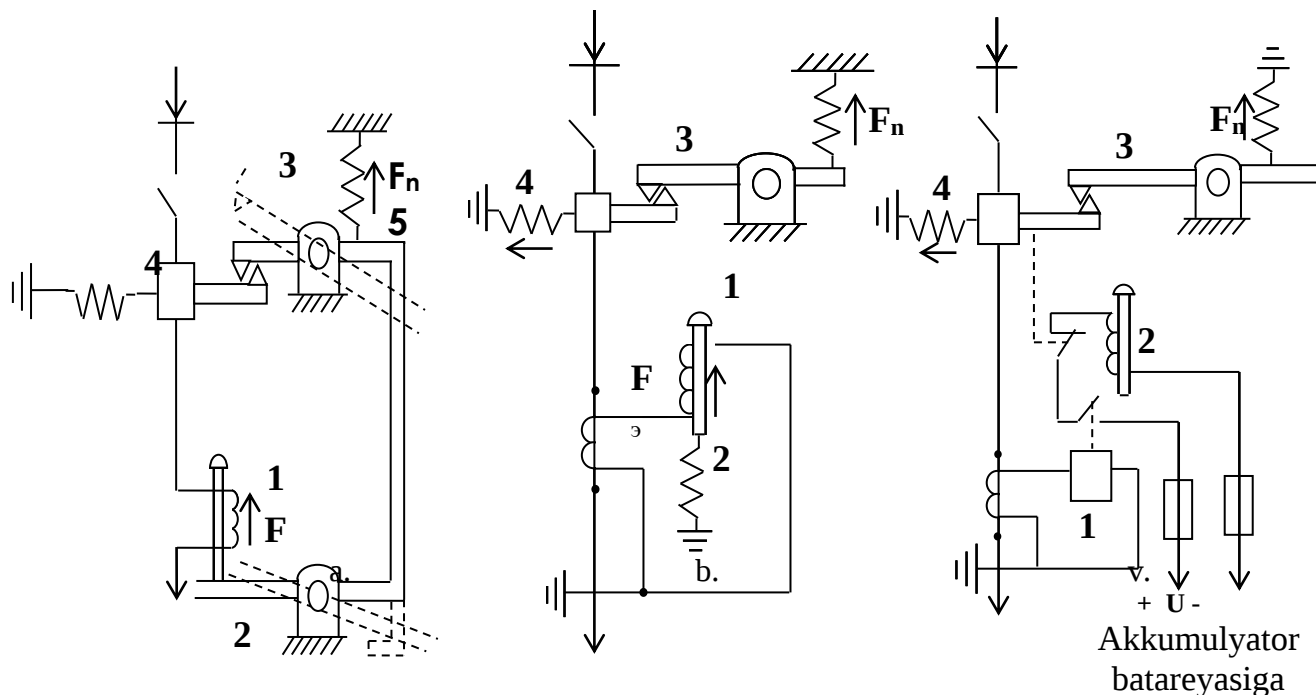
4v - rasmda bilvosita ta'sir ko'rsatuvchi ikkilamchi releli himoya tasvirlangan. Rele 1 ishlagan paytda uning kontakti 2 elektromagnitning chulg'omini ulaydi. Bu chulg'am uzgichning o'chirish chulg'ami (O'Ch) (solenoid otklyucheniya - SO) deyiladi. U kuchlanish ta'siri ostida (maxsus manbaning zanjiridan 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'amining 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.



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.

5-mavzu: Releli himoya va avtomatika zanjirlarida operativ tok manbalari.

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 shinasini (BSh) dan ta'minlanadi.

Qo'shish shinasini (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 relolari bilan kuzatiladi. Shina XSh o'chirgich holatini ko'rsatuvchi xabar lampalarini ulashga mo'ljallangan.

Akkumulyator 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 akkumulyator 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.

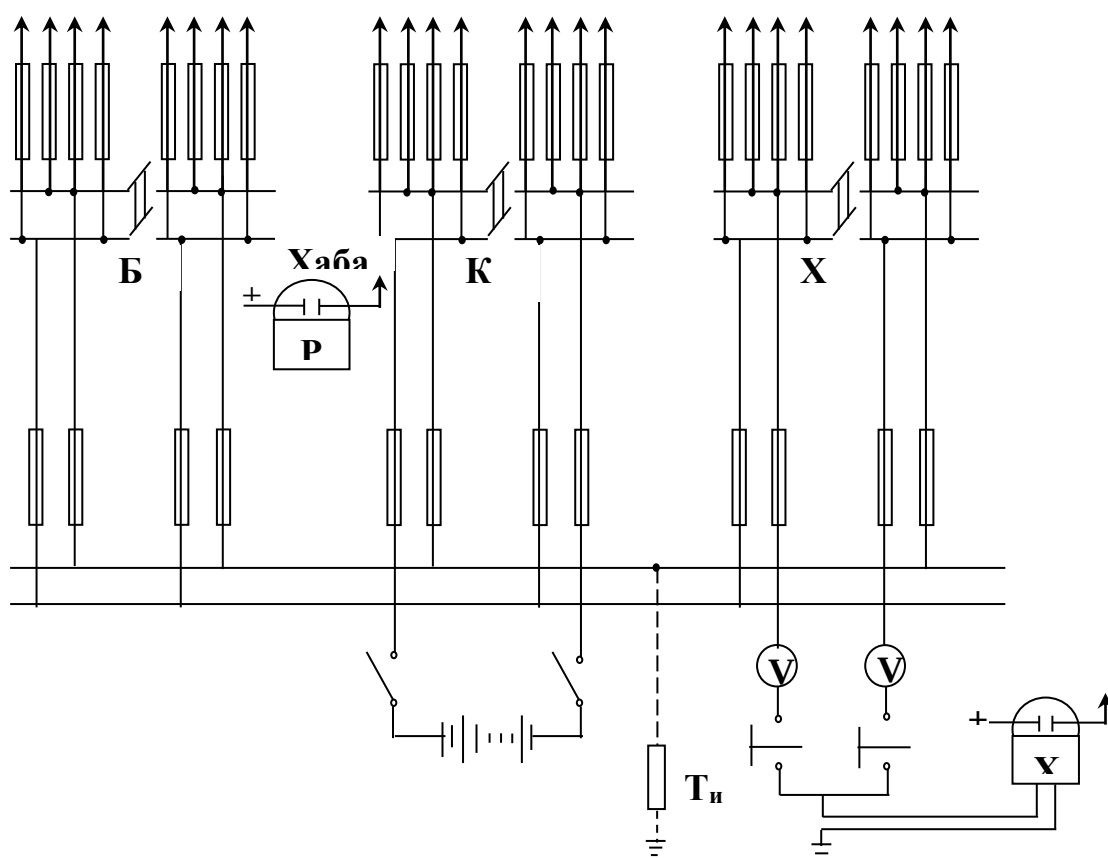
O'zgaruvchan operativ tok manbalari bo'lib tok, kuchlanish transformatorlari va o'z extiyoj transformatorlari xizmat qiladi.

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.



Rasm 2. Himoyani operativ zanjirini (boshqarish, qo'shish, xabar berish zanjirlarini) o'zgarvas tok bilan ta'minlash.

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.

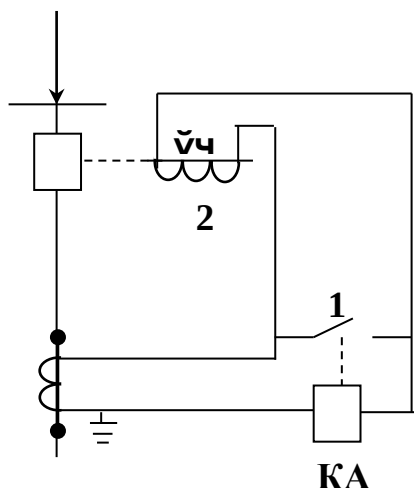
Tok transformatorlari shikastlanish va nomeyorli xolatlarda yetarli quvvatni ta'minlab bera olmaydi. Chunki bu hollarda himoya qilinayotgan zonalarida tokni oshishi kuzatilmaydi. Shuning uchun tok transformatorlaridan neytrali izolyatsiyalangan liniyalarni yer bilan 1 fazasi

tutashganda, transformator va generatorlardagi chulg'am tutashuvida, kuchlanishning ortishi va kamayishida va chastotani kamayishida manba sifatida foydalanib bo'lmaydi.

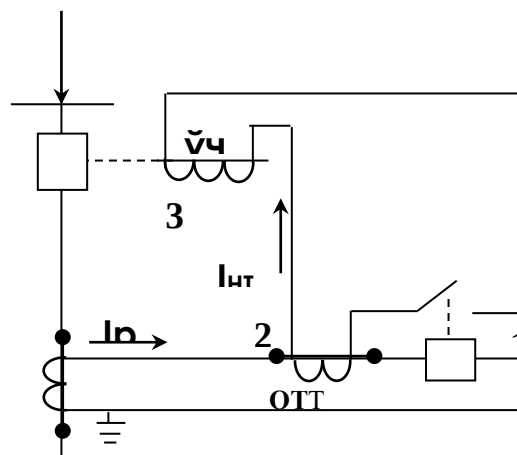
Kuchlanish transformatorlari va o'z ehtiyoj transformatorlari qisqa tutashuvda himoyalarni operativ zanjirlarini ta'minlashga mo'ljallanmagan, chunki qisqa tutashuv paytida liniya kuchlanishi birdan pasayib ketadi va ma'lum bir hollarda nolga teng bo'lib qoladi.

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.

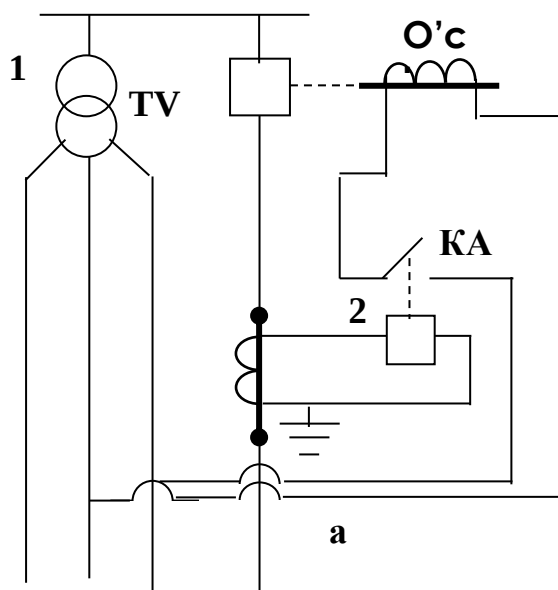
Tok va kuchlanish transformatorlaridan foydalanilganda quvvat takchilligi yaqqol uchraydi va bu ko'p qiyinchilikka olib keladi. Uzgichni qo'shish va uzish qisqa vaqtli amal bo'lib, bu vaqtda o'lchash transformatorlari ishlatilishi mumkin.



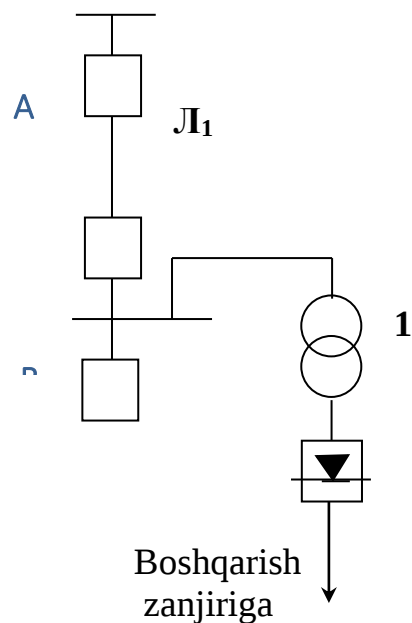
Rasm-3. Himoyaning operativ zanjirini bevosita tok transformatoridan ta'minlash



Rasm -4. Himoyaning operativ zanjirini oraliq tok transformatori yordamida ta'minlash.



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



Nazorat savollari:

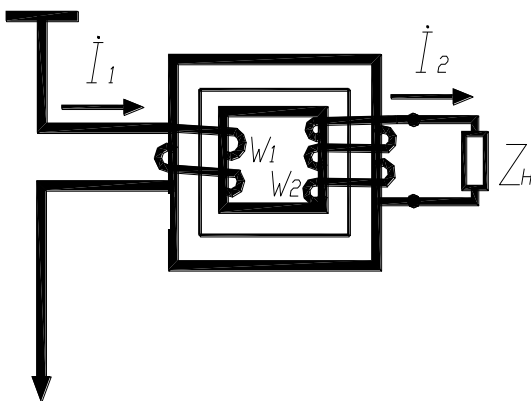
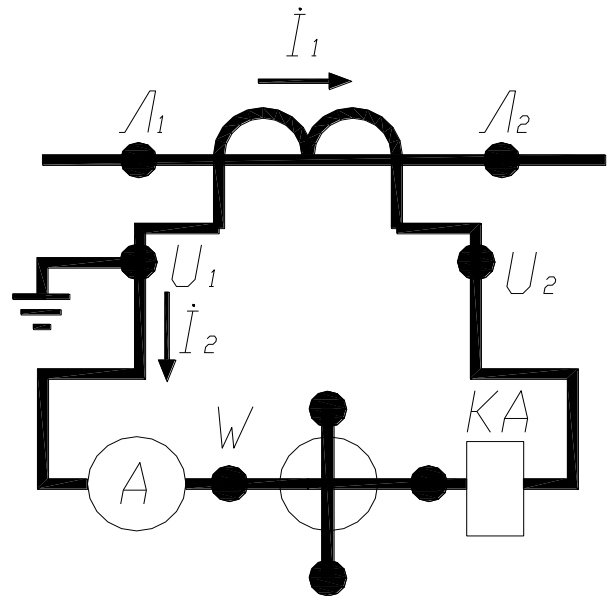
1. Operativ tok nima.
3. Operativ tokni qanday turlarini bilasiz.
4. Operativ tok manbalarini kamchiligi va afzalliklarini ayting.

6-Mavzu: Releli himoya va avtomatika qo'llanuvchi tok va kuchlanish transformatorlari, ularning ulanish sxemalari.

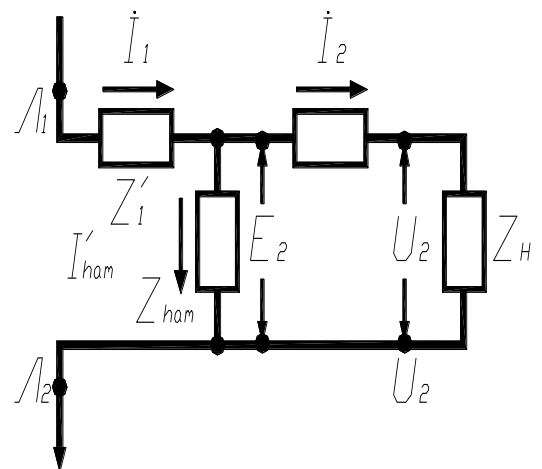
Tok transformatorlari o'lchov asboblari va himoya apparatlarini yuqori kuchlanish zanjiridan izolyatsiya qilish uchun va himoya zanjirini tarmoqdagi tok bilan ta'minlash uchun qo'llaniladi.

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 chulgʻamlar 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 oʻzgartiradi.

Shunday qilib, magnitlovchi tokning ishtirok etganligi tufayli tok transformatorining ikkilamchi choʻlgʻamiga birlamchi tokning faqat bir qismigina transformatsiyalanadi, yaʼni tok transformatorining ishida xatolik paydo boʻladi.

Almashtirish sxemasida birlamchi va ikkilamchi choʻlgʻam orasidagi magnit bogʻlanish elektr bogʻlanish bilan almashtirilgan va birlamchi tomonning barcha kattaliklari ikkilamchi choʻlgʻamlar soniga keltirilgan.

Tok kattaligining xatosi ikkilamchi tokning qiymatiga asosan foizda oʻlchanadi.

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

δ burchak boʻyicha xatoliklar gradus va minutlarda oʻlchanadi.

Tok transformatorlarning magnitlovchi toklari qancha katta boʻlsa, uning xatosi ham shuncha katta boʻladi. 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 taʼsir qiluvchi parametrlar

I_{mag} tokni kamaytirish uchun tok transformatorining magnit oʻzagi shixtlangan poʻlatdan tayyorlanadi. Bunda quvvat yoʻqolishi kam boʻladi.

$$I_{pmag} = \frac{\Phi_T \cdot R_m}{W_1}$$

Tok transformatorining ishlash asosidan kelib chiqadiki magnit oqimi F_T shunday qiymatga ega boʻlishi kerakki, bunda ikkilamchi e.yu.k. ye_2 ikkilamchi chulgʻamda yuz berayotgan kuchlanish tushishini kompensatsiyalash uchun yetarli boʻlishi kerak. Magnitlash tokining kattaligiga tok transformatorining konstruktiv parametrlari katta taʼsir qiladi.

Ushbu formuladan koʻrinib turibdiki, I_{mag} ni kamaytirish uchun magnit qarshiik R_m ni kamaytirish va birlamchi chulgʻamlar sonini W_1 oshirish kerak.

Tok transformatorlarini aniqlik sinfi.

Tok transformatorlari aniqlik sinfi 4 darajaga boʻlinadi. Har bir daraja ruxsat berilgan xatolik kattaliklari bilan xarakterlanadi. Bu xatoliklar oʻlchov uskunalarining aniq ishlashiga taʼsir qiladi.

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

D darajali tok transformatorlari differentsial himoyalar uchun moʻljallangan. Odatda tok transformatorlari nominal quvvat, nominal ikkilamchi tok (5 yoki 1A) yoki ikkilamchi yukning qarshilii bilan xarakterlanadi.

Tajribalar va nazariy tahlil asosida aytish mumkinki, koʻpchilik himoyalar tok boʻyicha 10% gacha, burchak boʻyicha 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'rilayotgan 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 natajasida 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.

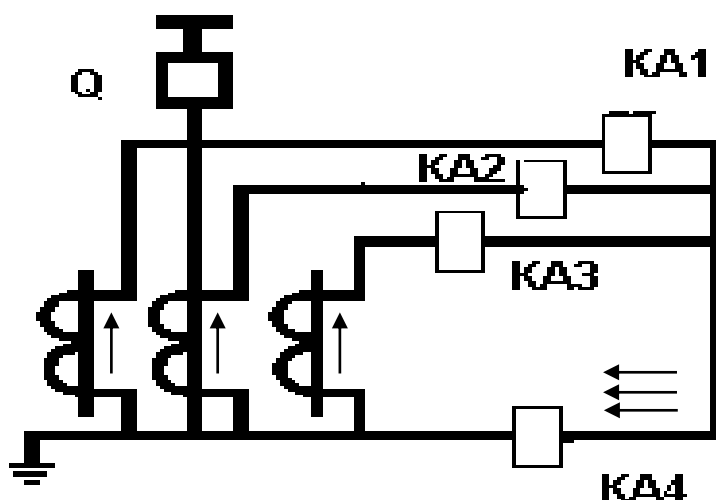
$$I_a = I_A / n_t, \quad I_v = I_B / n_t, \quad I_s = I_S / n_t$$

Nol liniya simidan esa ularning geometrik yig'indisi oqadi:

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

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

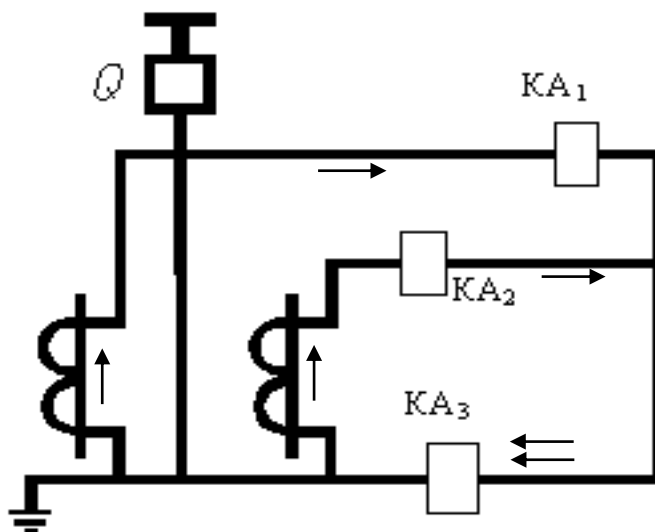
Yulduz sxema bo'yicha ulanish hamma tur qisqa tutashuvlarga o'rnatilgan himoyalarda qo'llaniladi. Reledagi tok fazadagi tokga teng. Shuning uchun sxema koeffitsienti $K_{cx} = 1$.



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- rasmida 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.

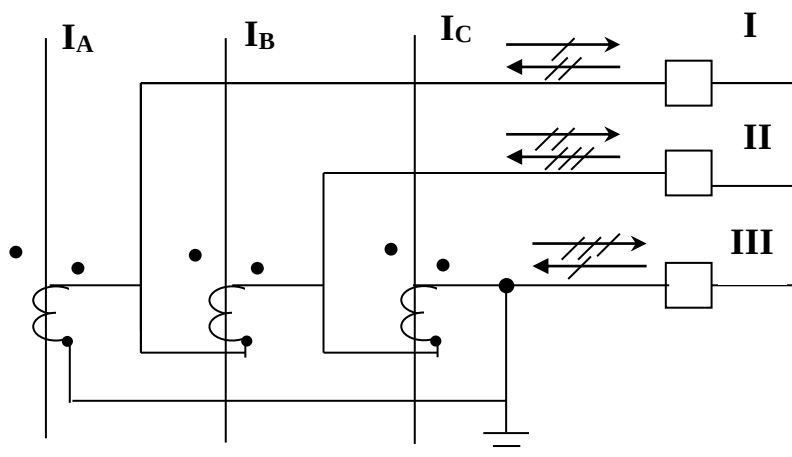
$$I_a = I_A / n_t, \quad I_s = I_s / n_t$$

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 rele dan 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 rele dan oqadigan tok I_A , I_V va I_s ni har xil qisqa tutashuvlarda topish mumkin.

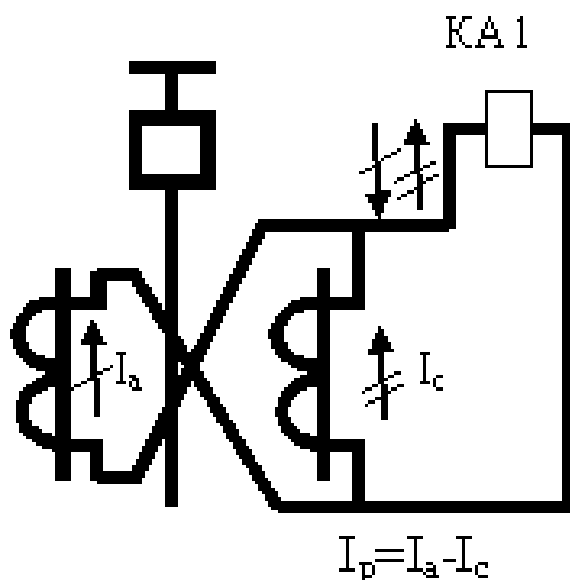
Tok transformatorlarini ikkilamchi chulg'amini uchburchak sxema bo'yicha ulanishi quyidagi xususiyatlarga ega:

1. Rele dan 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. Rele dagi 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.

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

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

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

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 $U_2=I_2Z_{Yu}$ 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.

Releli himoyada kuchlanish transformatorlari

7-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. $I_1, I_2, I_1=I_2 \cdot n_n$ - 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:

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

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

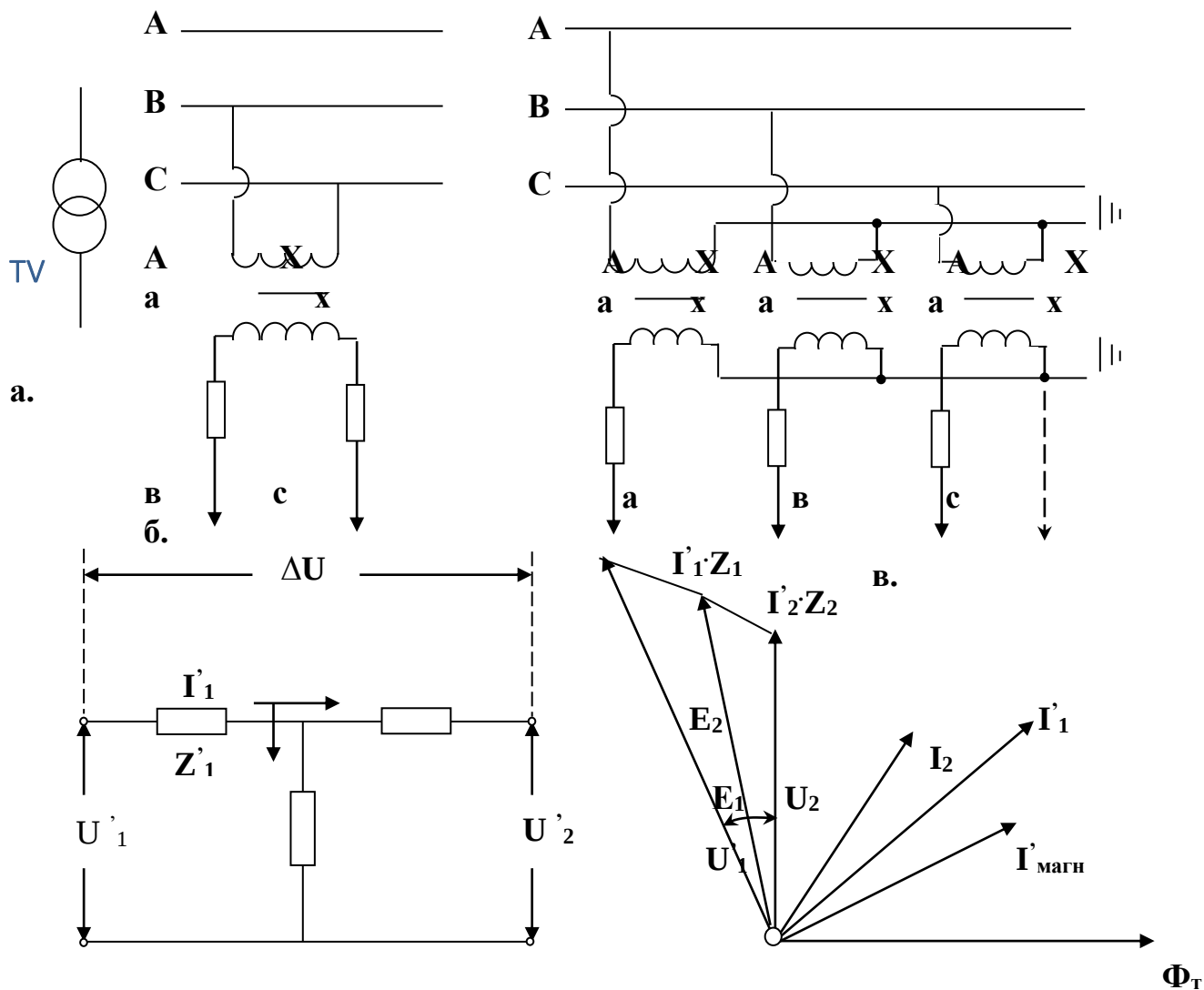
φ_2 - U_2 va I_2 orasidagi burchak.

Kuchlanish transformatorining aniqlik sinfi

Aniklik 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	Himoya zanjirlari
3,0	$\pm 3,0$	me'yorlanmagan	Xabar qurilmalari va himoya zanjirlari

Kuchlanish trasformatorining 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 7. Bir fazali kuchlanish transformatorlarining shartli belgilanishi (a), ulanish sxemalari (b, v), almashtirish sxemasi (g) va vektor diagrammasi (d).

Nazorat savollari:

1. TT ning vazifasi nima.
2. TT ning tarmoqqa ulanish sxemasini tushuntiring.
3. Tok transformatorlarining qanday ulanish sxemalarini bilasiz.
4. Sxema koeffitsienti nima.
5. Nima uchun tok transformatorlarinnng ikkilamchi chulg'amini uzish mumkin emas.
6. Kuchlanish transformatorini vazifasi nima.
7. Kuchlanish transformatori tarmoqqa qanday ulanadi.

7-Mavzu. Tokli himoyalar

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

Qisqa tutashuvlarning asosiy belgilaridan biri bu liniyadagi tokning oshib ketishidir. Bu belgi tokli himoyalar deb ataluvchi himoyalarning tayyorlanishida asos bo'ladi. Tokli himoyalar liniya fazasidagi tokning qiymatini ma'lum bir belgilangan kattalikdan oshib ketganda ishlaydi. Tokning oshishiga ta'sir javob beruvchi organ bo'lib maksimal tok relelari xizmat qiladi.

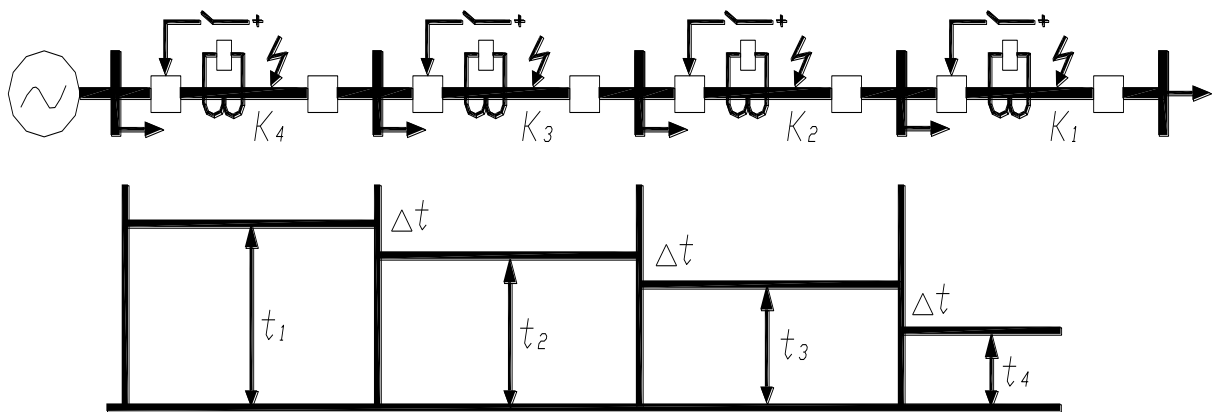
Tokli himoyalar ikki guruhga bo'linadi: maksimal tok himoyalari va tokli kesim (tokni tez uzuvchi himoya yoki tokni laxzada uzish). Bu ikki xil himoya orasidagi farq tanlovchanlikni ta'minlab berish usullariga asoslanadi.

Maksimal tok himoyalarining tanlovchan ishlashlari sabr vaqti bilan xarakterlanadi. Tokli kesimning tanlovchan ishlashi, himoyani ishlash tokini mos tanlash bilan ta'minlanadi.

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

MTX bir tomondan ta'minlangan elektr ta'minot tizimidan asosiy himoya turi hisoblanadi. Ikki tomonidan ta'minlanadigan hamda murakkab sxemali tizimlarda MTX yordamchi himoya sifatida ishlatiladi. MTX ning tanlovchanligi sabr vaqti yordamida amalga oshiriladi.

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



Rasm 1. MTHni pog'onali printsipi

Buning natijasida liniyalar alohida himoyaga ega bo'ladi.

K₁ nuqtada qisqa tutashuv sodir bo'lsa, qisqa tutashuv toki tarmoqning barcha qismlaridan o'tadi, natijada hamma o'rnatilgan himoyalar ishga tushadi. Lekin tanlovchanlik shartiga asosan faqat shikastlangan liniya o'chirilishi kerak. Buning uchun MTX sabr vaqti bilan bajariladi va bu vaqt iste'molchidan manbaga sari ortib boradi.

Shu printsip amalga oshsa K₁ nuqtada qisqa tutashuv sodir bo'lganda 3 – himoya ishga tushib, shikastlangan liniyani o'chiradi, 1,2 – himoyalar ishga tushib ulgurmasdan ular avvalgi hollariga qaytariladi.

Xudi shundek, K₂ nuqtada qisqa tutashuv bo'lsa 2 – himoya tezroq ishga tushadi, 1 – himoya esa ko'proq sabr vaqtli bo'lgani sababli ishlamaydi.

Sabr vaqtini bunday tanlash pog'onalik printsipi deb ataladi.

Δt – sabr vaqtining pog'anasi deyiladi.

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

Sabr vaqti tokka bog'liq, bog'lik bo'lmagan yoki qisman bog'liq bo'lishi mumkin.

MTX ni xarakterlovchi parametrlar ishlash toki va sabr vaqtidan iborat.

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

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

Parametrlarni tanlash shartlari quyidagicha:

1) $I_{Hish} > I_{Ish.MAKS}$

bu yerda:

$I_{Ish.MAKS}$ – himoya qilinayotgan elementdagi maksimal ishchi tok.

2) $I_q > K_{SMZ} \cdot I_{Ish.MAKS}$

bu yerda:

I_q – relening qaytish toki

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

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

$$I_{xuu} = \frac{I_K}{K_K} = \frac{K_3 \cdot K_{CM3}}{K_K} \cdot I_{uu.MAKC}$$

bu yerda:

K_Z – zaxira koeffitsienti, $K_Z = 1, 1, 2$

$$I_{pu} = \frac{K_3 \cdot K_{CM3} \cdot K_{CX}}{K_6 \cdot n_{TT}} \cdot I_{uu.MAKC}$$

bu yerda

K_{SX} – sxema koeffitsienti.

K_Q – qaytish koeffitsienti.

n_{TT} – tok transformatorining transformatsiya koeffitsienti.

Himoyaning ishlash toki orqali sezgirlik koeffitsienti hisoblanadi.

$$K_{cez} = \frac{I_{K.M.MUH}}{I_{uu}}$$

bu yerda:

$I_{K.M.MUH}$ – qisqa tutashuv tokining minimal qiymati.

PUE ga asosan bu koeffitsient himoya qilinayotgan zonada $K_{cez} \geq 1,5$ shartiga loyiq bulishi kerak.

Rezerv zonada esa $K_{cez} \geq 1,2$ shartiga loyiq bo‘lishi kerak.

MTX ning afzalligi sxemalarning soddaligida, hamda oson sozlash mumkinligidadir.

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

MTX ning kamchiligi manba yaqinidagi qisqa tutashuv toklarini katta sabr vaqt bilan o‘chirishidan iborat.

Tokli kesim

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

TK barcha XL da, kichik quvvatli (1600 kVA gacha) transformatorlarda o‘rnatiladi.

TK sabr vaqtli va sabr vaqtsiz qilib bajariladi. 2 va 3-rasmlarda tokli kesimning ishlash asosi va tokli kesimning bir chiziqli sxemasi keltirilgan.

Tokli kesim himoyasi parametrlari.

TK ning ishlash toki qo'yidagicha aniqlanadi:

$$I_{uul.mk} = K_u \cdot I_{km.max}$$

bu yerda: K_i – ishonchlilik koeffitsienti,

$I_{kt.maks}$ – himoya qilinayotgan elementning oxiridaga kiska tutashuv toki.

$K_i=1,2 \div 1,3$ (RT – 40 uchun)

$K_i=1,5$ (RT – 80 uchun)

1- maksimal rejim uchun

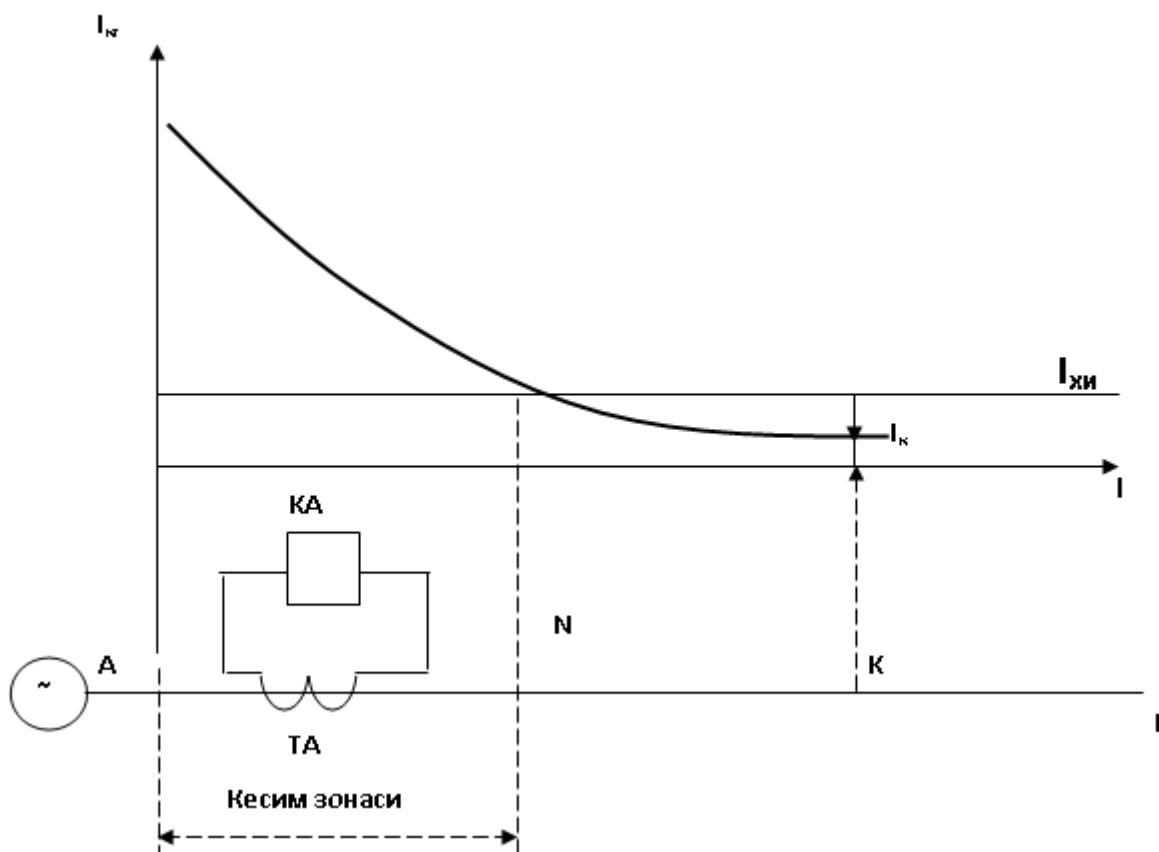
2- minimal rejim uchun

3- himoyani ishlash toki

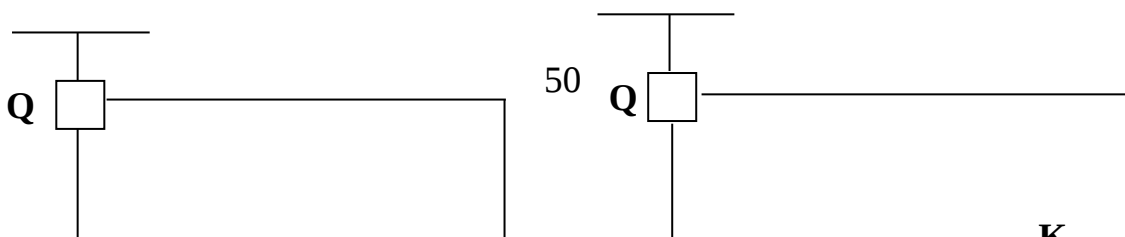
I_1 – tokli kesimning maksimal rejimdagi ish zonasi

I_2 – tokli kesimning minimal rejimdagi ish zonasi.

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



Rasm.2 Tokli kesimning ishlash asosi.



Rasm.3 Tokli kesimning bir chiziqli sxemasi:

- a – sabirsiz (t=0) ishga tushuvchi;
- b – sabrli ishga tushuvchi.

TK nisbatan uzun bo‘lgan liniyalarda qo‘llaniladi, shu yo‘l orqali MTX ning asosiy kamchiligi hisoblangan manba yaqinidagi katta sabr vaqti yo‘qotiladi.

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

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

bu yerda: X_L – liniyanig qarshiligi.

X_S – sistemaning qarshiligi.

Tokli kesim himoyasining qo‘llash soxasi.

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

Bunda liniyaning butunlay himoya qilish imkoniyati tug‘uladi.

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

I_{ishtr} - transformatorning himoya qiluvchi tok.

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

Masalan, K nuqtadagi qisqa tutashuvda himoya transformatorni ham o‘chiradi, lekin APV yordamida transformator qayta ishga tushadi (4-rasm).

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

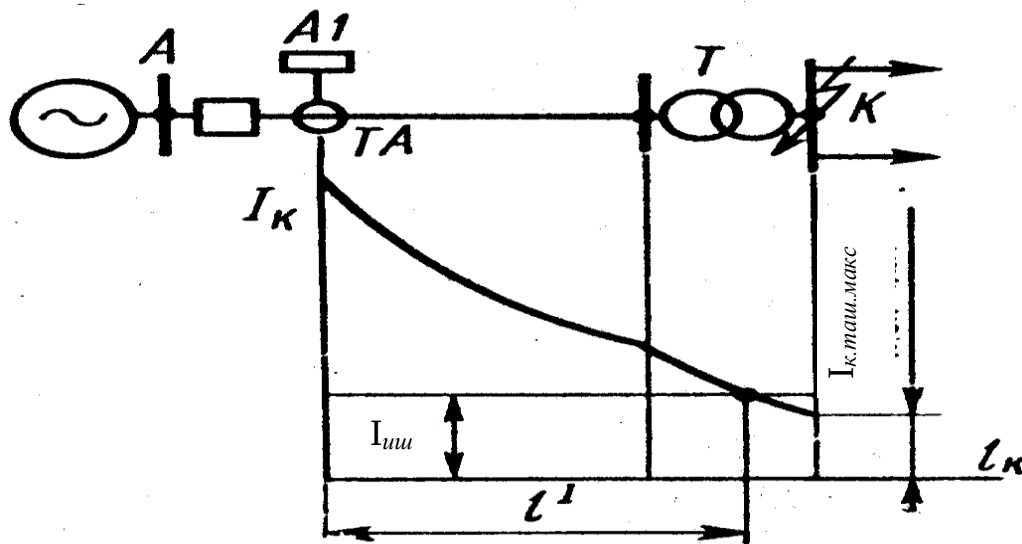
Tezkor TK ning asosiy kamchiligi ta‘sir zonasi liniyaning bir qismini tashkil etishdadir. Neytrali yerga ulangan liniyalarda barcha tur qisqa tutashuvlardan saqlash uchun uch fazali sxemalar qo‘llaniladi. Fazalararo qisqa tutashuvdan saqlash himoyasi sifatida to‘liq bo‘lmagan yulduz ko‘rinishdagi ikki fazali sxema ko‘llaniladi.

Neytrali izolyatsiyalangan yoki yerga katta qarshilik bilan ulangan liniyalarda ikki releli yoki bir releli ikki fazali sxemalar qo‘llaniladi.

Maksimal himoyalar kabi kesim ham o'zgaras operativ tokda va o'zgaruvchan operativ tokda ishlaydigan qilib, bevosita ishlovchi releli qilib tayyorlanadi.

Vaqt bo'yicha sabrli kesimning himoya sxemasi bog'liq bo'lmagan tavsifli maksimal himoyasi kabi bajariladi.

Sabrsiz ishlovchi kesimning sxemasi xuddi maksimal himoya sxemasi kabi bo'lib bu yerda vaqt relesi ishlatilmaydi.



Rasm.4. Tokli kesim himoyasining qo'llash soxasi

Nazorat savollari.

1. Tokli himoyalarga qanday himoya turlari kiradi.
- 2 Tokli himoyalarni ishlash asoslarini tushuntiring.
3. Tokli kesimni ishlash asosini tushuntiring.
4. Maksimal tokli himoya qanday himoya xisoblana
5. TK ning ta'sir zonasini qanday aniqlash mumkin.

8-Mavzu. Maksimal tok himoyalarning (MTX) ishlash asoslari va ularni tanlash

Maksimal tok himoyalari bir tomonlama ta'minlanuvchi liniyalarda asosiy himoyalardan biri bo'lib xizmat qiladi. Murakkab ulangan liniyalarda maksimal tok himoyasi yordamchi himoya bo'lib ishlatiladi.

Bir tomonlama ta'minlanuvchi liniyalarda maksimal tok himoyasi manba tomondan har bir liniyaning boshiga o'rnatilgan bo'lishi kerak. Bunday joylangan himoyalar har bir liniyani mustaqil himoyalashini ta'minlaydi, ya'ni liniyada yoki undan ta'minlanuvchi pasaytirish podstantsiyasida shikastlanish bo'lganda uni o'chiradi.

Liniyaning biror bir nuqtasida, masalan K1 nuqtada, qisqa tutashuv yuz berganda, qisqa tutashuv toki liniyaning barcha qismlaridan, ya'ni manbadan to shikastlangan joygacha, oqadi va buning natijasida hamma himoyalar harakatga keladilar (1, 2, 3, 4). Lekin tanlovchanlik xususiyatiga asosan shikastlangan liniyaga o'rnatilgan 4 himoyagina o'chirishi kerak.

Ko'rsatilgan tanlovchanlikni ta'minlab berish uchun maksimal himoyalar iste'molchidan manbaga qarab ortib boruvchi (6.1b rasm) sabr vaqtli qilib bajariladilar.

Ikki tomonlama ta'minlanuvchi liniyalarni maksimal himoyalarni tanlovchanligi nafaqat sabr vaqtini tanlash bilan, balki maksimal tok himoyalari bilan birgalikda qo'llanilgan murakkab yo'naltirilgan himoyalar xisobiga erishiladi.

Maksimal tok himoyalari ikki, uch fazali, bevosita va bilvosita ta'sir etuvchi qilib tayyorlanadilar. Operativ zanjirlarni ta'minlanish usullariga

qarab bilvosita maksimal tok himoyalar o'zgarmas va o'zgaruvchan operativ tokli qilib tayyorlanadilar. Releni ishlash vaqtini maksimal himoya tokiga bog'liqlik xarakteriga qarab himoyalar bog'liq va bog'liq bo'lmagan tavsifli guruhlariga bo'linadilar.

Uch fazali himoya sxemalarida tok transformatorlari va tok relelarining chulg'amlari to'la yulduz sxemasi bo'yicha ulanadi (Rasm-1).

Maksimal himoyaning asosiy elementlariga qisqa tutashuv toki hosil bo'lganda ishlovchi va ishga tushiruvchi organ bo'lgan tok relelari KA, sabr vaqti hosil qiluvchi va vaqt organi funksiyasini bajaruvchi bo'lgan vaqt relelari KT kiradi. Asosiy elementlardan tashqari sxemalarda yordamchi relelardan bo'lgan oraliq relelar KL va ko'rsatuvchi relelar KN ishlatiladi.

Qisqa tutashuv yuz berganda qisqa tutashuv toki oqayotgan fazadagi rele ishlaydi. Tok relelarining barcha kontaktlari parallel ulangan, shuning uchun ma'lum bir tok relesi ishlaganda vaqt relesi KT ning chulg'aming zanjiri ulanadi. Ma'lum bir vaqt bo'yicha intervaldan keyin vaqt relesining kontakti ulanadi va oraliq rele KL ni harakatga keltiradi. Oraliq rele lahzada ya'ni sabrsiz ishlaydi va o'chirgichning o'chirish chulg'amiga tok beradi.

Ko'rsatkich rele KN o'chirish chulg'ami bilan ketma-ket ulanadi. Bu zanjirda tok o'tganda ko'rsatkich rele ishlaydi, uning bayroqchasi tushadi va shu bilan maksimal himoya ishlagani bildiradi.

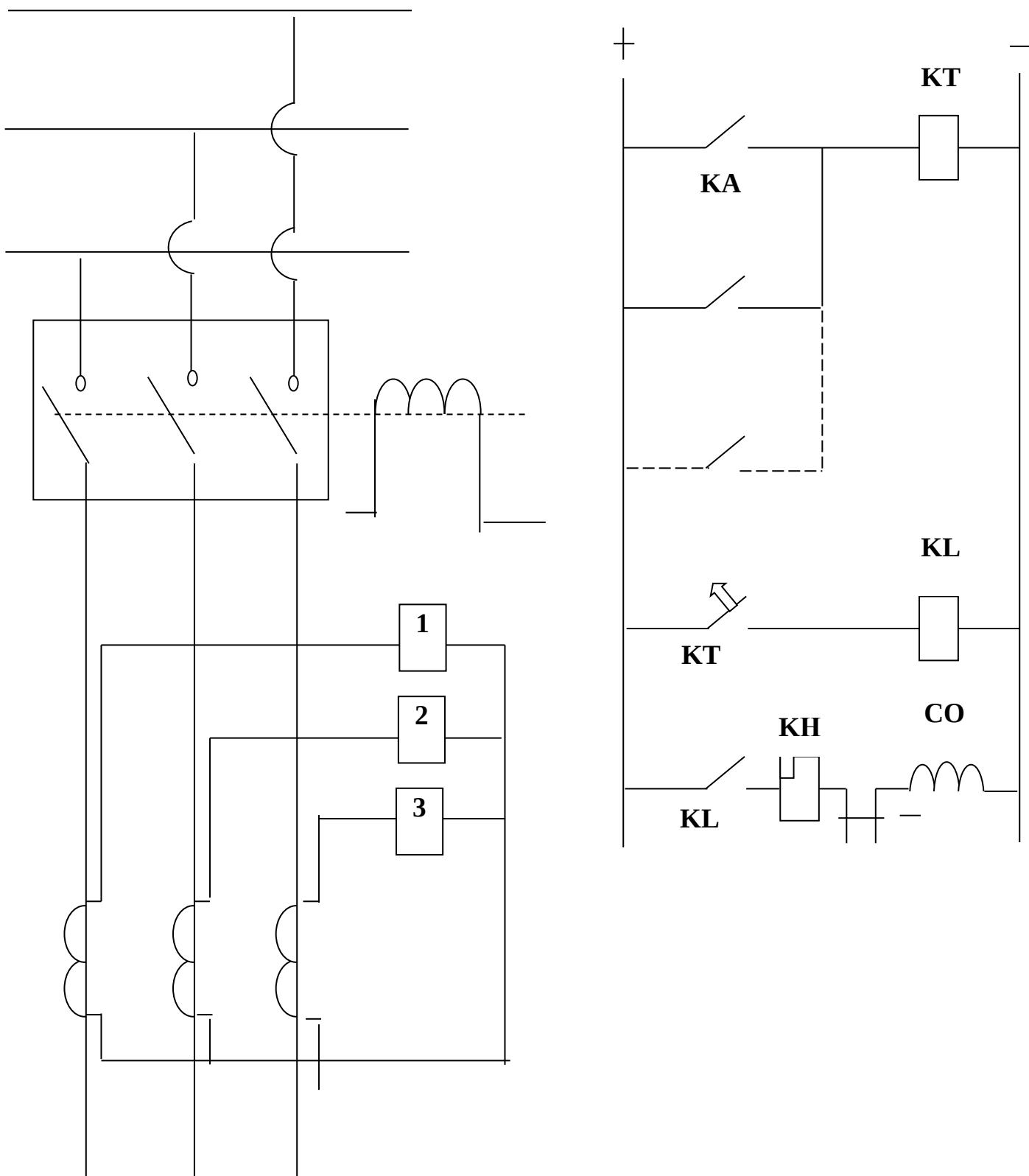
Ko'rib o'tilgan himoyaning ishlash vaqti vaqt relesida o'rnatilgan sabr vaqti bilan xarakterlanadi va qisqa tutashuv tokining kattaligiga bog'liq emas. Shuning uchun bunaqa himoyaga sabr vaqti bo'yicha bog'liq bo'lmagan himoya deyiladi, uning tavsifsi 2- rasm 1 grafikda ko'rsatilgan.

Bog'liq bo'lmagan himoyalar bilan bir qatorda bog'liq yoki chegaralangan bog'liq tavsifli ($t=f(I)$) maksimal tok himoyalari ham keng qo'llaniladi. (2- rasmda 2 va 3 grafiklar). Bog'liq himoyalarning ikkala turi ham bir laxzada ishlaydigan, sabr vaqti tokning kattaligi bog'liq bo'lgan tok relelari yordamida ko'riladi. Bu relelarga misol bo'lib RT-80 RTV, RTM relelarini aytish mumkin. RT-80 releli bog'liq himoyaning sxemasi 3- rasmda berilgan.

Bu sxemada vaqt relesi ishlatilmagan, xuddi shunday oraliq va ko'rsatkich relelar ham, chunki RT-80 relesi mustahkam, baquvvat kontaktga va rele ishlaganini ko'rsatuvchi xabar bayroqchasiga (blinker) ega.

Bog'lik bo'lmagan tavsifli himoyadan farqli ularoq, bog'liq tavsifli himoya (2 va 3 grafik) $I_{ri}(1-2)I_{xi}$ da qisqa tutashuvdan ko'ra katta sabr vaqti bilan ishlaydi, bu o'z navbatida himoyani qisqa vaqtli o'ta yuklanishdan sozlashni yaxshilaydi. Bulardan tashqari, bog'liq tavsifli himoyalar liniyaning boshida shikastlanishi yuz berganda o'chirishni tezlashtira oladilar. (K nuqta 2a rasm), agar K1 nuqtada qisqa tutashuv yuz bergandagi tok K2 nuqtada (liniya oxirida qisqa tutashuv yuz bergandagi tokdan katta bo'lsa). Lekin bog'liq bo'lmagan himoyalarning sabr vaqtlarini kelishtirish oson, shuning uchun bog'liq himoyalarni ma'lum bir sezilarli afzallikka erishilgandagina tanlash va qo'llash tavsifa etiladi.

1 va 3- rasmlarda ko'rsatilgan uch fazali maksimal tok himoyalari barcha tur qisqa tutashuvlarga (bir fazalilarni ham qo'shib) ta'sir javob beradi, shuning uchun ularni neytrali yerga ulangan liniyalarni (bir fazali va ko'p fazali qisqa tutashuvlar ehtimoli ko'p bo'lgan) himoyasi sifatida keng qo'llaniladi.



Rasm-1. Sabr vaqti bo'yicha bog'liq bo'lmagan uch fazali maksimal tok himoyasining uch chiziqli sxemasi.

Neytrali izolyatsiyalangan liniyalarda uch fazali sxemalar quyidagi sabablarga ko'ra qo'llanilmaydi:

1. Uch fazali sxema ikki fazaliga nisbatan qimmat, chunki unga ko'proq qurilma va ulovchi simlar ketadi.

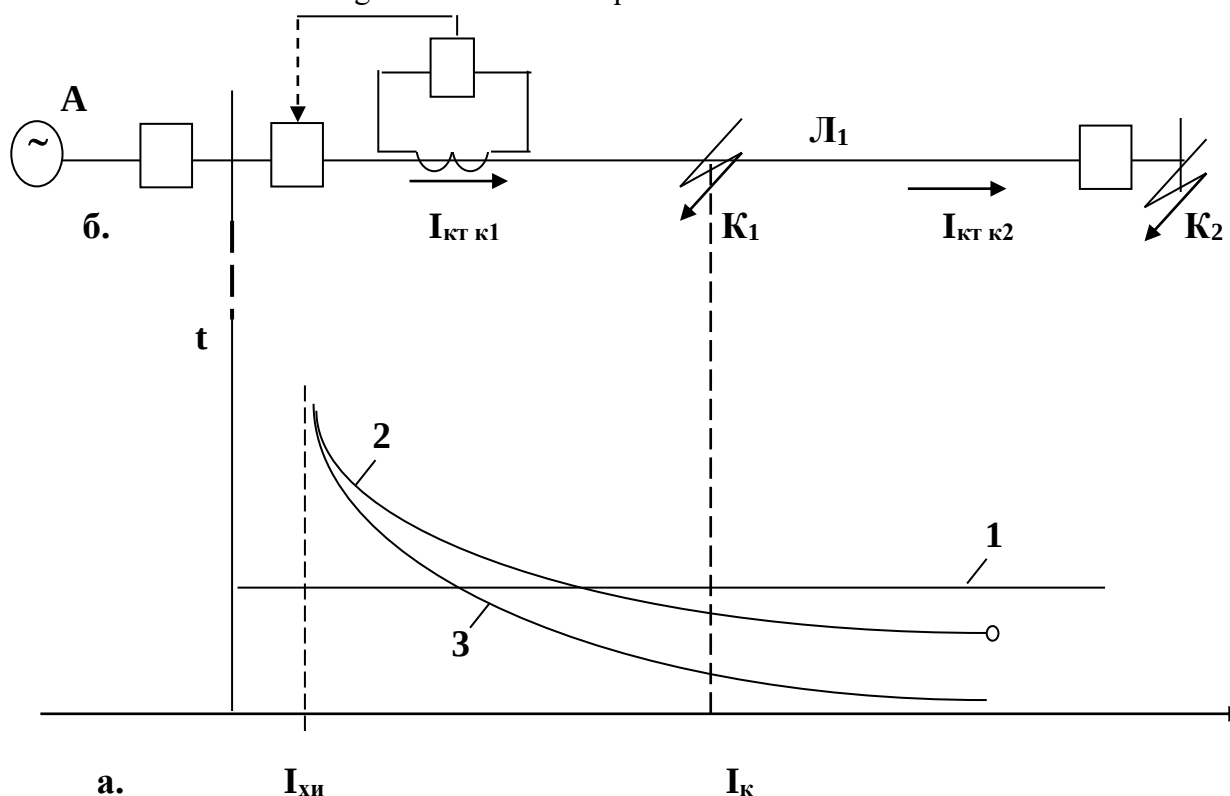
O'zgarmas operativ tokdagi ikki fazali himoyalarning sxemalari

Himoyaning tok zanjirlari to'liq bo'lmagan yulduz sxema shaklida bajariladi. Sxema elementlari va ularning vazifa va maqsadlari xuddi 1- rasmdagi uch fazali sxemaniki bilan bir xil.

1. Liniyadagi hamma fazalararo qisqa tutashuvlarga ta'sir javob beradi;

Ikki fazali sxemalarning kamchiligi deb uning kam sezgirligini aytish mumkin. (uch fazali sxemaga nisbatan). Bu asosan chulgʻamlari ulangan Y/Δ transformatorlarning orqasida sezilarli.

3. Uch fazali sxemaga nisbatan arzonroq.

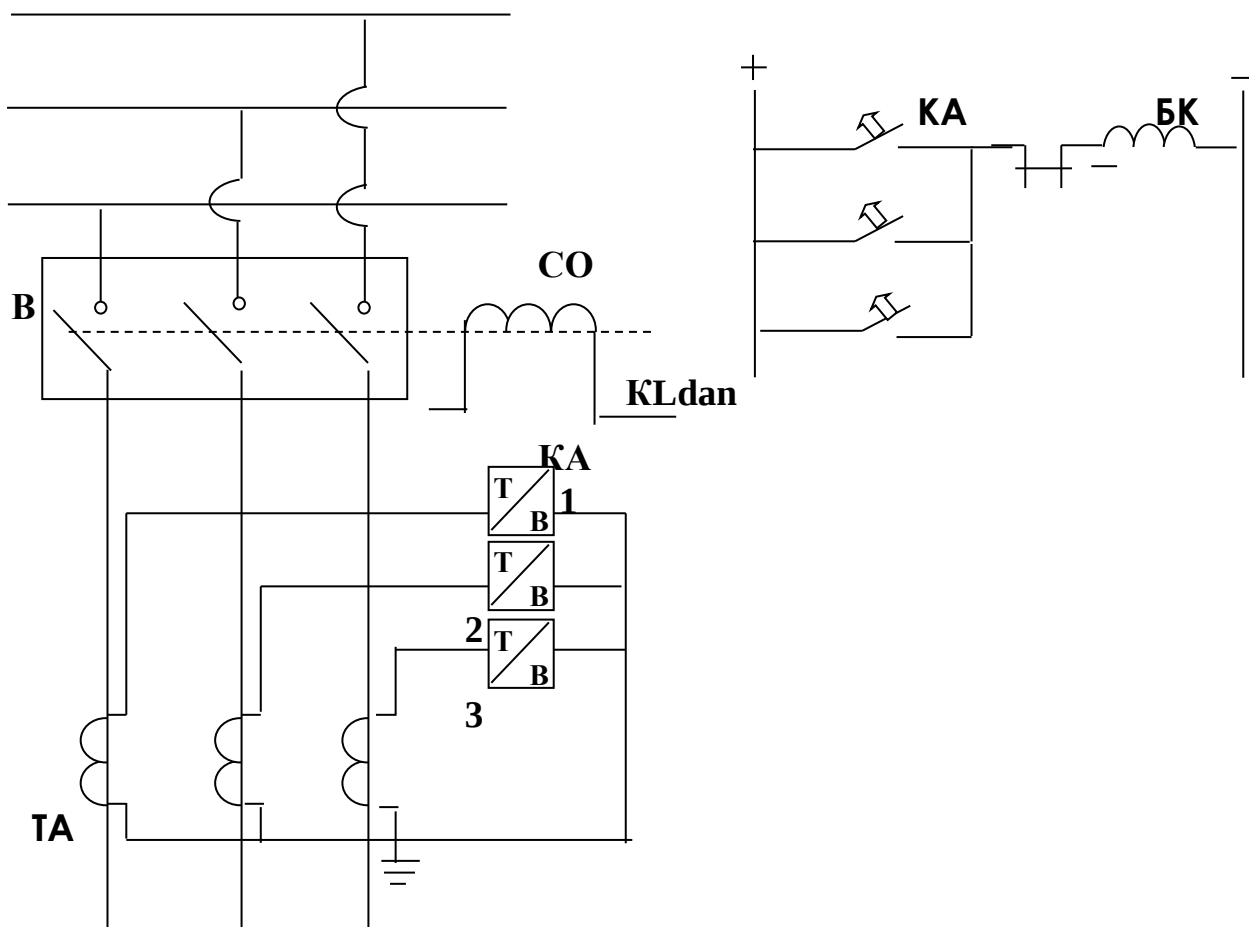


Rasm 2. Maksimal tok himoyalarida sabr vaqtini rele tokiga bog'liqlik tavsiflari
(a) va himoyani ishini tushuntiruvchi liniya sxemasi (b).

55

o'chirish uchun yordamchi himoya qo'yiladi (masalan nol ketma-ketlik tokiga ta'sir javob beruvchi).

Bir releli sxemali (4b rasm) himoya xuddi oldingi ko'rib o'tilgan sxemaga o'xshaydi va o'sha elementlardan tashkil topadi. Tokli ishga tushuruvchi rele KA bitta, u ikki faza toklari farqiga ulanadi $I_R = I_A - I_V$. va hamma tur fazalararo qisqa tutashuvga ta'sir javob beradi.



Rasm 3. Sabr vaqti tok kattaligiga bog'liq bo'lgan uch fazali uch releli maksimal tok himoyasining uch chiziqli sxemasi.

Sxemaning afzallik tomonlariga tok relesining eng kam soni va sxemani bajarilishiga tok simlarini kam ishlatilishligi kiradi. Sxemani qo'llanilishini cheklovchi kamchiliklarga quyidagilarni keltirish mumkin:

1. AV va VS fazalar orasida qisqa tutashuv yuz berganda ikki releli sxemaga nisbatan kichik sezgirlikka egallagan. Bu kamchilik asosan $I_{k.t}$ tokiga yaqin bo'lganda qisqa tutashuv tokining karraligi kichik bo'lganda juda sezilarlidir.

2. $I_r = I_a - I_s = 0$, bo'lganda chulg'ami Y/ Δ ulangan transformatorni orqasida bo'lgan qisqa tutashuvlarda himoyaning ishlamasligi.

3. Bitta tok relesi yoki tok transformatori bilan ulovchi sim nosoz bo'lganda himoyaning qisqa tutashuvda ishlamasligi. Ikki releli sxema (4a-rasm) bunday kamchilikka ega emas, chunki uch fazali va A va S fazalararo qisqa tutashuvda ikkita rele ishlaydi, shuning uchun bitta simning uzilishi himoyani ishlamasligiga olib kelmaydi.

Birinchi kamchilik bir releli sxemalarni kichik karralidagi qisqa tutashuv toki bo'lgan liniyada himoya sxemasini ishlashiga imkon bermaydi. Ikkinchi kamchilik esa o'zida chulg'ami

Y/Δ ulangan transformator bor liniyalarda himoya sxemasini ishlashga imkon bermaydi. Uchinchi kamchilik esa himoyani ishlamay qolishi katta qismdagi elektr bilan ta'minlash liniyalarida sezilarli bo'lgani uchun ularni himoya qilishda ishlatish imkonini cheklaydi. Bir releli sxemalar 6-10kV kuchlanishli tarqatuv liniyalarida va elektr motorlarida himoya sxemasi sifatida keng qo'llaniladi.

Kuchlanishi 35 kV va undan yuqori liniyalarda ko'rsatilgan kamchiliklari uchun keng qo'llanilmaydi.

Himoyaning asosiy parametrlari.

Qisqa tutashuvdan saqlovchi maksimal tok himoyalarini ishlash toklarini tanlash uchun asos bo'lib uni shikastlanishlarda barqaror ishlashi, shu bilan bir vaqtda uni yukning maksimal tokiga motorni qo'shish va uzishda bo'ladigan qisqa vaqtli tok o'zgarishlariga va iste'molchi yuki o'zgarishiga va boshqa sabablarga ta'sir javob bermasligi talablari qo'yiladi.

Himoyaning yuk tokidan to'liq bo'lmagan sozlashi bilan bog'liq bo'lgan ortiqcha sezgirligi xavfsiz darajadagi yukning tokini ortishida iste'molchini noto'g'ri o'chirib qo'yilishiga olib keladi. Juda ham yuqori sezgir himoyaning o'zi iste'molchilarni manbadan o'chirilishlari va ishdan chiqishlarning asosi bo'lishi mumkin.

Bulardan kelib chiqadiki, ishlash tokini tanlashning asosiy masalasi, bu himoyani yuk tokida ishlamasligiga sozlashdir.

Bu maqsadda ikki shartni bajarish kerak:

1) himoyaning tok relelari yukning maksimal ish toki $I_{ish.max}$ da ishlamasliklari kerak, ya'ni himoyaning ishlash toki (liniya fazasidan oqayotgan va himoyani harakatga keltirish uchun kerak va yetarli bo'lgan eng kichik birlamchi tok) yukning maksimal ish tokidan katta bo'lishi kerak:

$$I_{xi} > I_{ish.max.}$$

2) Tashqi qisqa tutashuvda ishlovchi tok relelari qisqa tutashuv o'chgandan keyin va tokni maksimal yuk tokiga kamayguncha oldingi xolatiga mustahkam qaytishlari kerak.

Relening ikkilamchi ishlash toki I_{ri} tok transformatorlarini transformatsiya koeffitsientlari va relelarni ulanish sxemasini hisobga oluvchi sxema koeffitsientiga asosan topiladi:

Yulduz (to'la va to'la bo'lmagan) sxema uchun $K_{sx}=1$, ikki faza toki farqiga ulangan rele uchun $K_{sx}=\sqrt{3}$. Ishlash toki qaytish koeffitsientiga teskari proportsional, shuning uchun $I_{x.i}$ ni kamaytirish uchun katta qaytish koeffitsientli relelari ishlatiladi. $K_{qayt} = 0,85$ va undan katta miqdorga ega bo'ladi.

$$I_{p.u} = K_{cx} \frac{I_{x.u}}{n_T}$$

Himoyaning sezgirligi sezgirlik koeffitsienti bilan xarakterlanadi.

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

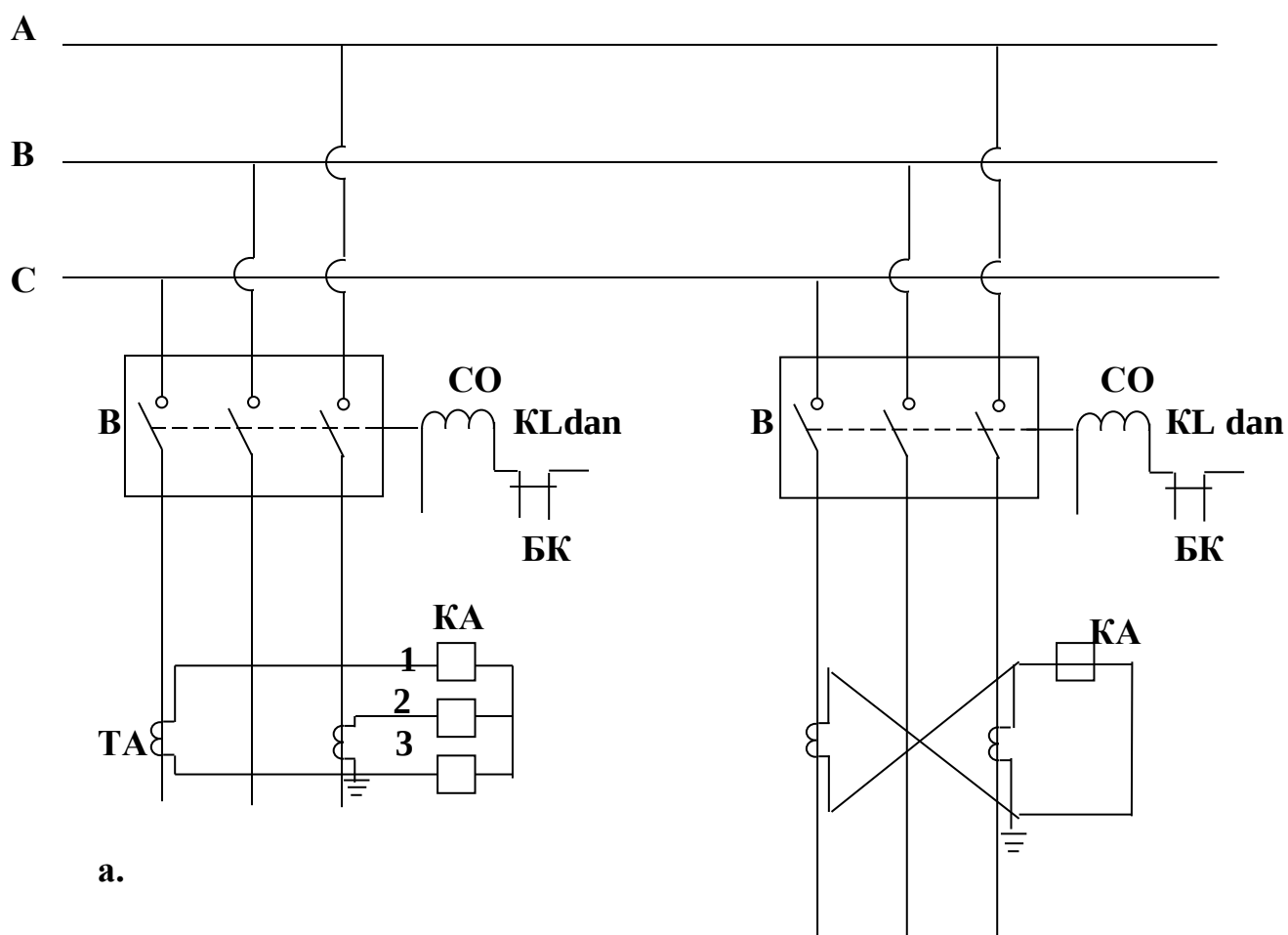
Asosiy himoyalanuvchi liniyalar uchun $K_{sez} \geq 1.5$, zaxira zonalar uchun $K_{sez} \geq 1.2$.

Himoyalarning sabr vaqti. Sabr vaqti bo'yicha yetarli tanlovchanlikni ta'minlab berish uchun maksimal himoyalar pog'onali asosda tanlanadi.

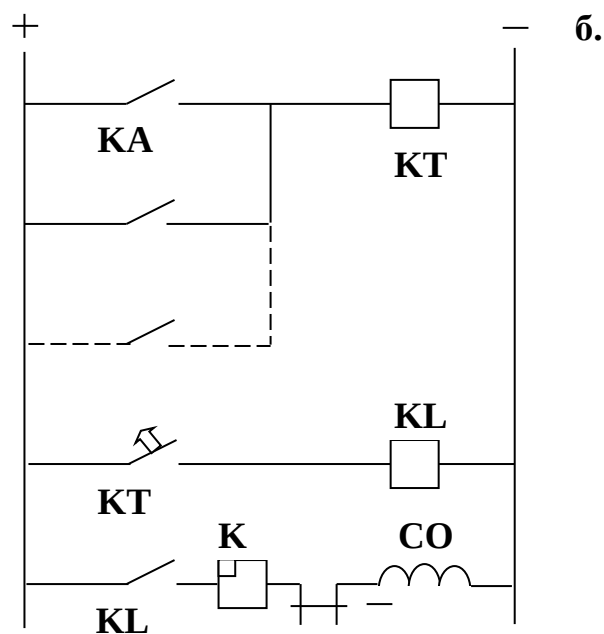
Ikki aralash himoyalarning ishlash vaqtlari bo'yicha farq vaqt pog'onasi yoki tanlovchanlik pog'onasi deyiladi.

$$\Delta t = t_A - t_B$$

Pog'ona Δt ning kattaligi shunday bo'lishi kerakki, liniyaning biror qismida qisqa tutashuv yuz berganda (masalan V liniyada) oldingi zonaning himoyasi (ya'ni A liniyaning) ishlashga ulgurmasin.



a.



б.

Himoyaning ishlash tokini **В.**

Rasm - 4. Maksimal tok himoyalarining ikki fazali sxemalari: a-ikki releli; б-bir releli в-operativ tok sxemasi.

Δt ning kattaligini shinalarga bog'liqligini aniqlaymiz. V liniyada qisqa tutashuv yuz berganda A liniyaning himoyasi shunday vaqt ichida ishlaydiki, bu vaqtda undan qisqa tutashuv toki oqib turishi kerak. U vaqt quyidagicha topiladi:

$$\Delta t_{xi(A)} = t_{x.i(V)} + t_{xat(V)} + t_{Q(B)}$$

Bu yerda $t_{xi(V)}$ -V dagi himoyaning sabr vaqti, $t_{xat(V)}$ -V dagi himoyaning vaqt relesini ishlashini sekinlashtiruvchi xatolik vaqti, $t_{Q(V)}$ - V dagi o'chirgichning (Q) o'chirish chulg'amiga o'chirish impul si berilgandan keyin to o'chirgichning o'z kontaktlari bilan qisqa tutashuvni o'chirgunga ketgan vaqt.

Bundan kelib chiqadiki A dagi himoya keyingi liniya qismida qisqa tutashuv yuz berganda ishlamasligi uchun quyidagi vaqtga ega bo'lishi kerak

$$t_{x.i(A)} > t_{x.i(V)} + t_{xat(V)} + t_{Q(B)}$$

Biroq ehtiyot vaqti t_{ext} qabul qilib va A dagi vaqt relesi o'zining xatoligi tufayli o'zini sabr vaqtini kamaytirishini $t_{xat(A)}$ hisobga olib, quyidagini hosil qilamiz:

$$t_{x.i(A)} = t_{x.i(V)} + t_{xat(V)} + t_{Q(B)} + t_{xat(A)} + t_{ext}$$

Bu yerda vaqt bo'yicha minimal pog'ona:

$$\Delta t = t_{x.i(A)} - t_{x.i(V)} - t_{xat(V)} - t_{Q(B)} - t_{xat(A)} - t_{ext}$$

Induktsion rele asosida bajariladigan bog'liq tavsifli himoyalar qisqa tutashuv toki o'chirilgandan keyin ham ishlashi mumkin. Shuning uchun bu himoyalarning vaqt pog'onalari inertsiya xatolikni hisobga oluvchi vaqt t_i xisobiga oshirilishi kerak: $\Delta t = t_{xat(V)} + t_{xat(A)} + t_{Q(B)} + t_{ext} + t_i$

Bu yerda $\Delta t = 0.35 - 0.6$ sek. bog'liq bo'lmagan himoyalari uchun, $\Delta t = 0.6 - 1$ sek bog'lik himoyalar uchun. $t_{xat} = 0.12$ sek, $t_Q = 0.1$ sek. Bulardan $\Delta t = 0.12 + 0.15 + 0.12 + 0.1 = 0.5$ sek.

$$t_{x.i(A)} = t_{x.i(V)} + \Delta t$$

Minimal kuchlanish relesi bilan ishga tushiriluvchi (blokirovkalan) maksimal tok himoyasi.

Qisqa tutashuv paytida sezgirlikni oshirish va yuk tokidan yaxshiroq sozlash uchun maksimal tok himoyalari minimal kuchlanish relesi yordamida ishga tushiriladi (ko'pincha blokirovka qilinadi deb ataladi) (5-rasm) Sxemadan ko'rinib turibdiki, himoya kuchlanish relesi KV ni ishlash sharti bilan o'chirishga ham ishlash mumkin. Kuchlanish relesining joylanish (ishlash) kuchlanishi shunday tanlanadiki, bunda rele ishchi kuchlanishining minimal qiymatida ishlamaydi va bunda tok relolari KA himoyani o'chirishga ishlashiga yo'l qo'ymaydi. Qisqa tutashuvda liniya kuchlanishi kamayadi va minimal kuchlanish relesi KV himoyaga o'chirishga imkoniyat berib ishlaydi. Kuchlanish relesini ta'minlovchi zanjir uzilib qolganda u relelar kontaktlarini qo'shadi va himoya blokirovkadan xolis bo'ladilar. Shuning uchun himoyada blokirovkani noto'g'riligini ko'rsatuvchi, ya'ni kuchlanish relesini kontaktlarini noto'g'ri xolatlarini xabarlovchi qurilma ko'zda tutilgan.

Ikki fazali qisqa tutashuvlarda blokirovkaning mustahkam ishlashini ta'minlab berish uchun liniyaning chiziqli kuchlanishiga ulanadigan uchta kuchlanish relesi KV sxemada o'rnatilgan, lekin chiziqli kuchlanishga ulangan relelar KV bir fazali qisqa tutashishiga yomon ta'sir javob beradilar. Shuning uchun neytrali yer bilan ulangan liniyalarda qo'shimcha to'rtinchi nol ketma-ketlik kuchlanishga U_0 ta'sir javob beruvchi bloklovchi rele KV₀ mo'ljallanadi, U_0 kuchlanish yer bilan ulanishda hosil bo'ladi. Neytrali izolyatsiyalangan liniyalar uchun sxemaning tok qismi ikki fazali qilib bajariladi. Kuchlanish relesi qismida sxema uch fazali qilib tayyorlanadi, bunda u ikki fazali qisqa tutashuvda u mustahkam ishlaydi. KV₀ rele o'rnatilmaydi, chunki himoya faqat fazalararo qisqa tutashuvda ishlashi kerak.

Tok relolarining KA ishlash toklari liniyaning maksimal tokidan emas, uzoq davom etuvchi yukning me'yorli tokidan I_{yum} sozlanadi.

Bu tok maksimal tokda 1,5-2 marotaba kichik.

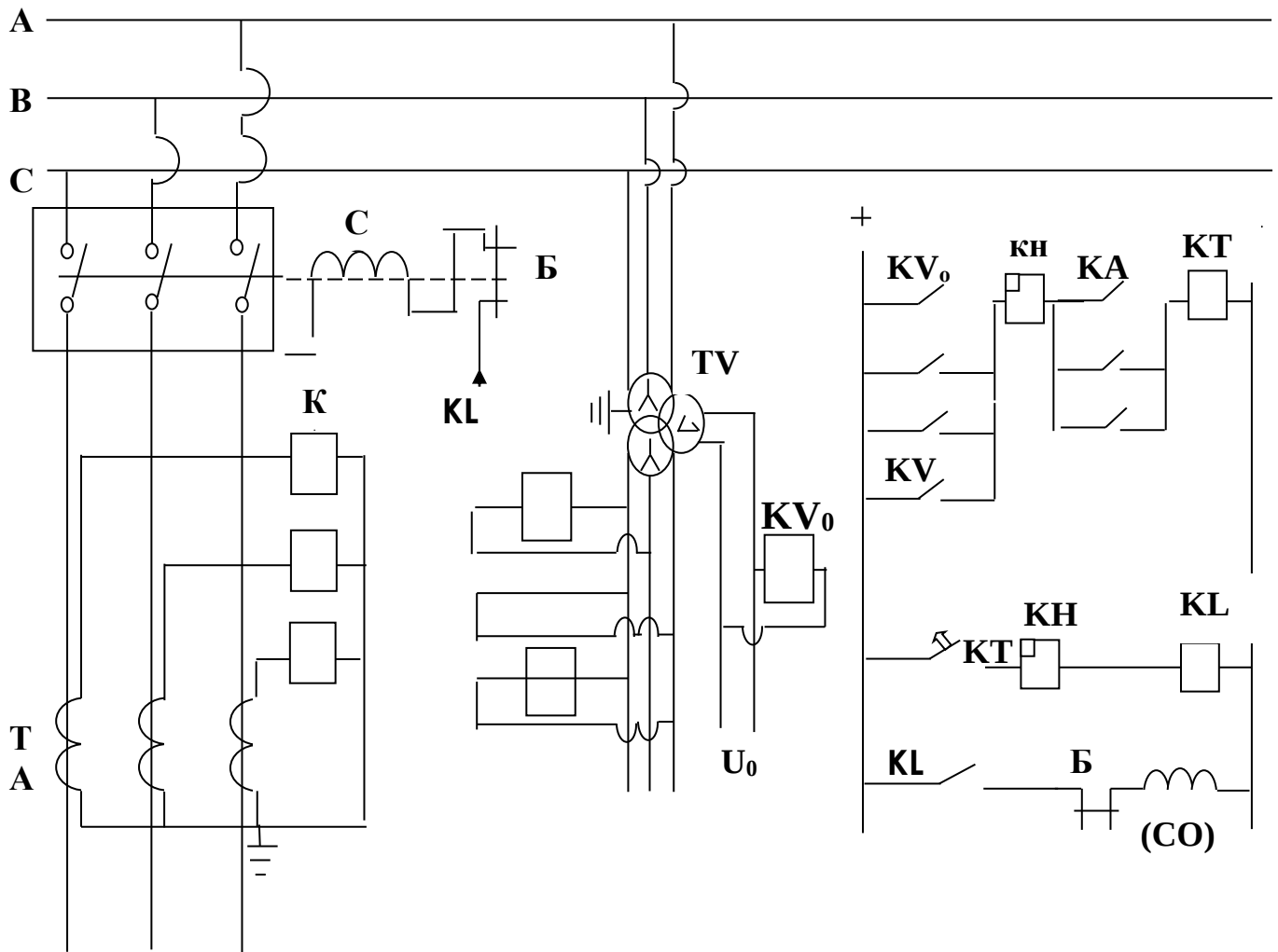
$$I_{x.u} = \frac{K_{\text{эxm}}}{K_{\text{кайм}}} I_{\text{ю.у}}$$

Buning natijasida qisqa tutashuvlarda himoyaning sezgirligi ortadi. Kuchlanish relesining KV ishlash kuchlanishi $U_{r.i}$ shunday shartdan tanlanadiki, unda relelar:

- ish kuchlanishining minimal qiymatida ishlamaydi.
- tashqi qisqa tutashuv o'chgandan keyin uzadi. Ikkinchi talab bajarilganda birinchisi ham bajariladi. Shu ning uchun $U_{r.i}$ relening qaytish shartidan tanlanadi.

Buning uchun U_{qayt} minimal ishchi kuchlanish $U_{i.\text{min}}$ dan kichik bo'lishi kerak:

$$U_{\text{кайт}} \leq \frac{U_{i.\text{мин}}}{n_H}$$



Rasm 5. Minimal kuchlanish relesi bilan ishga tushuriluvchi maksimal tok himoyasini sxemasi.

bu yerda n_H - himoyani ta'minlovchi kuchlanish transformatorining transformatsiya koeffitsienti.

$$U_{\kappa\dot{a}i\dot{m}} = \frac{U_{u.\min}}{n_H K_{\text{эxm}}}$$

bu yerda: $K_{\text{ext}} = 1,1 - 1,2$ $K_{\text{qayt}} = U_{\text{qayt}} / U_{r,i}$ tenglamadan

$$U_{p.u} = \frac{U_{\kappa\dot{a}i\dot{m}}}{K_{\kappa\dot{a}i\dot{m}}} = \frac{U_{u.\min}}{K_{\kappa\dot{a}i\dot{m}} K_{\text{эxz}} n_H}$$

$$K_{\text{ext}} = 1,2 \text{ va } K_{\text{qayt}} = 1,15 \text{ bo'lganda } U_{p.u} = \frac{0,72 U_{u.\min}}{n_H}$$

Kuchlanish relesining sezgirligi qisqa tutashuvda himoyalananayotgan zonaning oxiridagi kuchlanishning maksimal qiymati bo'yicha tekshiriladi. Agar $K_{\text{sez}} > 1,5$ bo'lsa sezgirlik koeffitsienti $K_{\text{sez}} = U_{x,i} / U_{k.t.\max}$ qoniqarli xisoblanadi.

9-Mavzu. Maksimal tokli yo'naltirilgan himoyalar.

Qisqa tutashuv quvvatining faqat ma'lum bir yo'nalishida (ishorasida) ishlovchi himoyaga yo'naltirilgan himoya deyiladi. Ikki tomonlama ta'minlanuvchi liniyalarda yo'naltirilgan himoyalarning qo'llanilishi juda zarur. Bu liniyalarning himoyasi na faqat qisqa tutashuv tokiga ta'sir javob berishi kerak, balki himoyalananayotgan liniyada qisqa tutashuv quvvatini yo'nalishini tanlovchanlik nuqtai nazaridan ta'minlab berishi kerak (ya'ni liniyadagi tok fazasini shinadagi kuchlanishga nisbatan o'zgarishini).

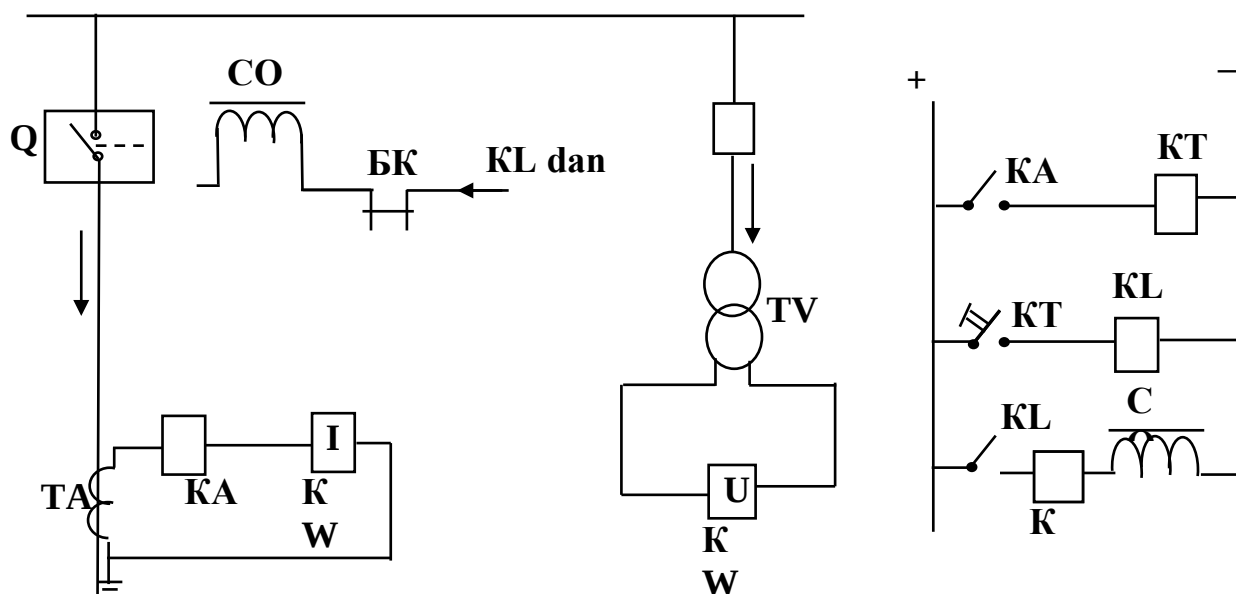
Yo'naltirilgan maksimal himoya qisqa tutashuv tokining kattaligi va quvvatning yo'nalishiga ta'sir javob berishi kerak. Quvvat yo'nalishi organi o'rnatilgan maksimal tok himoyasidir. Sodda qilib ko'rsatilgan bir fazali himoya sxemasi (1-rasm) uch asosiy elementdan iborat:

Tok relesi 1 (qisqa tutashuvga ta'sir javob beruvchi va himoyaning ishga tushiruvchi organ); quvvat yo'nalishi relesi 2 (qisqa tutashuv quvvati yo'nalishini aniqlovchi va yo'naltiruvchi organ); va vaqt relesi 3. Quvvat yo'nalishi relesi sifatida elektromexanik yoki yarim o'tkazgichli relelar ishlatiladi. Bu relelarning ishlashi uning kirishlariga berilgan quvvatning ishorasiga bog'liq: $S_p = I_p U_p \sin(\alpha - \varphi_1)$

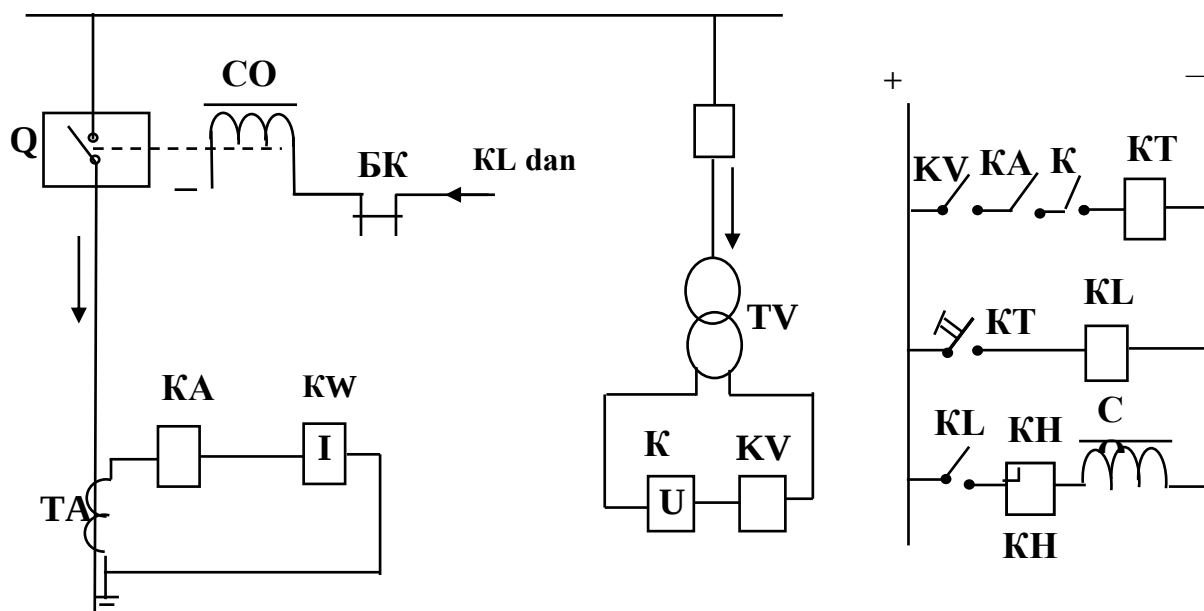
bu yerda: α doimiy qiymatga ega ($0-90^\circ$) yoki ($90^\circ > \alpha > 0$).

Himoya qilinayotgan liniya yoki undan keyingi zonada qisqa tutashuv yuz berganda tok relelari va quvvat yo'nalishi relelari o'z kontaktlarini qo'shadi va vaqt relesini harakatga keltiradi. O'rnatilgan vaqtdan keyin u o'z kontaktlarini qo'shadi va o'chirgichni o'chirishiga impul s beradi. Bu pasaytirish podstantsiyasi bilan ulangan boshqa ulanishlarda qisqa tutashuv yuz berganda, qisqa tutashuv quvvati shinaga yo'nalgan bo'lsa quvvat relesini kontakti ochiq bo'ladi va u himoyani ishlashiga yo'l qo'ymaydi.

Me'yorli xolatda quvvat shinadan liniya orqali yukka ulangan quvvat yo'nalishi relesi o'z kontaktini qo'shishi mumkin, lekin himoyaning ishlashi organi tok relesi bilan to'xtatiladi, chunki maksimal tok relesining kontakti bu xolatda ochiq bo'ladi. Bu maqsaddagi ishga tushiruvchi tok relelari yuk tokidan sozlanadi. Shunday xollar bo'ladiki, cezgirlik bo'yicha tok relelarini qisqa tutashuvda maksimal yuk tokidan sozlab bo'lmaydi. U xolda minimal kuchlanish relesi yordamida blokirovka qo'llaniladi. Minimal kuchlanishdan blokirovkalanagan yo'naltirilgan maksimal himoyani soddalashtirilgan sxemasi 2-rasmida berilgan. U ko'rib o'tilgan maksimal tok himoyasiga o'xshash. Neytrali izolyatsiyalangan liniyalarda yo'naltirilgan maksimal himoya barcha liniyada ikki fazaga o'rnatiladi. Neytrali yerga to'g'ridan-to'g'ri ulangan liniyalarda himoya uch fazaga o'rnatiladi, agar himoya faqat fazalararo shikastlanishlarni oldini olish uchun o'rnatilgan bo'lsa, u ikkita fazaga o'rnatiladi.



Rasm 1. Yoʻnaltirilgan maksimal himoyaning soddalashtirilgan sxemasi.



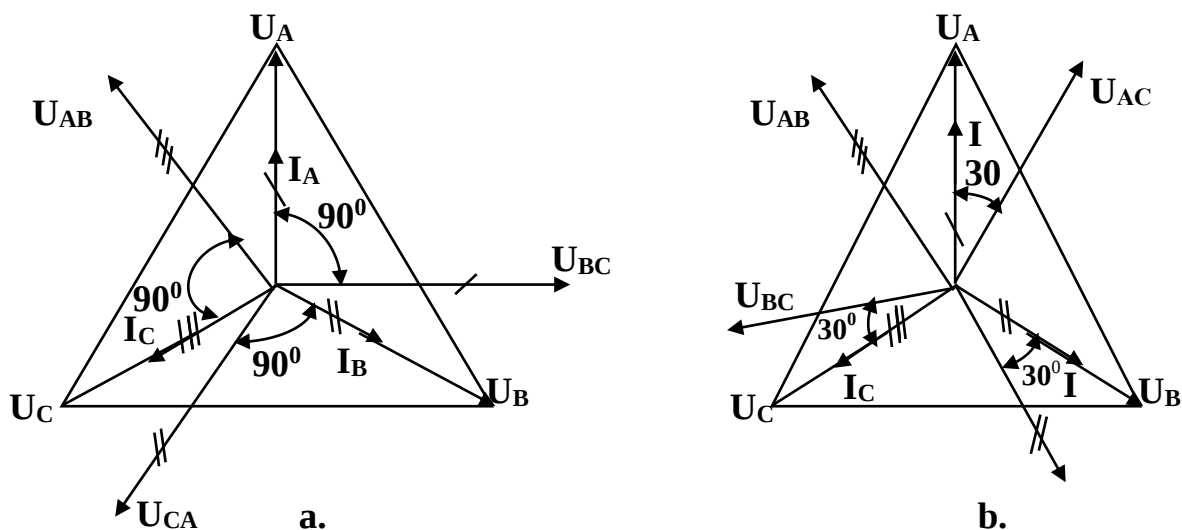
Rasm-2. Minimal kuchlanish relesi bilan ishga tushiriluvchi yoʻnaltirilgan maksimal himoyaning soddalashtirilgan sxemasi.

Bir yoki ikki faza kuchlanish zanjirlari uzilganda qisqa tutashuvda himoya notoʻgʻri ishlashi mumkin. Shuning uchun kuchlanish zanjirida boʻladigan shikastlanishlarni aniqlab turish uchun maxsus qurilmalar ishlatiladi.

Quvvat yoʻnalishi relelarining ulanish sxemalari

Sxemalarga talablar. Quvvat yoʻnalishi relelari faza toki va faza yoki fazalararo kuchlanishga ulanadi. Releni taʼminlovchi faza toki va kuchlanishini yigʻindisi, yaʼni releni ulanish sxemasi shunday boʻlishi kerakki, rele barcha mumkin boʻlgan qisqa tutashishlarda va shikastlanishlarda quvvat ishorasini tugʻri aniqlasin va unga katta quvvat S_p berilsin.

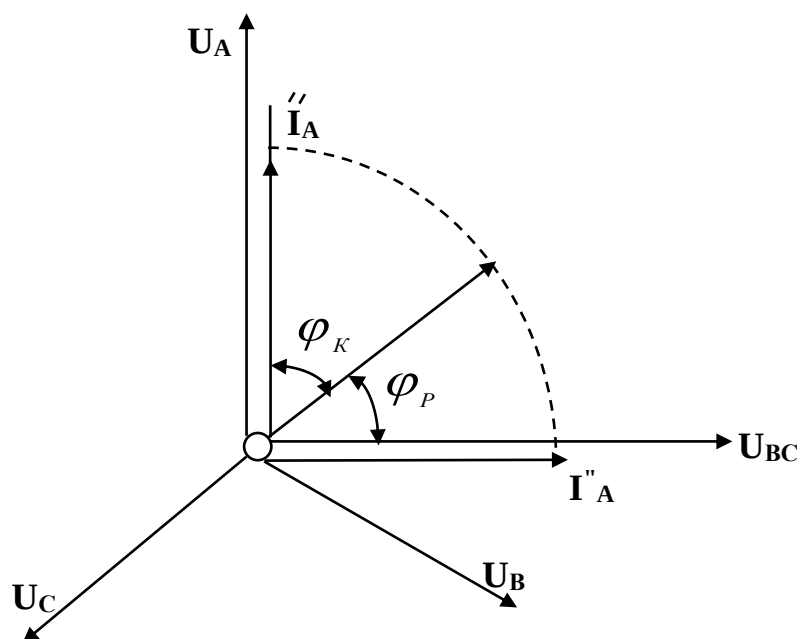
Yoʻnaltirilgan maksimal himoya sxemalarida 90° gradusli va 30° gradusli sxemalar deb ataluvchi quvvat relesini ulanish sxemalari qoʻllaniladi. (jadval-1)



Rasm 3. Quvvat yoʻnalish relesiga berilayotgan toklar va kuchlanishlar vektor diagrammalari:

a - 90° - gradusli sxema;

b - 30° - gradusli sxema.



Rasm 4. Liniyada uch fazali qisqa tutashuvda A faza toki va kuchlanishlar vektor diagrammasi.

Jadval-1

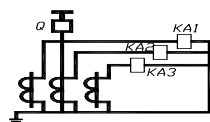
90-gradusli			30-gradusli		
ulanish sxemasi			ulanish sxemasi		
Rele	I_p	U_p	Rele	I_p	U_p
I	I_A	U_{BC}	I	I_A	U_{AC}
II	I_B	U_{CA}	II	I_B	U_{BA}
III	I_C	U_{AB}	III	I_C	U_{CB}

Aytib o'tilgan 90-gradusli va 30-gradusli sxemalarning nomi va boshqalar shartli xarakterga ega. Sxemalar tok va kuchlanish orsidagi burchakga qarab nomlanadi va bu tok va kuchlanish relega simmetrik uch fazali relening shartida beriladi, bunda fazadagi toklar bir nomli kuchlanish bilan mos keladi. Har bir sxemaning xususiyatlari qisqa tutashuvda unga u yoki bu sxema bo'yicha ulangan quvvat relesining ishini taxlil qilish bilan kelib chiqadi.

Himoya relelarini asosiy parametrlari.

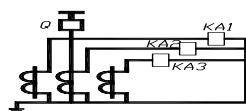
Ishga tushiruvchi relelarning ishlash toki. Himoyani noto'g'ri ishlashini oldini olish uchun ishga tushirish relelarini ishlash toklarini motorlarni avariya dan keyingi xolatda o'zi ishga tushirishlarini hisobga olgan xolda yuk tokidan sozlash kerak (tashqi qisqa tutashuvni hisobga olgan xolda) va neytrali yerga ulangan liniyalarda qisqa tutashuv shikastlanmagan fazadagi shikastlanish toklaridan sozlash kerak.

Birinchi shart bo'yicha ishlash toki

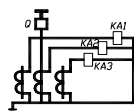


formulasidan topiladi.

Kuchlanish bo'yicha bloklangan sxemada minimal relening ishlash kuchlanishi



Ishga tushiruvchi relening sezgirligi .



Sabr vaqti tanlovchanlik shartiga binoan o'rnatiladi. Bu maqsadda himoyalarning sabr vaqtlari bir xil yo'nalishdiligiga qarab kelishiladi va ular ikki guruxga bo'linadi: (3-rasm):

1) A_1 , A_3 , A_5 va A_7 himoyalar, ya'ni qisqa tutashuv quvvati A strelka (A generatoridan) bo'yicha oqqanda ishlovchilar;

2) B_2 , B_4 , B_6 va B_8 himoyalar, ya'ni qisqa tutashuv quvvati B strelka (B generatoridan) bo'yicha oqqanda ishlovchilar.

Bu himoyalarning sabr vaqtlari:

$$t_{A7} < t_{A5} < t_{A3} < t_{A1} \quad \text{va} \quad t_{B2} < t_{B4} < t_{B6} < t_{B8}$$

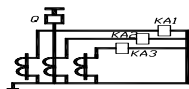
Bundan quyidagi umumiy xulosa kelib chiqadi: yo'naltirish organini shunday himoyalarda qo'yish kerakki, bunda qisqa tutashuv quvvati shinaga oqqanda himoya tanlovchanlikni ta'minlay olmay qoladi. Qachonki tanlovchanlik sabr vaqti bilan ta'minlanganda maksimal tok himoyasini qo'llash mumkin. Liniyaning qaysi joyida yo'naltirish organini qo'yish qo'ymaslikni aniqlash uchun avvalo pog'onali asosda qurilgan sabr vaqtlarini tanlash kerak.

"O'lik zona". Yuqorida aytib o'tilgandek quvvat relelari himoya o'rnatilgan yerga yaqin joyda qisqa tutashuv yuz berganda kuchlanishning yetarli bo'lmasligi tufayli ishlamay qoladi.

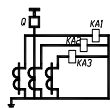
Qisqa tutashuvdagi relega berilayotgan quvvatning releni ishlash quvvatidan kamligi tufayli uni ishlamaydigan liniyaning m qismiga himoyaning "O'lik" zonasi deyiladi.

Himoyani sezgirlik tavsifini aniqlash uchun "o'lik" zonaning uzunligini bilish kerak. "o'lik" zonani xisobi uch fazali qisqa tutashuvda "o'lik" zonaning chegaraviy nuqtasi uchun (bu nuqtada $S_r = S_{r,i}$) olib boriladi. $S_{r,i}$ ni hisoblash formulasi va kattaligini bilgan xolda va I_r ni hisoblab (bu tok qisqa tutashuvda tarmoqning boshidagi tok) U_r ning eng kichik ya'ni rele uchun yetarli bo'lgan qiymatini aniqlanadi. Topilgan $U_{r,i}$ ga asosan m hisoblanadi (5- rasm) ya'ni $S_{r,i} = I_r U_r \sin(\alpha - \varphi_r)$

M nuqtada



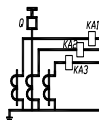
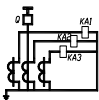
$U_{r,i}$ ni hisoblash uchun $S_{r,i}$ ni zavodda aniqlangan qiymati aniqlanadi (yoki tajriba o'tkaziladi). Liniya boshidagi uch fazali qisqa tutashuv toki hisoblanadi.



$$\varphi_{k,t} = \arctg(X_t/R_t):$$

$$\varphi_r = \varphi_{k,t} - 90^\circ$$

Undan keyin releni ishlashi uchun kerakli birlamchi faza kuchlanishi U_{f1} topiladi. Agar rele faza kuchlanishiga ulangan bo'lsa, unda $U_{f1} = U_{r,i}/1,73$ m zonani qarshiligi Z_m quyidagicha topiladi:



$Z_{sol,1}$ - liniyaning solishtirma qarshiligi

"O'lik" zona himoyani kamchiligi hisoblanadi. Lekin tajriba ko'rsatadiki, yuqorida sezgir relelar himoyada qo'llanilganda m ning qiymati juda kichik, ba'zi xollarda sezilarsiz.

Tokli yo'naltirilgan himoyalarning qisqacha tavsifi

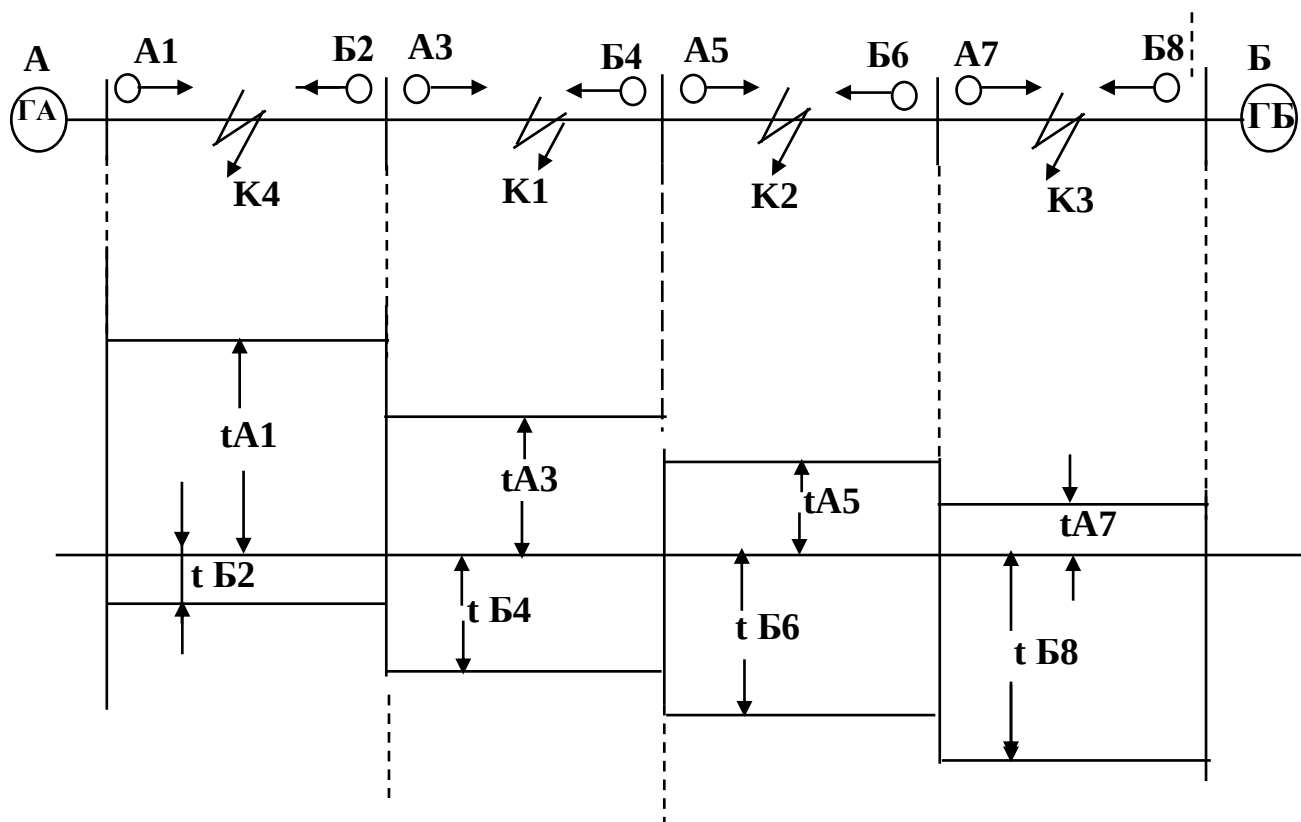
Yo'naltirilgan tokli himoyalarning ishlash tamoyili sodda va mustahkam, ikki taraflama ta'minlanuvchi liniyalarda himoyaning tanlovchan ishlashini ta'minlab beradi.

Yo'naltirilgan lahzada uzishni yo'naltirilgan tokli himoya bilan umumlashmasi qisqa tutashuvchi yetarli tezlik bilan o'chiruvchi va sezgir himoyani olish imkonini beradi, tajriba ko'rsatadiki yo'naltirilgan himoya ishonchli ishlaydi.

Himoyani kamchiliklari quyidagilar;

- 1) Manba yaqinida katta sabr vaqti;
- 2) Katta yukli va nisbatan kichik karralikli qisqa tutashuv toklarida kichik sezgirlik;
- 3) Uch fazali qisqa tutashuvlarda "O'lik" zonaning paydo bo'lishi;
- 4) Quvvat relesini kuchlanish zanjiri buzilganda yo'nalishini noto'g'ri tanlash mumkinligi;

Yo'naltirilgan maksimal himoya asosiy himoya sifatida kuchlanishi 35 kV li ikki tomonlama ta'minlanuvchi liniyalarda ishlatiladi. 110 va 220 kV liniyalarda yo'naltirilgan himoya extiyot himoya (yordam) sifatida, kesim bilan birgalikda esa asosiy himoya sifatida ishlatiladi.



Rasm 3. Sabr vaqtni pog'onali asosda tanlash.

Nazorat savollari.

1. Yo'naltirilgan maksimal tok himoyasi qanday parametrlarga ta'siran javob beradi.
2. Quvvat yo'nalishi relesi sifatida qanday relelar ishlatiladi.
3. Yo'naltirilgan maksimal tok himoya sxemalarida quvvat relesini qanday
4. Sabr vaqtni pog'onali asosda tanlashni tushuntiring.
5. Himoyani kamchiliklari ayting.
6. Himoya parametrlarini aniqlash formulalarini keltiring.

10-Mavzu. Differentsial himoyalar. Tokli bo'ylama differentsial himoya.

Elektr stantsiya yoki podstantsiya shinalaridan uzatiluvchi liniyalarda ET turgunlik shartiga asosan qisqa tutashuvda liniyani himoyalayotgan chegarada tezda uzish kerak. Bu talabni tokli kesim himoyasi bilan bajarib bo'lmaydi, chunki uni ta'sir oraligi himoyalayotgan liniyani to'la o'z ichiga olmaydi. Bunday xolatlarda himoya qilinayotgan liniyani to'la o'z ichiga oluvchi tezkor himoya, ya'ni differentsial himoya qo'llaniladi.

Differentsial – lotincha «ayirma» degan ma'noni anglatadi. Differentsial tokli himoya esa toklarining ayirmasiga bog'liq ravishda ishlaydigan himoya hisoblanadi. Differentsial himoyalar absolyut tanlovchanlikka ega, ular liniyaning hamma uzunligi bo'yicha tez o'chirish uchun qo'llaniladi.

Differentsial himoya sodda va ishonchli. Liniyani xar kandy nuktasidagi qisqa tutashuvda kutish vaqtsiz ishga tushadi, o'ta yuklanish va tebranishlardan ta'sirlanmaydi. Differentsial himoyani kamchiligi – kimmatbaxo xisoblanadi. Bunday himoyalar 110,220 kV kuchlanishli liniyalarda 10-15 km uzunlikda ko'llaniladi.

Differentsial himoyalarning ikkita turi bor:

1. Bo'ylama differentsial himoya.
2. Ko'ndalang differentsial himoya.

Bo'ylama differentsial himoyalar

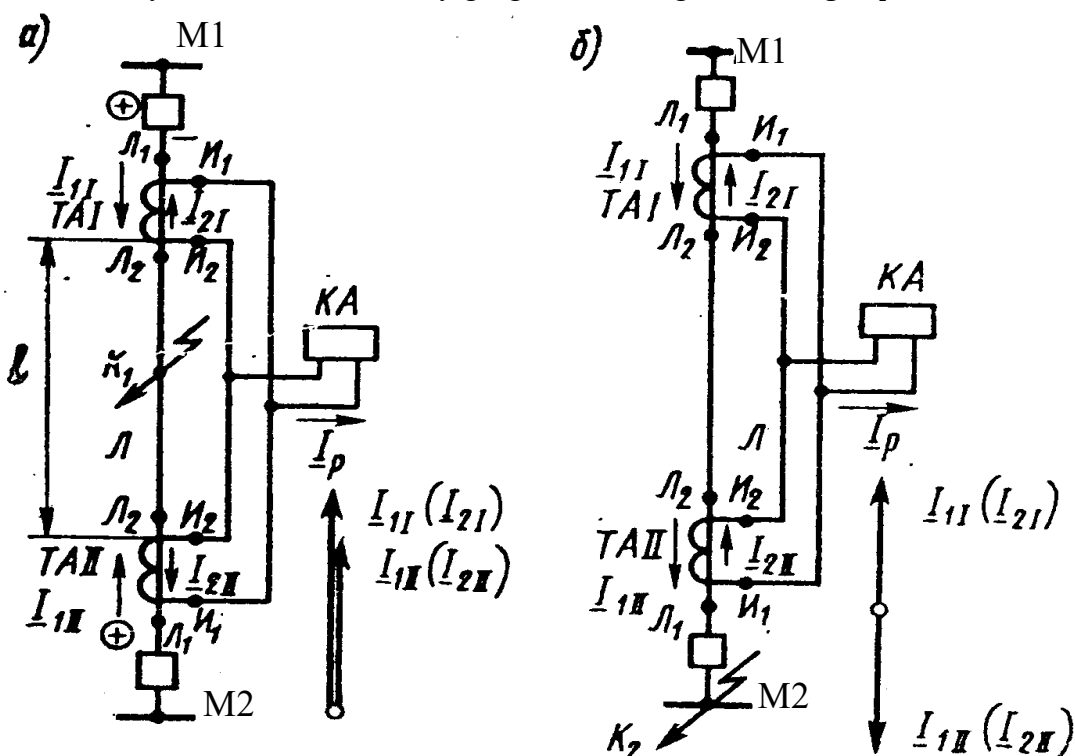
Bunday himoyalar alohida elementlarni himoyalash uchun qo'llaniladi.

Himoyalananayotgan elementning boshidagi va oxiridagi toklar solishtiriladi.

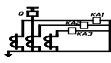
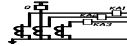
Bu turdagi himoyalarni ikki xil sxema orqali yig'ish mumkin:

1. Aylanuvchi toklar bilan;
2. Muvozanatlangan kuchlanish bilan.

1-rasmda aylanuvchi toklar bilan yig'ilgan sxemadagi toklarning taqsimlanishi va ularning



vektor diagrammalari ko'rsatilgan. Unda tok transformatorlari TA1, TA2 va tok releasi KA parallel ulangan.

Reledan o'tayotgan tok , ikkilamchi toklarning geometrik yig'indisiga teng. TA1 va TA2 tok transformatorlari bilan chegaralangan L zonada qisqa tutashuv sodir bo'lsa, (K1 nuqta)  va  toklar manbalardan K1 nuqtaga qarab yo'nalishadi, unda .

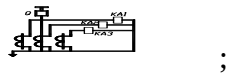
Reledan oqayotgan tok I_R , uning ishlash tokidan katta bo'lganda himoya ishga tushadi ($I_R > I_{Ish}$).

Normal ish rejimida va qisqa tutashuv K2 nuqtada bo'lgan xol uchun , ya'ni ikkilamchi toklar bir biriga teng, hamda ular π burchakka farq qiladi.

Shuning uchun , ya'ni himoya ishga tushmaydi.

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

Aslida ikkilamchi toklar  va  teng emas, chunki tok transformatorlari xatolikka ega.



Bu yerda:

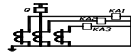


– I manbaning keltirilgan toki;

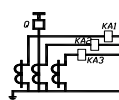
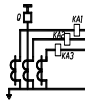


– I tok transformatorining magnitlovchi toki;

Xudi shuningdek

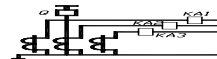


;



,

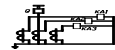
Normal xolda reledan o'tayotgan tok



– nobalanslik toki deb ataladi.

Yuqoridagi formuladan ko'rinib turibdiki, reledan oqayotgan tok  magnitlovchi toklarga bog'lik, ular esa ikkita teng tok transformatori uchun har doim xar xil bo'ladi.

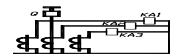
Himoyaning ishlash toki



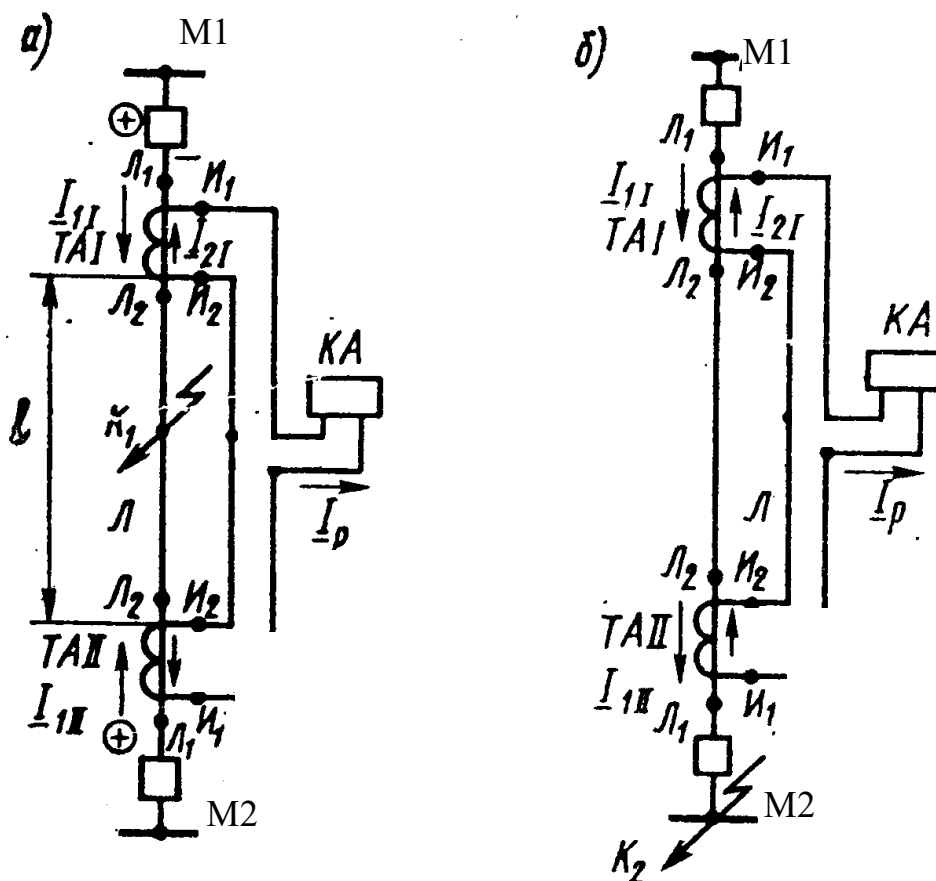
shartiga ko'ra aniqlanadi.

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

Shuning uchun nobalanslik tokining maksimal qiymati nodavriy tokning maksimal vaqtiga tug'ri keladi.



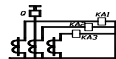
Muvozanatlangan kuchlanishli himoya.



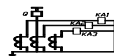
2-rasm. Muvozanatlanuvchi kuchlanishli sxemasi

Bu sxemada tok rele si KA TTning ikkilamchi cho'lg'amlariga ketma – ket ulanadi, K1 nuqtadagi qisqa tutashuvda EYuK ye_{2I} va ye_{2II} lar hosil qilgan toklar qarama – qarshi yo'nalgan bo'lib, I_{RQ0} .

Birlamchi toklar I_{1I} q I_{1II} TTlarning xatolilari EYuK ye_{N.B} ni hosil qiladi, EYuK ta'sirida tok $I_{N.B}$ paydo bo'ladi. Relening ishlash toki



K₂ nuqtadagi qisqa tutashuvda esa



Demak, differentsial himoya ishga tushadi. Agar differentsial himoya uchun oddiy tok relelari ishlatilsa, himoyaning sezgirligi yetarli bo'lmaydi. Differentsial himoyani sezgirligini oshirish uchun qo'yidagilar amalga oshiriladi:

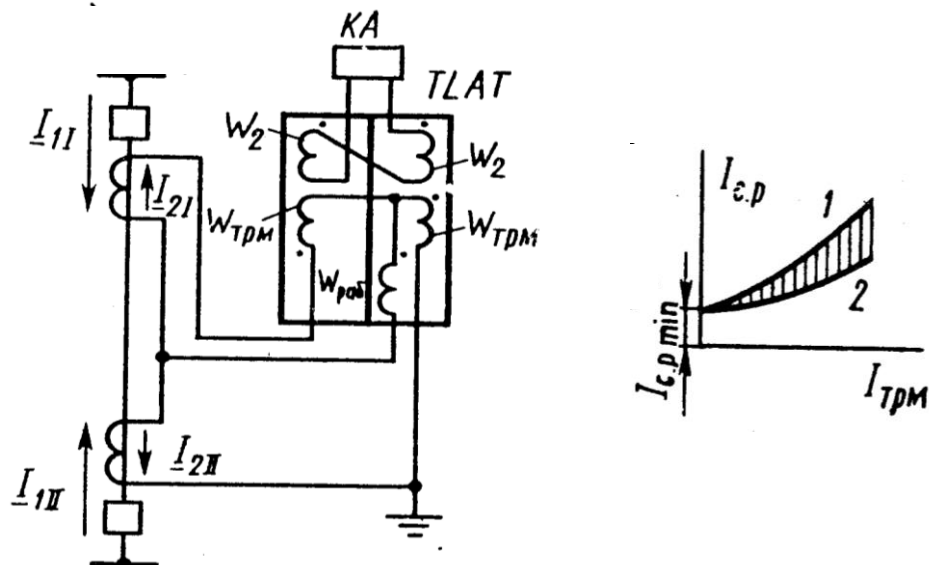
1) Nodavriy tokdan foydalanish usuli;

Bu usulni qo'llash RNT rele si yordamida amalga oshiriladi. Reledan sinusoidal tok o'tganda RNT reledagi tez to'yunuvchi TT oddiy transformator kabi ishlayveradi, uni ish bajaruvchi organi – tok relesiga ta'sir etmaydi.

Nodavriy tok paydo bo'lishi bilan RNT reledagi TT ning to'yinishi ortadi, magnitlovchi I_{mag} ham oshadi; ikkilamchi tok esa kamayadi, chunki transformatsiya yomonlashadi, natijada himoyaning sezgirligi kamayadi. Nodavriy tok so'nishi bilan RNT dagi TT ning normal ishi qayta tiklanadi.

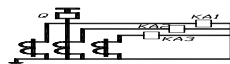
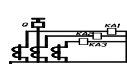
Himoyaning murakkablashishi qisqa vaqt davom etadigan o'tkinchi nobalanslik tokining o'tish vaqtida yuz beradi, ya'ni himoya nodavriy tok so'nguncha ishlamaydi.

2) Himoyani maxsus «tormoz» cho'lg'amli rele yordamida amalga oshirish usuli. Noballanslik toki I_{nb} turg'un ish holatlarida katta qiymatga ega bo'lishi mumkin. Maxsus reledagi tormoz cho'lg'ami katta I_{nb} toklardan sozlash imkonini beradi,



3-rasm. Magnit tormozli differentsial himoya

bu cho'lg'amdagi tok I_{TRM} ning oshish darajasiga mos ravishda to'yinish ham ortadi, natijada ish cho'lg'ami W_{ish} dagi tokning ikkilamchi cho'lg'am W_2 ga transformatsiyasi yomonlashadi.



Tormoz cho'lg'amidagi tokning oqimi ta'sirida induktsiyalangan EYuK relening ishlashiga ta'sir ko'rsatmasligi uchun ikkilamchi cho'lg'ami W_2 EYuK ni muvozanatlanadigan qilib ulanadi.

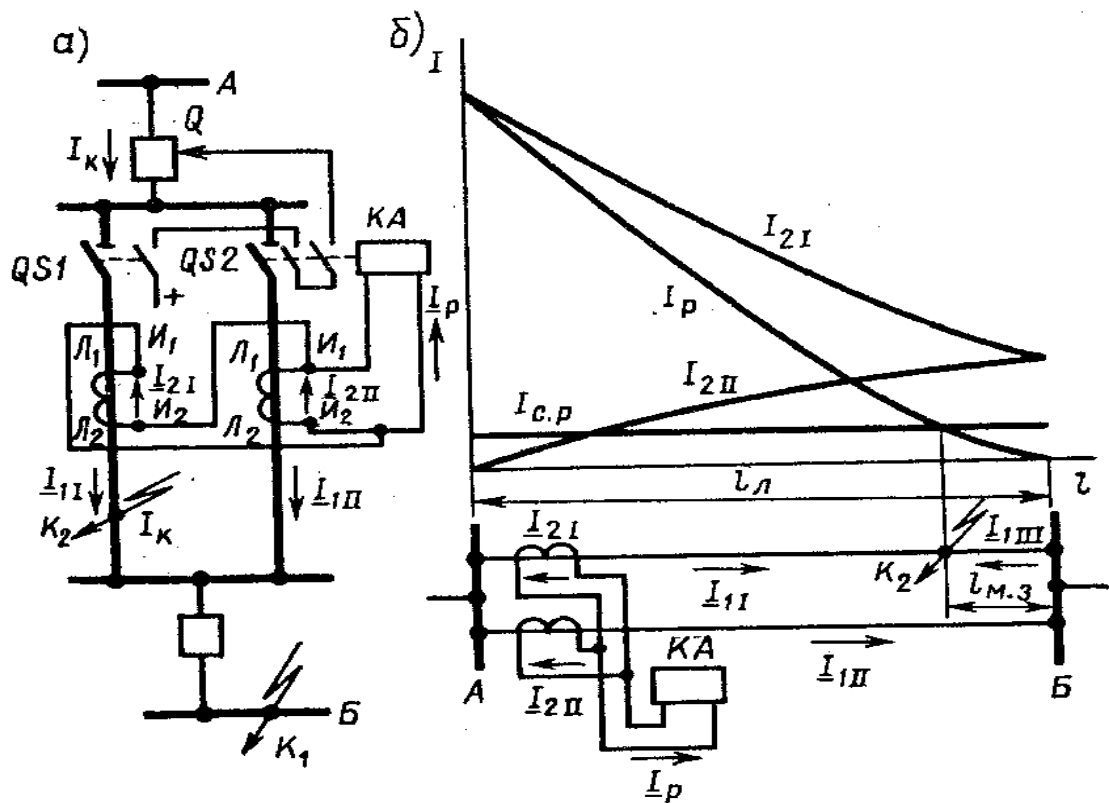
Nazorat savollari

1. Differentsial himoya so'zini ma'nosini ayting.
2. Differentsial himoyani qanday turlarini bilasiz.
3. Bo'ylama differentsial himoyalar qanday sxemalar asosida yigiladi
4. Nobalanslik toki nima.
5. Magnit tormozli differentsial himoyani tushuntiring.

11-Mavzu. Tokli ko'ndalang differentsial himoya

Bu turdagi himoyalar parallel liniyalarning bir xil nomli fazalaridagi toklarni solishtirishga asoslangan. Liniyalarning qarshiliklari teng bo'lishi yoki juda kam farq qilish kerak. 1-rasmدا liniyaning ko'ndalang differentsial himoyasi sxemasi keltirilgan.

Tok releasi KA faza toklarining ayirmasiga ulanadi. Bunda reledan o'tayotgan tok teng $I_{rQ} I_{2I} - I_{2II}$. Normal xolatlarda, tashqi qisqa tutashuvlarda reledan faqat nobalanslik toki oqib o'tadi. Shuning uchun releni ishlash toki $I_{rish} q_{kots} \cdot I_{nb.x.max}$



1-rasm. Liniyaning ko'ndalang differentsial himoyasi

a) ishlash printsipi

b) «o'lik zonani» aniqlash

Qisqa tutashuv K_2 nuqtada sodir bo'lsa $I_r = G' I_{2I} - I_{2II} G' \geq I_{rish}$, bu tok himoyani ishlashga olib keladi, natijada o'chirgich o'chadi. Qisqa tutashuv himoya o'rnatilgan joydan uzoqlashgan sari toklar munosabati liniyaning qarshiligiga proporsional ravishda o'zgarib boradi.

Liniyaning ma'lum bir uzunligida reledagi tok relening ishlash tokidan kichik bo'lib qoladi: $I_r < I_{rish}$, bu xolatda himoya ishga tushmaydi. Liniyaning bu qismi «o'lik zona» deb aytiladi. O'lik zonada qisqa tutashuvni o'chirish uchun qo'shimcha himoya o'rnatilishi kerak.

$l_o = I_{rish} \cdot l / I_k$, agar bu zonaning uzunligi liniya uzunligining 10% ga teng bo'lsa himoya effektiv xisoblanadi.



Yo'naltirilgan ko'ndalang differentsial himoya.

Yo'naltirilgan ko'ndalang differentsial himoyalar aloxida o'chirgichlar bilan jixozlangan parallel liniyalarni himoyalash uchun qo'llaniladi. Bunday liniyalarni himoyasiga qo'yiladigan talab – himoya fakat shikastlangan liniyani o'chirishi kerak. Bunday talabni bajarish uchun himoya sxemasiga ikki tomonlama ta'sirli bitta yo'naltirilgan quvvat releasi yoki ikkita

yoʻnaltirilgan quvvat relesi kiritiladi. Xar bir rele bitta liniyani oʻchirishi kerak. Quvvat va tok relelarini tok chulgamlari oʻzaro ketma-ket va tok transformatorlarini ikkilamchi chulgamlariga (parallel liniyalarni toklar farkiga) parallel ulanadi. $I_p = I_1 - I_2$

Tok relesi himoyani ishga tushiruvchi rele funktsiyasini bajaradi. Yoʻnaltirilgan quvvat relesi shikastlangan liniyani aniklash uchun xizmat kiladi. Ishga tushiruvchi rele ishga tushganda yoʻnaltirilgan quvvat relesiga signal keladi. Quvvat yoʻnalish relesi ikkita liniyadan kaysi biri shikastlanganidan kelib chikib oʻzining yuqori yoki pastki kontaktini tutashtiradi. Parallel liniyalarni xar kanday nuqtasidagi qiska tutashuvda himoya sxemasida I_p tok paydo boʻladi va u xarakatga keltiradi. L1 liniyada qiska tutashuvda I_p tok musbat yoʻnalishga, L2 liniyada qiska tutashuvda esa I_p tok teskari yoʻnalishga ega boʻladi.

Nazorat savollari

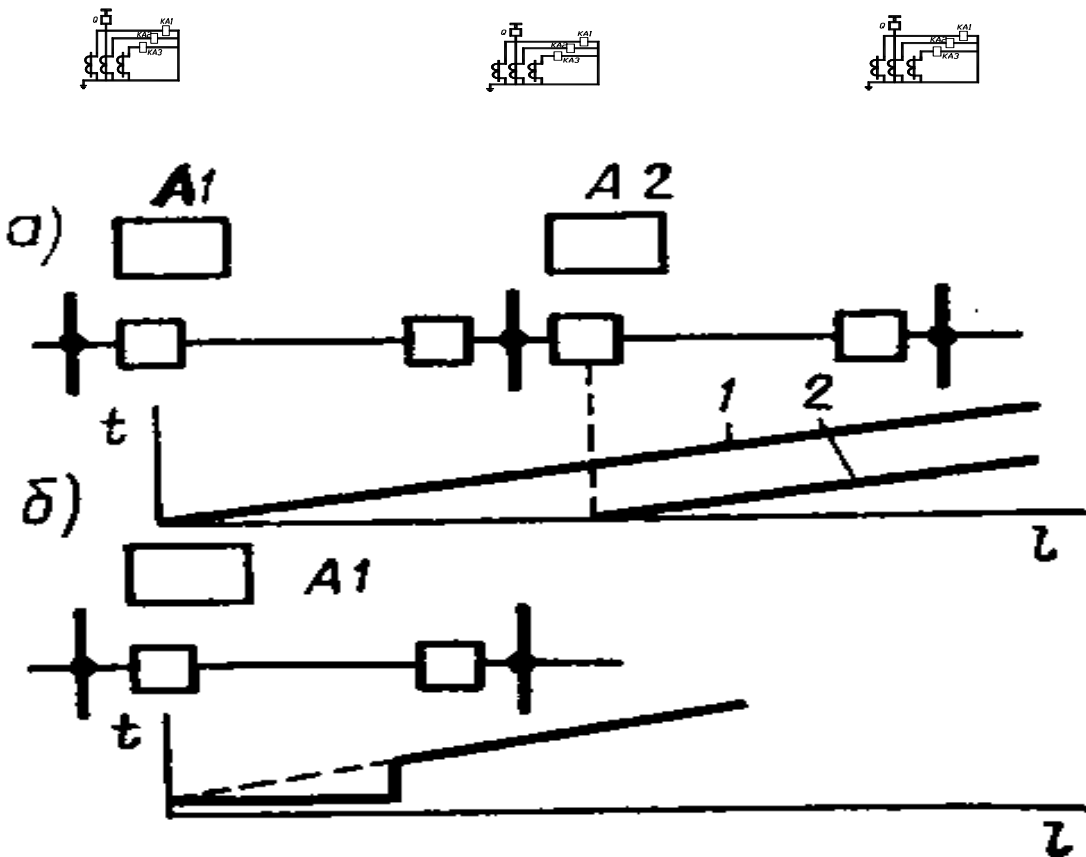
1. Tokli differentsial himoyani ishlash printsipi nimaga asoslangan.
2. Oʻlik zona kanday aniqlanadi.
3. Yoʻnaltirilgan koʻndalang differentsial himoyani ishlash printsipini tushintiring.

12-Mavzu. Masofali himoyalar.

Bir nachta manbali va murakkab sxemali tarmoklarda maksimal va yoʻnaltirilgan himoyalar qisqa tutashuvni selektiv oʻchirish imkoniyatiga ega emas. Bunday tarmoklarda masofali himoyalar koʻllaniladi. Masofali himoyalar tanlovchanlikni, kerakli tezkorlikni va sezgirlikni taʼminlay oladi.

Himoyaning ishlash vaqti himoya oʻrnatilgan joy bilan qisqa tutashuv nuqtasi orasidagi masofaga bogʻliq.

Himoyaning asosiy organi (qismi) – masofali organ - bu qarshilik relesi. Qarshilik esa masofaga bogʻliq



1-rasm. Distansion himoyaning sabr vaqti xarakteristikasi.

$t=f(L_{RK})$ – masofali himoya sabr vaqtining xarakteristikasi. Bu xarakteristika uch turda: sekin kupayuvchi, pogʻonalik va aralash boʻladi.

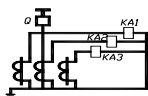
Eng koʻp tarqalgan turi – bu pogʻonalik xarakteristikali himoya, shikastlanishlar tez oʻchirilishini taʼminlaydi, pogʻonasi uchta himoya zonasi ham uchta sabr vaqtli (t_I , t_{II} , t_{III})

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

Himoyaning asosiy qismlari:

1 – ishga tushuruvchi qism, tok relelari yoki toʻla qarshilik rele si amalga oshiradi.

2 – distantson qism – qisqa tutashuv joyini aniqlaydi, minimal qarshilik relelari amalga oshiriladi.



3 – Sabr vaqtini hosil qiluvchi qism – vaqt relelari yordamida bajariladi.

4 – quvvat yoʻnalishini aniqlovchi qism – himoyani biri tomonlama ishlashda imkon beradi.

5 – blakirovka – himoya notoʻgʻri ishlaganda avtomatik ravishda himoyani ishdan toʻxtatadi.

Himoyaning ishlashi.

Liniyaning K_1 , K_2 , K_3 nuqtalarida qisqa tutashuv sodir boʻlsa (shinadan liniyaga qarab) ishga tushuruvchi qism ishlay boshlaydi:

K_1 nuqtada t_I vaqt bilan,

K_2 nuqtada esa KZ2 t_2 vaqt bilan.

K_3 nuqtada KZ1 va KZ2 lar ishga tushadi.

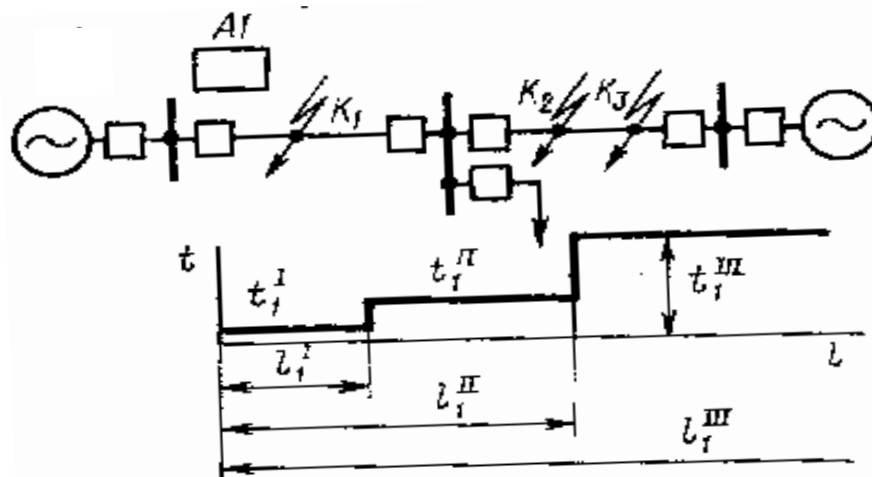
Koʻpincha vaqt rele si (KT) ishlatilmaydi, himoyaning sabr vaqti KA , KW va KZ1 relelarning vaqti bilan aniqlanadi.

Bunday himoyalar kuchlanishi 35 kV gacha boʻlgan tarmoqlarda qoʻllaniladi.

Masofali himoya sxemalarida juda koʻp rele ishlatiladi. Relelar sonini kamaytirish uchun himoyaning distantson qismida yarimoʻtkazgichli relelar qoʻllaniladi.

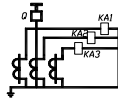
Himoyaning parametrlari – Z_{ish} va t_{ish} Bu kattaliklar himoyaning har bir pogʻonasi uchun alohida aniqlanadi.

Qarshilik rele si – KZ kuchlanish U_R tok I_R ga boʻlgan nisbatining kamayishiga taʼsiran



1-rasm. Uch pogʻonali yoʻnaltirilgan masofali himoya

javob beradi.



Qisqa tutashuv vaqtida kuchlanish kamayadi, tok oshadi. U_R va I_R larni tanlashda



nisbat qisqa tutashuvning barcha turlarida bir xil bo'lib, qisqa tutashuv joyigacha bo'lgan masofaga proporsional bo'lishi kerak.

Himoyaning afvzalliklari qo'yidagilardan iborat:

1. Barcha turdagi tarmoqlarda tanlovchan;
2. 1 – pog'andagi sabr vaqti t_{q0} , qisqa tutashuv manbaga yaqin bo'lsa, himoya juda tez ishga tushadi;
3. Sezgirligi yuqori.

Kamchiliklari esa qo'yidagilar:

1. Sxemalari murakkab, chunki relelarning soni ko'p;
2. Pog'onalarining sabr vaqtlari turlicha, shuning uchun asosiy himoya sifatida qo'llanilmaydi;
3. Yuklama toklariga ham ta'siran javob berishi mumkin.

Nazorat savollari

1. Masofali himoyaga ta'rif bering.
2. Masofali himoyani ishlash vaqti kandy parametrqa boglik.
3. Himoyani asosiy organi nima va u kandy parametrqa boglik.
4. Masofali himoyani afzalligi va kamchiliklarini ayting.

13-Mavzu. Sinxron generatorlar, sinxron va asinxron matorlardagi shikastlanish va nonormal xolatlar.

Sinxron generator va motorlarda qo'yidagi shikastlanishlar bo'lish mumkin:

1. Stator cho'lg'amida ko'p fazali hamda bir fazali qisqa tutashuvlar
2. Bir fazadagi cho'lg'amlarning o'zaro tutashuvi
3. Sinxron motorlar uchun rotor cho'lg'aming yerga ulanishi.

Bu shikastlanishlar natijasida motorda tok oshadi, tarmoqda kuchlanish pasayishi sodir bo'ladi. Shuning uchun ko'p fazali qisqa tutashuvdan himoya sabr vaqtsiz o'chirishga ishlaydi.

Motorni 1 fazali qisqa tutashuvdan himoyasi tarmoqning betaraf nuqtasi holati bilan aniqlanadi.

1000 V gacha tarmoqlarda betaraf nuqta yerga tutashtirilgan bo'ladi va bu 1 fazali qisqa tutashuv sabr vaqtsiz o'chiriladi.

Yuqori kuchlanishli tarmoqlarning betaraf nuqtasi yerdan izolyatsiyalangan yoki yoy so'ndiruvchi reaktor orqali ulangan bo'ladi. Shuning uchun bir fazali qisqa tutashuv ko'p xollarda xavfli hisoblanmaydi va himoya xabar berish uchun ishlaydi.

Cho'lg'amlarni o'zaro tutashuvi natijasida nominal tok oshadi, magnit o'zak va shikastlanmagan cho'lg'amlar ortiqcha qiziydi, bu xolat izolyatsiyani yanada ko'proq buzadi. Shuningi uchun fil trli tok himoyasi taklif etiladi.

Sinxron generator, sinxron va asinxron motorlarning nonormal rejimlari:

1. Yuklama ortishi;
2. Kuchlanishning pasayishi natijasida aylanishlar sonini kamayishi;
3. Uzoq davom etadigan ishga tushish;
4. Asinxron rejim (sinxron generator va motorlar uchun)
5. Ta'minlovchi tarmoq fazasining uzilishi;
6. Motorning mexanik qismini shikastlanishi.

Sinxron generator va motorlarni sinxronizmidan chiqib ketishi oqibatida asinxron rejim sodir bo'ladi. Bu quyidagilar natijasida bo'lishi mumkin:

1. tarmoqdagi kuchlanish pasayishi;
2. qo'zg'atish tokini kamayishi;
3. yuklamani ortishi natijasida.

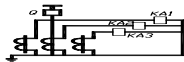
Nazorat savollari

1. Generator va motorlarda kandy shikastlanish turlari bo'ladi.
2. Generator va motorlarda kandy nonormal xolatlr uchraydi.
3. Sinxron generator va motorlarni asinxron rejimga o'tish sabablarini tushuntiring.

14-Mavzu. Sinxron generatorlar, sinxron va asinxron matorlarning himoyalari.

Asinxron motorlarning himoya turlari. Kichik quvvatli, kuchlanishi $U \leq 1000$ V bo'lgan motorlarni himoyalash uchun eruvchan saqlagichlar ishlatiladi. Bunda tokning maksimal qiymati ($I_{ish\ maks}$) sifatida motorning nominal (I_{nom}) toki olinadi. O'ta yuklanish toki ($I_{u.yuk}$) ishga tushish tokiga (I_{ish}) teng qilib olinadi.

Saqlagichning eruvchan qismidagi tok ($I_{s\ nom}$) quyidagi shartlar asosida tanlanadi:



Quvvati 2000 kVt dan yuqori bo'lgan motorlar uchun 2 ta releli sabr vaqtsiz tokli kesim ishlatiladi, quvvati 5000 kVt dan yuqori bo'lgan motorlar uchun TK 3 ta rele yordamida bajariladi.

Ichki qisqa tutashuvdan quvvati 2 MVt va undan katta bo'lgan motorlar uchun tokli himoya qo'llaniladi (chunki motor ta'minlash manbasidan uzoq joylashgan), agar MTH talab qilingan sezgirlikni ta'minlamasa, 1 fazali qisqa tutashuvdan himoya bir transformatorli nol ketma-ketlik fil triga ulanadi. Differentsial tokli himoya quvvati 2 MVt va undan katta bo'lgan motorlar uchun ishlatiladi.

Katta toklardan himoyaning turlari:

1. tokli ;
 2. issiqlik yoki liniyaning kuchlanishishiga qarab.
- Asinxron motorning qisqa tutashuvdan maksimal tokli himoyasi:

1. bevosita ta'sir etuvchi releli;
2. bilvosita ta'sir etuvchi releli o'zgaruvchan operativ tokda;
3. bilvosita ta'sir etuvchi releli o'zgarmas operativ tokda qilib bajariladi.

Betaraf nuqtasi yerdan izolyatsiyalangan tarmoqlarda ishlovchi motorlarni himoyasi faqat ikki fazali qisqa tutashuvlarda ishlaydi.

Himoya odatda ikki fazali va bir releli qilib tuziladi.

Sinxron generator va motorlar himoyasi.

Ulardan himoya sabr vaqtsiz qilib bajariladi. Sinxron motorlardagi 1 fazali qisqa tutashuvlardan himoya asinxron motorlar himoyasiga o'xshab bajariladi va himoya o'chirishga ta'sir etadi. Sinxron motorlarni yuklama ortishidan himoyasi AD himoyasiga o'xshab bajariladi.

Sinxron motor uzoq asinxron rejimga mo'ljallanmagan. Shuning uchun asinxron rejimdan himoya o'rnatiladi.

Muhim bo'lmagan motorlarda himoya o'chirishga ta'sir etadi.

O'ta muhim motorlarda esa himoya resinxronlash qurilmasiga, avtomatik yuk tushirish yoki o'chirishga ta'sir etadi. Sinxron motorlarning himoya turlari asinxron motorlarnikiga o'xshagan bo'ladi.

Sinxron motorni asinxron rejimdan himoyalash sxemalari:

1. o'zgarmas operativ tokda
2. o'zgaruvchan operativ tokda bajariladi.

Asinxron rejimda stator cho'lg'amida vaqt bo'yicha pul satsiyalanadigan tok I_{DV} oqib o'tadi. Uning maksimal qiymati motorning nominal toki $I_{DV,NOM}$ dan bir necha barobar katta. Bu tok himoya ishi uchun ishlatilishi mumkin. Shu maqsadda induktsion tok releasi qo'llaniladi. I_{DV} toki ta'sirida ushbu relening qo'zg'aluvchan qismi sekin – asta xarakatlanishi mumkin, I_{DV} kamayganda u boshlang'ich xolatiga qayta olmaydi. Buning uchun RT – 80 releasi yordamidagi himoyaning ishlash toki $I_{DV,MAX} > 3 I_{ish}$ ga ega bo'lishi kerak.

Asinxron motorning katta toklardan tokli himoyasi.

Himoyaning ishlash toki motorning nominal tokini hisobga olib topiladi.

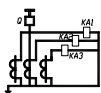
Sabr vaqti aniqlanayotganda ikki shartni bajarilishi hisobga olinadi:

1. normal ishga tushirishda yoki o'z-o'zidan ishga tushishida ishlab ketmasligi;
2. cho'lg'am qizib ketmasligi.

Odatda bular bir-biri bilan bog'langan, ishga tushish va o'z-o'zidan ishga tushish vaqti 10-15 sekundni tashkil qiladi, shuning uchun tok releining maxsus turlari kerak bo'ladi.

Differentsial tokli himoya

Quvvati katta bo'lmagan motorlarda differentsial tokli himoya odatda ikkita tok releasi bilan ikki fazali qilib bajariladi. Bunda sezgirlik yetarli darajada yuqori bo'ladi:



$$I_{s.z} = (1,5-2) I_{nom} \quad (\text{ikki fazali}$$

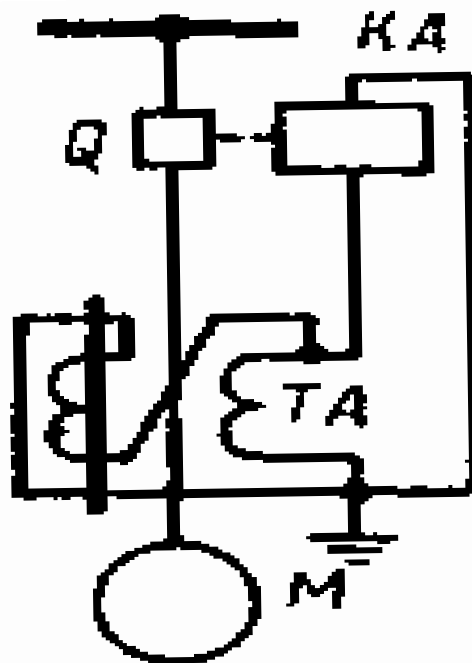
qisqa tutashuvda)

Katta quvvatli motorlarni himoyalashda (5000 kVt va yuqori) sezgirlikni oshirish uchun differentsial zanjirda to'yingan tok transformatorli tok releasi qo'llaniladi. Differentsial himoya uch fazali qilib bajariladi. Betaraf nuqtali yerdan izolyatsiyalangan tarmoqlar uchun nolli ketma-ketlik himoya nolli ketma-ketlik toklari fil triga ulanadi. U odatda nolli ketma-ketlik tok transformatori qilib bajariladi va motor ulangan kabellarda o'rnatiladi. Himoya sabr vaqtsiz o'chirishga ta'sir etadi.

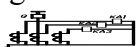
Sabr vaqti. O'ta muhim motorlarni o'z – o'zini ishga tushishini ta'minlash sharti bo'yicha ishlash vaqti iloji boricha kichik bo'lishi kerak. Boshqa tomondan kuchlanishning qisqa vaqtli pasayishlarida motorlarni o'chirish mumkin emas.

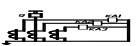


yetarli hisoblanadi.

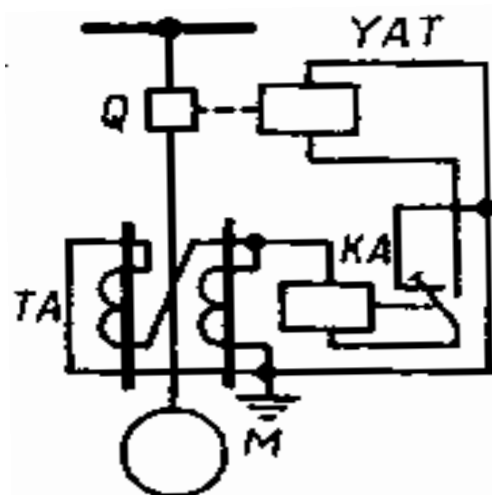


Texnologik jarayon va texnika havfsizligi bo'yicha motorlarni o'chirish uchun mo'ljallangan himoyaning sabr vaqti shunday tanlanishi kerakki, bunda ular tarmoqda kuchlanish uzoq vaqt davomida pasayganda yoki yo'qolganda, ishlasin. Odatda bu  ni tashkil etadi.

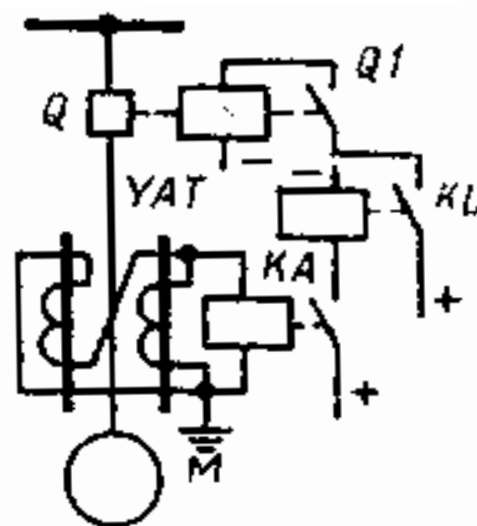
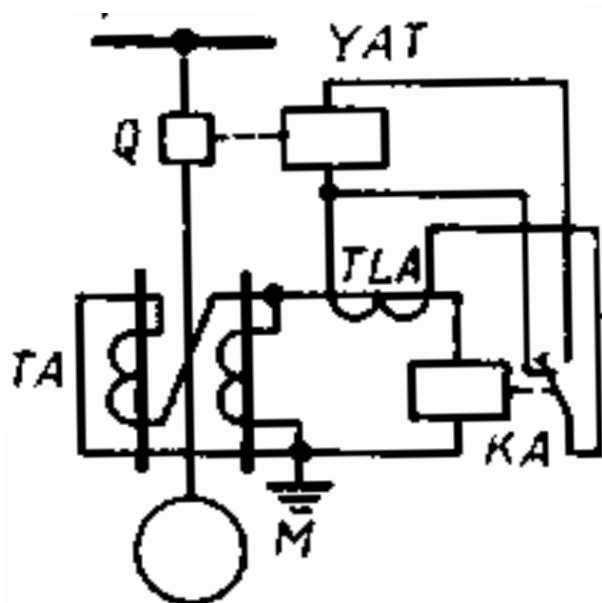
Ishchi kuchlanishi. Tashqi q.t. o'chirilgadan so'ng o'z – o'zidan ishga tushishni va minimal kuchlanish relesini qaytarishni ta'minlash shartlari bo'yicha: 

Agar himoya muhim motorlarni o'chirishi kerak bo'lsa, unda qo'shimcha ishga tushirish organi V ko'zda tutiladi: 

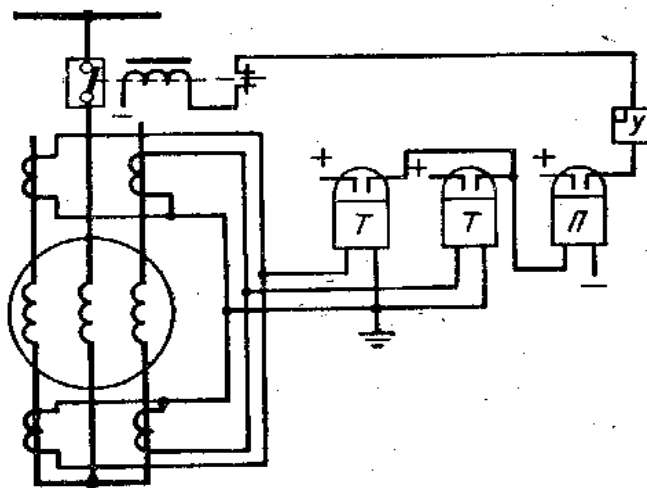
Rasmlarda sinxron generator, sinxron va asinxron motorlarni himoyalash sxemalaridan namunalar keltirilgan.



1 – rasm. Asinxron motorlar TK himoya sxemalari.

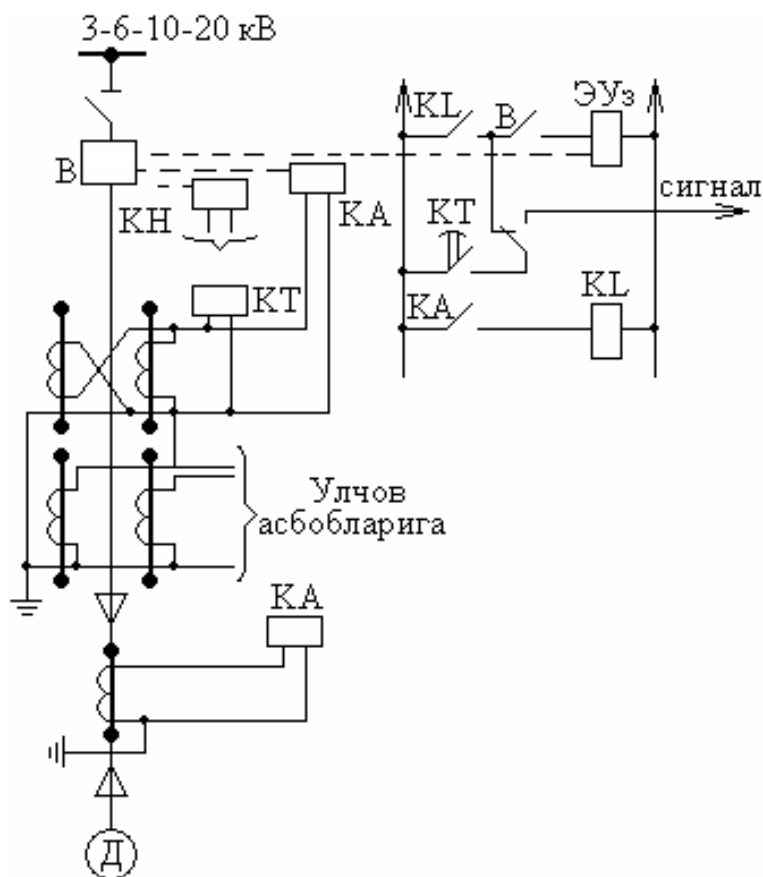


2 – rasm. O'zgaruvchan va o'zgarmas tokda ishlovchi releli himoya sxemalari.



3 – rasm. Katta quvvatli motorning differentsial himoya himoyasi.

Quvvati 2000 kVt gacha bo'lgan yuqori kuchlanishli asinxron motorni rele himoyasi 4-rasmda keltirilgan. Rele himoyasini sxemasi o'zgaruvchan operativ tokda bajarilgan va sxemada fazalararo qisqa tutashuv, bir fazali yer bilan qisqa tutashuv, o'ta yuklanish toki va minimal kuchlanishdan himoya ko'zda tutilgan.



4-Rasm. Quvvati 2000 kVt gacha bo'lgan yuqori kuchlanishli asinxron motorni rele himoyasi sxemasi.

Fazalararo qisqa tutashuvdan himoyada himoyani ishga tushirish toki dvigatelni ishga tushirish tokidan kelib chiqib aniqlanadi.

Bir fazali yer bilan qisqa tutashuvdan himoya yer bilan qisqa tutashuv toki 10 A dan katta bo'lgan dvigatellar uchun o'rnatiladi. Nul ketma-ketli tok transformatoridan keluvchi signal tok releli orqali oraliq relelarga (KL), so'ngra uzish katushkasiga (EUz) ta'sir etadi.

O'ta yuklanish tokidan himoyalash KA rele bilan bajariladi. O'ta kuchlanishdan himoyalash qayta ulagichni xolatiga mos ravishda signal berishga yoki uzishga ta'sir etadi. Bunday himoya texnik sabablarga ko'ra o'ta yuklanish sodir bo'ladigan dvigatellarga yoki og'ir sharoitda ishga tushuvchi dvigatellarga o'rnatiladi. Minimal kuchlanishdan himoya viklyuchatel yuritmasiga joylashtirilgan KV kuchlanish relesi bilan bajariladi.

Yuqorida sanab o'tilgan himoyalar, barcha yuqori kuchlanishli asinxron va sinxron motorlar uchun qo'llaniladi. Bundan tashqari katta quvvatli sinxron motorlarda qo'shimcha himoya va nazorat turlari qo'llaniladi.

Nazorat savollari

1. Asinxron motorlarni kanday himoya turlarini bilasiz.
2. Sinxron motorlar asinxron rejimdan kanday himoyalanadi.
3. Asinxron motorlar TK himoya sxemalarini tushuntiring.
4. Katta quvvatli motorning differentsial himoya himoyasini tushuntiring..

15-Mavzu. Transformatorlarda shikastlanishlar va nonormal xolatlar va ularning himoyalari.

Transformatorlarda yuz beradigan shikastlanishlar va nonormal xolatlar:

1. Cho'lg'amlardagi va tashqi uchlaridagi fazalararo va bir fazali qisqa tutashuvlar;
2. Magnit o'tkazgichning shikastlanishi.

Bir fazali q.t. 2-xil bo'lishi mumkin; yerga nisbatan yoki bir fazadagi cho'lg'amlar orasidagi (cho'lg'amli). Ko'pincha bir fazali va fazalararo q.t. transformatorning tashqi uchlarida va cho'lg'amlarida sodir bo'ladi.

Fazalararo izolyatsiyaning mustaxkamligi uchun fazalararo q.t. juda kam uchraydi. Betaraf nuqtasi izolyatsiyalangan tarmoqlarda bitta fazali yerga tutashavi havotirli, shuning uchun himoya transformatorni o'chirishi kerak.

Betaraf nuqtasi yerga ulangan tarmoqlarda esa shikastlanish toki uncha katta emas, shuning uchun sezgirliги yuqori bo'lgan himoya kerak bo'ladi, himoya signal berish uchun xizmat qiladi. Cho'lg'amlararo q.t. da ham xuddi shunday.

Asosiy ichki shikastlanish – bu magnit o'tkazgichning qizishi, bu ham o'zakning qatlamlari orasidagi izolyatsiyaning buzilishi natijasida yuz beradi, oqibatda isrof oshadi, po'lat o'zak xaddan tashqari qiziydi, bu hammasi izolyatsiyani shidan chiqaradi.

Shuning uchun elektr kattalikka ta'siran javob bermaydigan himoya kerak bo'ladi. Moyli tarnsformatorlar uchun maxsus himoya – gazli himoya qo'llaniladi. Magnit o'tkazgichning qizishi, cho'lg'amlararo qisqa tutashuvlar natijasida elektr yoy hosil bo'ladi, yoyning ta'sirida moy va izolyatsiya materiallari parchalanib, gaz hosil bo'ladi. Shu gazlarga ta'siran javob beradigan himoya gazli himoya deyiladi. Elektr yoyi fazalararo q.t. larda paydo bo'lishini e'tiborga olganda, gazli himoyani universal himoya desa bo'ladi.

Nonormal xolatlar qo'yidagilar iborat:

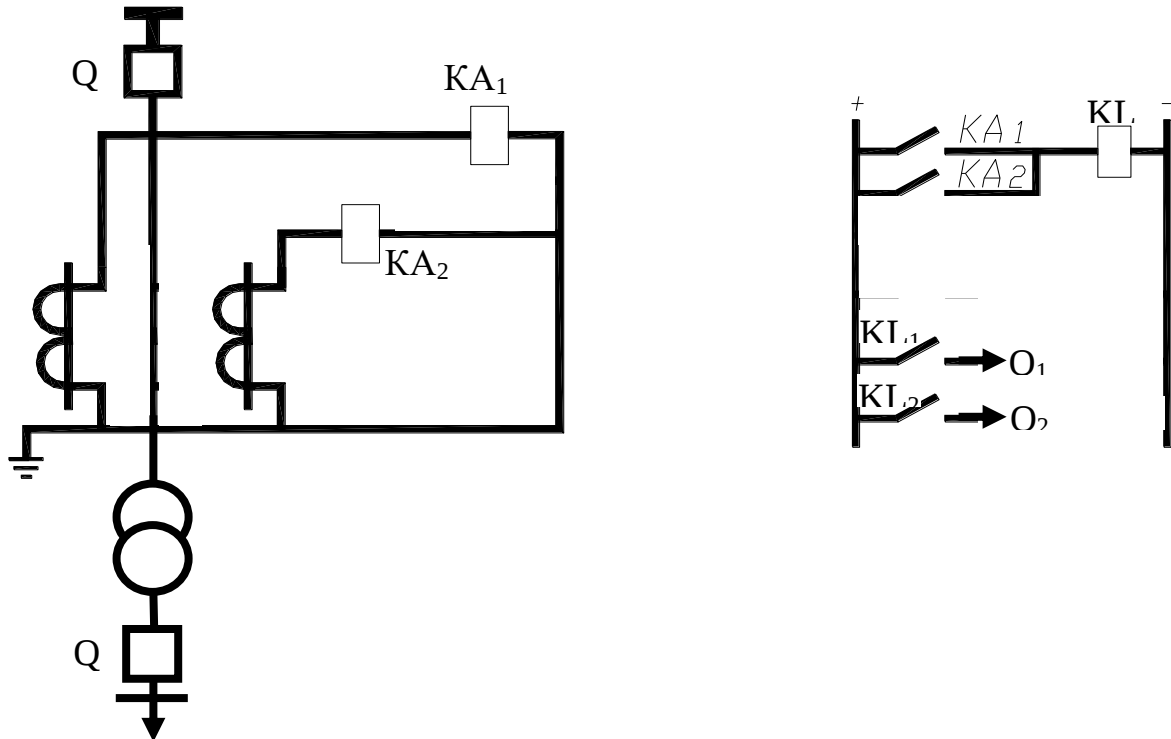
1. Transformatoridan tashqarida bo'ladigan qisqa tutashuv. Bu toklar cho'lg'amlarning izolyatsiyasiga ta'sir qiladi, ulardan himoya qilish uchun MTX qo'llaniladi.
2. O'ta yuklanish, himoya signal berish uchun xizmat qiladi.
3. Moyni kamayishi.

O'ta yuklanish toklarning ruxsat etilgan qiymatlari jadvalda keltirilgan.

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

Tokli himoyalar

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



1-rasm. Pasaytiruvchi transformator ning TK himoyasi

Ishonchli himoya tashkil qilish uchun Q1 va Q2 o'chirgichlar o'chishi kerak. Bir tomonlama ta'minlangan tarmoqlarda Q1 ni o'chirish kerak.

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

TK – eng sodda ham eng tezkor himoya. Lekin bu himoya yordamida katta toklarni ma'lum bir oraliqda (zonada) o'chirish mumkin. Zona transformatorning bir qismini o'z ichiga olib, cho'lg'amli ham yerga ulangan tutashuvlarda himoya bilan birga yig'ilgan sxemalar kichik quvvatli transformatorlar uchun yaxshi himoyani tashkil etadi.

Himoyaning parametrlari quyidagicha:

TK uchun ikki shart bilan aniqlanadi.



1)

bu yerda:

K_n – relening turiga bog'liq ravishda $1,25 \div 1,5$ ga teng deb olinadi.



– transformatoridan keyingi joydagi qisqa tutashuv tokining maksimal qiymati.



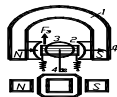
2)

bu yerda:



– magnetlovchi tokning sakrashi.

MTX uchun:



bu yerda:

K_{smz} – kuchlanish pasayganda o‘chib, keyin o‘z – o‘zidan ishga tushuvchi motorlarning toklarini hisobga oluvchi koeffitsient.

$I_{ish\ max}$ – normal ish holatdagi yuklama toklarning maksimal qiymati, bu tok xar xil xolatlar uchun alohida olinadi.

Sezgirlik koeffitsienti ga teng bo‘lsa, himoya sezgir hisoblanadi, aks holda sezgirliги yuqoriroq bo‘lgan himoya qo‘llanishi kerak.

$$K_{sez} = \frac{I_{k.m.muh}}{I_{uu}} \geq 1,3$$



Himoyaning ish vaqti

bu yerda: t_L – transformatoridan ta‘minlanayotgan liniyalar himoyasining eng katta sabr vaqti.

Bir tomondan ta‘minlanayotgan uch cho‘lg‘amli transformatorlarning O‘K va PK cho‘lg‘amlarida shu tomonlardagi o‘chiruvchi qurilmalarga ta‘sir ko‘rsatadigan alohida MTX o‘rnatiladi. chinchii himoya yuk tomonga o‘rnatiladi va bu himoya O‘K va PK cho‘lg‘amlar uchun rezerv bo‘lib xizmat qiladi.

U holda $t_1 > t_2, t_3$, ya‘ni yukdagi himoyaning sabr vaqti O‘K va PK tomondagidan katta.

Ikki va undan ko‘p tomondan ta‘minlanuvchi transformatorlar uchun yo‘naltirilgan himoyalar qo‘llaniladi.

O‘ta yuklanishdan himoya.

Bu himoya bitta fazaga ulangan tok rele si yordamida bajariladi.

Himoyaning ishlash toki:



bu yerda: K_N – ishonchlilik koeffitsienti, 1,05 ga teng qilib olinadi.

I_{NOM} – transformatorning nominal toki;

K_{QAYT} – relening qaytish koeffitsienti.

Sabr vaqti $t_{qt\ max.x} = \Delta t$;

bu yerda: $t_{max.x}$ – transformatoridan ta‘minlanuvchi iste‘molchilar himoyasining eng katta sabr vaqti.

Bu himoya pog‘onali bo‘lib, birinchisi – signal berish uchun, ikkinchisi – bir qism iste‘molchilarni o‘chirish uchun, uchinchi – transformatorni o‘chirishga hizmat qiladi.

Birinchii pog‘onaning sabr vaqti $t_1 = t_{mtx} = \Delta t$

Ikkinchi pog‘onaning sabr vaqti $t_2 < t_{rux}$

t_{rux} – ruxsat etilgan vaqt transformatorning o‘ta yuklanish qobiliyatiga bog‘liq.

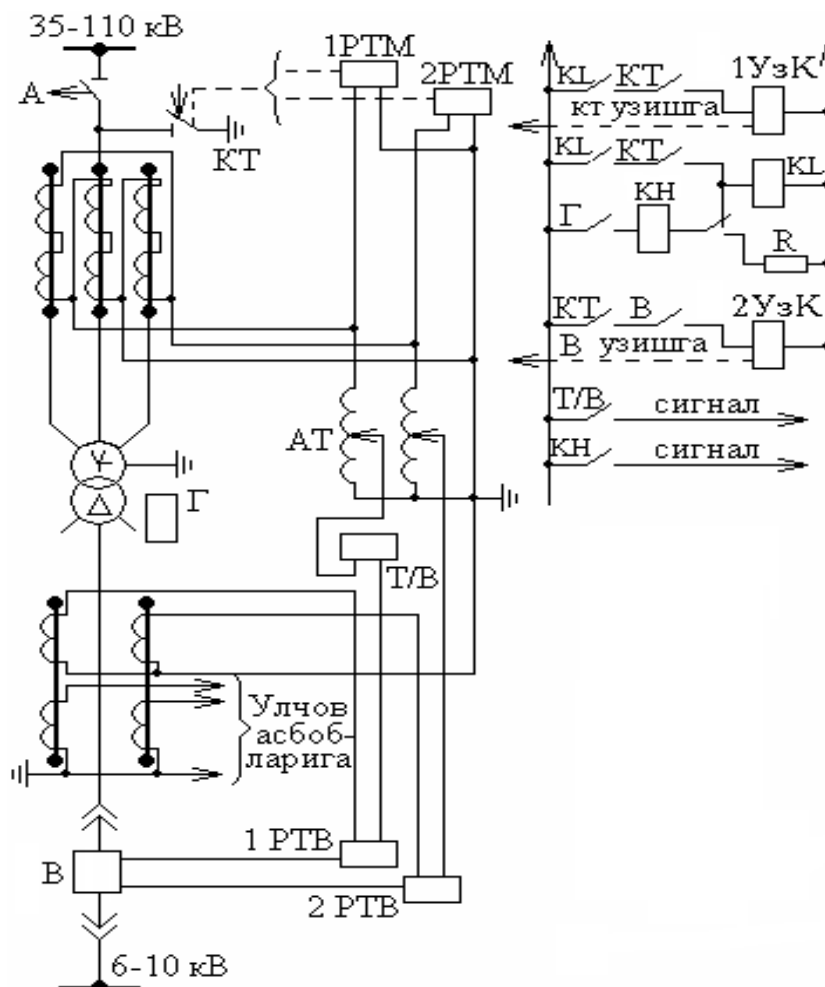
Uch cho‘lg‘amli transformatorida o‘ta yuklanishdan himoya asosan ta‘minlovchi cho‘lg‘amda o‘rnatiladi, agar cho‘lg‘amlar bir xil yuklanmagan bo‘lsa, barcha cho‘lg‘amlarda o‘rnatilishi kerak.

Kuch transformatorlarini kompleks releli himoyasi.

Releli himoya tizimi kuch transformatorida fazalararo va chulg‘am o‘ramlariaro qisqa tutashuvlarda, yer bilan qisqa tutashuvda hamda uni nonormal ish rejimlarida transformatorlarni

tarmoqdan uzishi yoki bu haqida signal berishi lozim. Transformatorlarga oʻrnatiladigan himoya turi uni quvvati, vazifasi, oʻrnatilish joyidan kelib chiqib aniqlanadi. 2-rasmda quvvat 63000 kVA boʻlgan kuch transformatorini releli himoya sxemasi keltirilgan.

Transformatorni yuqori kuchlanishli chiqishlariga qisqa tutashtirgich (KT) va ajratgich (A) oʻrnatiladi. Shikastlangan transformatorni himoya tizimi ishlab ketganda qisqa tutashtirgichni ulanishga impuls beriladi. Qisqa tutashtirgich ulanib transformatorni yuqori kuchlanish chiqishlarida sunʼiy qisqa tutashuv sodir etiladi, uning taʼsirida himoya tizimi ishga tushib liniyani uzadi. Liniya uzilgandan soʻng ajratgich shikastlangan transformatorni liniyadan uzadi. Soʻngra liniya avtomatik qayta ulash qurilmasi yordamida qayta ulanadi. Himoya sxemasi oʻzgaruvchan operativ tokda bevosita taʼsirli RTM va RTV rusumli relelari, bilvosita taʼsirli RT-80 rusumli rele, gaz relesi G, koʻrsatish relelari va oraliq relesi asosida bajarilgan.



2-rasm. Quvvat 63000 kVA boʻlgan kuch transformatorini releli himoya sxemasi.

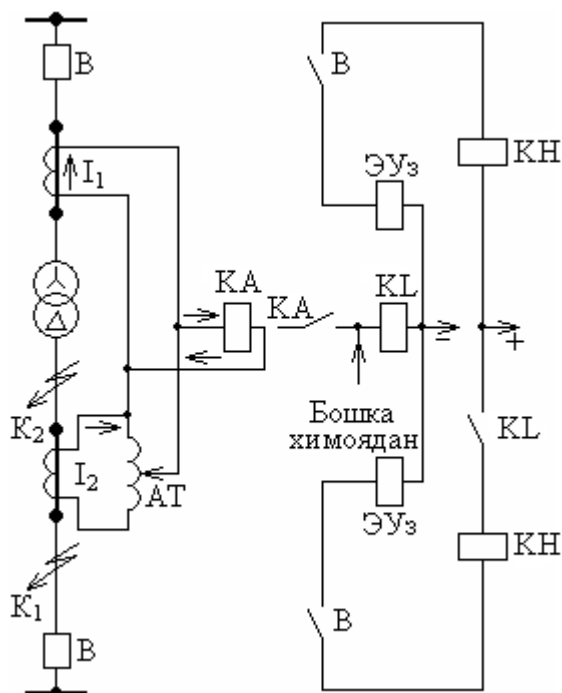
Transformatorlarni ichki shikastlanish, yuqori toklar va oʻta kuchlanishdan himoyalashda asosan boʻylama differentsial himoyadan foydalaniladi. Differentsial himoyani ishlash printsipli himoyalananayotgan uchastkani boshi va oxiridagi toklarni solishtirishga asoslangan. Kuch transformatorlarini yuqori va past kuchlanishlari tomoniga oʻrnatilgan tok transformatorlarini oraliqʻi himoyalananayotgan zona hisoblanadi.

Agarda tok transformatorlarini xarakteristikalarini bir xil boʻlsa va transformator normal ish rejimida ishlaganda tok transformatorlarini ikkilamchi chulgʻamidagi toki bir xil boʻladi, ularni farqi nolga teng boʻladi. Shuning uchun tok KA va oraliq KL relelarini chulgʻamidagi tok oʻtmaydi, himoya tizimi ishga tushmaydi. 3-rasmda differentsial boʻylama himoya sxemasi keltirilgan.

Himoyalanyotgan zonada (K_2 nuqta) qisqa tutashuv sodir bo'lsa tok transformatorlarini ikkilamchi chulg'amlarida toklar farqi yuzaga keladi va reledan o'tuvchi tok uni ishga tushish tokiga teng yoki undan katta bo'lsa rele ishga tushadi, oraliq relesi orqali shikastlangan uchastka ikki tomonlama uziladi. Differentsial himoya ishonchli, o'ta sezgir va tezkor hisoblanadi, lekin tashqi qisqa tutashuvlarda himoyani ta'minlamaydi.

Maxsus tokli himoya nol ketma-ketlikda, transformatorni nol simiga o'rnatiladi. U past kuchlanish tomonida bir fazali qisqa tutashuvdan himoyalaydi, transformatorni tarmoqdan uzadi.

Gazli himoya transformatorni barcha ichki shikastlanishdan himoyalaydi. Ishlash printsipli chulg'amlararo va fazalararo qisqa tutashuvlarda moyini qizishi va gaz ajralib chiqishiga va moy satxini kamayishiga asoslangan. Gazli himoya sxemalarida PGZ-22, BF 80/Q rusumli relelardan foydalaniladi



3.-Rasm. Differentsial bo'ylama himoya sxemasi

Nazorat savollari

1. Transformatorlardagi shikastlanishlarni ta'riflang.
2. Transformatorlardagi nonormal xolatlarni tushuntiring.
3. Gazli himoyaning vazifasi nima.
4. Tokli himoyalar turlari ayting.
5. Differentsial bo'ylama himoya sxemasini tushuntiring.

16-Mavzu. Magnitoelektrik relelar va mikroprotsessornlarni releli himoya va avtomatikada ko'llanishi.

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

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

Ramkaniig chulg'amiga ta'sir qilayotgan kuch Bio va Savar qonuniga asosan quyidagicha topiladi: $F_e = KB_m I_r / W_r$

bu yerda B_m - doimiy magnit magnit maydonining induktsiyasi;

I_r - ramka chulg'amidagi tok;

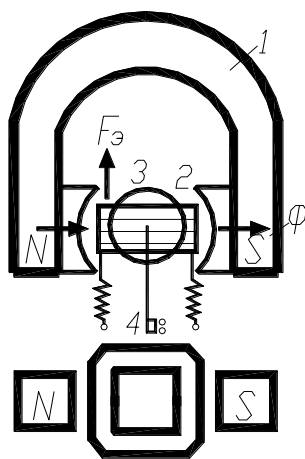
l - chulg'am o'ramining aktiv uzunligi;

W_r -ramka chulg'amining o'ramlar soni.

F_e kuch tomonidan hosil qilingan aylanish momenti $M_e = F_e d K' B_m I_r$

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

Ramkaning burilish burchagi kichik (5° - 10°) qilib qabul qilinadi.



1-rasm. Magnitoelektrik relelarning tuzilishi.

Magnitning qutblari magnit maydoni bir tekisda tarqaladigan qilib tanlanadi. Bu holda magnit induksiya V_m doimiy bo'ladi va buning natijasida M_e moment rele chulg'amidan oqayotgan 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'l» qoidasi asosida aniqlangan. I_r ning yo'nalishi o'zgarganda F_e 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 sezgirliigi bo'yicha ular qutblangan relelardan ustun turadi, bu asosan doimiy magnitning kuchli maydoni borligi bilan asoslanadi.

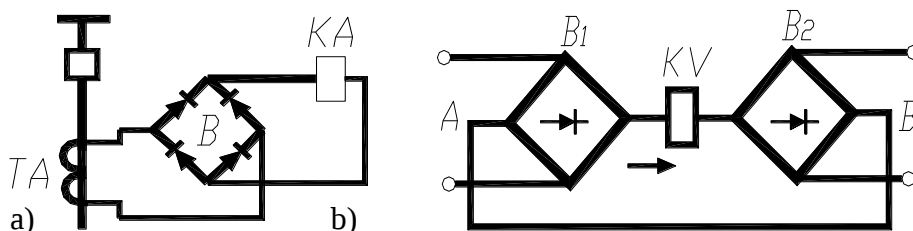
Kam quvvat iste'mol qilish bilan bir qatorda magnitoelektrik relelar kuchsiz va kam o'chirish xususiyatiga ega bo'lgan kontakt sistemasidan iborat. Kontaktlar orasidagi havo oraliq juda kichik - 0,3-0,5 mm ga yaqin. Sezgirlikni oshirish maqsadida magnitoelektrik relelardagi teskari ta'sir qiluvchi prujina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

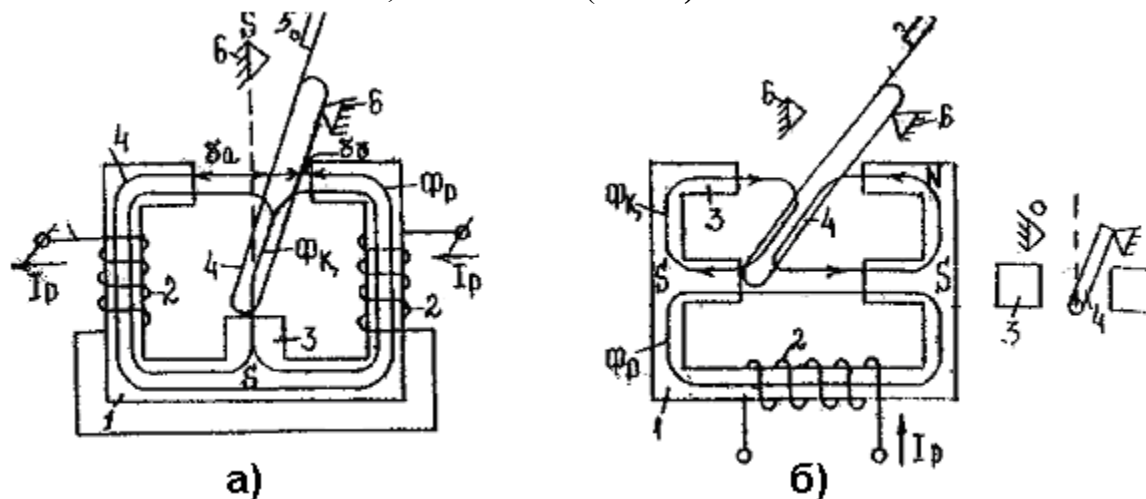
Murakkab relelar 2 ta elektr kattalikning absolyut qiymatlarini solishtirishga asoslangan (2b-rasm). 2 ta to'g'irlagich V1 va V2, solishtiriluvchi A va V kattaliklar va bajaruvchi organ KV lar ishtirokidagi sxema 2-rasmda keltirilgan.

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 noxiziqligi 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 printsipi 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 oraliqlar 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 magnet oqimlar qo'shiladi, δ_ϕ - da esa ayriladi. Bunda natijalovchi magnet oqimlar quyidagicha topiladi:

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

F_a magnet 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_ϕ 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_b 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 quvvatlili. 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'zgaras tokda yordamchi relelar sifatida katta tezlik, yuqori sezuvchanlik kerak bo'lganda ishlatiladi

Mikroprotsessorlarni releli himoya 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 himoya va avtomatika qurilmalaridan foydalaniladi. Ularning o'ziga xos afzalliklari va kamchiliklari mavjud. Ma'lumki, mavjud releli himoya qurilmalarini takomillashtirish va yangilarini yaratish energetik qurilmalardan samarali foydalanish omillaridan biridir. Elektronika va axborotlar texnologiyasi tez rivojlanayotgan hozirgi davrda energetik tizim va qurilmalarni avariya himoyalash va avtomatik boshqarishda ko'p funktsiyali mikroprotsessorli qurilmalarni tadbiq etish davr talabidir.

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

Qurilma o'lchov transformatori, analog-raqamli o'zgartkich va mikroprotsessor, bosh mikroprotsessor, 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 himoya;
- Bir fazali yer bilan qisqa tutashuvdan dasturli himoya;
- Faza yo'qolishidan tokli himoya;
- 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;

• Himoya 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 himoyalayotgan ob'ektni avariya xolati to'g'risidagi olingan signalni doimiy ravishda testlash, ya'ni tekshirib ko'rish bilan ta'minlanadi.

Avariya dan himoyalovchi mikroprotsessorli 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 himoyalalanayotgan ob'ektda nosozlik va shikastlanish (qisqa tutashuv va boshqalar) sababli yuzaga kelgan elektr signal bo'zishlaridan (pomex) tegishli kirish axborot signallarini aniq ajratib olish imkoniyatiga ega. Kirish axboroti signallari bu elektromagnit va elektromexanik o'tkinchi jarayonlarni sanoat chastotali sinusoidal kuchlanish va tokni tashkil etuvchilaridir.

Kuchlanish faza toklari Ia, Iv, Is ga va birlamchi o'lchov transformatorlari tokining nolli ketma-ketligi $3I_o$ va tok transformatorlarining noli ketma-ketligiga proporsionaldir. Toklar kuchlanishga ballast rezistorli R_b ikkilamchi o'lchov transformatorlari orqali o'zgartiriladi.

Mikroprotsessor rekursiv bo'lmagan (to'g'ri emas) raqamli chastota filtrlari kuchlanishni majburiy tashkillovchisini, tokning elektromagnit qisqa tutashuv o'tkinchi jarayoniga proporsional 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 $3T = T_p/4 = 5$ ms vaqtdan so'ng ko'rsatilgan tashkillovchilarini ajratish uchun, hisoblash natijalari asosiy protsessorga uzatiladi.

Doimiy va tezkor xotira qurilmali mikroprotsessor 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 himoyalashni birinchi pog'onasi o'zishga yoki kutish vaqtli uni ikkinchi va uchinchi pog'onasi va boshqa ko'rsatilgan himoyalarni 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 mikroprotsessorli qurilmani asosiy xususiyatlaridan biridir.

Asosiy mikroprotsessor viklyuchatellarni ishlamasdan qolishini rezervlash, himoya 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 himoya vaqtini ushlab turishda mikroprotsessor WD-taymerni dasturlashni o'zgartiradi, u qurilmani odatdagi xolatda (kutish rejimida) uni doimiy ravishda tekistlashni amalga oshiradi, himoya avtomatikasi tomonidan viklyuchatelni uzishga yoki ulashga berilgan ko'rsatmani bekor qilish ham mumkin.

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

Mikroprotsessor bilan bajariladigan kirish axborotini ajratib olish usullari, uni dasturli adaptiv filtrlash, sinusoidal majburlangan tok va kuchlanishlarni ortogonal tashkil etuvchilarini ishlab chiqish va ularni simmetrik tashkil etuvchilarga ajratish energetik tuzilmalarni avariya dan himoyalash 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. Mikroprotsessorlar qanday afzalliklarga ega.

III. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

1. Elektr ta'minoti tizimida qisqa tutashuv

Qisqa tutashuv deganda, normal ish holatida uchramaydigan, fazalar aro tutashuv, bir va undan ko'p fazalarni er bilan tutashuvi tushuniladi.

Uch fazali tizimda quyidagi KT lar bo'lishi mumkin:

1. Uch fazali qisqa tutashuv-uchta fazaning bitta joyda va bir vaqtda o'zaro tutashuvi.
2. Ikki fazali qisqa tutashuv - uch fazali tizimda ikkita fazaning bevosita tutashuvi.
3. Bir fazali qisqa tutashuv-neytrali zaminlagan uch fazali tizimda bitta fazasining erga tutashuvi.

Qisqa tutashuv sodir bo'lishiga asosiy sabablar, bu - izolyasiyaning mexanik shikastlanishi - er ishlari jarayonida kabelni ishdan chiqishi; chinni izolyasiyalarni sinishi; havo liniyalari ustunlarini yiqilishi; eskirishi, ya'ni izolyasiyalash xususiyatlarini yomonlashuvi; izolyasiyani namlanishi; atmosferada sodir bo'ladigan o'ta kuchlanishdan fazalarni birikishi; xar xil o'tkazgich materiallar bilan fazalarni qoplanishi; operativ kommutasiyalar jarayonida xatoliklarga yo'l qo'yilishi va x.k.

K.t. sodir bo'lgan, zanjirlarda tokning miqdori keskin ortadi va tizimning ayrim joylarida kuchlanish kamayib ketadi. K.t. bo'lgan joyda yoy hosil bo'lishi natijasida apparatlar, mashinalar va boshqa qurilmalar to'la yoki qisman buziladi. K.t. joyiga yaqin bo'lgan o'tkazgichlar, izolyatorlar va elektr mashinalarining cho'lg'amlariga katta mexanik kuchlar ta'sir etadi. Yuqori miqdordagi toklar ta'sirida o'tkazgichlarni qizishidan kabel liniyalarida, tarqatish qurilmalarida va elektr ta'minoti tizimining boshqa elementlarida yong'in chiqishi mumkin. Kuchlanishni pasayishi mexanizmlarning normal ish holatini buzilishiga, yuritgichlar va agregatlarni to'xtashiga olib keladi. K.t. elektroenergetika tizimiga katta salbiy ta'sir ko'rsatib, generatorlarning parallel ishlashini buzilishiga va sistemaning barqarorligini izdan chiqishiga olib kelish mumkin. K.t. oqibatlarini kamaytirish uchun tizimning shikastlangan qismini tezkor ishlaydigan uzgichlar orqali jadallik bilan o'chirish zarur. Barcha elektr apparatlari, elektr qurilmalarining tok o'tkazuvchi qismlarini shunday tanlash kerakki, ular o'tish jarayonidagi katta miqdorli k.t. toklarga bardosh bera olishsin. Buning uchun k.t. toklarni to'g'ri hisoblash va uning miqdoriga qarab elektr apparatlari va qurilmalarni tanlash maqsadga muvofiqdir.

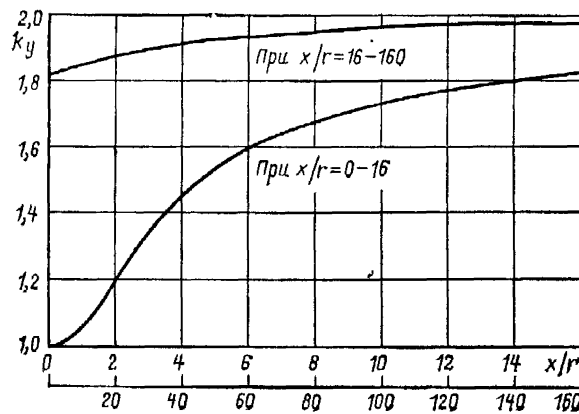
Elektr ta'minoti tizimida bir fazali k.t. eng ko'p sodir bo'ladi, bu toklarning xavfliligi tarmoq betaraf nuqtasining ish xolatiga bog'liq. Kam uchraydigani va eng xavfli - uch fazali k.t. bo'lib, elektr qurilmalarini tanlash jarayonida ushbu k.t. toki asosiy hisoblanadi. K.t. tokini hisoblaganda quyidagi cheklanishlar qabul qilinadi:

1. Uch fazali tarmoqlar simmetrik;
2. Mavjud elektr manbalari elektr yurituvchi kuchlarining fazalari bir xil;
3. Xavo va kabel liniyalarida sig'im o'tkazgichlar hisobga olinmaydi;
4. Elektr ta'minot tizimi elementlari faqat bo'ylanma aktiv va induktiv qarshiliklardan iborat;
5. K.t. tokining manbalari vazifasini turbo va gidrogeneratorlar, sinxron kompensatorlar va yuritgichlar, asinxron mashinalar o'taydilar;
6. Magnit tizimlarida to'yinish sodir bo'lmaydi;

Bu cheklanishlar hisobiy k.t. tokini aniqlashni osonlashtiradi.

Qisqa tutashish tokining eng katta oniy qiymatini zarb toki deb ataladi va k.t. boshlanganidan yarim davr o'tgandan so'ng, ya'ni $t=0,01S$ da, sodir bo'ladi.

$$i_3 = K_3 I_{n\max} = K_3 \sqrt{2} I_{n0} \quad 1.1$$



1- расм.

Bu erda K_3 - zarb koeffitsienti bo'lib, u zarb toki miqdorini davriy tashkil etuvchining maksimal qiymatidan necha marotaba kattaligini ko'rsatadi. Kuchlanishi 1000V dan yuqori bo'lgan elektr tarmoqlari uchun $K_3 = 1,8$. U holda (1.1) dan

$$i_3 = 1.8I_{n \max} = 1.8\sqrt{2}I_{n0} \quad 1.2$$

Bu erda I_{n0} - davriy tashkil etuvchi tokining boshlang'ich effektiv qiymati.

K_3 koeffitsientining miqdori k.t. zanjirining aktiv va induktiv qarshiliklarining qiymatlariga bog'liq (rasm 1).

Qisqa tutashuv tokini hisoblashda quyidagi belgilashlar ham ishlatiladi:

$I^{11}=I_{n0}$ - k.t. tokining davriy tashkil etuvchisining boshlang'ich effektiv qiymati.

$I_{0,2}$ - k.t. tokining $t=0,2$ s dagi oniy qiymati.

$I_k = I_{\infty}$ - k.t. tokining turg'un rejimi uchun effektiv qiymati.

$S_{0,2}$ - k.t. quvvatining $T=0,2$ s dagi qiymati.

Qisqa tutashuv zanjirining parametrlarini aniqlash.

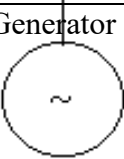
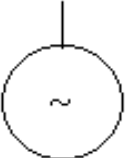
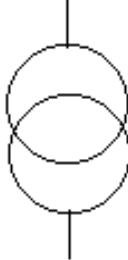
K.t. tokini topish uchun elektr ta'minoti tizimining normal sharoitiga mos keladigan bir liniyalı hisoblash sxemasi tuziladi va undagi energiya manbalari parallel ulangan deb qaraladi. Hisoblash sxemasida barcha manbalar (generatorlar, sinxronlar kompensatorlar, katta quvvatli sinxron va asinxron mashinalar, energosistemalar), transformatorlar, havo va kabel liniyalari, reaktorlar ko'rsatiladi. Hisoblash sxemasi asosida almashtirish sxemasi tuziladi. Unda tizimdagi barcha elementlarning qarshiliklari ko'rsatiladi va k.t. toki aniqlanishi kerak bo'lgan nuqta belgilanadi.

Generatorlar, katta quvvatli transformatorlar, xavo liniyalari, reaktorlar almashlash sxemada induktiv qarshilik sifatida ko'rsatiladi. Kuchlanishi 6-10 kV bo'lgan kabel liniyalar, quvvati 1600 kV.A va undan kichik bo'lgan transformatorlar almashlash sxemada aktiv va induktiv qarshiliklar deb olinadi. Barcha qarshiliklar nomli yoki nisbiy birliklarda olinishi mumkin.

K.t. tokini hisoblashda kuchlanish va quvvatning bazoviy miqdorlari qabul qilinadi. Bazoviy kuchlanish sifatida k.t. toki hisoblanayotgan nuqtaning o'rtacha kuchlanishini olish mumkin. Bu esa quyidagi qiymatlardan biri bo'lishi mumkin:

$U_0=230; 115; 37; 10,5; 6,3; 3,15; 0,4; \dots 0,23$ kV

1.1 jadval

Elektr qurilma elementi	Almashtirish sxemasi	Hisoblash formulalari	
		Nomli birliklarda, Om	Nisbiy birliklarda
Generator 		$x = \frac{x_d \%}{100} \frac{U_6^2}{S_{\text{HOM}}}$	$x_* = \frac{x_d \%}{100} \frac{S_6}{S_{\text{HOM}}}$
Energosistema 		$x = \frac{U_6^2}{\sqrt{3} I_{y3, \text{HOM}} U_{yp}}$ yoki $x = \frac{U_6^2}{S_k} \text{ yoki}$ $x = x_{c, \text{HOM}} \frac{U_6^2}{S_{\text{HOM}}}$	$x_* = \frac{S_6}{\sqrt{3} I_{y3, \text{HOM}} U_{yp}}$ yoki $x_* = \frac{S_6}{S_k} \text{ yoki}$ $x_* = x_{*c, \text{HOM}} \frac{S_6}{S_{\text{HOM}}}$
Transformator 		$x = \frac{u_k \%}{100} \frac{U_6^2}{S_{\text{HOM}}}$ Aktiv qarshilik hisobga olinganda $r = \frac{\Delta P_k U_6^2 10^{-3}}{S_{\text{HOM}}^2}$ $x = \sqrt{u_{*k}^2 - \left(\frac{\Delta P_k}{S_{\text{HOM}}}\right)^2} \frac{U_6^2}{S_{\text{HOM}}} x_* = \sqrt{u_{*k}^2 - \left(\frac{\Delta P_k}{S_{\text{HOM}}}\right)^2} \frac{S_6}{S_{\text{HOM}}}$	$x_* = \frac{u_k \%}{100} \frac{S_6}{S_{\text{HOM}}}$ Aktiv qarshilik hisobga olinganda $r_* = \frac{\Delta P_k S_6 10^{-3}}{S_{\text{HOM}}^2}$ $x_* = \sqrt{u_{*k}^2 - \left(\frac{\Delta P_k}{S_{\text{HOM}}}\right)^2} \frac{S_6}{S_{\text{HOM}}}$
Reaktor 		$x = x_p \frac{U_6^2}{U_{yp}^2}$	$x_* = x_p \frac{S_6}{U_{yp}^2}$
Liniya 		$x = x_0 l \frac{U_6^2}{U_{yp}^2}$ $r = r_0 l \frac{U_6^2}{U_{yp}^2}$	$x_* = x_0 l \frac{S_6}{U_{yp}^2}$ $r_* = r_0 l \frac{S_6}{U_{yp}^2}$

Bazoviy quvvat 100 MVA yoki kuch transformatorining quvvatiga teng qilib olinadi. Elektr ta'minoti tizimi ayrim elementlarining qarshiliklarini aniqlash formulalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

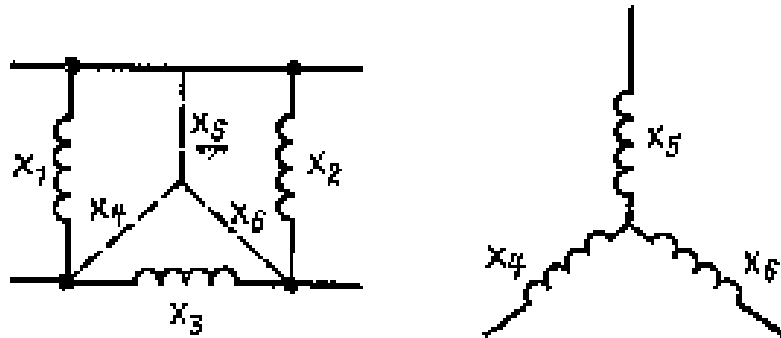
jadvalga ilova. S_N - elektr uskunaning to'la nominal quvvati (generatorni, transformatorni, energosistemani), MV.A; S_b - bazoviy quvvat, MV.A; S_k - energosistemani k.t. quvvati, MV.A; $I_{uz.n}$ - uzgichni nominal uzish toki, kA; X_{*sist} - energosistemani nisbiy nominal qarshiligi; u_k - transformatorni k.t. kuchlanishi, %; X_l -reaktorni qarshiligi, Om; ΔR_k - transformatorni k.t. isrofi, kVt; r_o, x_o - liniyani 1 km uzunligiga to'g'ri keladigan aktiv va induktiv qarshilik, Om/km; l - liniyani uzunligi, km; U_b - bazoviy kuchlanish, kV; $U_{o.r}$ -elektr uskunaning o'rnatilgan joyidagi kuchlanishning o'rtacha qiymati, kV; X_d - generatorning o'ta o'tish induktiv qarshiligi, %.

Sxema elementlarining boshlang'ich parametrlar X_d %, u_k %, x_o r_o kataoglar yoki ma'lumotnomalardan aniqlanadi. Almashtirish sxemasida k.t. nuqtasigacha bo'lgan ekvivalent qarshilikni aniqlashda quyidagi o'zgartirishlar ishlatiladi:

1) Qarshiliklarni ketma-ket ulanganda

$$X_{ekv} = X_1 + X_2 + \dots + X_n \quad 1.3$$

2) Qarshiliklar parallel ulanganda



2 – расм.

$$X_{\Delta KB} = \frac{1}{\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \dots + \frac{1}{X_n}} \quad 1.4$$

3) Uchburchakdan yulduzga o'tishda ishlatiladigan munosabatlar:

$$\begin{aligned} X_4 &= \frac{X_1 X_3}{X_1 + X_2 + X_3}; \\ X_5 &= \frac{X_1 X_2}{X_1 + X_2 + X_3}; \\ X_6 &= \frac{X_2 X_3}{X_1 + X_2 + X_3} \end{aligned} \quad 1.5$$

4) Yulduzdan uchburchakka o'tishda ishlatiladigan formulalar:

$$\begin{aligned} X_1 &= X_4 + X_5 + \frac{X_4 X_5}{X_6}; \\ X_2 &= X_5 + X_6 + \frac{X_5 X_6}{X_4}; \\ X_3 &= X_4 + X_6 + \frac{X_4 X_6}{X_5} \end{aligned} \quad 1.6$$

Almashtirish sxemasida o'zgartirishlar manbadan k.t. nuqtasiga tomon olib boriladi. Agar qarshiliklar nisbiy birliklarda hisoblangan bo'lsa, k.t. toki quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{n0} = \frac{I_{\delta}}{X_{*_{\text{эКВ}}}} \quad \text{yoki} \quad I_{n0} = \frac{I_{\delta}}{Z_{*_{\text{эКВ}}}};$$

Bu erda
$$I_{\delta} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3}U_{yp}}$$

$X_{*_{\text{экв}}}$ - k.t. nuqtasidan manbagiga bo'lgan ekvivalent qarshilik;

$U_{O\cdot R}$ - k.t. sildir bo'lgan nuqtadagi o'rtacha kuchlanish.

Agar manba kuchlanishi o'zgarmas bo'lsa,

$$I_{n0} = I_n = I_k$$

Hisoblash nomli birliklarda olib berilganda KT toki quyidagicha aniqlanadi.

$$I_{n0} = \frac{U_{yp}}{\sqrt{3}X_{\text{эКВ}}} \quad 1.7$$

yoki

$$I_{n0} = \frac{U_{yp}}{\sqrt{3}Z_{\text{эКВ}}} \quad 1.8$$

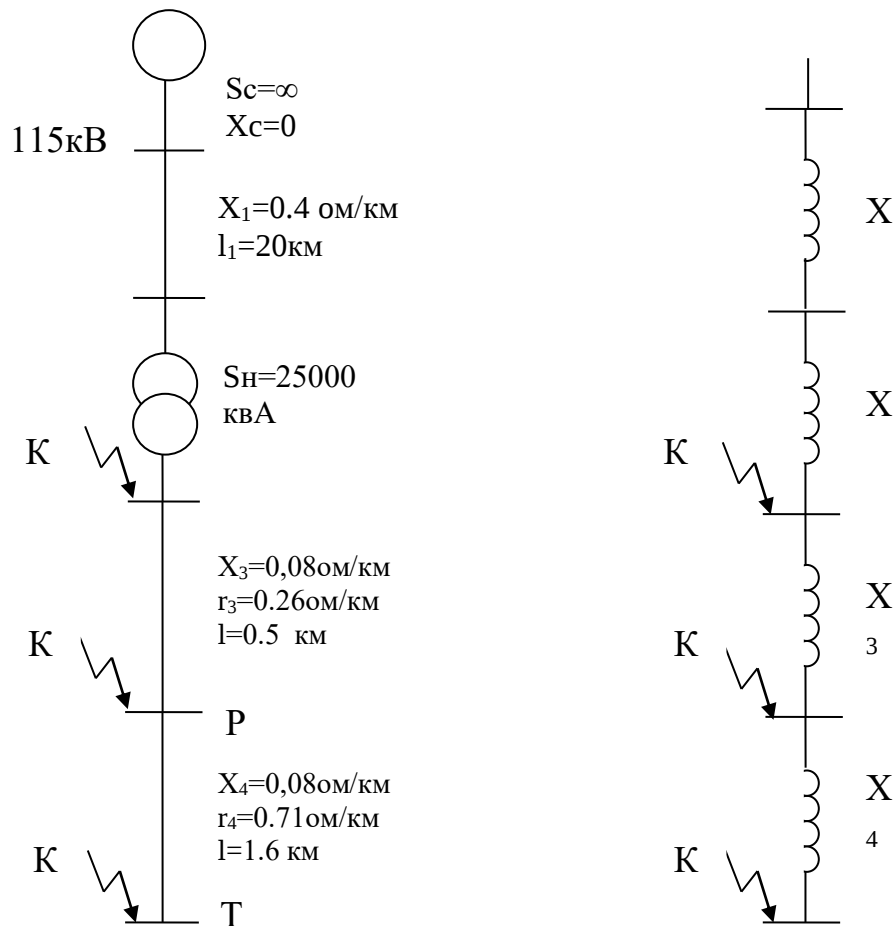
Bu erda

$$Z_{\text{эКВ}} = \sqrt{X_{\text{эКВ}}^2 + R_{\text{эКВ}}^2} \quad - \text{ekvivalent to'la qarshilik}$$

K.t. tokining mikdoriga qarab elektr apparatlari, izolyatorlar, shina va kabellar tanlanadi, elektr uskunalarining rele himoyasi sozlanadi.

1-misol: Cheksiz quvvatli sistemadan ta'minlanayotgan iste'molchilar uchun K_1 , K_2 , K_3 nuqtalardagi qisqa tutashuv toklarini hisoblang.

Hisob ma'lumotlari rasmda keltirilgan.



Echish: 1) Hisobni nisbiy birlikda olib boramiz. Bazis quvvatni qabul qilamiz:
 $S_{\bar{0}} = 100 \text{ MVA}$.

2) Bazisli nisbiy qarshilikni hisoblaymiz:

a) EUL qarshiligi

$$x_1 = x \cdot S_{\bar{0}} / U_{\text{ном}}^2 = 0.4 \cdot 20 \cdot 100 / 115^2 = 0.06$$

b) transformator qarshiligi:

$$x_2 = \frac{U_K \%}{100} \cdot \frac{S_{\bar{0}}}{S_H} = \frac{10.5}{100} \cdot \frac{100}{25} = 0.42$$

v) podstansiyadan RP gacha bo'lgan kabel liniyasi qarshiligi:

$$x_3 = X_0 \ell \frac{S_{\bar{0}}}{U_H^2} = 0.08 \cdot 0.5 \left(\frac{100}{10.5^2} \right) = 0.04$$

$$r_3 = r_0 \ell \frac{S_{\bar{0}}}{U_H^2} = 0.26 \cdot 0.5 \left(\frac{100}{10.5^2} \right) = 0.12$$

g) TP gacha bo'lgan kabel' liniyasini qarshiligi

$$x_4 = X_0 \ell \frac{S_{\bar{0}}}{U_H^2} = 0.08 \cdot 1.6 \cdot \frac{100}{10.5^2} = 0.12$$

$$r_4 = r_0 \ell \frac{S_{\delta}}{U_H^2} = 0,71 \cdot 1,6 \cdot \frac{100}{10,5^2} = 1,03$$

3) K₁ nuqtasida k.t. toki va quvvati

$$I_{K1} = I_{\delta} / X_{\Sigma 1} = 5,6 / 0,48 = 11,67 \text{ KA}$$

bu erda

$$X_{\Sigma 1} = x_1 + x_2 = 0,06 + 0,42 = 0,48$$

$$I_{\delta} = \frac{S_{\delta a3}}{\sqrt{3}U} = \frac{100}{1,7 \cdot 10,5^2} = 5,6 \text{ KA}$$

$$i_y = K_{y1} \sqrt{2} I_{K1} = 1,8 \sqrt{2} 11,67 = 29,71 \text{ KA}$$

$$S_{K1} = S_{\delta} / X_{\Sigma 1} = \frac{100}{0,48} = 208 \text{ MBA}$$

4. K₂ nuqtasida k.t. toki va quvvati

$$I_{K2} = I_{\delta} X_{\Sigma 2} = 5,6 / 0,54 = 9,8 \text{ kA}$$

bu erda

$$X_{\Sigma 2} = x_1 + x_2 + x_3 = 0,06 + 0,42 + 0,04 = 0,52$$

$$r_{\Sigma} = r_2 = 0,14$$

$$Z_{\Sigma} = \sqrt{0,14^2 + 0,52^2} = 0,54$$

$$i_y = 1,8 \sqrt{2} \cdot 9,8 = 24,95 \text{ kA}$$

$$S_{K2} = S_{\delta} / Z_{\Sigma 2} = 100 / 0,54 = \frac{100}{0,54} = 185 \text{ MBA}$$

5. K₃ nuqtasida k.t. toki va quvvati

$$I_{K3} = I_{\delta} / Z_{23} = 5,6 / \sqrt{0,64^2 + 1,15^2} = 5,6 / 1,4 = 4,0 \text{ kA}$$

bu erda

$$X_{\Sigma 3} = X_{\Sigma 2} + x_4 = 0,52 + 0,12 = 0,64$$

$$r_{\Sigma 3} = r_3 + r_4 = 0,12 + 1,03 = 1,15$$

$$X_{\Sigma 3} / \tau_{\Sigma 3} = \frac{0,64}{1,15} \text{ bo'lgani uchun, 3 fazali qisqa tutashuv tokining davriy tarkibi}$$

karraligi K_U=1

$$\text{unda } i_y = 1 \cdot \sqrt{2} \cdot 4,0 = 5,66 \text{ kA}$$

$$S_{K3} = S_{\sigma} / x_{\Sigma 3} = 100 / 14 = 71 \text{ MVA}$$

2-misol. Cheksiz quvvatli sistemadan ta'minlanayotgan iste'molchilar uchun K_1 , K_2 , K_3 , K_4 nuqtalardagi qisqa tutashuv toklarini hisoblang.

Hisob ma'lumotlari rasmda keltirilgan.

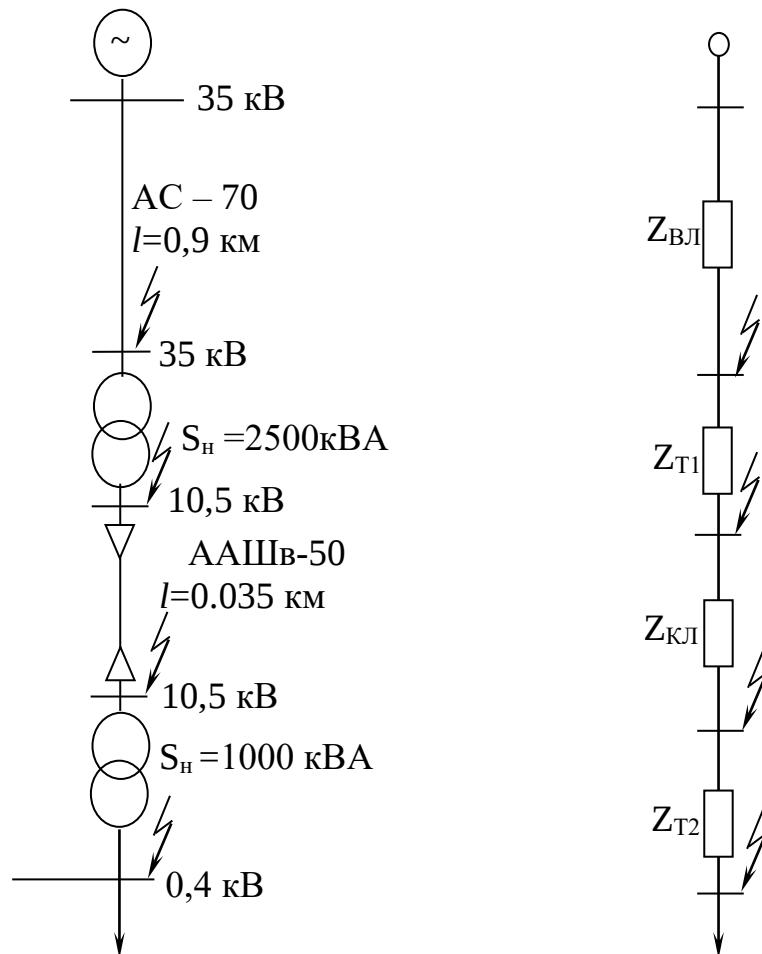
Echish: Hisobni nisbiy birlikda olib boramiz. Bazis shartini qabul qilamiz:

$$S_{\sigma} = 100 \text{ MVA}.$$

$$U_{b1} = 37 \text{ kV}$$

$$U_{bII} = 10.5 \text{ kV}$$

$$U_{bIII} = 0.4 \text{ kV}$$



Bazis toklarini aniqlaymiz: $I_{\sigma I} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 37} = 1.56 \text{ kA}$

$$I_{\sigma II} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10.5} = 5.5 \text{ kA}$$

- 1) xavo liniyasi AS- 70, $l=0.9 \text{ km}$
 $r_0=0.42 \text{ Om/km}$
 $x_0= 0.43 \text{ Om/km}$

$$R_{x\ell} = r_0 \ell \frac{S_{\delta}}{U_H^2} = 0,42 \cdot 0,9 \frac{100}{37^2} = 0,027$$

$$X_{x\ell} = x_0 \ell \frac{S_{\delta}}{U_H^2} = 0,43 \cdot 0,9 \frac{100}{37^2} = 0,028$$

$$Z_{x\ell} = 0,027 + j0,028$$

2) Transformator T1 uchun

$$u_{aT-1} = \frac{\Delta P_{K3}}{S_H} \cdot 100\% = \frac{46.5}{6300} \cdot 100\% = 0.738\%$$

$$u_{PT-1} = \sqrt{u_{\kappa}^2 - u_{aT-1}^2} = 7.464\%$$

$$r_{T-1}^{\delta} = \frac{U_{aT-1}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_H} = \frac{0.738}{100} \cdot \frac{100}{6.3} = 0.117$$

$$x_{T-1}^{\delta} = \frac{U_{PT-1}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_H} = \frac{7.464}{100} \cdot \frac{100}{6.3} = 1.185$$

3. KL (1 ta liniyadagi qarshilik)

AASh_v – 50, l=0.035 km

$$r_0 = 0.62 \text{ Om/km}$$

$$x_0 = 0.09 \text{ Om/km}$$

$$r_{\kappa\ell}^{\delta} = 0.62 \cdot 0.035 \cdot \frac{100}{10.5^2} = 0.02$$

$$x_{\kappa\ell}^{\delta} = 0.09 \cdot 0.035 \cdot \frac{100}{10.5^2} = 0.003$$

$$Z_{kl} = 0.02 + j0.003$$

4. K-1 nuqtadagi tokni xisobi:

$$Z_{ekv1} = Z_{v1} = 0.027 + j0.028$$

$$|Z_{\text{эКв1}}| = 0.039$$

$$I_{K-1} = \frac{I_{\delta I}}{Z_{\text{э-1}}} = \frac{1.56}{0.039} = 40 \text{ kA}$$

5. K-2 nuqtadagi tok:

$$Z_{ekv2} = Z_{ekv1} + Z_{T-1} = 0.027 + j0.028 + 0.117 + j1.185 = 0.144 + j1.213$$

$$|Z_{\text{экв2}}| = 1.222$$

$$I_{K-2} = \frac{I_{\text{сн}}}{Z_{\text{экв2}}} = \frac{5.5}{1.222} = 4500 \text{ A}$$

6. K-3 nuqtadagi tok:

$$Z_{\text{экв3}} = Z_{\text{экв2}} + Z_{\text{кл}} = 0.144 + j1.213 + 0.02 + j0.003 = 0.164 + j1.216$$

$$|Z_{\text{экв3}}| = 1.227$$

$$I_{K-3} = \frac{I_{\text{сн}}}{Z_{\text{экв3}}} = \frac{5.5}{1.227} = 4481 \text{ A}$$

7. U=0.4 kV uchun Hisob nomli birlikda olib boriladi.

a) Sistema qarshiliklarini nisbiy birlikdan nomli birlikka keltiramiz.

$$r_{\Sigma 10} = r_{\text{сн}} \cdot \frac{U_{\text{сн}}^2}{S_{\text{сн}}} = 0.164 \cdot \frac{10.5^2}{100} \cdot 10^3 = 180.8 \text{ mOm}$$

$$x_{\Sigma 10} = x_{\text{сн}} \cdot \frac{U_{\text{сн}}^2}{S_{\text{сн}}} = 1.216 \cdot \frac{10.5^2}{100} \cdot 10^3 = 1340.6 \text{ mOm}$$

b) Sistema qarshiliklarini 0,4 kV kuchlanishga o'tkazamiz.

$$r_{\Sigma 0.4} = r_{\Sigma 10} \cdot K_T^2 = 180.8 \cdot \left(\frac{0.4}{10.5}\right)^2 = 0.262 \text{ mOm}$$

$$x_{\Sigma 0.4} = x_{\Sigma 10} \cdot K_T^2 = 1340.6 \cdot \left(\frac{0.4}{10.5}\right)^2 = 1.945 \text{ mOm}$$

v) T2 transformatorining qarshiligini aniqlaymiz.

$$r_{T-5} = \frac{\Delta P_K}{S_{HT}} \cdot \frac{U_H^2}{S_{HT}} = \frac{11.6}{1000} \cdot \frac{0.4^2}{1000} = 1.856 \text{ mOm}$$

$$x_{T-5} = \sqrt{\left(\frac{U_K \%}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_K}{S_{HT}}\right)^2} \cdot \frac{U_H^2}{S_{HT}} \cdot 10^6 = \sqrt{\left(\frac{5.5}{100}\right)^2 - \left(\frac{11.6}{1000}\right)^2} \cdot \frac{0.4^2}{1000} \cdot 10^6 = 8.602 \text{ mOm}$$

8. K-4 nuqtadagi kisha tutashuv tokini hisoblash.

Reaktiv qarshiliklarning yig'indisi:

$$x_{\Sigma K-4} = x_{\Sigma 0.4} + x_{T-2} = 1.945 + 8.602 = 10.547 \text{ mOm}$$

Kontaktlarning o'tkinchi qarshiligi

$$r_{kon}=15 \text{ mOm}$$

Aktiv qarshiliklarning yig'indisi:

$$r_{\sum K-4} = r_{\sum 0.4} + r_{T-5} + r_{kon} = 0.262 + 1.856 + 15.0 = 17.118 \text{ mOm}$$

$$I_{K-4} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{r_{\sum K-4}^2 + x_{\sum K-4}^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{17.118^2 + 10.547^2}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20.106} = 11.486 \text{ A}$$

9. Zarb toklarini Hisoblaymiz.

$$I_3 = K_3 \cdot \sqrt{2} \cdot I_K$$

K_z – zarb toki koeffisienti reaktiv va aktiv qarshiliklarning nisbatga bog'liq Holda aniqlanadi.

$$K-1 \text{ nuqtada: } x_{\sum 1} / r_{\sum 1} = \frac{0.028}{0.027} = 1.04$$

$$K_{z1}=1.05$$

$$K-2 \text{ nuqtada: } x_{\sum 2} / r_{\sum 2} = \frac{1.213}{0.144} = 8.42$$

$$K_{z2}=1.67$$

$$K-3 \text{ nuqtada: } x_{\sum 3} / r_{\sum 3} = \frac{1.216}{0.164} = 7.41$$

$$K_{z3}=1.62$$

$$K-4 \text{ nuqta: } x_{\sum 4} / r_{\sum 4} = \frac{10.547}{17.118} = 0.62$$

$$K_{z4}=1.01$$

$$K-1 \text{ nuqta: } I_{31} = 1.05 \cdot \sqrt{2} \cdot 40012 = 5924 \text{ kA}$$

$$K-2 \text{ nuqta: } I_{32} = 1.67 \cdot \sqrt{2} \cdot 4500 = 10.6 \text{ kA}$$

$$K-3 \text{ nuqta: } I_{33} = 1.62 \cdot \sqrt{2} \cdot 4481 = 10.24 \text{ kA}$$

$$K-4 \text{ nuqta: } I_{p4} = 1.01 \cdot \sqrt{2} \cdot 11486 = 16.36 \text{ kA}$$

3 – misol.

Yuqorida keltirilgan kabel liniyaning tokli himoyalari xisoblansin.

Echish. 10 kV li kabel liniyalar ximogyasi MTX va TK dan iborat.

KL uchun tok transformatorlari tanlaymiz.

$I_{HOMTT} \geq I_{pyx}$; $I_{pyx} = 140 \text{ A}$ ga teng bo'lgani uchun $I_{HOMTT} = 200 \text{ A}$ deb olamiz. Transformasiya koeffisienti $n_t = 200/5 = 40$.

1. Noselektiv TK.

$$I_{xu} = K_3 \cdot I_{\kappa 3, \max, \kappa 3}^{(3)} = 1.2 \cdot 4620 = 5544 \text{ A}$$

$$I_{pu} = K_{cx} \cdot \frac{I_{xu}}{n_{mm}} = 1 \cdot \frac{5544}{40} = 138,6 A$$

TK ning uzunligi:

$$L_{mk} = \frac{100}{z_{\lambda}} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{I_{\delta l}}{I_{xu} \cdot n_{TT}} - z_{mau} \right) = \frac{100}{0,14} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{5500}{138,6 \cdot 40} - 1,05 \right) < 0;$$

Noselektiv TK sezgir emas.

2. Sabr vaqtli TK.

$$I_{xu} = K_3 \cdot I_{\kappa m, \max, a\theta\theta a\lambda}^{(3)} = 1,1 \cdot \frac{11306 \cdot 0,4}{10,5} = 473,8 A$$

$$I_{pu} = K_{cx} \cdot \frac{I_{xu}}{n_{mm}} = 1 \cdot \frac{473,8}{40} = 11,8 A$$

$$K_{cez} = \frac{I_{\kappa m \min}^2}{I_{pu} \cdot n_{mm}} = \frac{0,87 \cdot 5230}{11,8 \cdot 40} = 9,58 > 1,2$$

TK sezgir ekan.

3. MTX (RT- 40 va RV-200 relelar yordamida).

$$I_{xu} = \frac{K_3 \cdot K_{cm3}}{K_{\kappa}} \cdot I_{uu, \max} = \frac{1,2 \cdot 1,5}{0,8} \cdot 136 = 30,6 A$$

$$I_{uu, \max} = 136 A$$

$$I_{pu} = K_{cx} \cdot \frac{I_{xu}}{n_{mm}} = 1 \cdot \frac{306}{40} = 7,65 A$$

$$K_{cez} = \frac{I_{\kappa m \min}^2}{I_{pu} \cdot n_{mm}} = \frac{0,87 \cdot 4620}{7,65 \cdot 40} = 13 > 1,5$$

Rezerv zonada:

$$K_{cez} = \frac{I_{\kappa 4 \min}^2}{I_{pu} \cdot n_{mm}} = \frac{0,87 \cdot 11306}{306} = 1,3 > 1,2$$

Sezgirlik koeffisienti asosiy va rezerv zonalarda ruxsat etilgan darajada.

Topshiriq 1.

1 - jadvalda keltirilgan variantlar uchun K_1 , K_2 , K_3 , K_4 nuqtalardagi qisqa tutashuv toklarini hisoblang.

1 – jadval.

Var.	U_1 kV	XL	l_1 km	$S_H (T1)$, kVA	U_2 kV	KL AASh _v -	S_H (T2) kVA	l_2 km	S_{yuk} kVA
1	35	AS-95	2	6300	10	35	1000	1	1203
2	35	AS-120	3	6300	10	50	1000	0,04	1150
3	110	AS-150	3	16000	10	35	630	0,4	874
4	110	AS-150	2	16000	10	50	1000	0.25	1281
5	35	AS-70	4	6300	10	35	630	0.35	876
6	35	AS-95	5	6300	10	35	630	0.6	927
7	110	AS-150	5	16000	10	70	1600	0.45	1840
8	220	ASO-240	6	32000	10	50	1000	0.5	1190
9	220	ASO-240	5	32000	10	70	1600	0.55	2010
10	110	AS-120	3	16000	10	50	630	0.6	880

Kuchlanish $U_2=10$ kV , $U_3=0.4$ kV ga teng deb olinsin.

Topshiriq 2. 1 – jadvalda ko‘rsatilgan kabel liniyalarni rele himoyasi xisoblansin.

4 - misol. Kabel liniya rele himoyasining uch chiziqli sxemasini tuzing.

10 kV li liniyalar betaraf nuqtasi izolyasiya qilinmagan tarmoqlarda ishlatiladi, shuning uchun rele himoyasi 2 fazali (to‘liq bo‘lmagan yulduz usulida) sxema yordamida bajariladi. Himoyaning tok zanjirida tok transformatorlarining ikkilamchi cho‘lg‘amiga ulangan tok relelari ko‘rsatiladi. Har bir himoya uchun aloxida relelar ishlatiladi. KA1, KA2 – TK uchun, KA3, KA4 esa MTX uchun xizmat qiladi.

Operativ zanjir aloxida ko‘rsatilgan. o‘chirgichning o‘chiruvchi cho‘lg‘ami YAT ikkita himoya yordamida ta‘minlanadi. Himoyada oarliq relelari KL1 va KL2 (tok relelari kontaktlarini quvvatini oshirish uchun), vaqt relelari KT1, KT2 sabr vaqt hosil qilish uchun va ko‘rsatkich relelari KN1, KN2 (signal berish uchun) qo‘llaniladi.

O‘chirgichning blok- kontakti Q o‘chiruvchi cho‘lg‘am YAT ning zanjiriga ketma – ket ulangan. Bu cho‘lg‘amdan oqayotgan katta tokni cheklash uchun xizmat qildi.

Topshiriq 3. 1 – jadvaldagi 35 kV li liniyalarning rele himoyasini hisoblang, uch chiziqli himoya sxemasini tuzing.

2-jadval. 10 kV li ikki cho'lg'amli transformatorlar

Marka	Quvvati	Yuqori kuchlanishi, kV	Pastki kuchlanishi, kV	Qisqa tutashu v kuchlanishi, %	Quvvat isrofi, kVt	Salt ishlash toki, %
TM-400/10	400	10; 6	0,4; 0,69	4,5	1,05	5,5
TM-630/10	630	10; 6	0,4; 0,69	5,5	1,56	7,6
TM-1000/10	1000	10	0,4	5,5	2,45	12,2
TM-1600/10	1600	10	0,4	5,5	3,3	18
TM-2500/10	2500	10	0,4	5,5	4,6	25
TM-4000/10	4000	10	0,4	5,5	6,4	33,5
TM-6300/10	6300	10	0,4	6,5	9,0	46,5

3 -jadval

35 kV li ikki cho'lg'amli transformatorlar

Transformator turi	Uk, %	Isrof, kVt		Io, %	Gabariti, mm		
		Rx	Rk		balandlik	uzunlik	Eni
TM-4000/35	7,5	6,7	33,5	1,0	3900	3900	3650
TM-6300/35	7,5	9,4	46,5	0,9	4050	4300	3700
TM-10000/35	7,5	14,5	65,0	0,8	4350	3000	3760
TD-16000/35	8,0	21,0	90,0	0,6	4860	3950	3970
TD-40000/35	8,5	36,0	165,0	0,4	5700	5300	4400
TDS-80000/35	9,5	60,0	280,0	0,3	6100	5950	4550
TMN-2500/110	10,5	6,5	22,0	1,5	4090	5150	3540
TMN-6300/110	10,5	11,5	48,0	0,8	5150	6080	3170
TDN-10000/110	10,5	15,5	60,0	0,7	5380	5900	4270
TDN-16000/110	10,5	24,0	85,0	0,7	6300	6910	4470
TRDN-25000/110	10,5	30,0	120,0	0,7	5820	6580	4650
TRDN-32000/110	10,5	40,0	145,0	0,7	-	-	-
TRDN-40000/110	10,5	50,0	160,0	0,65	6190	6930	4850
TRDSN-63000/110	10,5	70,0	245,0	0,60	6500	8300	4400
TRDSN-80000/110	10,5	85,0	310,0	0,60	-	-	-
TRDSN-125000/110	10,5	120,0	410,0	0,55	-	-	-

4-jadval

Tok transformatorlari

Tip	Un, kV	Aniqlik sinfi	Inom, A
TSh-0,5	0,5	0,5/R	14000
TNSh-0,66	0,66	3	1600; 2500

TNSHL-0,66	0,66	0,5	800; 1000; 1500; 2000; 3000; 4000; 5000
TShN-0,66	0,66	3 1 0,5 0,5	100; 150; 200; 300; 400; 600; 800; 1000
TLM-6	6	1/R 0,5/R	300; 400; 600; 800; 1000; 1500;
TOLK-6	6	1	20; 30; 40; 50; 80; 100; 150; 200; 300; 400; 600
TPLM-10	10	R; 0,5/R R/R	5; 10; 15; 20; 30; 40; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400
TPOL-10	10	8; 0,5/R R/R	600; 800; 1000 1500
TOL-10	10	0,5/R R/R	30; 50; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 800; 1000; 1500
TL-10	10	0,5/R 0,5/R/R	50; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 800; 1000 1500; 2000; 3000
TPL-10K	10	0,5/R; R/R	10; 15; 30; 50; 100; 150; 200; 300; 400; 600; 800; 1000; 1500

5 -jadval

Po'lat – alyumin simlar xarakteristikasi

Kesim yuzasi, mm ²	Utkazgich markasi	Ruxsat etilgan yuklama toki, A		tashqi diametr, mm	1 km uchun aktiv qarshilik, Om/km
		Bino ichkari sida	Bino tashqari sida		
10	AS - 10	84	53	4,4	3,12
16	AS - 16	111	79	5,4	2,06
25	AS – 25	142	109	6,6	1,38
35	AS – 35	175	135	8,4	0,85
50	AS – 50	210	165	9,6	0,65
70	AS – 70	265	210	11,4	0,46
95	AS – 95	330	260	13,5	0,33
120	AS – 120	390	313	15,2	0,27
150	AS – 150	450	365	17	0,21
185	AS – 185	520	430	19	0,17
240	ASO – 240	605	505	21,6	0,13
300	ASO – 300	710	600	23,5	0,108
400	AS – 400	830	713	27,2	0,08
500	AS – 500	960	830	30,2	0,065

6 -jadval

Saqlagichlar xarakteristikasi

Saqlagich turi	Nominal toki, A	Eruvchan qismning nominal toklari, A	Eng katta o'chiriluvchi tok, A	Gabariti, mm
PR-2-15	15	6; 10; 15	8000	171x24,5x33
PR-2-60	60	15; 20; 25; 35; 45; 60	4500	173x30,5x43
PR-2-100	100	60; 80; 100	-	247x43x56
PR-2-200	200	100; 125; 160; 200	11000	296x56x76,5
PR-2-350	350	200; 225; 260; 300;	13000	346x72x10
PR-2-600	600	350 350; 430; 500; 600	23000	442x140x154
PR-2-1000	1000	600; 700; 850; 1000	20000	580x155x154

7 -jadval

Avtomat o'chirgichlar xarakteristikasi

Turi	Nominal toki, A	Kuchlanish, V	Qutblar soni	Ustavka toki, A	Eng katta o'chiriluvchi tok, kA		o'chirish vaqti, S
					o'zgar-mas	o'zgaruvchan	
A3160	50	110, 220	1,2,3	15-50	1,6-3,6	2,5-4,5	0,025
A3110	100	220	2,3	15-100	5	2,5-10	0,015
A3120	200	220	2,3	15-100	20	18	0,015
A3130	200	220	2,3	100-200	17-28	14-25	0,015
A3140	600	220	2,3	100-200	17-28	14-25	0,015
A3710B-A3740B	160-630	440 660	2,3	250-600 -	25-50 110	32-40 40-60	0,03 -
A3710F-A3730F	160-630	220 380	2,3	-	25-50	25-50	-

8-jadval

Kuchlanish trasformatorlari

Turi	Un, V		Sn, VA (aniqlik sinfida)		S _{max} , VA
	VN	NN	1	0,5	
NOS-0,5	380	100	50	25	100
	500	100	50	25	100

NOM-6	3000	100	50	30	240
	6000	100	75	50	400
NOME-6	6000	100	75	50	400
NTMK-10	10000	100	200	120	960
NTMI-10-66	10000	100; 100/3	200	120	960
NOL-08-10	10000	100	150	75	640
	11000	100-110			
ZNOL-06-10	$10000/\sqrt{3}$	100/ 3	150	75	640
	$11000/\sqrt{3}$	100/3-100			
NOM-15	13800	100	150	75	640
	15750				
	18000				
ZNOM-15-63	$6000/\sqrt{3}$	$100/\sqrt{3}$	75	50	400
	$10000/\sqrt{3}$				
	$13800/\sqrt{3}$		150	75	640
	$15750/\sqrt{3}$				

IV. TAJRIBA MASHG'ULOT MATERIALLARI

Tajriba ishi №1

Tok releli va transformatorlarning ulanish sxemalarini o'rganish.

Ishdan maqsad.

Tok transformatorlarining ikkinchi cho'lg'amlariga ulanadigan rele sxemalarini o'rganish, vektor diagrammalarini tuzish.

Umumiy ma'lumotlar.

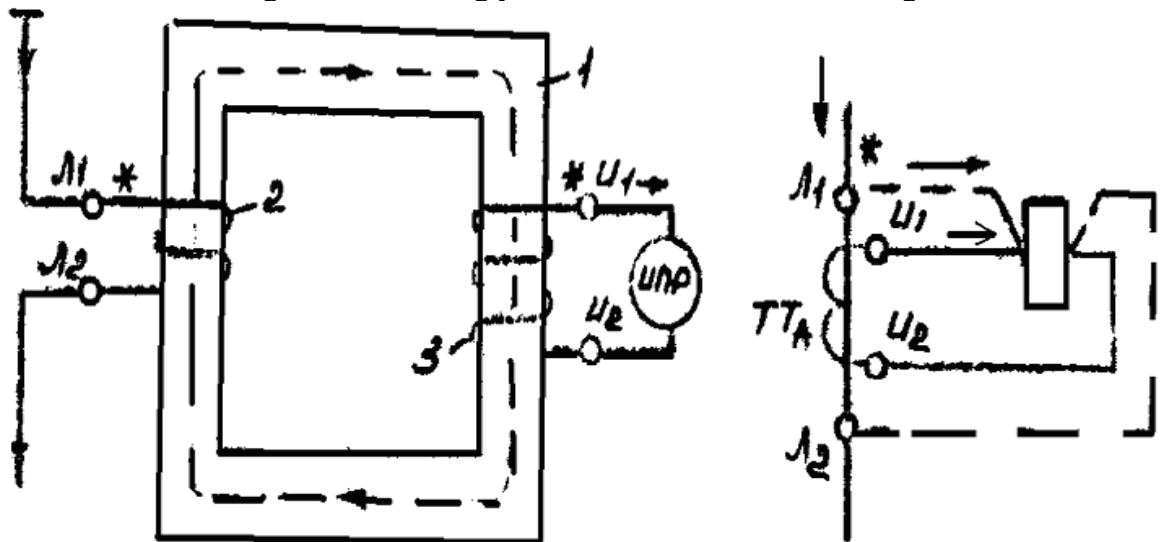
1-rasmda tok transformatorning sxemasi ko'rsatilgan.

Uning asosiy elementlari 1 po'lat magnik o'zakdan, 2 birlamchi cho'lg'amdan va 3 ikkilamchi cho'lg'amdan iborat. (1-rasm)

Nazorat qilinayotgan zanjirga TT ning birlamchi cho'lg'ami ketma-ket ulangan.

Ikkilamchi cho'lg'amga esa o'lchov asboblari va rele ulanadi.

Sxemada birlamchi cho'lg'amning uchlari "L1" va "L2", ikkilamchi cho'lg'amniki esa "u1" va "u2" harflar bilan belgilanadi. Tokning yo'nalishlari 1-rasmda ko'rsatilgan.



1-rasm.

Ulash sxemalari.

Himoya sxemalarida quyidagi 4 ta ulash sxemalari qo'llaniladi:

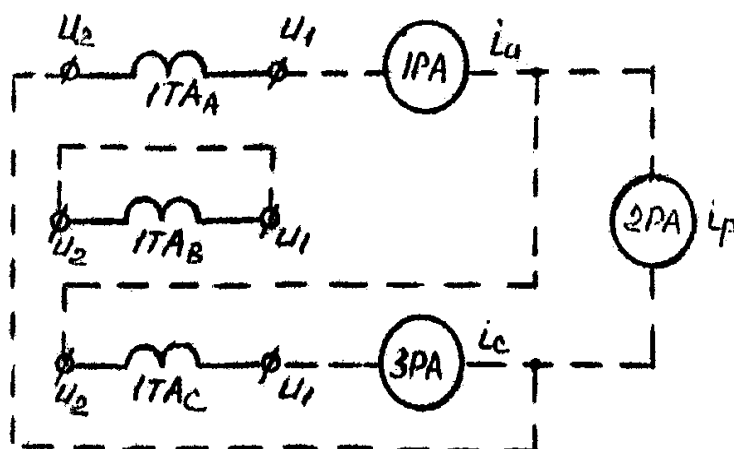
- 1) to'liq yulduz (uch fazali, uch releli)
- 2) to'liqmas yulduz (2 fazali, 2 ta releli)
- 3) releni toklar ayirmasiga ulash (2 fazali, bitta rele)
- 4) TT ning ikkilamchi cho'lg'amlarini uch burchak, releni esa yulduz usulida (uch fazali, uchta releli sxema).

1. To'liq yulduz sxemasi (2-rasm). Bu usulda uchta TT ning bir xil nomlangan "u2" uchlari umumiy nuqtaga birlashtirilib, uchta relening umumiy nuqtasi bilan nol sim orqali bog'lanadi.

Har bir sxema uchun sxema koeffitsienti aniqlanadi. Bu koeffitsient quyidagicha aniqlanadi

$$K_{cx} = \frac{I_p}{I_{2\phi}};$$

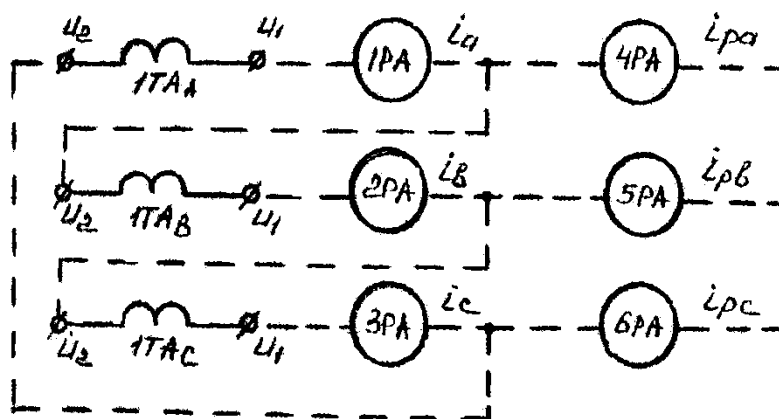
Ya'ni reledagi tokni TTning ikkilamchi cho'lg'amidan o'tayotgan faza tokiga nisbati. Bu sxemalar betaraf nuqtasi zaminlangan tarmoqlarda qo'llaniladi. Bu usulda ulangan himoya qisqa tutashuvning barcha turlariga ta'sir javob beradi. $K_{sx}=1$, uchta TT va uchta rele ishtirok etadi. Sxema qimmatroq, lekin ishonchliligi yuqori.



2-rasm. Releni toklar ayirmasiga ulash uchuli.

2. To'liq bo'lmagan yulduz sxemasi (3-rasm).

Tok transformatorlari A va S fazalarda o'rnatilgan, $K_{sx}=1$. Bu sxemalar betaraf nuqtasi izolyatsiya qilingan tarmoqlarda qo'llaniladi. Bir fazali qisqa tutashuvlarni bunday tarmoqlarda o'chirish shart emas. Fazalararo qisqa tutashuvlarni barcha turlarini o'chira oladi.



3-rasm. TT larni uchburchak, relelarni yulduz usulida ulash.

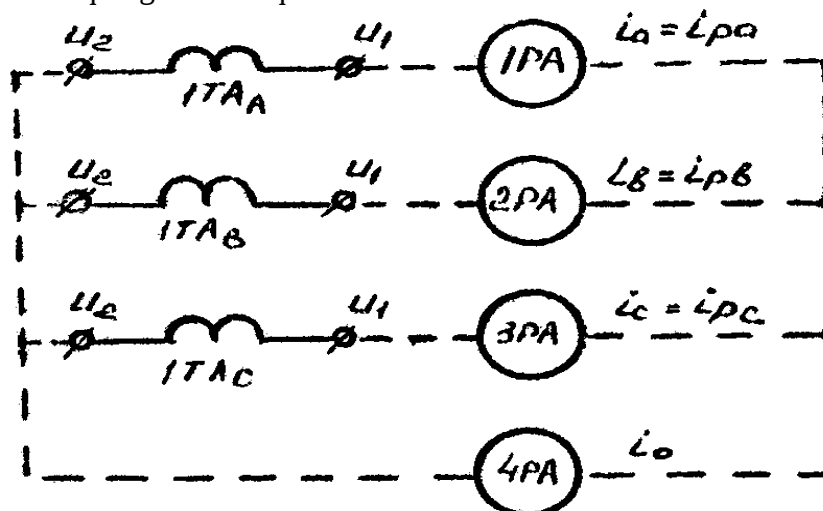
3. Releni toklarning ayirmasiga ulash sxemasi (4-rasm).

Reledan A va S fazalarga o'rnatilgan tok transformatorlarning ikkilamchi cho'lg'amlaridagi toklarning ayirmasiga teng tok o'tadi.

$$I_p = I_a - I_c; \quad K_{cx} = \sqrt{3}.$$

Sxema sodda, arzon bo'lganligi bilan birgalikda sezgirligi avvalgi sxemalarga qaraganda pastroq..

Sezgirligi va xarakat zonasi shikastlangan fazalarning kombinatsiyasiga bog'liq. Masalan, A va S fazada qisqa tutashuv bo'lsa sezgirlilik A va V fazalardagi qisqa tutashuvga (V va S) nisbatan 2 marta yuqori, shu sababli bu usuldagi sxemalarni liniyalarning 3-pog'onalik himoyasida ishlatish maqsadga muvofiq emas.

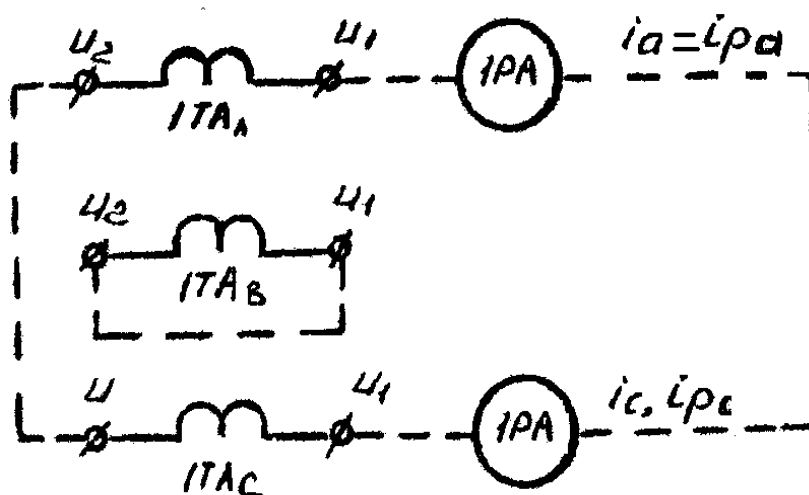


4-rasm. To'lik yulduz usuli

4. Tok transformatorlarini uchburchak va relelarni yulduz usulida ulash sxemasi (5-rasm)

Tok transformatorlarining ikkilamchi cho'lg'amlari har xil uchlari bilan ketma-ket ulanib uchburchak hosil qiladi. Bu uchburchakning qirralariga o'zaro yulduz usulida ulangan relelar ulanadi.

Simmetrik rejimda va 3 fazali qisqa tutashuvda reledan fazadagi tokdan $\sqrt{3}$ marta tok o'tadi.



5-rasm. To'liq bo'lmagan yulduz usuli.

Bunday sxemalarning xossalari.

- 1) shu usul qo'llangan himoya qisqa tutashuvning barcha turlariga ta'sir javob beradi;
- 2) reledagi tokning faza tokiga nisbatan qisqa tutashuvning turiga qarab o'zgaradi;
- 3) nol ketma-ketligi toklari uchburchakdan tashqari chiqmaydi.

Ish dasturi.

1. Tok transformatorining tuzilishi, stendning sxemasi (6-rasm), VAF-85 asbobi yordamida o'lchash yo'llari bilan tanishang.

2. TT ikkilamchi cho'lg'amlarini va releni nol sim bilan to'liq yulduz usulida ulang va tekshiring(2-rasm)

3. TT ikkilamchi cho'lg'amlarini va releni to'liq bo'lmagan yulduz usulida ulang va tekshiring (3-rasm)

4. Releni toklar ayirmasiga ulang (4-rasm) va tekshiring.

TTning ikkilamchi cho'lg'amlarini uchburchak, releni yulduz usulida ulang (5-rasm) va tekshiring.

Ishni bajarish tartibi.

1. Sinash sxemasi (6-rasm) va VAF-85 asbobi yordamida o'lchash usuli bilan tanishib chiqing (ilovaga qarang) Stend 220 V kuchlanishli tarmoqdan SF avtomat orqali ta'minlanadi. Yuklamalar R_A, R_B, R_C ga bir qutbli S_O, S_A, S_B, S_C tumblerlar orqali kuchlanish beriladi.

$1TA_A, 1TA_B, 1TA_C$ tok transformatorlar reostatlar bilan ketma-ket ulangan, ikkilamchi cho'lg'amlarning ochiq klemmlariga avval ampermetrlarni ulab (2-5- rasmlar asosida) keyin stendni ta'minlash kerak. Tajriba davomida S_O, S_A, S_B, S_C tumblerlar yordami bilan qisqa tutashuvning har xil turlariga taqlid qilinadi.

2. Sinov sxemasining yig'ing (2-rasm).

Undagi shtrix chiziqlar bilan ko'rsatilgan zanjirlarnigina ulang, chunki qolganlari sinov uchun tayyor. Barcha uzib-ulagichlarni – SA_1, SA_2, SA_3, SA_8 -o'rta xolatga o'rnatib. $1TA_A, 1TA_B, 1TA_C, 2TA_A$ va $2TA_C$ tok transformatorlarining birlamchi cho'g'lam zanjirlariga shtekkerlarni joylashtiring.

3. SF avtomatni yoqing, SB_1 knopkani bosib manbani ulang.

4. S_A, S_B, S_C tumblerlarni qo'shib uch fazali qisqa tutashuvlarni taqlidan hosil qiling. Ampermetr ko'rsatgichlarini jadvalga yozib oling.

VAF-85 asbobining tok o'lchovchi qisqichlari yordamida birlamchi va ikkilamchi toklarning burchagini o'lchang. Ilovada ko'rsatilgandek, birlamchi toklar $1TA_A, 1TA_B, 1TA_C$ tok transformatorlarining yonida, stenddan chiqib turgan simlarni qisqich bilan qurshab olib o'lchanadi. Ikkilamchi toklar esa RA_1-RA_6 ampermetrlarni bog'lovchi simlarda o'lchanadi.

5. S_A, S_B, S_C, S_O tumblerlarni yoqib ketma-ket ikki fazani yerga ulash, ikki fazali va bir fazali qisqa tutashuvlarni taqlidan hosil qilib, 4-punktdagidek o'lchovlarni bajaring, natijalarni jadvalga yozib boring.

6. SF avtomat yordamida stendni o'chiring.

7. Tok transformatorlarining transformatsiya koefitsientini aniqlang;

$$n_{TT} = \frac{I_I}{I_{II}} = \frac{I_A}{i_a} \quad (1)$$

8. Sxema koefitsientini aniqlang;

$$K_{CX} = \frac{i_{pa}}{i_a} = \frac{i_{pb}}{i_b} = \frac{i_{pc}}{i_c} \quad (2)$$

9. Sinov sxemalarini 3,4,5- rasmlar asosida yig'ing. 3-8-puntlardagi ishlarni har qaysi sxema uchun bajaring.

Jadval

Q.T tur- lari	O'lchanilayotgan kattaliklar																		
	A	B	C	a	b	c	0	pa	pb	pc	AI	BI	CI	ai	bi	ci	pa	pb	pc

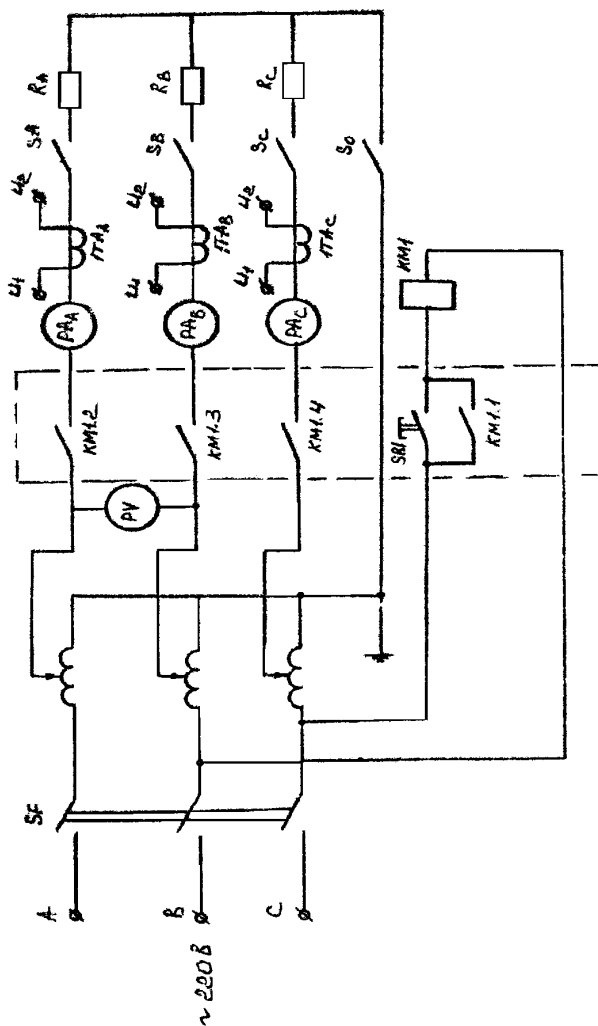
Hisobot tayyorlash.

Hisobotda quyidagilar ko'rsatiladi:

1. O'lchov asboblarning nomlari va turlari.
2. Ishning maqsadi va dasturi.
3. Sinov sxemalari
4. O'lchov natijalari yozilgan jadvallar.
5. Tok transformatorlarining birlamchi va ikkilamchi toklari vektor diagrammasi.
6. Xulosalar.

NAZORAT SAVOLLARI.

1. Sxema koeffitsenti nima?
2. TT va relening barcha ulash sxemalari afzalliklari, kamchiliklari va ishlatish joyi haqida gapirib bering.
3. Qisqa tutashuvning har xil turlari uchun ulash sxemalariga mos bo'lgan toklarning vektor diagrammalarini chizing.
4. TT ning soni tarmoqning betaraf nuqtasi holatiga bog'liqligini tushuntiring



6-rasm. TT larni sinash sxemasi

Voltamperfazoindikator VAF-85.

VAF-85 asbob yordamida o'zgaruvchan tok, kuchlanish, ular orasidagi burchakni o'lchash, fazalar ketma-ketligini aniqlash mumkin.

Tokning miqdori -10; 50; 250 mA; 1; 5; 10A

Kuchlanish-1,5; 25; 125; 250V

VAF dan foydalanish uchun avval diskning "nol" xolatini tekshirib olish kerak. Buning uchun asbobning uchlariga U_{AV} kuchlanish beriladi, ya'ni A-* va V-U o'rnatiladi. So'ngra limbaning nol xolati o'lchov asbobi ko'rsatgichining nol holatiga to'g'ri kelishini tekshirish kerak.

Agar g'ildirakning nol xolati korpusda maxkamlangan plankadagi disk bilan mos bo'lmasa, unda qisuvchi vintni bo'shatish va plankani shunday surish kerakki, bunda limba noli disk qarshisida bo'lsin, so'ngra vintni qayta mahkamlash kerak.

A,V,S uchlariga uch fazali 220 V kuchlanishni ulab (ilovadagi 1.2-rasm) fazalar to'g'ri ketma-ketligiga ishonch hosil qilish kerak, bunda stopordan bo'shatilgan limb soat ko'rsatkichi bo'yicha aylanishi kerak; bundan keyin o'lchash jarayonida asbobni o'chirish, asbob ta'minotini qayta ulash mumkin emas.

250 mA gacha toklarni o'lchash uchun P1 qayta ulagichni "mA" holatiga qo'yiladi (asosan 10, 50, 250 mA qismlariga nobalans toki yuboriladi).

Tokni 1,5,10A oraliqda yoki kuchlanishni 1-250 V oraliqda o'lchash uchun P1 qayta ulagich "V,A" holatiga, P2- «velichina» holatiga, asbob oraliqlarini qayta ulagichi P3-tegishli yoki maksimal oraliqqa qo'yiladi. O'lchaniladigan kuchlanish * va U uchlariga beriladi. Sxema yig'ilayotganda *-yulduzchalar bilan ko'rsatilgan vilkaning oyoqchalari shunga o'xshab belgilangan chuqurchalarga o'rnatish kerak (ilovadagi 1.3-rasm). Yulduzcha bilan belgilangan qisqichning tomoni TTning ikkilamchi cho'lg'amiga qaratilgan bo'lishi kerak, undan simlar tekshirilayotgan qurilmaga boradi (ilovadagi 1.3-rasm).

1-rasm. VAF-85 voltamper fazoindikator yordamida o'lchash.

1-g'ildirak (disk)ning nol xolatini tekshirish;

2-kuchlanishning qiymatini va fazasini o'lchash;

3-tok kattaligini va fazasini o'lchash.

Asbob limbisini doim soat ko'rsatkichi bo'yicha aylantirish, o'lchashni esa asbob ko'rsatkichi uning nolli qiymatiga chapdan kelganda, ya'ni nolga yaqinlashganda u ham soat ko'rsatkichi bo'yicha xarakatlanishini amalga oshirish kerak. Tokni vektorli diagrammalarini qurish uchun A, V va S deb belgilangan uchlarini manbaiga ulanadi. (ilovadagi 1.3-rasm), asbobning P1 qayta ulagichi "V,A" xolatiga, P2 esa «velichina» xolatiga qo'yiladi.

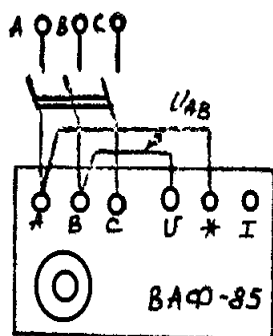
Qisqichlarni ulab, ular bilan TT ga boruvchi simlardan biri qamrab olinadi. P3 qayta ulagich yordamida 5A gacha o'lchash oralig'ida va asbob shkalasi bo'yicha fazadagi toklar amperda aniqlanadi, keyin P2 qayta ulagichni «faza» xolatiga qo'yiladi va limbani soat ko'rsatkichi bo'yicha aylantirib asbob ko'rsatkichi nolga yaqinlashishiga erishiladi. Bunda, agar asbob ko'rsatkichi nolga o'ng tomondan yaqinlashsa va keyin o'ng tomondan chapga ketsa, unda limbani, asbob ko'rsatishi chap tomondan nolga kelmaguncha, soat ko'rsatkichi bo'yicha aylantirishni davom ettirish kerak.

Burchak qiymatini xisoblashni limba shkalasi bo'yicha diskka qarshi olinadi. Agar bunda limba noli belgidan chapda bo'lsa, unda burchak qiymati "—" bilan (ilovadagi 1.2-rasm), agar limba noli belgidan o'ngda bo'lsa, unda burchak qiymati "+" bilan (ilovadagi 1.3-rasm) yoziladi.

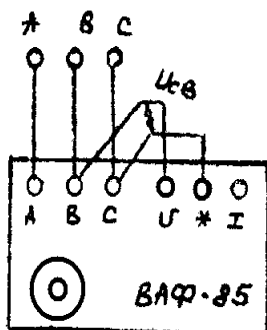
Bir hil zanjirlar vektorlari orasidagi yoki ikki turli vektorlar orasidagi burchak asbob ko'rsatkichlarni ayirmasi tarzida aniqlanadi.

Masalan, I_A vektor uchun burchak $+40^\circ$, I_B vektor uchun burchak -30° bo'lsa, ular orasidagi burchak quyidagiga teng bo'ladi.

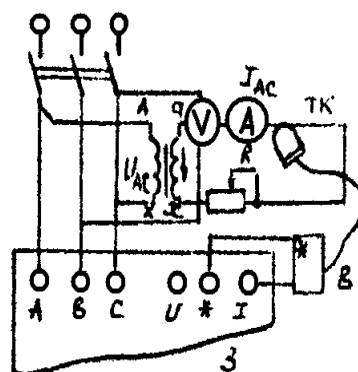
$$\varphi_{IA} - \varphi_{IB} = 40^\circ - (-30^\circ) = 70^\circ$$



1



2



3

1-rasm. VAF-85 yordamida o'lchash: 1- Diskning nol xolatini tekshirish;

2-kuchlanishning miqdorini va fazasini o'lchash

3 tokning miqdorini va fazasini o'lchash

Tajriba ishi №2

RT-40 turidagi elektromagnit

tok releini sinash

Ishdan maqsad

RT-40 turidagi elektromagnit tok relening ish printsipi va konstruksiyasini o'rganish.

Umumiy ma'lumotlar

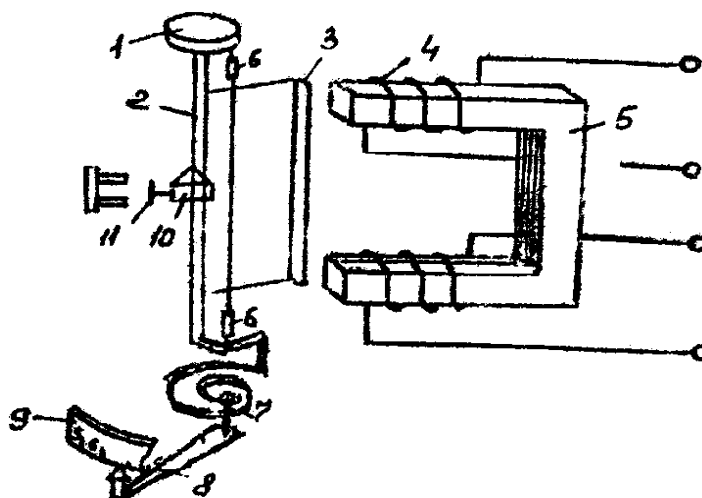
Tuzilishi.

RT – 40 elektromagnit maksimal tok releli himoya va shikastlanishga qarshi avtomatika qurilmalarida keng qo'llaniladi. Tok releli tokning ortishi va pasayishiga ta'sir javob beradi va ularni nazorat qiladi.

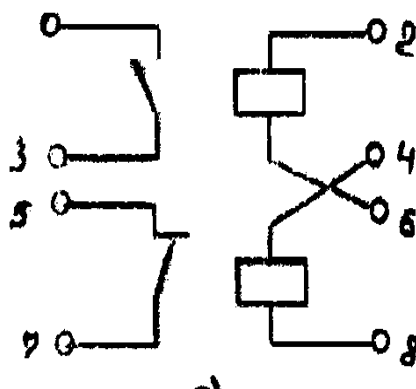
RT-40 relelarida bir xil elektromagnit tizim, ko'ndalang xarakatlanuvchi yakorli tizim qo'llanilgan (1 rasm). Relelarning magnit tizimi P- simon shixtalangan magnit o'zak 5 va ikki o'qda 6 aylanuvchi G- simon po'lat 3 o'zakdan iborat. Rele yakori boshlang'ich holatda teskari ta'sir etuvchi spirali prujinadan 7 iborat, bo'lib, uning bir uchi yakor bilan ikkinchi uchi urnatma ko'rsatkichi 8 bilan bog'langan. Ko'rsatmani xolati burilganda prujinaning teskari ta'sir etuvchi momenti va unga mos relening ishlash toki o'zgaradi. Tok bo'yicha o'rnatma shkalada 9 belgilangan miqdorlar asosida olib boriladi. Yakorga xarakatlanuvchan kontaktli ko'prikl 11 va plasmassdan yasalgan kolodka 10 o'rnatilgan bo'ladi. Skobaning 2 yuqori qismida yakor bilan birlashgan ichi bo'sh baraban 1 joylangan. Baraban 1 ichki radial to'siqqa ega bo'lib, unga kvarts qum to'ldirilgan. Xarakatlanuvchi qismning turli tezlanishlarida qum zarrachalari xarakatga keladi va yakorni xarakatlantiruvchi kuch kumlar orasidagi ishqalanish kuchni yengishga ham sarflanadi. Ushbu elektromagnitning qo'zg'aluvchi qismni vibratsiyasini kamaytirishga va kontaktlarni ulanishdagi vibratsiyasini kamaytirishga olib keladi.

Magnit o'zakda g'altaklar 4 joylashgan bo'lib, ularning chiqishlari rele tsokoli qisqichiga chiqarilgandir. Ushbu chiqishlarga turli zanjirlarni o'rnatib, g'altaklarni ketma-ket va parallel ulash mumkin va mos ravishda relening ishlash tokini ikki marotaba o'zgartirish mumkin. Shkalaga yozilgan raqamlar g'altaklarning ketma – ket ulangan xoliga mos keladi.. Barcha elementlar

alyumin quymadan yasalgan ramkaga oʻrnatilgan boʻlib, u plastmassa tsokolga joylashtirilgan va koʻrinuvchi qobigʻ bilan yopilgan.



1-rasm



2 - rasm. Tok relesining ichki ulanish sxemalari

Ishlash tamoyili

Relning chulgʻamidan tok oqib oʻtganda uning magnit tizimida magnit oqimi hosil boʻladi va u oqim oʻzak va yakor orqali tutashadi. Magnit oqimi yakorga singib uni magnitlaydi. Magnit oqimi (tok) kvadratiga va yakor va magnit oʻzak qutbi orasidagi havo oraliqqa proporsional elektromagnit kuch yakorni oʻzakga tortadi va bunda relning kontakti qoʻshiladi. Tokning elektromagnit tizim yakorini qoʻzgʻalmas oʻzakga tortuvchi qiymati relning ishlash toki I_n deyiladi. Tokning elektromagnit tizimga tortilgan yakorni qoʻzgʻalmas oʻzakdan uzoqlashuvini yaʼni bolangʻich xolatiga qaytishini taʼminlovchi qiymati relning qaytish toki I_q deyiladi. Relning qaytish koeffitsienti deb, qaytish kattaliklari(toki)ni ishlash kattaligi(toki)ga nisbatiga aytiladi. Koʻrib oʻtilgan rele tuzilishi uchun qaytish koeffitsienti nisbatan kichik (0,8 dan kichik) miqdorga ega.

Relning yakorini 2 burilish burchagi tayanchlar 1 va 3 bilan chegaralanadi (2 rasm). Agar oʻng tarafdagi tayanch 1 olib tashlansa, elektromagnit kuch va moment taʼsirida yakor shunday

xolatga ega bo'ladiki bunda havo oraliqdagi magnit oqimi eng katta qiymatga ega bo'ladi ya'ni burchak 90° teg bo'lib, elektro magnit moment nolga teng bo'ladi.

Relening ishlash ishchi kontaktini ta'minlash uchun yakorning burilish chegarasini ta'minlash kerak. RT-40 rele si uchun yakor burilish burchagi boshlang'ich xolatda 60° gradusni tashkil etadi va yakorning oxirgi xolatida 75° ni tashkil qiladi α_b va α_o (2 va 6 rasm).

RT-40 turdagi rele haqida texnik ma'lumotlar

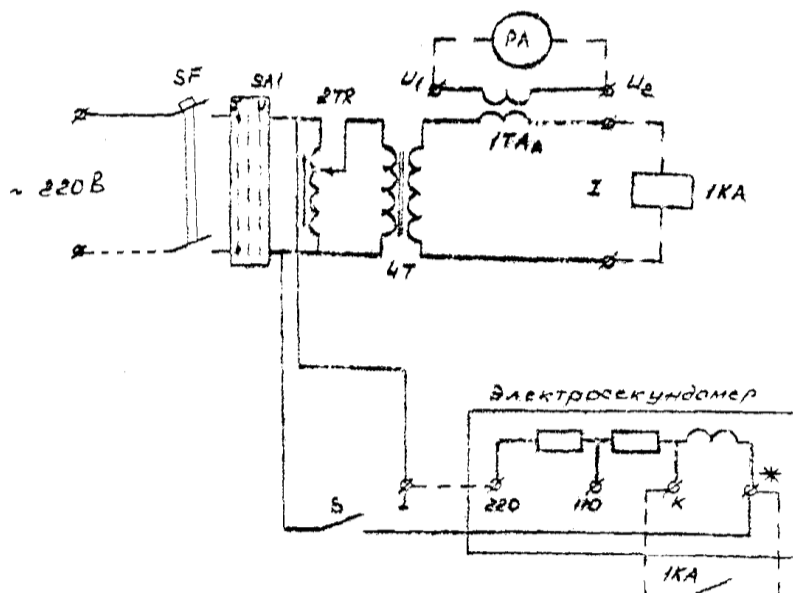
1. Rele ustavka toklari 0,05 A dan 200 A gacha bo'ladigan to'qqiz xilda ishlab chiqariladi.
2. Relening qaytish koeffitsienti birinchi ustavkada 0,85, qolgan ustavkalarda 0,8 dan kam emas.
3. Relening ishlash tokidagi hatolik ustavka tokiga nisbatan 5% dan katta emas.
4. Releda bitta ulaydigan va bitta uzadigan kontaktlar bor.
5. Ulaydigan kontaktning ulash vaqti tok $1,2I_{ish}$ da 0,1 s gacha va tok $3I_{ish}$ da 0,03 s gacha bo'ladi.
6. Iste'mol qiluvchi quvvat relening xiliga bog'liq.
7. O'zgarmas tok zanjirida relening kontaktlari quvvati 60 Vt li induktiv yuklamani ulashi mumkin, o'zgaruvchan tok zanjirida esa bu quvvat 300 VA ga teng. Kuchlanish 24 V dan 250 V gacha tok 2 A gacha bo'ladi.

Ish dasturi

1. Relening tuzilishi bilan tanishib chiqing. Rele cho'lg'amlarining parametriga, kontaktlariga, cho'lg'am va kontaktlarning uchlariga e'tibor bering, pasportida ko'rsatilgan ma'lumotlarni yozib oling.
2. Cho'lg'amlarning ketma-ket va parallel ulangan holatlarida shkaladagi barcha ustavkalar uchun relening ish toki I_{ish} , qaytish toki I_q va qaytish koeffitsienti K_q ni aniqlang.
3. Tokning bir necha karra kattaliklarida relening ishlash vaqtini aniqlang.

RT – 40 rele si ni sinashda bajariladigan ishlar tartibi

1. Sinash sxemasi bilan tanishib oling. Sxemada faqat uziq-uziq liniyalar bilan ko'rsatilgan zanjirni yig'ing, chunki qolgan zanjirlar sinashga tayyor. (rasm)
- 1.2. Stendni ulash uchun:
 - 1.2.1. SHkalada relening eng kichik ustavka tokini o'rnatib 2 TR avtotransformatorini relening eng kichik tokiga mos keladigan xolatga qo'ying. TA_a tok transformatorining shtekkerini «2A» li yoki «5A» li uyachaga joylashtiring.
 - 1.2.2. SAI kalitni o'rta xolatiga qo'ying; S tumblarni past tomoniga o'rnatib (bu sekundamerni o'chgan xolatiga to'g'ri keladi).
 - 1.2.3. SF avtomatni yoqib sinash sxemasiga kuchlanish bering.
- 1.3. SAI kalitni «I» tomoniga qo'yib, 2 TR avtotransformatori yordamida tokni relening qo'zg'aluvchi kontaktlari xolati o'zgarguncha asta – sekin ko'paytirib boring. SHunda reledan o'tayotgan tok, relening berilgan I_u ustavka tokida I_{ish} ishlash toki xisoblanadi.



3 - rasm

1.4. Relening qaytish tokini aniqlash uchun reledagi tokni I_{ish} dan bir muncha kattalashtirib, so'ngra qo'zg'aluvchi kontaktlar boshlang'ich holatiga qaytguncha kamaytira borish kerak.

1.5. Ulchov natijalarini 1 – jadvalga yozib qo'ying va tajribani yana 2 marta qaytaring.

1.6. SF avtomat yordamida kuchlanishni uzib, ustavkani yangi qiymatini o'rnatib va sinovni davom ettiring.

1.7. O'lchov natijalarini o'rtacha qiymatlariga asoslanib, qaytish koeffitsientini va relening xatosini aniqlang.

$$K_v = \frac{I_{kypm}}{I_{uuypm}};$$

$$\Delta I = \frac{I_{uuypm} - I_y}{I_y} \cdot 100\%;$$

bu yerda $I_{ish\ o'rt}$ – uch marta o'lchangan ish tokining o'rtacha arifmetik qiymati, I_u – ustavka toki, A .

Natijalarni 1 – jadvalga kiriting.

1 – Jadval

	Rele RT-40 parametri				
	I_u (A),				
I_{sr}	1 o'lch				
	2 o'lch				
	3 o'lch.				
	O'rtacha				
I_v	1 o'lch				
	2 o'lch				
	3 o'lch				
	o'rtacha				
	K_v				

1.8. Har xil karralik toklarda relening ish vaqtini aniqlang. Relening ishlash vaqti deb relega I_{ish} tokidan katta bo'lgan tok berilishidan boshlab, to uning kontaktlari qo'shilguncha o'tgan vaqtga aytiladi.

Karralik – bu relega berilgan tokning ishlash tokiga nisbati $K = \frac{I_p}{I_{uu}}$;

Bu sinovni bajarish uchun relega aytilgan ustavka toki o'rnatiladi; Keyin stend manbaga SF avtomat bilan ulanadi; SAI kalit «I» holatiga qo'yiladi, avtotransformator yordamida na K ning 1,1 ($I_{pning1,1}$ I_{ish}) o'rnatiladi.

SAI kalit o'rta holatga keltiriladi, S tumbler yoqiladi, ya'ni sekundamer ishga tushiriladi, SAI kalit «I» holatiga keltiriladi.

Sekundomer to'xtagandan keyin SAI kalit o'rta holatga qaytariladi, relening ishlash vaqti t_{ish} sekundomerga qarab aniqlanadi. O'lchov natijalari 2 - jadvalga yoziladi. Knopka yordamida sekundomer boshlangich holga qaytariladi.

1.9. SHu karallikda (K ning 1,1 I_{ish}) SAI kalit yordamida tajriba yana 2 marta qaytariladi.

1.10. Xuddi shunday sinovlar K ning 1,5; 2 va 3 ga teng bo'lganida qayta bajariladi.

1.11. Ulchovlar natijalari asosida o'rtacha ishlash vaqti aniqlanadi.

2 - Jadval

$I_u, (A)$				
K	1,1	1,5	2	3
$I_R (A)$				
1 o'lch				
$t_{o'r} (c)$ 2 o'lch				
3 o'lch				
o'rtacha				

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Tok relesining vazifasi nima ?
2. Ishlash tokining ustavkasi qanday o'zgartiriladi?
3. Xarakterlanuvchi qismga o'rnatilgan barabanchaning vazifasi nimadan iborat?
4. CHO'lg'amlar parallel ulanganda ishlash toki nima uchun 2 marta ortadi?
5. Relening o'rnatma toki qanday o'rnatiladi va o'zgartiriladi?
6. Nima uchun chulg'amlar parallel ulanganda relening ishlash toki ikki marotaba o'zgaradi va ortadi?
7. Qaytish koeffitsienti nima va u qanday aniqlanadi?
8. «Ishlash toki», «qaytish tok»larning ma'nosi nima?

Tajriba ishi №3

RN-50 turidagi elektromagnit kuchlanish relesini sinash

Ishdan maqsad

RN-50 turidagi elektromagnit kuchlanish relesini ish printsipi va konstruksiyasini o'rganish.

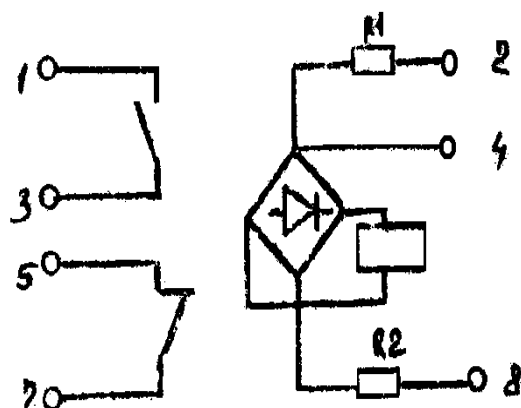
Tuzilishi

Kuchlanish relesi RN-50 releli himoya va shikastlanishga qarshi avtomatika qurilmalarida keng qo'llaniladi. Kuchlanish relesi kuchlanishni ortishi va pasayishiga ta'sir javob beradi va ularni nazorat qiladi.

RN-50 relelarda bir xil elektromagnit tizim, ko'ndalang xarakterlanuvchi yakorli tizim qo'llanilgan. Relarning magnit tizimi P- simon shixtalangan magnit o'zak 5 va ikki o'qda 6 aylanuvchi G- simon po'lat 3 o'zakdan iborat. Rele yakori boshlang'ich holatda teskari ta'sir etuvchi spirali prujinadan 7 iborat, bo'lib, uning bir uchi yakor bilan ikkinchi uchi urnatma ko'rsatkichi 8 bilan bog'langan. Ko'rsatmani xolati burilganda prujinaning teskari ta'sir etuvchi momenti va unga mos relening ishlash toki o'zgaradi. Kuchlanish bo'yicha o'rnatma shkalada 9 belgilangan miqdorlar asosida olib boriladi. Yakorga xarakterlanuvchan kontaktli ko'priklari 11.

Magnit o'zakda g'altaklar 4 joylashgan bo'lib, ularning chiqishlari rele tsokoli qisqichiga chiqarilgandir. Ushbu chiqishlarga turli zanjimlarni o'rnatib, g'altaklarni ketma-ket va parallel ulash mumkin va mos ravishda relening ishlash kuchlanishini ikki marotaba o'zgartirish mumkin. SHkalaga yozilgan raqamlar g'altaklarning ketma – ket ulangan xoliga mos keladi.. Barcha elementlar alyumin quymadan yasalgan ramkaga o'rnatilgan bo'lib, u plastmassa tsokolga joylashtirilgan va ko'rinuvchi qobig' bilan yopilgan.

Kuchlanish relesining tuzilishi tok relesi kabi. Kuchlanish relesida titrashni kesuvchi baraban yo'q, chunki relening chulg'ami nazorat etilayotgan zanjirga to'g'rilovchi ko'priklar va qo'shimcha qarshiliklar "R1" va "R2" orqali oqadi, bunda ushbu qarshiliklar magnit oqimining o'zgaruvchan tashkil etuvchisini yo'qotadi. 6 rasmda kuchlanish relesining ichki ulanishlar sxemasi keltirilgan bo'lib, rele ikki o'rnatmaga ega. Kichik o'rnatmalar diapazonida relening chulg'ami "R1" qo'shimcha qarshilik orqali, katta o'rnatmalar diapazonida ketma – ket ulangan «R1" va "R2" qarshilik orqali ulanadi.



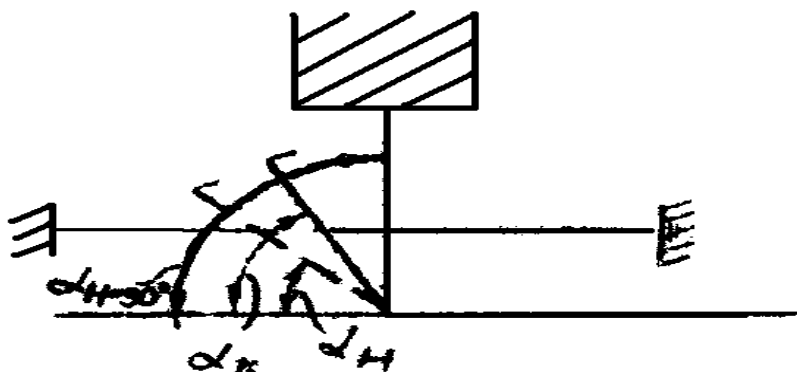
1– rasm. Kuchlanish relesining
ichki ulanish sxemalari

Ishlash tamoyili

Relening chulg'amiga kuchlanish berilganda uning magnit tizimida magnit oqimi hosil bo'ladi va u oqim o'zak va yakor orqali tutashadi. Magnit oqimi yakorga singib uni magnitlaydi. Magnit oqimi kuchlanish kvadratiga va yakor va magnit o'zak qutbi orasidagi havo oraliqqa proporsional elektromagnit kuch yakorni o'zakga tortadi va bunda relening kontakti qo'shiladi. Kuchlanishning elektromagnit tizim yakorini qo'zg'almas o'zakga tortuvchi qiymati relening ishlash kuchlanishi U_{ir} deyiladi. Kuchlanishning elektromagnit tizimga tortilgan yakorni qo'zg'almas o'zakdan uzoqlashuvini ya'ni boshlang'ich xolatiga qaytishini ta'minlovchi qiymati relening qaytish U_{qr} deyiladi. Relening qaytish koeffitsienti deb, qaytish kattaliklari (kuchlanishini) ishlash kattaligi (kuchlanishi)ga nisbatiga aytiladi. Ko'rib o'tilgan rele tuzilishlar uchun qaytish koeffitsienti nisbatan kichik (0,8 atrofida) miqdorga ega.

Relening yakorini 2 burilish burchagi tayanchlar 1 va 3 bilan chegaralanadi (2 rasm). Agar o'ng tarafdagi tayanch 1 olib tashlansa, elektromagnit kuch va moment ta'sirida yakor shunday xolatga ega bo'ladi bunda havo oraliqdagi magnit oqimi eng katta qiymatga ega bo'ladi ya'ni burchak 90° teg bo'lib, elektro magnit moment nolga teng bo'ladi.

Relening ishlash ishchi kontaktini ta'minlash uchun yakorning burilish chegarasini ta'minlash kerak. RN-50 relelari uchun yakor burilish burchagi boshlang'ich xolatda 60° gradusni tashkil etadi va yakorning oxirgi xolatida 75° ni tashkil qiladi α_b va α_o (2 rasm).



RN-50 turdagi rele haqida texnik ma'lumotlar

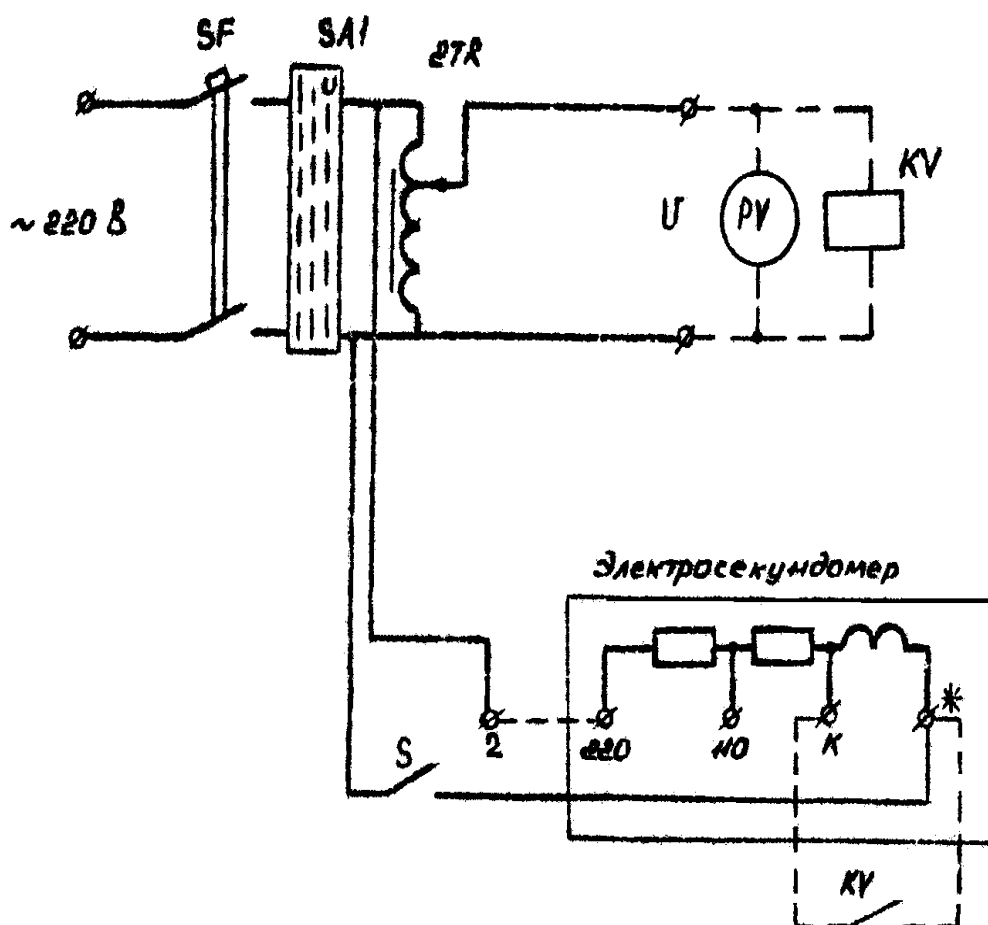
1. Rele ustavka kuchlanishi 15 V dan 400 V gacha teng oraliqdagi uch xil tuzilishda ishlab chiqariladi.
2. Kuchlanish bo'yicha xatolik ustavkaga nisbatan 10 % dan oshmaydi.
3. Qaytish koeffitsienti 0,8 dan kam emas.
4. Ulaydigan kontaktning ulash vaqti kuchlanish $1,2 U_{ish}$ ga teng bo'lganda 0,1 S dan ko'p emas, 0,003 S dan.
5. Iste'mol qiluvchi quvvat 1 VA dan oshmaydi.
6. Kontaktlari RT-40 relesinikiga o'xshash.

Ish dasturi

1. Relening tuzilishi bilan tanishib chiqing. Rele cho'lg'amlarining parametriga, kontaktlariga, cho'lg'am va kontaktlarning uchlariga e'tibor bering, pasportida ko'rsatilgan ma'lumotlarni yozib oling.
2. Cho'lg'amlarning ketma-ket va parallel ulangan holatlarida shkaladagi barcha ustavkalar uchun relening ish kuchlanishi U_{ish} , qaytish kuchlanishi U_q va qaytish koeffitsienti K_q ni aniqlang.
3. Tokning bir necha karra kattaliklarida relening ishlash vaqtini aniqlang.

RN-50 relesini sinashda bajariladigan ishlar tartibi.

1. Stendni ulash uchun:
 - 1.1. Shkalada relening eng kichik ustavka kuchlanishini o'rnatish.
 - 1.2. TR avtotransformatorini eng oxirgi holatiga o'rnatish, S tumblarni o'chirish.



1.3. SI avtomati yoqib sinash sxemasiga kuchlanish bering.

2. Relening ishlash kuchlanishi U_{ish} ni aniqlash uchun SAI kalitni «U» tomoniga qo'yib, 2 TR avtotransformator yordamida kuchlanishni relening qo'zg'aluvchi kontaktlari holati o'zgarguncha bir tekisda ko'paytiring.

3. Relening qaytish kuchlanishi U_Q ni aniqlash uchun kuchlanishni U_{ish} dan bir muncha ko'paytirib, so'ngra qo'zg'aluvchi kontaktlar boshlang'ich holatiga qaytguncha kamaytira borish kerak.

4. O'lchov natijalarini 3 - jadvalga yozib qo'yib, tajribani yana 2 marta qaytaring.

3 - Jadval

	Rele RN-50 parametri				
	U_u (V),				
$U_{sr.}$	1 o'lch				
	2 o'lch				
	3 o'lch.				
	o'rtacha				
U_v	1 o'lch				
	2 o'lch				
	3 o'lch				
	o'rtacha				
	K_K				

5. Karralik $K=1,1; 1,3; 1,5; 1,8; 2$ ga teng bo'lgan qiymatlarda relening ish vaqtini aniqlang.

6. 4-jadvalni to'ldiring. Olingan natijalarni A, V bo'linmalardagi texnik ma'lumotlar bilan solishtiring

4 - Jadval

$U_u, (V)$						
K		1,1	1,3	1,5	1,8	2
$U_R (B)$						
	1 o'lch					
$t_{o'r} (C)$	2 o'lch					
	3 o'lch					
	O'rtacha					

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Relening o'rnatma kuchlanishi qanday o'rnatiladi va o'zgartiriladi?
2. Relening xarakatlanuvchi qismiga o'rnatilgan baraban qanday vazifani bajaradi?
3. Nima uchun chulg'amlar parallel ulanganda relening ishlash kuchlanishi ikki marotaba o'zgaradi - ortadi?
4. Qaytish koeffitsienti nima va u qanday aniqlanadi?
5. Nima uchun RN-50 relesida baraban yo'q?
6. R1, R2 rezistorlarning vazifasi nima?
7. Relening «ishlash va qaytish kuchlanishi» nima?
8. Relening ishlash vaqti nima?
9. Nima uchun RN-50 turidagi relede barabancha yo'q?

Tajriba ishi №4

Mantiqiy relelarni sinash

Ishning maqsad.

Mantiqiy relelarni tuzilishi, ish printsipi, parametrlari va xarakteristikalarini bilan tanishish

Qisqa nazariy ma'lumotlar

Vazifasi bo'yicha rele o'lchov va mantiqiy bo'ladi. Mantiqiy relelarga vaqt, ko'rsatkich va oraliq relelari kiradi.

Vaqt relesi sabr vaqtini hosil qilish uchun xizmat qiladi. Hozirgi vaqtda o'zgarmas va o'zgaruvchan tokda ishlaydigan soat mexanizmlari vaqt relesi keng tarqalgan bo'lib, sanoatimizda ishlab chiqariladi. Qurilmaning asosiy qismini aniq yuradigan soat mexanizmi tashkil qiladi.

Vaqt relesiga bir necha talablar qo'yiladi:

- ishlash vaqti bo'yicha kichik cheklanish (razbros)
- ishlash vaqti o'rnatmasini keng oraliqda bir tekis o'zgarishi;
- kuchlanish olingan so'ng oldingi holatga tez qaytishi.

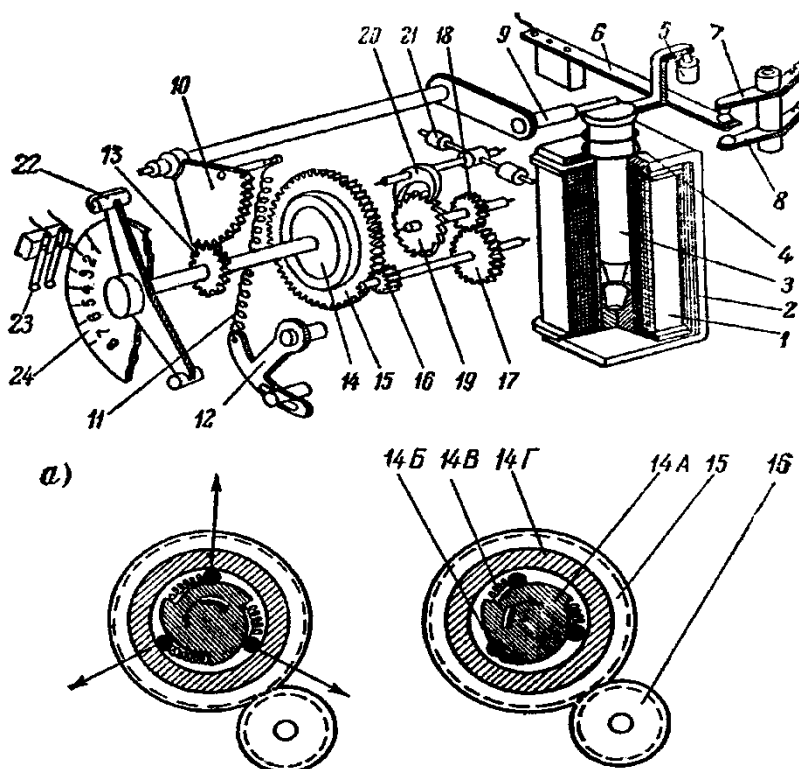
RV–200 turidagi elektromagnit vaqt relesi 100, 127, 220, 480 V li o'zgaruvchan operativ tokda ishlash uchun, RV–100 vaqt relesi esa –24, 48, 100 va 220 V li o'zgarmas operativ tokda ishlash uchun ishlab chiqariladi. Bu relelarning hammasi (RV–215, RV–245 lardan tashqari) rele cho'lg'ami kuchlanish ostida bo'lganda harakatga keladi. Bu relelarda vaqtini o'zgartirish oraliq'i 0,1–1,3; 3; 0,25–3,5; 0,5–3 sek va 2–20 sek oraliqlarda bo'ladi.

Berilgan sabr vaqt bilan yopiladigan kontaktlardan tashqari relede tezda o'tkazish kontakti bo'ladi, ayrim relelar esa sabr vaqti berilgan asosiy kontaktga o'xshab yopiladigan (sekundning o'ndan bir qismidan oshmaydigan vaqtga) qo'shimcha suriluvchan kontaktga ega.

RV–200 relesini tuzilishi (1-rasm):

Soat mexanizmining prujinasi (11) doim tortilgan holatda bo'ladi. Cho'lg'amga (1) kuchlanish berilganda yakor (3) qaytaruvchi prujina (4) qarshiligini yengib, tortiladi va soat mexanizmining richagini (9) qo'yib yuboradi. Soat mexanizmi prujina (77) ta'sirida harakatlana boshlaydi va qo'zg'aluvchan kontakt (22) bir tekis harakatlanishini ta'minlaydi, u esa berilgan vaqt oralig'idan so'ng qo'zg'almas kontakt (23) yopadi. 23 va 23 kontaktlarning yopilish vaqti 23 kontaktning holatini o'zgartirish yo'li bilan o'zgartiriladi. Soat mexanizmining bir tekis xarakterlanishi ankerli mexanizm (20) yordamida ta'minlanadi, uning harakatlanish tezligi yukchalarning (21) xolatini o'zgartirish yordamida sozlanadi.

Rele ta'minlash manbasidan uzilganda yakor (3) prujina (4) ta'sirida tyaga (9) ga ta'sir etib oldingi xolatiga kaytadi, bunda rele kontaktlari ochiladi, prujina (11) ko'tariladi va rele keyingi xarakteratga tayyor. Releni oldingi xolatga qaytarish tez amalga oshiriladi, chunki rele oldingi xolatiga qaytayotganda yetaklovchi shesternani (15) shesterna g'ildiragi (13) bilan bo'linishini ta'minlovchi friksion mahkamlash moslamasi (14) mavjud.

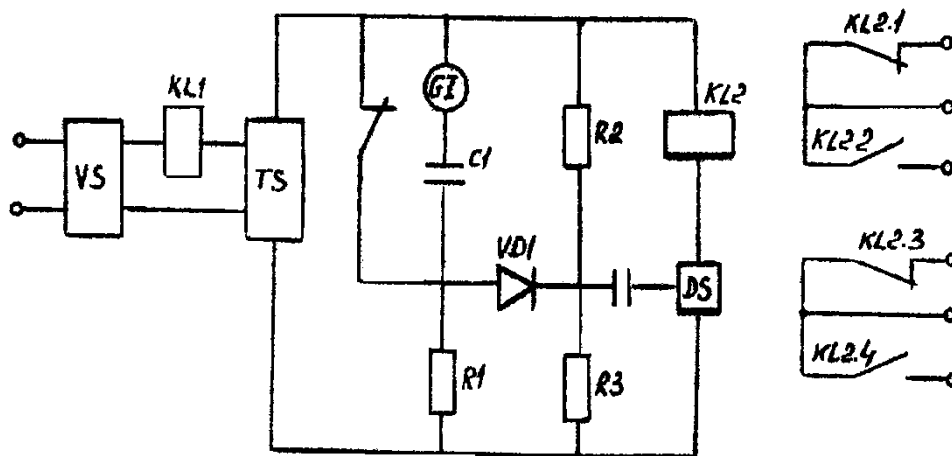


1-rasm. RV-200 vaqt relesi

Bu yerda: 1-cho'lg'am; 2-magnit o'tkazgich; 3-yakor; 4-qaytaruvchi prujina; 5-o'tkazgich simcha; 6-qo'zg'aluvchan kontakt; 7 va 8 -qo'zg'almas kontaktlar; 9-palets (barmaq); 10-tishli sektor; 11-xarakterlantiruvchi prujina; 12-prujinani tortish uchun skoba; tishli g'ildirak; 14-friksion ulovchi mexanizm; 15-xarakterlantiruvchi tishli g'ildirak; 16- soat mexanizmining trubkasi; 17 va 18- tishli uzatma; 19-ankerli tishli g'ildirak; 20-ankerli skoba; 21-yukchalar; 22-qo'zg'aluvchan kontakt; 23-qo'zg'almas kontakt; 24-shkala.

Sinxron mikroelektromotorli RVM-12, RVM-13 turidagi elektromexanik vaqt relelari keng tarqalgan, ularni har biriga mikromotor ulanishi mumkin bo'lgan ikkita OTTT (oraliq to'yingan tok transformatori) bilan jihozlangan. RVM-12 relesining eng katta sabr vaqti 4s, RVM-13 releniki esa -10s; iste'mol qiladigan quvvati 10 VA dan ko'p emas; o'zgaruvchan operativ tok zanjirlari uchun mo'ljallangan statik relelardan keng tarqalgani VL-27,37, VL-29 turidagi yarimo'tkazgichli relelar hamda RV-01 RV-03 relelardir. Ularda sabr vaqti kondensatorli rezistor orqali kuchlanishni ma'lum qiymatgacha zaryadlash vaqti hisobiga hosil qilinadi. VL-27

relesining funksional sxemasi 2-rasmda ko'rsatilgan. Kondensatorli V_{SR} kuchlanishgacha zaryadlash sabr vaqtini katta bo'ladi, agarda manba kuchlanishi qancha past va R , S kattaliklar yuqori bo'lsa, statik vaqt relolari 24 va 110 V li o'zgarmas operativ tokdagi, hamda 110 va 220 V li o'zgaruvchan operativ tokdagi himoyalarning yarim o'tkazgichli qurilmalarida ishlatiladi. Releni navbatdagi ishga tayyorlash minimal vaqti - 0,3 s; releni maksimal qaytarish vaqti-0,2 s; tarmoqdan iste'mol qiladigan quvvati 8 VA dan ko'p emas.



2-rasm. VL-27 ning funksional sxemasi

VS- to'g'rilagich; KL1-kirish relesi; S_{t1} –impuls generatori; TS –stabilizator; VD1 – diod; DS –trigger; KL2 –chiqish relesi;
 S_1 , S_2 - kondensatorlar; R_1 , R_2 , R_3 - rezistorlar

Oraliq relelar vazifasi:

- bir nechta zanjirlar ishlagan xollarda asosiy rele kontaktlarini ko'paytirish uchun;
- asosiy rele kontaktlari mo'ljallanmagan quvvatli zanjirlarni yopish zaruriyati bo'lganda asosiy rele kontaktlarini yengillashtirish uchun.

Oraliq relesi elektromagnit printsipli asosida bajariladi, o'zgarmas va o'zgaruvchan tokda ishlaydi. Uning vazifasiga qarab yoki tok cho'lg'amlariga qarab, 1 dan 5-8 juftgacha kontaktlari bo'ladi.

Kuchlanish cho'lg'amli oraliq relesi manba operativ tokining to'la kuchlanishiga ulanadi. Tok cho'lg'amli rele boshida apparatlarning (masalan, o'chirgichlarning o'chirish cho'lg'amlari) cho'lg'am zanjirlariga ketma-ket ulanadi va bu zanjirdan oqayotgan tokda ishlaydi. O'zgarmas tok relesi-24, 48, 110, 220 V kuchlanishlarga bajariladi. Oraliq relelarning ko'p turi mavjud, ular bir-biridan kontaktlar sistemasi, cho'lg'amlar ma'lumoti, iste'mol qilayotgan quvvati va relening ishlash vaqti bilan farq qiladi.

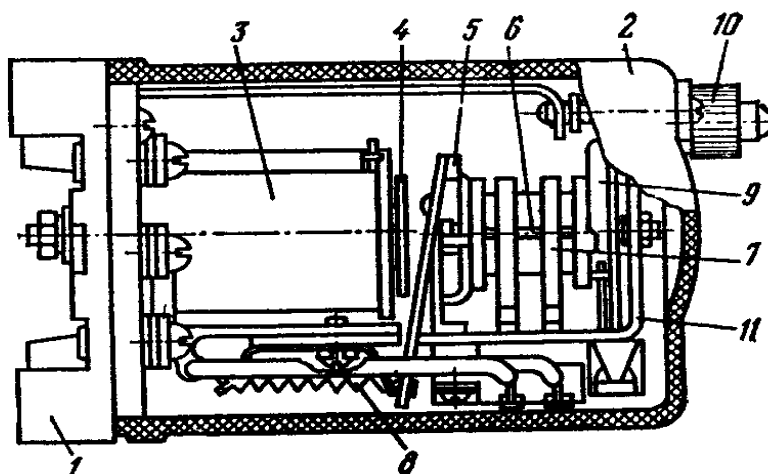
Operativ tok manbasining yuklamasi ortganda oraliq relelari ishlab ketmasligi uchun, ularga talab qo'yiladi, ya'ni ular kuchlanish 80%. U_{NOM} dan yuqori bo'lmaganda ishlashi kerak. Bunday turdagi relelar uchun qaytish koeffitsientining qiymati meyorlanmaydi, chunki rele undan kuchlanish olib tashlangan so'ng qaytadi. Bunda oraliq relesi kichik qaytish koeffitsientiga ega bo'ladi, 6,5 dan kichik.

Avtomatik va himoya sxemalarida tez ishlashi bo'yicha aksariyat oraliq relelari qattiq talab quyiladi, shuning uchun ularning ishlash vaqti 0,1– 0,03 sek dan yuqori bo'lmagligi kerak.

Ko'rsatkich relelari rele himoyasi va avtomatlash sxemalarida bu qurilmalarini ishlashini ko'rsatish uchun ishlatiladi. Ular o'zgarmas va o'zgaruvchan tokda elektromagnit printsipli asosida bajariladi.

Rele ketma-ket va parallel ulangan bo'ladi. Ketma-ket ulangan relening cho'lg'ami boshida rele va apparatlar cho'lg'ami zanjirlariga (masalan, o'chirgichni o'chirish cho'lg'ami zanjiriga) ulanadi va, shu zanjirdan oqayotgan tokdan ishlab, uning yopilish faktini qayd etadi. Himoyalarda ko'pincha ketma-ket ulangan relelar ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda keng ishlatiladigan REU-11 turidagi ko'rsatkich relesining tuzilishi 3-rasmda ko'rsatilgan. Ketma-ket ulangan releni shunday tanlash kerakki, bunda uning cho'lg'amidagi kuchlanish og'ishi operativ tok manbasining 5-10% U_{NOM} dan oshmasligi kerak, bunda cho'lg'amdagi tok ishlash tokining 1,5 karraigidan kichik bo'lmasligi kerak.



3-rasm. RU-21 turidagi ko'rsatkich relesi

1-tsokol; 2-kojuxi; 3-cho'lg'am; 4- o'zak; 5-yakor; 6-kontaktli kuprikcha; 7-kontaktli plastinkalar; 8-qaytarish prujinasi; 9-bayroqcha; 10- qaytish knopkasi; 11-skoba.

Ish dasturi

1. O'rganilayotgan relelarning tuzilishi va ishlash printsiplari hamda pasportidagi ma'lumotlar bilan tanishing.

2. Vaqt relesini sinash sxemasi bilan tanishing, uni yig'ing va quyidagilarni aniklang:

- a) U_{NOM} da shkala bo'yicha barcha o'rnatmalar uchun releni ishlash vaqtini;
- b) relening ishlash va qaytish kuchlanishini

3. Oraliq relesini sinash sxemasi bilan tanishing, uni yig'ing va quyidagilarni aniqlang:

- a) relening ishlash va qaytish kuchlanishini;
- b) U_{NOM} da ishlash vaqtini.

4. Ko'rsatkich relesi bilan tanishing, sinov sxemasini yig'ing va aniqlang:

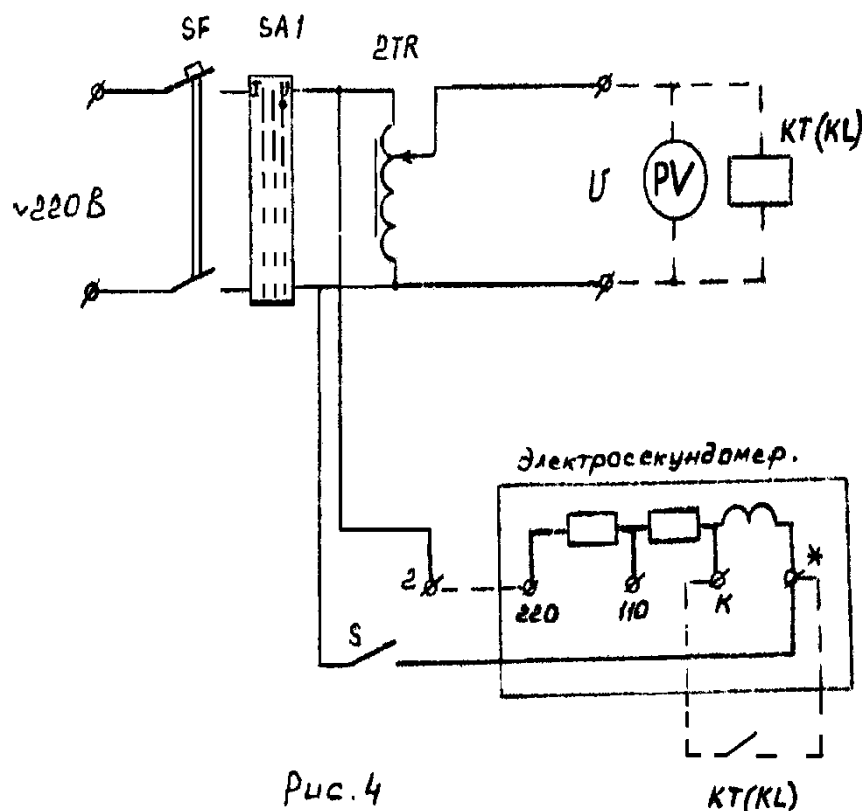
- a) relening ishlash tokini I_{RI} ;
- b) U_{NOM} da ishlash vaqtini

Ishni bajarish tartibi va uslubi

1. Vaqt relesini magnit va kontakt sistemalarini ko'rib chiqing. Vaqtni o'zgartirish usuli bilan tanishing va uning ma'lumotlarini yozing.

2.1. Vaqt relesini sinash sxemasi bilan tanishing (4-rasm). SA kalitni o'rta xolatga, S tumblarni past o'chirilgan xolatga, 2 TR avtotransformatorni – kuchlanishni minimal xolatga to'g'ri keladigan oxirgi chap xolatga o'rnatish.

4-rasmda tasvirlangan zanjirni ulang. Uzuq-uzuuq liniyalarni yig'ing, qolganlari esa sinovga tayyor xolatda.



2.2. Relening ishlash vaqtini shkaladagi barcha o'rnatma qiymatlarida aniqlang. Releni ishlash vaqti (sabr vaqti) deb relega kuchlanish berilgandan kontaktlarning yopilishigacha bo'lgan vaqtga aytiladi. SHuning uchun, sinov o'tkazish tartibini quyidagicha ta'minlash zarur:

2.2.1. SHkalada minimal o'rnatmani o'rnatish. Buning uchun vint yordamida qo'zg'almas kontaktni bo'shating va uni shkalada tanlangan o'rnatma qarshisiga to'g'ri keladigan xolatga olib qo'ying.

2.2.2. SF avtomatni ulab stendga kuchlanish bering, SA1 kalitni «U» xolatga o'tkazing va 2TR avtotransformator bilan reledagi kuchlanishni 220 V gacha ko'taring, SA1 kalitni o'rta xolatga o'tkazing.

2.2.3. S tumblarni ulang, SA1ni «U» xolatga o'tkazing. Bunda rele cho'lg'ami va elektrosekundomer bir vaqtda kuchlanish ostida bo'ladi. Relening ustavkasi bilan aniqlanadigan vaqtdan so'ng kontaktlar yopiladi, sekundomer cho'lg'ami zanjiri shuntlanadi va u ishlamay qoladi, ya'ni relening xarakatlanish vaqtini qayd etadi. Sekundomer ko'rsatkichini 1-jadvalga yozing, SA1 kalitni o'chiring va sekundomerdagi kalit bilan uning ko'rsatkichini tushiring.

2.2.4. Ushbu o'rnatmada, faqat SA1 kalitdan foydalanib, tajribani ikki marta qaytaring.

2.2.5. SHunga o'xshash tajribalarni boshqa vaqt o'rnatmalari uchun o'tkazing. O'rnatmani o'zagartirishdan oldin reledagi kuchlanish SA1 kalit yordamida tushiriladi.

2.2.6. Tajriba natijalarini 1-jadvalga kiriting.

O'rtacha vaqt t_{SH} va sabr vaqt xatoligini hisoblang.

$$\Delta t = \frac{t_{ypm} - t_y}{t_y} \cdot 100$$

$t_{o'R} = f(t_u)$; $\Delta t = f(t_u)$ ga asosan grafik chizing:

2.2.7. SA1 kalitni va S tumblarni o'chiring

1-jadval

t_u (c)		
t_{ISH1}		
t_{ISH2}		
t_{ISH3}		
$t_{ISHo'R}$		
Δt		

2.3. Relening ishlash va qaytish kuchlanishlarini aniqlang. Buning uchun SA1 kalit o'chirilganda 2TR laboratoriya avtotransformatorini nol xolatga chiqaring.

Minimal vaqt o'rnatmasini o'rnatib va SA1 kalitni ulang. Kuchlanishni bir tekis ko'tarib rele kuchlanishi tortiladigan U_{ISH} kuchlanishni qayd eting. So'ngra, kuchlanishni bir tekis tushirib yakor tushadigan va oldingi xolatiga qaytadigan kuchlanishni U_{qAY} ni qayd eting. Tajribani 3 marta qaytaring. SA1 kalitni va S tumblarni o'chiring. Natijalarni 2-jadvalga kiriting.

$$K_K = \frac{U_{KAYT}}{U_{III}} \text{ ifoda yordamida } K_q \text{ ni aniqlang.}$$

Ishlash kuchlanishi 80% U_{NOM} dan kam bo'lmisligi kerak.

2-jadval

	U_{ISH}, V	U_{KAYT}, V	K_{KAYT}, V
1 o'lch.			
2 o'lch.			
3 o'lch.			
o'rtacha			

3.1. Oraliq relesini magnit va kontakt sistemalarini ko'rib chiqing. Pasportdagi ma'lumotlarini yozing.

3.2. SF avtomatni o'chiring va vaqt relesi o'rniga sinash sxemasiga KL oraliq relesini ulang (4-rasm).

3.3. Oraliq relesining ishlash va qaytish kuchlanishini aniqlang. Buning uchun, SF avtomatni ulab stendga kuchlanish bering, SA1 kalitni «U» xolatiga o'tkazib va 2 TR avtotransformator yordamida kuchlanishni yakor tortiladigan va rele ishlaydigan kuchlanishgacha bir tekis ko'taring. Ishlash kuchlanishini U_{ISH} va releni oldinga xolatiga qaytish kuchlanishini U_{KAYT} qayd eting. Voltmetr ko'rsatkichlarini 3-jadvalga yozing va K_K ni aniqlang.

3.4. Tajribani ikki marta qaytaring. SF avtomatni va SA1 kalitni o'chiring.

3.5. U_{ISH} ni U_{nom} dan foiz hisobida aniqlang.

3-jadval

	U_{ish}, V	U_{kayt}, V	K_K, V	U_{UR} (%)
1 o'lch				
2 o'lch				
3 o'lch				
o'rtac ha				

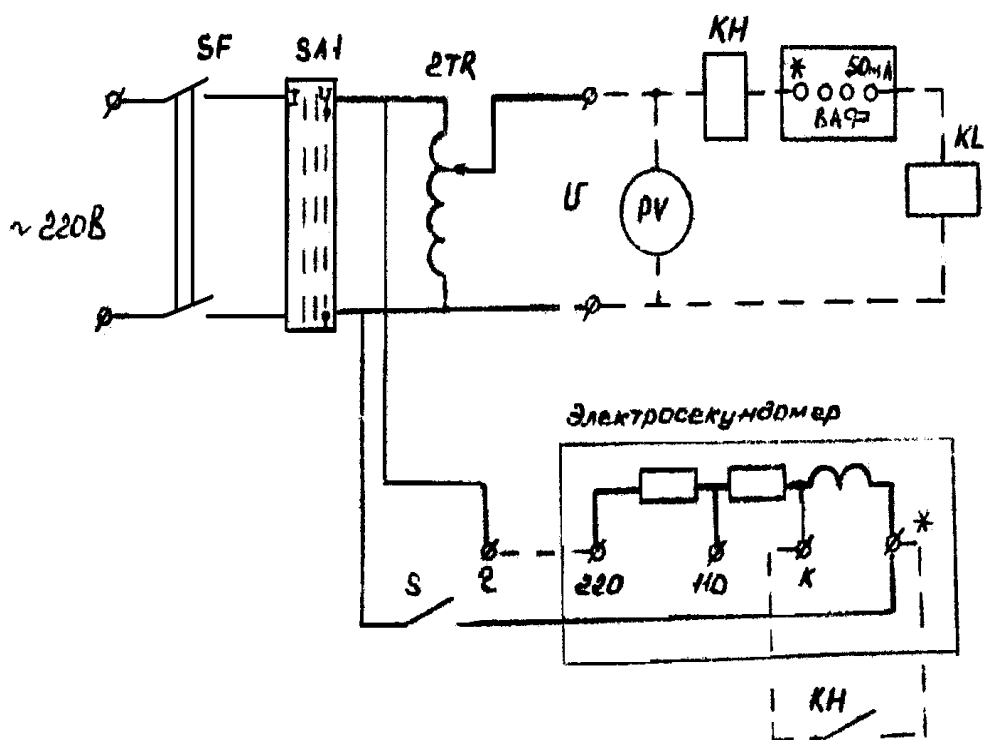
3.6. Oraliq relesining ishlash vaqtini aniqlang. Buning uchun SF avtomat yordamida stendga kuchlanish bering, SA1 kalitni «U» xolatiga ulang va 2 TR avtotransformator bilan reledagi kuchlanishni $U_{nom}=220\text{ V}$ gacha ko'taring. SA1 kalitni o'chiring, S tumblarni ulang va SA1 kalitni yana «U» xolatga o'tkazing. Sekundomer ko'rsatkichini 4-jadvalga yozing. SA1 kalitni o'chiring, sekundomerni oldingi xolatiga qaytaring.

4-jadval

$t_{ISH}\text{ (c)}$	1 o'lch	2 o'lch	3 o'lch	$t_{ISH.UR}\text{ (s)}$

4.1. Ko'rsatkich relesining magnit va kontaktlar sistemasi bilan tanishib chiqing. Pasportidagi ma'lumotlarni yozing.

4.2. Ko'rsatkich relesining sinash sxemasi bilan tanishing (5-rasm). SF avtomat, SA1 kalit va S_r tumblar o'chirilgan xolatdiligini tekshirib, sinash sxemasini yig'ing.



5-rasm

4.3. Ishlash tokini I_{ISH} aniqlang. Buning uchun SF avtomat bilan stendga kuchlanish bering, SA1 kalitni «U» xolatga ulang va 2 TR avtotransformator yordamida kuchlanishni bir tekis ko'tarib, KL ko'rsatkich relesining yakori o'zakka tortilish va «blinker»ni ozod etish tokini qayd eting. Releni ishlash tokini 5-jadvalga yozing.

4.4. Tajribani yana 2-3 marta qaytaring. SA1 kalitni o'chiring.

4.5. Ishlash tokini o'rtacha qiymatini hisoblang.

5-jadval

$I_{ISH}\text{ (A)}$	1 o'lch.	2 o'lch	3 o'lch	o'rtach a.

--	--	--	--	--

4.6. Relening ishlash vaqtini t_{ISH} aniqlang. Buning uchun, SF avtomatni ulang, SA1 kalitni «U» xolatiga oʻrnatib va 2 TR avtotransformator bilan sxemadagi kuchlanishni $U_{nom}=220$ V gacha koʻtarib. SA1 kalitni oʻchirib, S tumblari bilan elektrosekundomerni ulang va yana SA1 kalitni «U» xolatiga oʻtkazib.

Sekundomer koʻrsatkichlarini 4-jadvalga yozib. SA1 kalitni oʻchirib va sekundomerni oldingi xolatiga oʻtkazib.

4.7. SF avtomatni, SA1 kalitni va S tumblarni oʻchirib, sxemani qismlarga ajratib qoʻyib.

NAZORAT SAVOLLARI:

1. Vaqt relesining qanday turlarini bilasiz?
2. EV - 200 releida sabr vaqt qanday xosil qilinadi?
3. Maksimal tokli himoyalarda sabr vaqt nima uchun zarur boʻladi?
4. Oraliq relesining vazifasi nimadan iborat?
5. Koʻrsatkich relesi nima uchun kerak boʻladi?
6. Koʻrsatkich relening qaysi ulanish sxemasi keng qoʻllaniladi: ketma-ket yoki parallel?
7. Vaqt relesining sabr vaqti deganda nimani tushunasiz?

Hisobotni rasmiylashtirish tartibi.

Hisobotga quyidagilar kiritiladi:

1. Rele haqida maʼlumotlar
2. Relelarni printsiptial sinov sxemalari
3. Sinov natijalari jadvali
4. Rele ishini xarakterlovchi grafik bogʻlanishlar

Tajriba ishi №5

RT-80 turidagi induksion tok relesini sinash

Ishdan maqsad

RT – 80 turidagi induksion maksimal tok relesini ish printsiptini va konstruksiyasini oʻrganish. Asosiy texnik parametrlarini va xarakteristikasini aniqlash.

Umumiy maʼlumotlar

a) tuzilishi

RT – 80 seriyali relelar ikki qismdan iborat, induksion element va elektromagnit element (tokli kesim)

Induksion elementning ishlashi tokning qiymatiga bogʻliq boʻlgan sabr vaqtli, elektromagnit qismi tokning katta qiymatlarida ishlashga moʻljallangan boʻlib, tokli kesim deb ataladi.

Relening magnit oʻzagi (1-rasm) 16 murakkab koʻrinishli boʻlib, choʻlgʻam 12, qisqa tutashgan oʻram 18, alyumin disk 17 va tormozlovchi magnit 20 bilan birga induksion qabul qiluvchi elementni tashkil etadi. Sirtmoq 15 va yakor 9 bilan birgalikda esa elektromagnit qabul qiluvchi elementni xosil qiladi. Kontaktlar 6 va 7 ijro qiluvchi element boʻlib xizmat qiladi.

Qabul qiluvchi va ijro etuvchi elementlarni bogʻlovchi element chervyak 3 dan va oʻq atrofida aylanuvchi tishli segment 1 dan iborat. Richag 8 orqali tishli segment **povodok** 19 ga tayanadi. Vint 25 yordamida povodok sabr vaqti shkalasi 24 ning kerakli joyiga maxkamlanadi.

Harakatlanuvchan ramka 23 ga alyumin diskning oʻqi zoldir yordamida oʻrnatiladi.

Ramkaning burilish burchagi vint 20 bilan chegaralanadi. Ramkani boshlangʻich xolatda prujina 22 ushlab turadi.

Induktsion elementning ishlash tokini o'zgartirish uchun cho'lg'am 12 vintli qilib yasalgan. Bu vintlar uzib ulagichga chiqarib qo'yilgan. SHtsepsel vint 14 larning xolatiga qarab tok ustavkalari aniqlanadi. Boshqaruvchi vint 10 va ustavka shkalasi 11 yordamida magnit o'zak bilan yakorning o'ng tomoni orasidagi masofani o'zgartirib tokli kesimning ishlash tokini o'zgartirishi mumkin.

b) Ish printsiipi

induktsion relening ishlashi uchun kamida 2 ta bir-biridan fazasi va maydon bilan farq qiluvchi magnit oqim mavjud bo'lishi shart. Bu shartni bajarish uchun magnit sistemasining qutblariga qisqa tutashtirilgan o'ramlar presslangan.

Relening cho'lg'amidan tok o'tayotganda magnit oqim F_1 hosil bo'ladi.

Elektromagnit induksiya qonuniga asosan F_1 oqim qisqa tutashgan o'ramda Y_{eq} e.yu.k. va tok I_{qt} ni, ular esa oqim F_2 ni hosil qiladi.

Har qaysi oqim diskda tok xosil qiladi. Bu toklarning magnit oqim bilan o'zaro ta'siri natijasida aylantiruvchi moment hosil bo'ladi.

$$M_{a\ddot{u}l} = K'\Phi_1\Phi_2 \sin\psi$$

bu yerda: ψ - F_1 va F_2 oqimlar orasidagi faza burchagi

$$M_{a\ddot{u}l} = K''I_p^2$$

Ishlash tokining 20-30 foizida disk aylana boshlaydi. Aylanayotgan diskka M_{ayl} dan tashqari doimiy magnit bilan bog'liq bo'lgan tormozlovchi moment M_{trm} , segmentning massasiga bog'liq bo'lgan tormozlovchi inertiya momenti M_{ishq} lari ta'sir qiladi. Diskning aylanish chastotasi ana shu momentlar hosil qilgan kuchlarning muvozanatiga bog'liq.

Rele cho'lg'amidan induktsion elementning ishlash tokiga teng tok o'tganda ramkani aylantiruvchi kuch prujinaning kuchini yengadi. Ramka disk bilan birga soat strelkasi bo'yicha aylanadi. CHervyak tishli segment bilan bog'lanadi, tishli segment esa yuqoriga ko'tarilib 8 richagni 4 shayin bilan to'qnashtiradi. Natijada yakorning o'ng tomoni magnit o'zakka tortiladi, shu vaqtda 6 va 7 kontaktlar ulanib, rele ishlaydi.

Relening cho'lg'amidagi tok qanchalik katta bo'lsa, shunchalik disk tez aylanadi, tishli segment tezroq yuqoriga ko'tariladi, rele tezroq ishga tushaveradi.

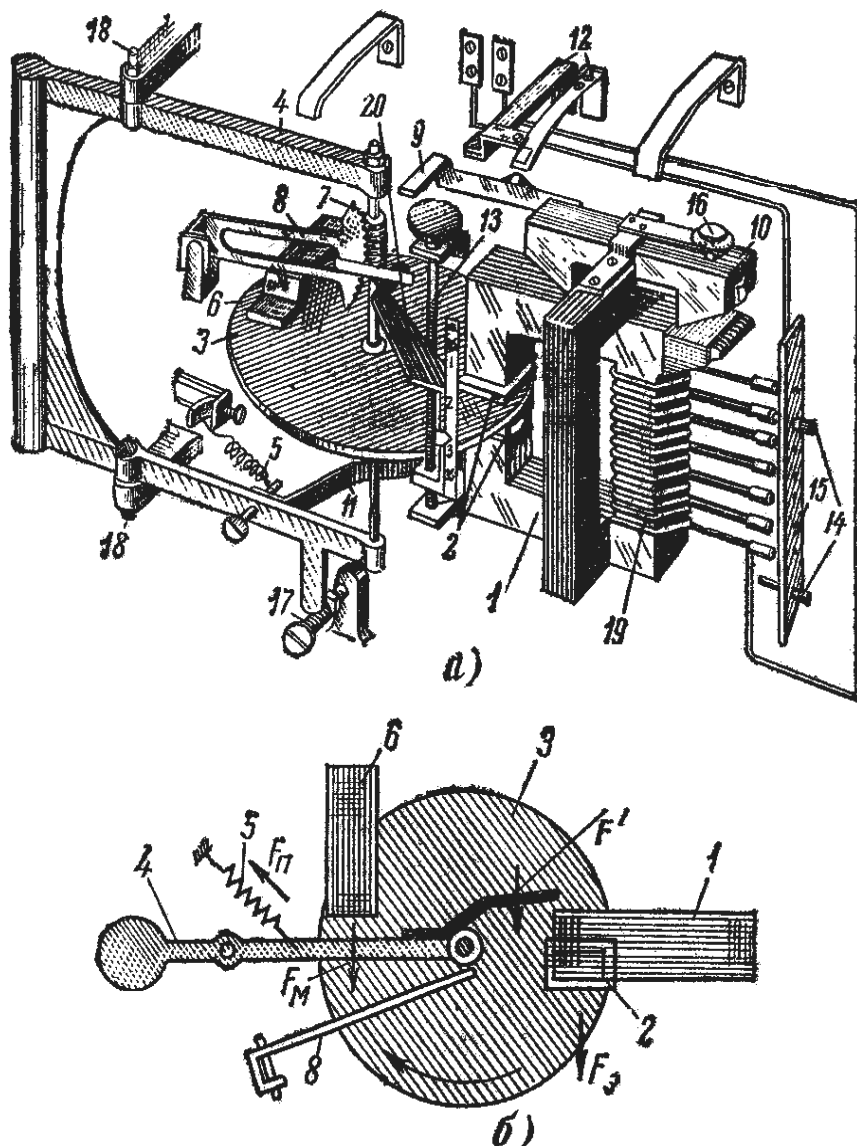
Cho'lg'amdagi tok oshgani sari elektromagnit moment ham avvaliga tokning kvadratiga proporsional bo'lib oshaveradi, magnit o'zak to'yina boshlagandan keyin momentning oshishi sekinlashadi.

Bunga mos ravishda relening ishlash vaqti avval birdaniga kamayadi, keyin esa deyarli o'zgarmas bo'lib qoladi (relening xarakteristikasiga qarang).

Relening cho'lg'amidan elektromagnit elementning ishlash tokiga teng yoki undan katta tok o'tsa, unda yakorning o'ng tomoni magnit o'zakka to'g'ridan – to'g'ri tortiladi. Rele sabr vaqtisiz ishlab xarakteristikani kesganday bo'ladi. SHuning uchun elektromagnit element "tokli kesim" deyiladi.

Kesimning ishlash toki vint 10 yordamida o'rnatiladi, uning shkalasidagi sonlar kesimning ishlash toki induktsion elementning ishlash tokidan necha marta kattaligini ko'rsatadi (2 dan 8 gacha).

Rele cho'lg'amidagi tok kamaysa yoki yo'q bo'lsa relening barcha qismlari avvalgi xolatiga qaytadi.



1-rasm. RT-80 tok relezi

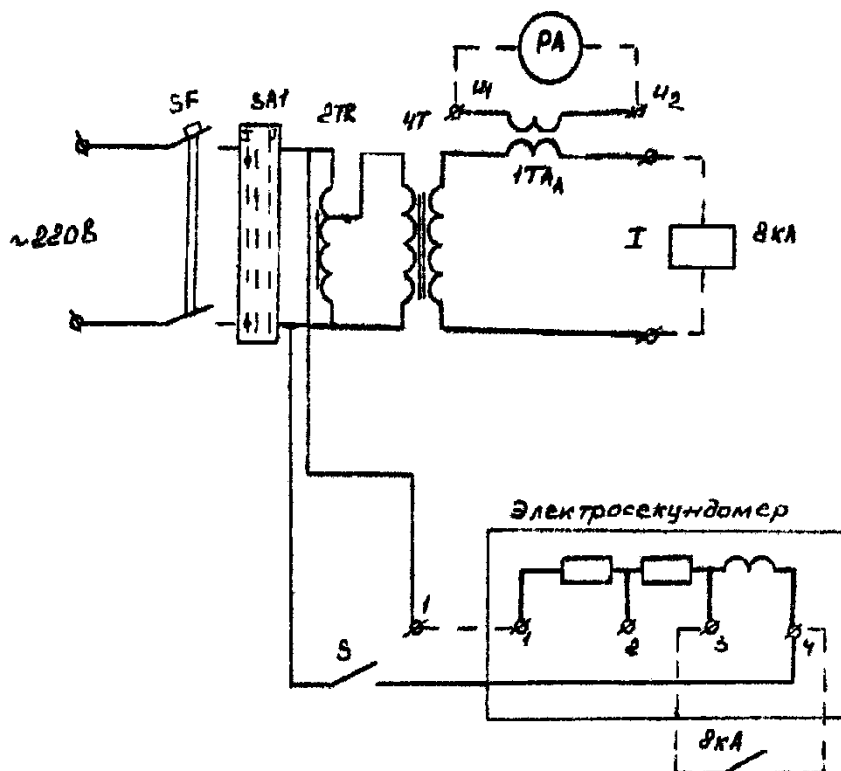
RT – 80 RELESI HAQIDA TEXNIK MA'LUMOTLAR

1. Cho'lg'amning nominal toki 5A va 10A
2. Induksion elementning ishlash toki ustavkalari:
2; 2.5; 3; 3.5; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10A
3. Ishlash vaqti ustavkalari: 1, 2, 3, 4 sek.
4. Tokli kesimning karralik ustavkalari: 2; 4; 6; 8
5. Diskning aylanishi induksion element ishlash tokini 30% ga to'g'ri keladi.
6. Induksion elementning ishlash tokidagi xatolik 5% dan oshmaydi.
7. Tokli kesimning tokidagi xatolik 30% dan ko'p emas.
8. Induksion elementning qaytish koeffitsienti 0.8 dan kam emas.
9. Ustavka tokidagi iste'mol qilinadigan quvvat 10 VA dan ko'p emas.

ISH DASTURI

1. Relening tuzilishi bilan tanishib chiqing, magnit sistemasiga, induksion va vaqtni o'zgartirish usullariga e'tibor bering, pasportida ko'rsatilgan ma'lumotlarni yozib oling.

2. Induksion elementdagi har bir ustavka uchun ish toki va qaytish tokini, qaytish koeffitsientini aniqlang.
3. Elektromagnit qism uchun shkaladagi bir necha ustavkada ish tokini aniqlang.
4. Rele ishlash vaqtini tokning karraligiga bog'liqlik grafigini tuzing.
5. SHu grafikni tokli kesim ishlaymay turgan hol uchun tuzing.



2-rasm. RT-80 relesini sinash sxemasi.

ISH TARTIBI

1. Sinash sxemasi bilan tanishib chiqing
2. 2TR avtotransformatorini nol xolatiga chiqaring.
S tumblarni past tomonga o'rnating.
SAI kalitni o'rta xolatga o'rnating.
3. Induksion element ishlash toki shkaladagi xar bir ustavkada aniqlansin. Buning uchun shtepselni uzib – ulaganda induksion elementning eng kichik ustavka toki o'rnatiladi.
 - 3.1. Magnit o'zak bilan yakor orasida maksimal bo'shliq hosil qiladigan tokli kesimni xolatini boshqaruvchi vint yordamida o'rnating.
 - 3.2. SAI uzib – ulagichni "I" xolatiga o'tkazing. SF avtomat yordamida stendni manbaga ulang.
 - 3.3. 2TR avtotransformator yordamida tokni sekin – asta disk ramka bilan soat strelkasi bo'yicha aylanib, chervyak tishli segment bilan bog'languncha ko'taring. Bu tok induksion elementni ishlash toki xisoblanadi. Natijalarni 1 – jadvalga yozib boring.

1-jadval

$I_{ust}, (A)$							
$I_{ISH}, (A)$	1 o'lch						
	2 o'lch						

	3 o'lch						
	O'rt acha						
$\Delta I_{ISH}, (A)$							
$I_Q,$ (A)	1 o'lch						
	2 o'lch						
	3 o'lch						
	O'rt acha						
K_K							

3.4. Qaytish toki I_q ni aniqlash uchun avval reledagi tokni I_{ish} dan biroz ko'paytirib, keyin asta-sekin kamaytirish kerak. Disk ramka bilan soat strelkasiga nisbatan teskari tomonga aylanib, chervyak segmentdan ajralgandagi tok qaytish toki bo'ladi.

3.5. Tajribani uch marta qaytaring, releni o'chirib uzib – ulagich SAI ni o'rta xolatga keltirish kerak. So'ngra keyingi ustavka o'rnatiladi.

3.6. Tajriba natijasida ishlash tokning nisbiy xatoligini

$$\Delta I_{uuu} = \frac{(I_{III.YPT} - I_y)}{I_y} \cdot 100\%$$

va qaytish koeffitsientini aniqlang

$$K_K = \frac{I_{\kappa ypm}}{I_{uu ypm}}$$

3.7. SF avtomat yordamida stendni o'chiring.

4.1. Tokli kesimning ish tokini aniqlang. Buning uchun induksion elementda vaqt bo'yicha eng katta vaqt o'rnatish, ustavka tokini qiymatini o'qituvchi belgilaydi.

4.2. Boshqaruvchi vint yordamida kesim karraligini eng past qiymati o'rnatiladi.

Karralik quyidagicha hisoblanadi: $K = \frac{I_P}{I_y}$; ya'ni reledagi tokning ustavka tokiga nisbati.

4.3. SF avtomat bilan stendga kuchlanish bering, SAI uzib-ulagichni "I" holatiga o'rnatish. 2TR avtotransformator yordamida tokni sekin-asta kesim ishlash tokigacha ko'taring, vaqt induksion elementining ishlash vaqtidan oshmasligi kerak.

4.4. Sinovni 3 marta qaytarib tokli kesim ishlash tokini 2- jadvalga yozib qo'ying.

2-jadval

Induksion elementlari. ustavka toki $I_{ISH} =$		Tokli kesimning karraligi			
$I_{ISH},$ kes., (A)	1 o'lch.				
	2 o'lch.				
	3 o'lch.				
	o'rtacha.				

4.5. Kesim ishlash tokini bir necha karralik ustavkalarda aniqlang.

4.6. Boshqaruvchi vint yordamida kesimni harakatdan chiqaring. SAI ni o'rta holatga keltiring.

Vaqt-tok xarakteristikasini tuzing. Relega uning I_{ish} dan kattaroq tok berilgan vaqtdan boshlab, to uning kontaktlari qo'shilgunga ketgan vaqt uning ishlash vaqti deyiladi.

Bu sinovni bajarish uchun o'qituvchi tomonidan induksion elementning tok va vaqt bo'yicha ustavkalari beriladi va bu kattaliklar releda o'rnatiladi.

SAI ni "I" holatiga qo'ying, rele ga 2TR yordamida tok bering, tok $I_p = 1,1 I_y$ ga teng bo'lsin. Kattaliklar 3-jadvalga yozilsin.

SAI ni o'rta holatga keltirib, S tumbllarni yoqing, SAI ni "I" holatiga keltiring.

Elektrosekundomer to'xtaganda SAI ni o'rta holatga keltirib, vaqtni yozib oling.

Knopka yordamida sekundomerni "0" ga keltiring.

Tajribani uch marta qaytaring.

Sekundomerni tumbler yordamida o'chiring.

5.2-5.4 punkttdagi tajribalarni tokning $K=1,5; 2; 3; 6$ ga teng karraliklarida qaytaring. Natijalarni 3- jadvalga yozib qo'ying.

3-jadval

Ustavkalar	$I_{ust} (A)$				
	$t_{ust} (c)$				
	K_{kes}				
Tokning karraligi K					
Reledagi tok $I_r, (A)$					
$t_{ISH}, (s)$	1 o'lch.				
	2 o'lch.				
	3 o'lch.				
	O'rtacha				

6.1. Kesimni berilgan karralilik ustavkasida ishga tushiring.

6.2. Vaqt-tok xarakteristikasini avvalgi tajribalardagidek qilib qaytaring. Natijalarni 3-jadvalga yozib qo'ying.

6.3. Sinovlar natijasi asosida $t_{ish}=f(k)$ kesimsiz va kesim bilan olingan grafikni chizing.

HISOBOT TAYYORLASH.

Quyidagilarni ko'rsating:

1. Sinalayotgan relening turi va pasportidagi ma'lumotlar.

2. Rele va uning ishlashi haqida qisqacha ma'lumot.

3. Sinov sxemalari.

4. O'lchov natijalari yozilgan jadvallar.

5. Rele ishini ko'rsatuvchi grafiklar:

$I_{ish o'rt}=f(I_y); I_{q.o'rt}=f(I_y);$

$\Delta I=f(I_y); K_v=f(I_y);$

$I_{ish kes}=f(I_y); t_{ish}=f(k).$

6. O'lchov natijalarini texnik ma'lumotlar bilan taqqoslang va olingan xulosalarni keltiring.

NAZORAT SAVOLLARI.

1. Induksion elementni qaysi qismlar tashkil etadi?

2. Elektromagnit elementini qaysi qismlar tashkil etadi?

3. Diskning aylanish tezligi nimaga bog'liq?

4. Ishlash va qaytish toklari nima?
5. Induktsion elementning ustavkalari qanday o'zgartiriladi?
6. Induktsion elementning ustavkasi qaysi tokda ko'rsatilgan?
7. Tokli kesimning shkalasidagi sonlar nimani ko'rsatadi?
8. Agar induktsion elementning ustavkasi 4,5 A ga teng bo'lsa, cho'g'lamdan o'tayotgan tok 2A ni tashkil etsa, disk qanday xolatda bo'ladi?
9. $I_Y=3A$, cho'lg'amdagi tok $I_p=12A$, tokli kesim shkalasida "6" bo'lsa, kesim ishga tushadimi?

Tajriba ishi №6

RNT TIPIDAGI TEZ TO'YINUVCHAN TRANSFORMATORLI DIFFERENTIAL RELENI SINASH

Ishning maqsadi: Tez to'yinuvchan transformatorli differentsial tokli himoyalar relolari tuzilishi bilan tanishish, ularning ishlash toklarini rostdash usullarini va asosiy elektr parametr va kattaliklarini tekshirishni o'rganish.

RNT tipdagi relalar to'g'risida umumiy ma'lumot

RNT – 565, RNT – 566, RNT – 567 tipdagi tez to'yinuvchan transformatorli differentsiallar relalar generatorlarning, sinxron kompensatorlarning, kuch transformatorlari va avtotransformatorlarning, yig'uv shinalarining differentsial tokli himoyalarida keng qo'llaniladi.

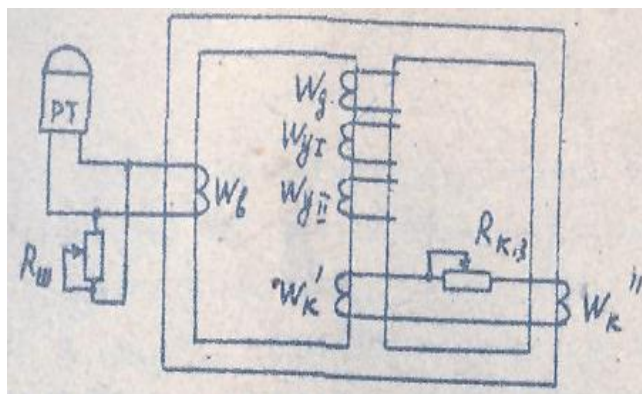
Rele tez to'yinuvchan transformator va bajaruvchi organ – RT – 40 tipdagi elektromagnit tok releidan iborat.

1a – rasmda RNT -565 relesining printsiptial sxemasi ko'rsatilgan. BNT transformatorining magnit o'zagi uch sterjenli qilib bajarilgan. o'rta sterjenda birlamchi chulg'amlar – differentsial (ishchi) w_d va ikki tenglovchi : w_{urI} va w_{urII} chulg'amlar joylashtirilgan. O'rta sterjenda yana ikki qisqa tutashtirilgan chulg'amdan biri w_k^I joylashtirilgan. Ikkinchi sektsiya w_k^{II} o'ng sterjenda joylashtirilgan.

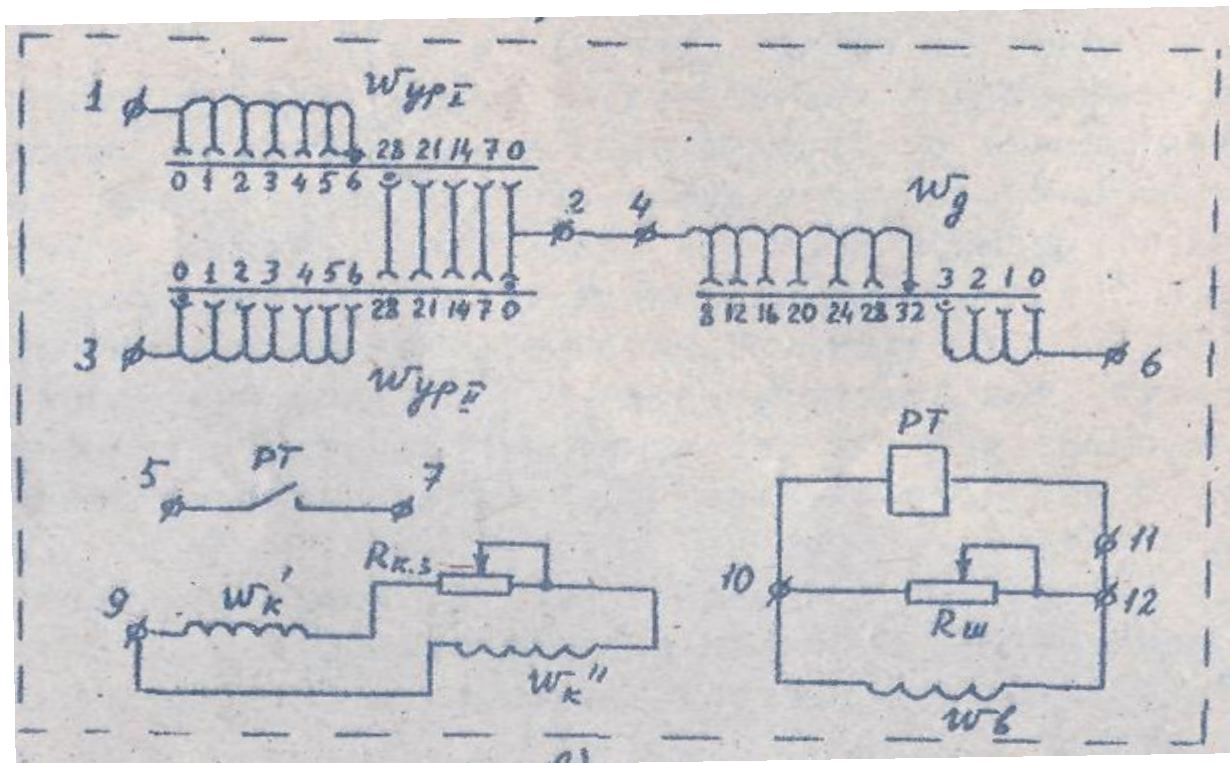
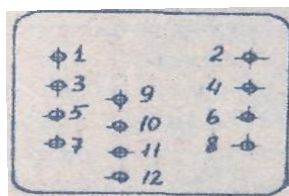
Ishchi va tenglovchi chulg'amlar differentsial himoyaning yelkalaridagi ikkilamchi toklarni tenglashtirish va relening ishlash tokini rostdash uchun mo'ljallangan taqsimlashlarga ega. o'ramlar sonini o'zgartirishni (har bittadan keyin) shtepsel inlarda joylashgan rostlovchi vintlar yordamida amalga oshirish mumkin. Inlar yoniga joylashtirilgan raqamlar ulangan o'ramlarga soniga mos keladi. (1b va 1v –rasmlar.).

Tez to'yinuvchan transformator (BNT) himoyani magnitlash tokini transformatorni kuchlanishga ulanishidagi va tashqi qisqa tutashuvlar ta'sirida paydo bo'luvchi tokning aperiodik tashkil qiluvchisi sakrashlarida himoyaning noto'g'ri ishlashini oldini oladi. BNT parametrlari shunday tanlanadiki, ularda transformatorni kuchlanishga ulanayotgandagi magnitlash tokida katta qismni tashkil etuvchi va boshlang'ich balanssizlik toki bilan bog'lik bo'lgan aperiodik tok transformatsiyalanmaydi, lekin u himoyalalanayotgan zonadagi qisqa tutashuvlarning sinusoidal tokini yaxshi transformatsiyalaydi.

a)



b)



v)

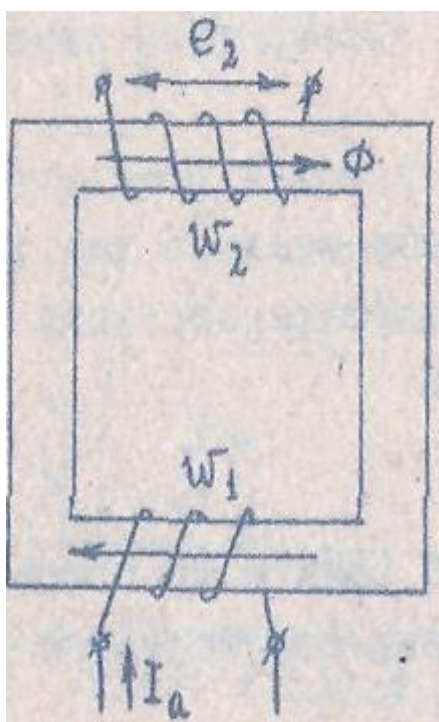
1 - rasm RNT – 565 tipidagi relening tuzilishi

a) rele tuzilishi printsiplial sxemasi

b) rele chiqishlarini joylanishi (oldidan ko‘rinish)

v) ichki ulanishlar sxemasi

BNTning ishlash tamoyili 2 – rasmda keltirilgan. Agar tasavvur qilsakki BNTning birlamchi chulg‘amidan aperiodik tok - I_a oqib o‘tadi (2a- rasm), unda BNTning ochiq ikkilamchi chulg‘ami zajimlarida (induktsiya qonuniga asosan) e.yu.k. $E_2 = - W_2 \cdot dF/dt$ paydo bo‘ladi.



2-rasm Tez to'yinuvchan transformatorning (BNT) ishi va tasnifi

BNTning magnitlanish egri chizig'idan ko'rinib turibdiki, (2b-rasm), juda kichik Δt vaqt orasida tokning o'zgarishiga juda kichik magnit oqimining F o'zgarishi mos keladi (ΔF_a kichik miqdorda).

Natijada y_{e2} e.yu.k.ning qiymati juda kichik bo'ladi. Bundan kelib chiqadiki, BNTning ikkilamchi chulg'amida tok juda kichik bo'ladi.

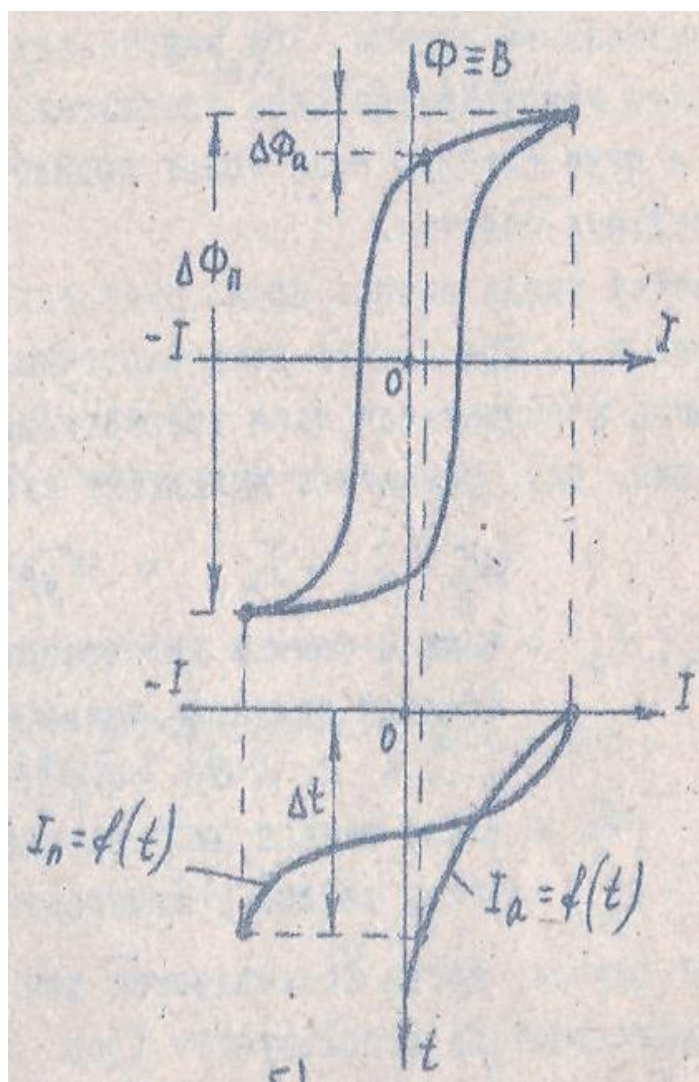
I_p sinusoidal tok BNTning ikkilamchi tarafga sezilarli yaxshi transformatsiyalanadi (Δt vaqt oralig'ida (2b-rasm)) Δt vaqt oralig'ida magnit o'zakda oqim sezilarli- ΔF_p miqdorda o'zgaradi. Bundan kelib chiqadiki, y_{e2} ni belgilovchi magnit oqimining o'zgarishi dF/dt BNTni sinusoidal tok bilan ta'minlaganda oldingi xol ya'ni aperiodik tok bilan ta'minlanganga ko'ra sezilarli katta bo'ladi.

E'tiborga olish mumkinki, amalda BNTning ikkilamchi chulg'amiga tokning aperiodik tashkil qiluvchisi transformatsiyalanmaydi, u faqat o'zakni magnitlashga sarflanadi. Bu BNTni to'yinishiga olib keladi va tokning periodik tashkil qiluvchisi I_p ni xam yomon transformatsiyalanishiga olib keladi.

Shunday qilib, reledan asosan balanssizlik tokining periodik tashkil qiluvchisi oqib o'tadi, uning miqdori ham o'zakning aperiodik tok bilan to'yinishi hisobiga kamayadi,

Turg'un rejimda, ya'ni tokning aperiodik tashkil qiluvchisi so'nganda, tokning periodik tashkil qiluvchisi relega kattalik va forma bo'yicha sezilarli o'zgarishsiz transformatsiyalanadi.

RNT – 565 relening qisqa tutashgan chulg'amlari (w_k^I , w_k^{II}) relening bajaruvchi organini o'tkinchi balanssizlik toklarining ta'siridan yaxshi sozlash uchun xizmat qiladi. Sozlash darajasini, ya'ni chiqish relesining faoliyatini qisqa tutashgan chulg'am bilan ketma-ket ulangan rezistor R_{kz} yordamida amalga oshirish mumkin.



a)

b)

I_a

Releda tenglovchi chulgʻamlar differentsial himoya yelkalaridan oqayotgan toklarga asoslangan magnit oqimlarini tenglash uchun xizmat qiladi. Ikki chulgʻamli transformator himoyasida odatda bir tenglovchi chulgʻam ishlatiladi (3a- rasm). Biroq koʻpchilik hollarda releni ikki tenglovchi chulgʻam bilan ulash mumkin.

oʻramlar sonini hisoblari magnitlash kuchlarining tengligi shartida amalga oshiriladi. Ikki chulgʻamli transformator misolida, qachonki bir tenglovchi va differentsial chulgʻam qoʻllanilganda (3a –rasm) xisobiy tenglama quyidagicha boʻladi:

$$w_d (I_{\Delta} - I_{\Lambda}) = w_{urII} I_{\Delta}$$

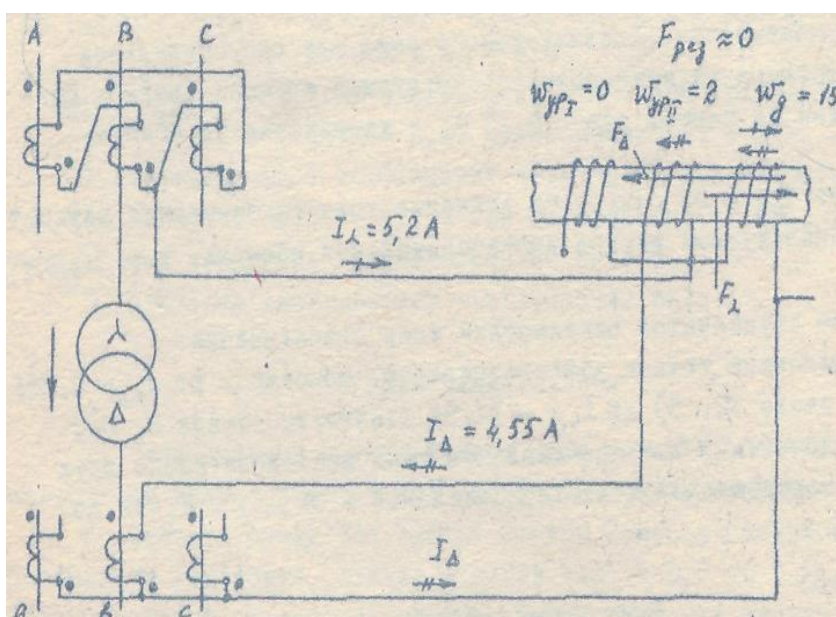
bu yerda I_{Λ} , I_{Δ} - differentsial himoya yelkalaridagi toklar, bu toklar kuch transformatorining chulgʻamlari Λ - yulduz va Δ - uchburchak ulangan xollar uchun mos keladi ($I_{\Lambda} > I_{\Delta}$),

w_d - differentsial chulgʻam oʻramlar soni,

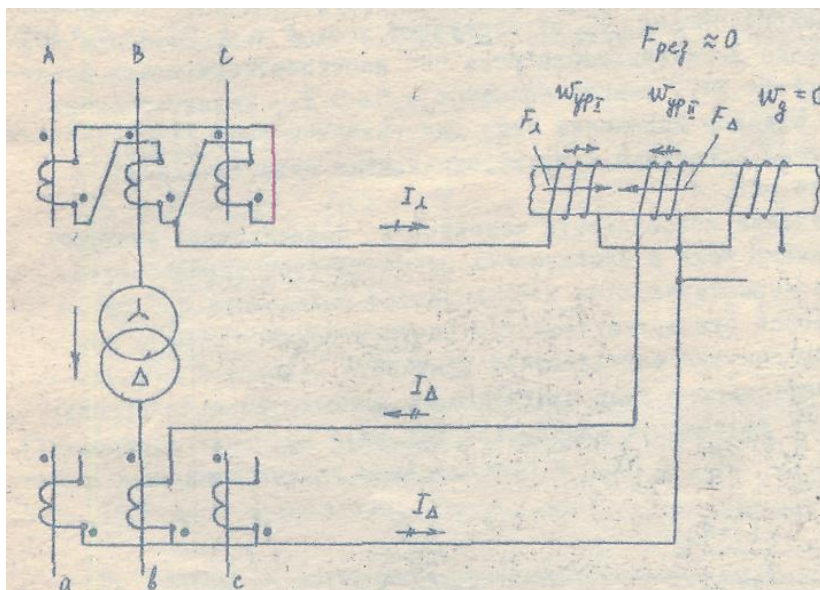
w_{urII} – tenglovchi chulgʻam oʻramlar soni.

Releda differentsial chulgʻam ishlatilmay ikki tenglovchi chulgʻam ishlatilganda (3b - rasm)

$$w_{urI} I_{\Lambda} = w_{urII} I_{\Delta}$$



a) RNT – 565 relelini differentsial va bir tenglovchi chulgʻam bilan ulanish sxemasi



b) RNT – 565 releining ikki tenglovchi chulg'am bilan (differentsial chulg'am ishlatilmagan) ulanish sxemasi

3 – rasm. RNT – 565 releining ikki chulg'amli transformator differentsial himoyasida ulanish sxemasi

Relelar 3a – rasmda ko'rsatilgan sxema va ularga mos ikkilamchi toklarni ta'minlash uchun ulanadi, agar $w_d = 15$ o'ram bo'lsa, magnitlash kuchi $w_{urII} = 2$ ga teng bo'lganda to'la ta'minlanadi, ya'ni:

$$15 * (5.2 - 4.55) \approx 2 * 4.55 \text{ va } F \approx 0$$

RNT – 565 relelarida relening ishlash tokini rostlash differentsial chulg'am o'ramlar sonini o'zgartirish bilan amalga oshiriladi. Bajaruvchi elementning parametrlari o'zgarishsiz bo'lganligi uchun relening kontaktlarini ishonchli ishlashlari – ulanishlari uchun kerak minimal magnit oqim o'zgarماسdir.

RNT – 565 tipdagi relelar uchun ishlab chiqaruvchi zavod tomonidan belgilangan magnitlash kuchi $F = 100 \pm 5$ amper – o'ramni (vitkov) tashkil qiladi. Ishlash magnitlash kuchi rostlanuvchi – boshqariluvchi rezistor R_{sh} yordamida kichik miqdorda o'zgartirilishi mumkin, chunki ushbu qarshilik bajaruvchi rele chulg'ami bilan parallel ulangandir.

Sinusoidal tok bilan ta'minlanganda va teskari ta'sir etuvchi prujinaning normal tortuvida bajaruvchi relening ishlash toki 0,17 Amperni va chulg'am kuchlanishi 3,6 Vol'tni tashkil etadi.

$F_{sr} = w_d I_{s,r.}$, bo'lganligi uchun relening ishlash toki differentsial chulg'am o'ramlar soni asosida topiladi, ya'ni $I_{c,r.} = 100/w_d$.

Ishlash tokining pog'onali rostlash chegaralari:

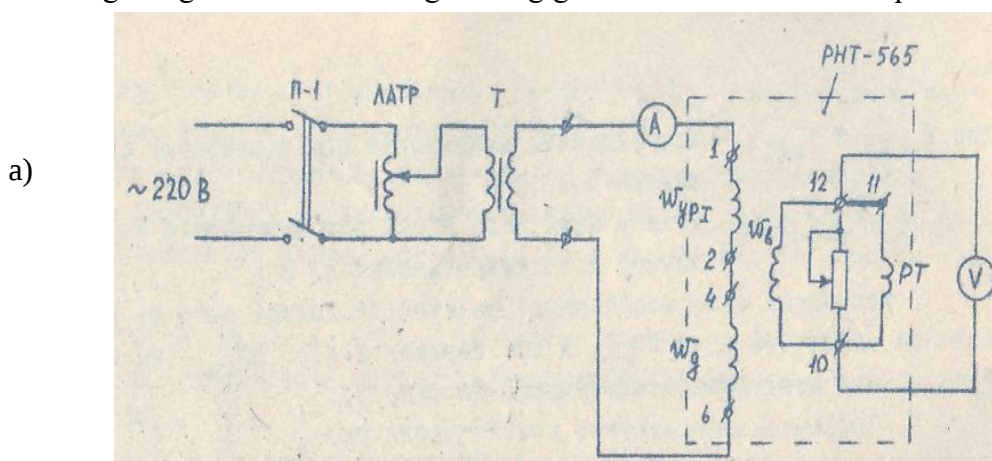
a) Faqat differentsial chulg'am ulanganda – $I_{c,r.} = 2.86$ A dan (32, 3 inlar ulangan) $I_{c,r.} = 12.5$ A gacha (8,0 inlar ulangan),

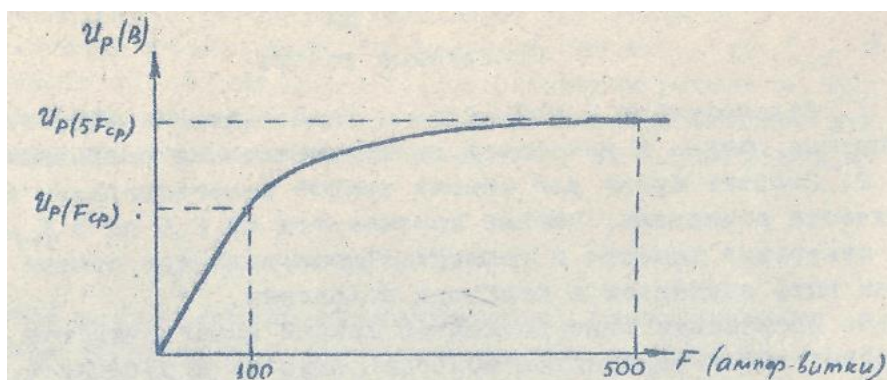
b) differentsial zanjirga ketma-ket ikki chulg'am tenglovchi va differentsial ulanganda – $I_{c,r.} = 1.45$ A dan to $I_{c,r.} = 12.5$ A gacha bo'ladi.

Tajriba ishi dasturi

1. Magnitlanish tasnifini olish. Relening magnitlanish tasnifi bajaruvchi organdagi kuchlanishning U_r birlamchi magnitlash kuchi bilan bog'liqligini ifodalaydi $F = I_1 w_{rab}$, ya'ni $U_r = f(F)$. RNT tipidagi relelarning magnit o'zaklarini to'yinishlari $4.5 - 4 * I_{s,r.}$ tokda 0,5: 1: 2: 3: 4 i 5 $I_{s,r.}$ tokning miqdolari uchun olinadi. Sinov sxemasi va magnitlanish egri chizig'i 4 rasmda keltirilgan.

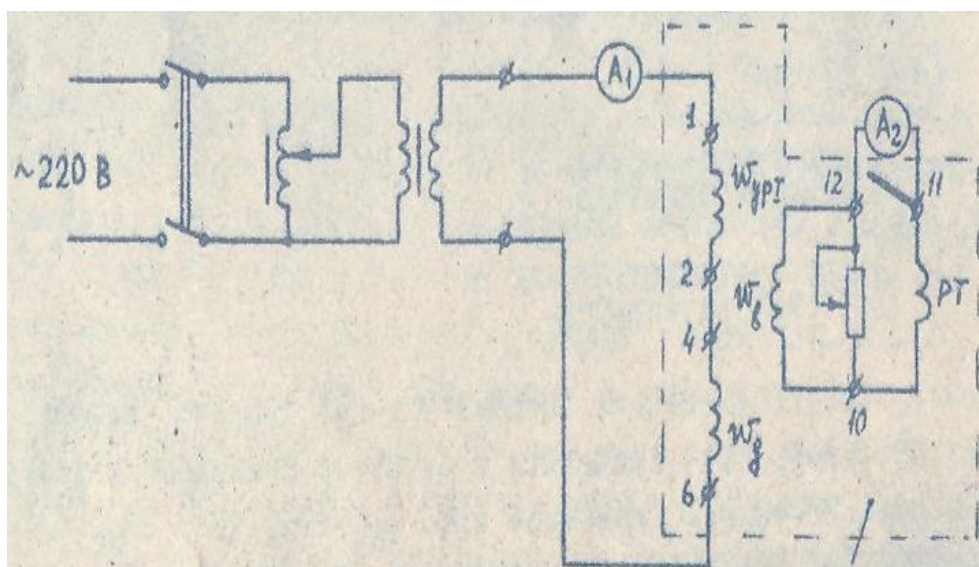
2. Ishonchlilik koeffitsientini aniqlash. Bajaruvchi organning to'g'ri sozlanishi ishonchlilik koeffitsienti k_n bilan sifatli namoyish qilinadi. U o'zida bajaruvchi organdagi sinusoidal tokning ma'lum miqdordagi birlamchi magnitlash kuchlarining karraliklarini bajaruvchi organdagi sinusoidal tokning kattaligiga nisbati ko'rinishida aniqlanadi.





b)

4 – rasm Magnitlanish tasnifini o‘rganish sxemasi (a) va namunaviy magnitlanish egri chizig‘i (b)



5-rasm Ishonchlilik koeffitsientini o‘rganish sxemasi

Relening ishonchlilik koeffitsienti birlamchi magnitlash kuchining ikki miqdordagi kattaligida o‘lchanadi: $2 F_{s.r.}$ va $5 F_{s.r.}$ va quyidagi formulalardan topiladi:

$$k_{n(2)} = I_2 (2 F_{c.r.}) / I_2 (F_{c.r.}) \quad k_{n(5)} = I_2 (5 F_{c.r.}) / I_2 (F_{c.r.}) \quad (1)$$

bu yerda $k_{n(2)}$ va $k_{n(5)}$ – ishonchlilik koeffitsientlari bo‘lib, ular birlamchi magnitlash kuchining 2 va 5 karraligida aniqlanadi,

$I_2 (F_{c.r.})$, $I_2 (2 F_{c.r.})$, $I_2 (5 F_{c.r.})$ – RT-40 rele chulg‘amidan birlamchi ishlash magnitlash kuchlarining 1,2, va 5 miqdorlaridagi toklar.

To‘g‘ri ishlayotgan relelar uchun $2 F_{s.r.}$ birlamchi magnitlash kuchida ishonchlilik koeffitsienti 1,2 ni va $5 F_{s.r.}$, ya‘ni 5 karralikdagi birlamchi magnitlash kuchida 1,35 ni tashkil etishi kerak. 5 - rasmda sinash sxemasi keltirilgan,

3. Relening ishlash amper - o‘ramlarini tekshirish.

Tajriba ishi bajarish tartibi

1. RNT – 565 tipidagi rele tuzilishi bilan tanishish, uning pasport kattaliklarini yozib olish va ichki ulanishlar sxemasini chizish.

2. Magnitlanish egri chizig'ini olish uchun sxema yig'ish (4-rasm). Tokni 0,5 dan 5 I_{s.r.}gacha bir tekisda oshirib, o'lchov o'tkazish kerak. o'lchovlar natijalarini 1 tabl.ga yozish kerak. Bunda releni yakori qaytgan xolda bo'ladi.

3. Magnitlanish egri chizig'ini ochiq qisqa tutashgan chulg'amda olish. Rele tuzilishida 9 zanjim bilan ulangan simlardan biri uzilishi kerak. Tajriba xuddi p2 kabi ikki marta olinadi

Jadval 1

Magnitlash kuchi F (amper – o'ramlar (vitki))		0	5	1	2	3	4	5
$I_r = F / w_{rab}, A$								
(V)	U _r Qiska tutashgan chulg'am zanjiri yopiq							
	Qiska tutashgan chulg'am zanjiri ochiq							

4. Ishonchlilik ko'effitsientini k_n aniqlash uchun sxema yig'ilsin. (5 rasm). Releni yakorini kaytgan xolda qotirish kerak va RT -40 relesidan F_{s.r.} (100 Av), 2 F_{s.r.} (200 Av), 5 F_{s.r.} (500 Av) birlamchi magnitlash kuchlari oqishi kerak. Ishonchlilik ko'effitsienti (1) formula asosida topiladi..

5. Relening ishlash amper – o'ramlarini (vitki) ketma – ket barcha chulg'amlar (differentsial, tenglovchi) ulangan xollar uchun aniqlang. Sinash 4 rasm asosidagi sxemada olib boriladi (vol'tmetr uzilgan). Rostlovchi chulg'amlarning berilgan xolatlari uchun zanjirning tokini bir tekisda oshirib, birlamchi ishlash toklarini yozib olish kerak va ular asosida ishlash magnitlash kuchi xisoblanadi. Natijalar tabl.2. ga yoziladi.

Jadval 2

Ulangan o'ramlar soni				
W _{ust}				
Ishlash toki I _{s.r.} (A)				
Ishlash magnitlash kuchi F _{s.r.} = I _{s.r.} * W _{ust}				

Sinov savollar

1. RNT – 565 relesidan foydalanilganda qanday qilib magnitlash tokining sakrashidan sozlanadi?
2. RNT relesi qo'llanilganda differentsial himoyaning ishlay boshlash vaqtini RT – 40 relesi qo'llanilganga nisbatan biroz sekinlashishi nima bilan izohlanadi?
3. RNT – 565 relesi qanday qilib ishlash tokiga sozlanadi?
4. RNT – 565 relesining tenglovchi chulg'amlari nimaga hizmat qiladi ?
5. RNT – 565 relesida tenglovchi chulg'amlarni differentsial chulg'amlar o'rniga ishlatish mumkinmi?
6. RNT – 565 relesida qisqa tutashgan chulg'am nimaga hizmat qiladi?

Tajriba ishi №7

RBM TIPIDAGI QUVVAT YO'NALISHI INDUKTSION RELELARINI SINASH.

Ishdan maqsad: Quvvat yo'nalishi relelarini ishlash tamoyili, tuzilish bilan tanishish va ularning asosiy tasniflarini tadqiq etish va o'rganish.

Umumiy ma'lumotlar

Quvvat yo'nalishi relelari o'lchov relelarining turi bo'lib, ular ikki elektr kattalik tok va kuchlanishning munosabatlariga ta'sir ko'rsatadilar. Ushbu relelar turli tamoyillarda bajarilishi mumkin – dinamik, ferrodinamik, induksion, yarim o'tkazgich va shu kabi. Quvvat yo'nalishi relelari bir qator talablarga javob berishlari kerak:

a) rele kuchlanish U_r va I_r tokning orasidagi burchakga ularning absolyut qiymatlaridan qat'iy nazar ta'sir javob berishi kerak,

b) rele kuchlanish U_r va I_r toklarning fazalarini xisobga olgan xolda qisqa tutashuv quvvatining shinadan himoyalalanayotgan liniyaga oqayotgan mos yo'nalishida, ular orasidagi $\varphi = U_r \wedge I_r$ burchakning barcha qiymatlarida ishlashi kerak va quvvatning teskari yo'nalishida ishlamasligi kerak,

v) relening ishlash vaqti minimal bo'lishi kerak,

g) rele ishlash tarafiga o'z-o'zidan yurib ketishiga (samoxod) ega bo'lmasligi kerak (o'z-o'zidan yurib ketish deb (samoxod) relening faqat kuchlanish U_r yoki I_r tokning ta'sirida ishlab ketilishiga aytiladi).

RBM – 171 relelarning tuzilishi va ishlash tamoyili

Ikki magnit oqimli tsilindr rotorli – barabanli induksion sistemalar keng tarqalgan. Ular tashqi shixtalangan po'lat magnit o'zakdan (1), ichki magnit qarshilikni kamaytiruvchi tsilindrik qo'zg'almas po'lat o'zakdan (2), aylanuvchi mis yoki alyumindan tayyorlangan barabandan (3) iborat. Tashqi magnit o'zakning ikki juft ichkariga yo'naltirilgan qutblaridan bir juftida tok chulg'ami (5) joylashtirilgan. Ikkinchi – kuchlanish chulg'ami (6) tashqi magnit o'zakning o'zida joylashgan. Xarakatlanuvchi kontakt (4a) barabanning kontakt richagi bilan birlashgan va ishlaganda qo'zg'almas kontaktlarni (4b) ulaydi (1 rasm).

Relening kuchlanish chulg'amiga U_r beriladi, uning natijasida chulg'amdan I_n tok oqadi, relening tok chulg'amidan I_r tok oqadi va u tok U_r kuchlanishdan φ_r burchakka burilgan bo'ladi. Tok I_n uni xosil qiluvchi U_r kuchlanishdan α burchakka (relening ichki burchagi) kuchlanish chulg'aminin induktivligi xisobiga burilgan bo'ladi. I_n va I_r toklar F_n va F_t , magnit oqimlari xosil qiladi va ular fazoda 90° va fazasi bo'yicha ψ burchakka burilgan bo'ladi. Po'latdagi isroflarni xisobga olmasak, oqimlar F_n va F_t ularni xosil qiluvchi toklar I_n va I_r bilan mos keladi deb qabul qilsak bo'ladi (xaqiqatda esa ular toklarga nisbatan δ burchakka burilgan bo'ladilar). Ushbu oqimlar rotorda (barabanda) I_{nr} va I_{tr} toklar xosil qiladi va ular bilan ta'sirlashib aylanuvchi magnit moment M_{vr} xosil qiladi.

To'yinmagan po'latda barcha oqimlar va ular rotorda induktsiyalagan toklar ularni xosil qilgan U_r kuchlanish va I_r tokga proporsionaldirlar. U_r kuchlanish va I_r tok orasidagi burchak $\psi = \alpha - \varphi_r$. Bunda relening aylanuvchi momentini quyidagicha yozish mumkin:

$$M_{vr} = k U_r I_r \sin (\alpha - \varphi_r).$$

Odatda ushbu formulani burchak α ni to'ldiruvchi (90° gradusgacha) burchak $\beta = 90^\circ - \alpha$ bilan ifodalaydilar. Bunda $M_{vr} = k U_r I_r \cos (\beta + \varphi_r)$. Moment U_r kuchlanish, I_r tok va ular orasidagi burchak φ_r ga (ya'ni quvvat yo'nalishi) bog'liq. Burchak α relening tuzilish (konstruktiv) parametrlariga bog'liq. RBM -171 relelida burchak $\beta = 30^\circ$, $\alpha = 60^\circ$, ya'ni ushbu quvvat relelari oraliq (to'la) quvvat o'zgarishiga ta'sir javob beradi. Relening maksimal sezgirlik burchagi (ya'ni $S_{s.r.}$ – minimalligini ta'minlovchi burchak) $\varphi_{m.ch.} = - 30^\circ$.

2 rasmda relening soddalashtirilgan vektor diagrammasi keltirilgan.

Quvvat yo'nalishi relelari tasniflari (3- rasm).

Relening ishi quyidagi kattaliklar bilan xarakterlanadi:

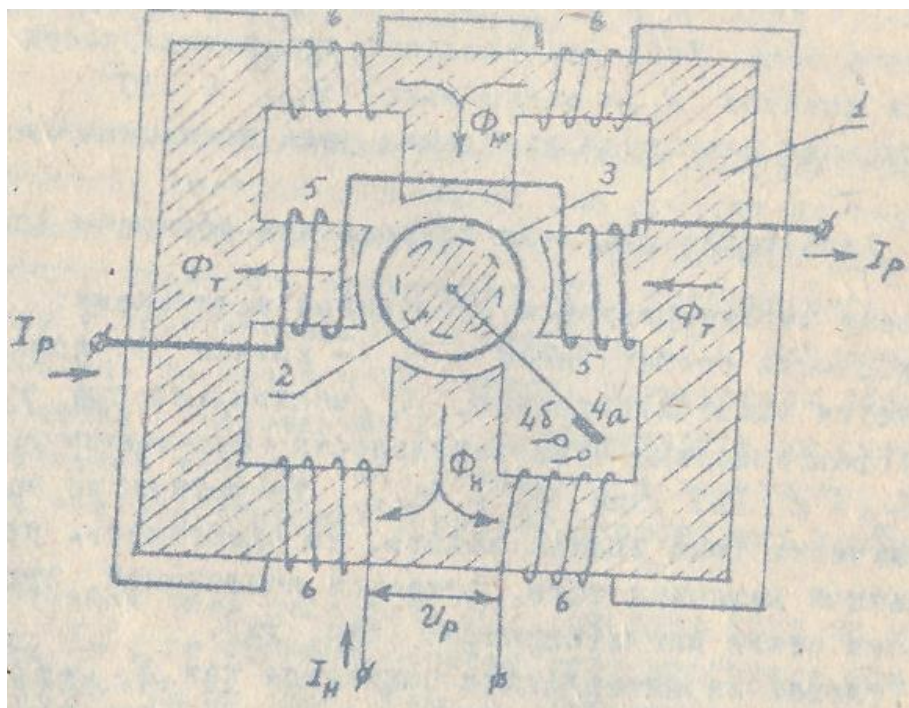
1. Ishlash quvvati - $S_{s.r.}$ – relening bajarilishiga bog'liq bo'lib, tajriba asosida minimal $\varphi_{m.ch}$ da aniqlanadi.

2. Sezgirlik tasnifi - (vol't-ampere xarakteristikasi) $U_{s,r} = f(I_{c,r})$ Ushbu tasnif $\varphi_r = \varphi_{m.ch.}$ da olinadi. $U_{s,r}$ kuchlanish nazariy jixatdan tok ortishida pasayishi kerak, lekin amalda tokning ma'lum qiymatida u o'zgarmasdan qoladi. Buning sababi magnit o'zakning to'yinishidir. (3a.rasm).

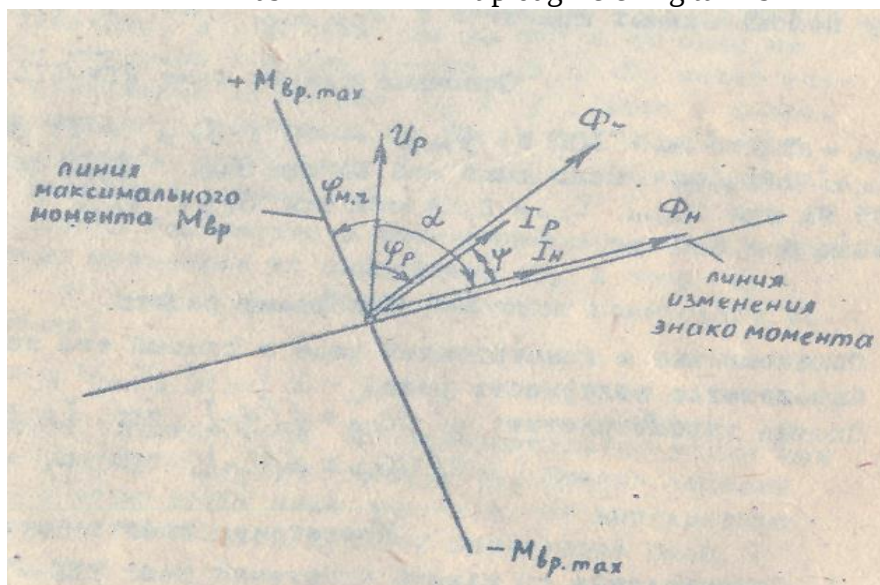
3. Burchakiy tasnif $S_{s,r} = f(\varphi_r)$ yoki $U_{s,r} = f(\varphi_r)$ ko'rinishida $I_r = I_n = \text{const}$ xolatlar uchun olinadi. Ushbu tasnif turli φ_r burchaklarda relening sezgirligini o'zgarishini belgilaydi va musbat momentlar va $U_{s,r, \min}$ miqdorini aniqlash imkonini beradi (3b va 3v rasmlar).

RBM – 171 releining asosiy kattaliklari

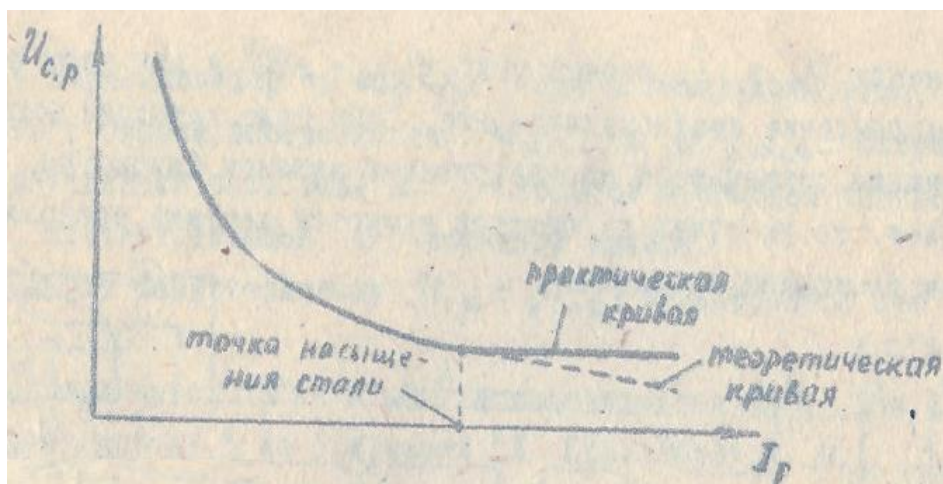
$I_{nom} = 5 \text{ A}$, $U_{nom} = 100 \text{ V}$, $\varphi_{m.ch.} = -30^\circ$, $S_{s,r} = 13 \text{ VA}$, bunga I_{nom} va $\varphi_{m.ch.}$ erishiladi. $S_{iste'mol.} = 6 \text{ VA}$, bunga I_{nom} da erishiladi. Kuchlanish zanjiri $S_{iste'moli.} = 35 \text{ VA}$, bunga U_{nom} da erishiladi. $t_{s,r.} = 0.04 \text{ sek.}$ bunga $S_{s,r}$ va $\varphi_{m.ch.}$ da erishiladi.



1-rasm RBM – 171 tipidagi relening tuzilishi

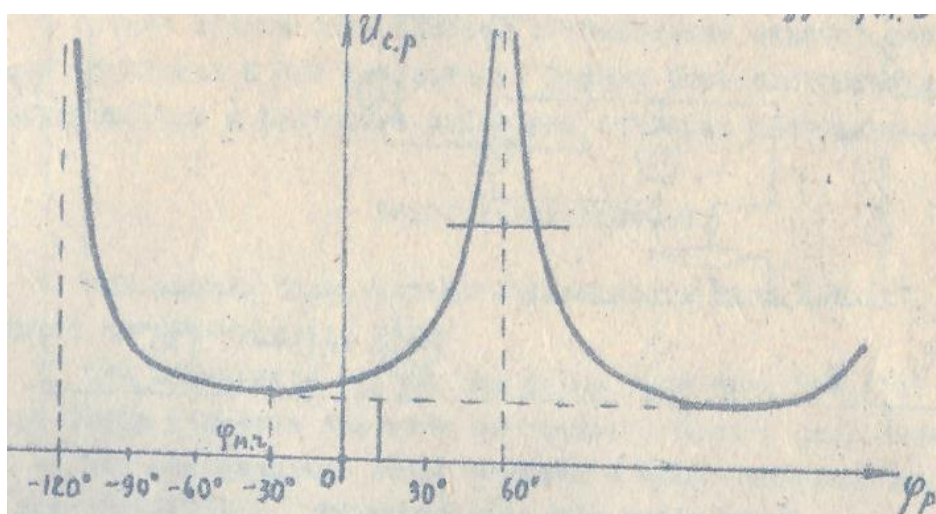


2 – rasm. Quvvat yo'nalishi releining vektor diagrammasi



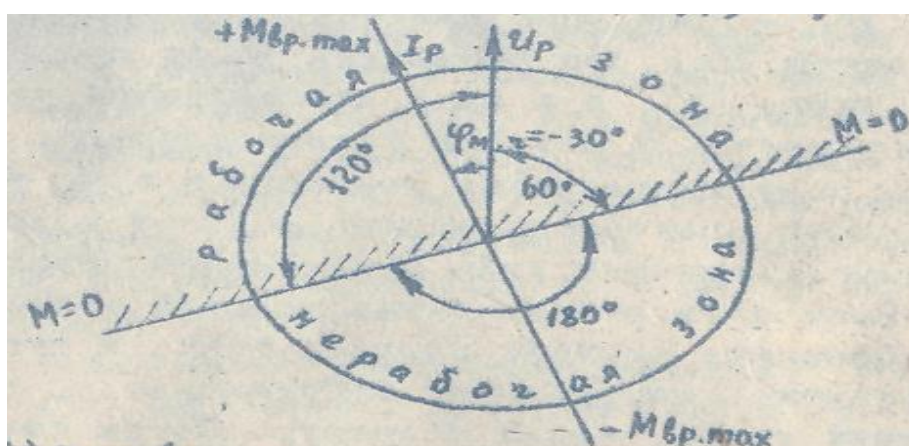
a) Vol't – amper tasnifi (sezgirlik tasnifi)

$U_{s,r} = f(I_r)$ bunda $\varphi_r = \varphi_{m.ch.} = \text{const}$



b) To'g'ri koordinatalar tizimida burchak tasnifi

$U_{s,r} = f(\varphi_r)$ bunda $I_r = I_n = \text{const}$



v) Вектор formadagi burchak tasnif

3 – rasm. Quvvat yo'nalishi releining tasniflari

Tajriba ishi dasturi

1. Rele tuzilishi va uni sinash sxemasi bilan tanishish.

1. RBM – 171 tipidagi quvvat yo‘nalishi relesining vazifasi. Ushbu rele qaysi himoyada qo‘llaniladi?
2. RBM – 171 tipidagi relening ichki burchagi deb nimaga aytiladi? RBM – 171 tipidagi relelarda qanday qilib ichki burchakni o‘zgartirish mumkin?
3. RBM – 171 relesining burchak tasnifi va vol’t - amper tasnifi nima?
4. Oraliq (to‘la), sinusli, kosinusli tipdagi quvvat yo‘nalishi relelarida aylanuvchi moment nimaga bog‘liq?
5. Tokli yo‘naltirilgan himoyalarda quvvat yo‘nalishi relesini 90-gradusli va 30-gradusli sxemalar bo‘yicha ulanishini tushintiring?
6. Ushbu tajriba ishi sxemasida tok va kuchlanish orasidagi burchak qanday o‘zgartiriladi?

TAJRIBA ISHI №8

Elektr energetika tizimi qurilma va uskunalarini avtomatika va himoyalari sxemalarini fizik modellar va MATLAB dasturi yordamida tadqiq etish. Generatorlarning himoya, avtomatika va qo‘zg‘atish tizimlarini MATLAB dasturi yordamida tadqiq etish.

Ishning maqsadi: Tajriba ishining maqsadi generatorlarning himoya va avtomatik uskunalarini, elektr stantsiyalardagi turli ish holatini tadqiq qilish va turli qiymatdagi aktiv va reaktiv quvvatlar ishlab chikish, elektr tizimidagi chastota va kuchlanishni avtomatik boshqaruvga ta’sirni, himoya va avtomatika qurilmalarini ishini tadqiq qilish va o‘rganishdir.

I. NAZARIY QISM

Birlamchi mashinaning mexanik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi elektr qurilmasiga elektr generatori deb aytiladi. Zamonaviy elektr stantsiyalarida elektr energiyasini ishlab chikarish uchun 3 fazali sinxron generatorlardan foydalaniladi.

Sinxron generatorlar birlamchi motorlarining turiga qarab turbo va gidrogeneratorlarga bulinadi.

Turbogeneratorlar bevosita bug yoki gaz turbinalariga ulash uchun muljallangan, ular tez yuruvchan generatorlar deb ham aytiladi. TGlarning aylanish davrtezliligini quyidagicha aniklash mumkin:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p}$$

bu yerda f - sanoat davrtezligi;

p - juft kutblar soni.

SHunday qilib, tarmokning davrtezligi 50 Gts bulgan bizning va G‘arbiy Yevropa davlatlarida TGlarning eng yukori aylanish davrtezligi 3000 ayl/min. ga teng.

Ba’zi hollarda turboagregatlarning chegaraviy aylanish davrtezligi turbinaga boglik ravishda 3000 ayl/min.dan kam buladi. Turbina valining aylanish tezligininrg pastligi turbina lopatkalarini uzunrok qilib tayyorlash imkonini beradi. Bu esa turbinaning chegaraviy quvvatini oshirilishiga olib keladi.

Ba’zi hollarda kichik quvvatli TGlarni turbinaga reduktor orkali ulanadi. Bu turbinalarni ixcham va tejimli bulishiga olib keladi, chunki bunda turbinalarning aylanish davrtezligi ortadi. Lekin bunday reduktorlar odatdagi IESlarda qo‘llanmaydi, chunki ular katta quvvatli turboagregatlarni ishonchli ishlashiga putur yetkazadi.

Gidrogeneratorlarning aylanish davrtezligi gidroturbina-larning foydali aylanish davrtezliligiga teng qilib olinadi.

$$n_{\text{mnp6}} = n_6 \frac{H^{5/4}}{\sqrt{P}}$$

n_6 - tezaylanuvchanlik koeffitsienti, turbinaning tipiga boglik buladi [ayl/min]

chumichli turbinalar uchun 20-40;

radial' ukli turbinalar uchun 50-450;

buriluvchan lopastli turbinalar uchun 400-1200.

N - suv bosimi , [m].

R - turbinaning quvvati, [MVt].

Turli GESlarda suv bosimi va suv sarfi turlicha bulganligi

uchun, gidrogeneratorlarning (GG) aylanish davrtezlighi 50 dan 750 ayl/min.gacha bulishi mumkin. GGlarni quvvati kanchalik katta va suv bosimi kanchalik kichik bulsa ularning aylanish davrtezliklari ham shuncha kichik buladi. Ishlab chikariladigan mashinalarning kupchilighi 50-125 ayl/min. aylanish davr tezligiga ega.

Sovutish sistemasi normal ishlab turgan holatdagi sinxron generator uzok vaqt ishlashi mumkin bulgan foydali quvvat generatorning nominal quvvati deb aytiladi. SHu quvvatdagi mashina ishini xarakterlaydigan barcha parametrlar nominal parametrlar deyiladi. Bularga stator kuchlanishi - U_n , stator toki - I_n , rotor qo'zg'atish kuchlanishi - U_k , rotor qo'zg'atish toki - I_k , generatorning aktiv, reaktiv, tula quvvati - P_n ; Q_n ; S_n , quvvat koeffitsienti - $\cos\phi$, foydali ish koeffitsienti va boshkalar kiradi.

Uch fazali SGlarning nominal kuchlanishi deb stator chulgamingining liniya kuchlanishiga aytiladi. GOST buyicha bu kuchlanishlar quyidagi standart katorni tashkil etadi:

$U_n = 3.15, 6.3, 10.5, (13.8), (15.78), 18.0, 20.0, 21.0, 24.0$ kV

Turbogeneratorlarning quvvati GOST buyicha quyidagi katorni tashkil etadi:

$R_n = 2.5, 4, 6, 12, 32, 63, 100, 160, 200, 300, 500, 800, 1200$ MVt.

Gidrogeneratorlar uchun nominal quvvatlarning standart shkalasi yuk, chunki ularning quvvati suv sarfi va bosimiga boglik bulib GES loyihlanayotgan paytda aniklanadi.

Generatorlarning sovutish sistemalari

Generatorlarni ishlashi mobaynida ularda energetik isroflar sodir buladi. Bu isroflar issiklikka aylanib generator elementlarining qizishiga olib keladi. Generatorlarning f.i.k.lari yukoriligi va nisbiy isroflar 1,5-2,5% ni tashkil etishiga karamay, absolyut isroflarning darajasi ancha baland buladi.(Misol uchun 800 MVt li mashinada bu isroflar 10 MVtni tashkil etadi). Bu narsa aktiv pulatni, misni va izolyatsiyani qizishiga olib keladi.

Generatorlarning chegaraviy qizishi stator va rotor izolyatsiyasi bilan chegaralanadi, chunki issiklik ta'siri natijasida ularning elektr izolyatsion xarakteristikalari yomonlashadi, mexanik mustahkamligi va elastikligi kamayadi. Izolyatsiya kurib maydalanib ketadi va uz funktsiyasini bajarmay kuyadi.

Energetikada qo'llaniladigan 85°C lik koida buyicha elektr jihozlari hisoblanganda, izolyatsiyaning harorati nominal haroratidan 85°S ga oshirilganda uning ishlash muddati 2 marta kamayar ekan.

CHulgamlarni sovutish usuli buyicha sovutish sistemalari ikkiga bulinadi:

1. Bilvosita (yoki sirtki) sovutish sistemasi.

2. Bevosita sovutish sistemasi.

Bilvosita sovutish sistemasida (bu usul fakat gazlar uchun qo'llaniladi) sovutuvchi gaz chulgam utkazgichlariga tegmaydi. Ajralib chikayotgan issiklik sovutuvchi muhitga izolyatsiya orkali utadi. Bu esa izolyatsiyaning issiklik jihatdan kup yuklanishiga olib keladi.

Bevosita sovutish sistemasida vodorod, suv yoki moy utkazgichlar ichidagi maxsus kanallar orkali aylanib kizigan chulgamlarga bevosita tegib uni sovutadi.

Xozirgi paytda bilvosita sovutish usuli fakat 12 MVt quvvatgacha bulgan generatorlardagina qo'llanadi.

TGLar bevosita sovutish usuli buyicha 4 guruhga bulinadi:

- 1.Statorni bilvosita va rotni vodorod bilan bevosita sovutish.
- 2.Stator va rotni vodorod bilan bevosita sovutish.
- 3.Statorni suyuklik bilan va rotni vodorod bilan bevosita sovutish.
- 4.Stator va rotni bevosita suyuklik bilan sovutish.

Izolyatsion materiallar qizishiga chidamlilik darajasi buyicha yettita klassga bulinadi. Generatorlarda bulardan 3ta klassga tegishli izolyatsion materiallardan foydalaniladi.

Zamonaviy generatorlarda sovutish muhiti sifatida gazlardan (havo, vodorod) va suyukliklardan (suv, transformator moyi) foydalaniladi.

Sovutish muhiti	Havoga nisbatan fizik kursatkichlari	
	Issikni utkazuvchanlik	Sovutish darajasi
Havo	1,0	1,0
97% vodorod va 3% havo aralashmasi	5,9	1,33
Vodorod	7,1	1,44-4,0
Transformator moyi	5,3	21,0
Suv	23,0	50,0

Generatorlarning qo'zg'atish sistemalari

Generatorning qo'zg'atish sistemasi deb qo'zg'atish tokini hosil qilib uni boshqarishni ta'minlab beruvchi elektr mashina yoki elektr apparatlari yigindisiga aytiladi (kuzgatgich, yordamchi va rostlovchi qurilmalar majmui).

Oo'zgatgich rotor chulgamlari bilan kontakt xalkalari va chutkalar orkali elektr jihatdan ulangan buladi.

Qo'zgatish sistemalari ishonchli, mustahkam, tejamli, qo'zg'atish tokini ruxsat etilgan chegaralarda rostlash imkonini beradigan, tez ishlovchi, avariya holatlarida qo'zg'atish tokini eng katta qiymatini ta'minlab beradigan bulishi kerak.

Qo'zgatish sistemalari 2 guruhga bulinadi:

- 1) mustakil qo'zg'atishli,
- 2) o'z-o'zidan qo'zg'atishli.

Birinchi guruhga uzgaruvchan va o'zgarmas tokda ishlovchi barcha elektr mashinali kuzgatgichlar kiradi. Ikkinchi guruhga bevosita generator chikishlariga maxsus pasaytiruvchi transformator orkali ulangan qo'zg'atish sistemalari kiradi.

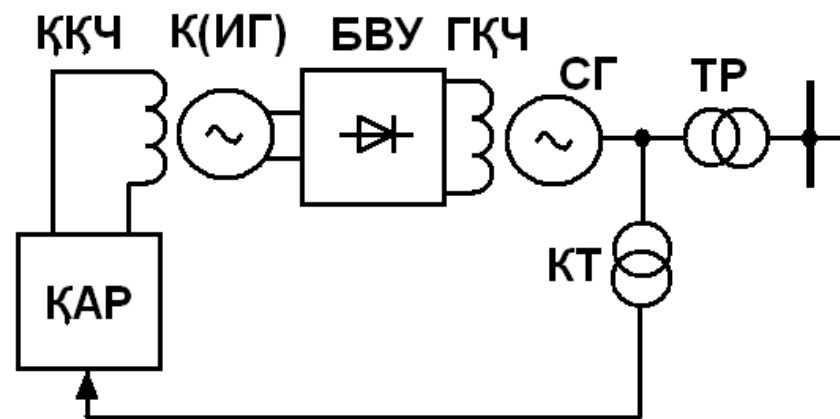
Ishlashi tarmok holatiga boglik bulmaganligi uchun mustakil qo'zg'atishli qo'zg'atish sistemalari keng tarkalgan.

Xozirgi paytda generatorlarda quyidagi qo'zg'atish sistemalari qo'llaniladi:

- 1) o'zgarmas tok elektr mashinali;
- 2) yukori davrtezlikli;
- 3) tiristorli;
- 4) chutkasiz k.s.

O'zgarmas tok mashinali qo'zg'atish sistemalari 150 MVt quvvatgacha bulgan generatorlarda ishlatiladi. Bu qo'zg'atish sistemalarining kamchiligi ularning qo'zg'atish tokini usib borish tezligini yukori emasligi.

Katta quvvatli generatorlarda yarim utkazgichli tugrilagichli qo'zg'atish sistemalaridan foydalaniladi. Bunda generator bilan bitta valga qo'shimcha generator ulangan bulib, uning kuchlanishi tugrilagichlar orkali rotor chulgamlariga uzatiladi.



Rasm. 1

IG-induksion generator;

БВУ-бoshqarilmaydigan ventilli uzgartirgich.

Bu yerda energiya manbai bulib IG xizmat kiladi.

Qo'zg'atish sistemalarida qo'zg'atish tokini usib borish

$$K_{\phi} = \frac{U_{fmma}}{U_{funo}}$$

tezligini oshirish uchun jadallashtirishdan (ya'ni qo'zg'atish tokini keskin oshirish, forsirovkalash) foydalaniladi.

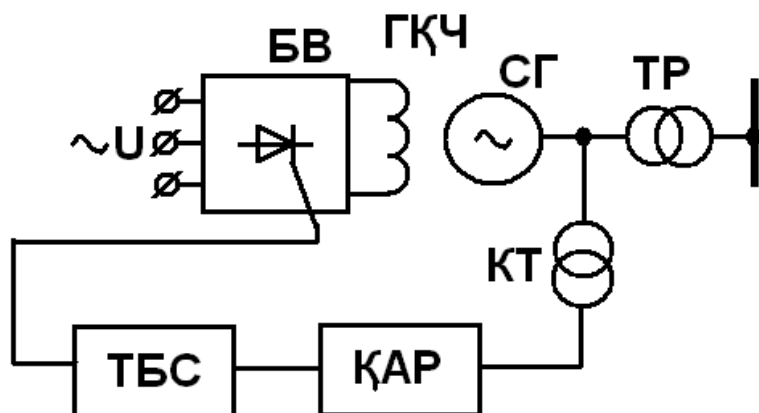
Elektr mashinali qo'zg'atish sistemalarida qo'zg'atish tokini usib borish tezligi $t=0,4-0,5$ sek. balsa, yukori davrtezlikli qo'zg'atish sistemalarida $t=0,3-0,4$ sek.ga jadallashtirish karraligi $K_f=2$ ga teng.

Yukori davrtezlikli qo'zg'atish sistemalari 300 Mvt gacha bulgan generatorlarda qo'llaniladi.

BS-tiristorni boshqarish sxemasi;

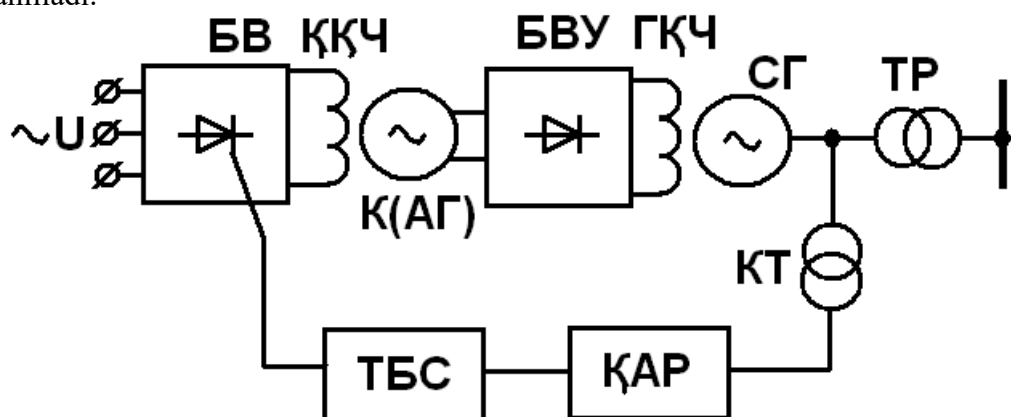
БВУ- boshqariladigan ventilli uzgartirgich.

Tiristorli qo'zg'atish sistemalarida uzgartirgich sifatida tiristorlardan foydalaniladi. Tiristorni boshqarish sxemasi orkali esa qo'zg'atish tokini qiymati uzgartiriladi. Bu sistemaning afzalligi jadallashtirish koeffitsienti $K_f > 2$, qo'zg'atish tokini usib borish tezligi esa $t=0,02-0,04$ sek.ni tashkil etadi. SHuning uchun bu qo'zg'atish sistemalari 500 MVtgacha bulgan generatorlarda qo'llaniladi.



2-Rasm.

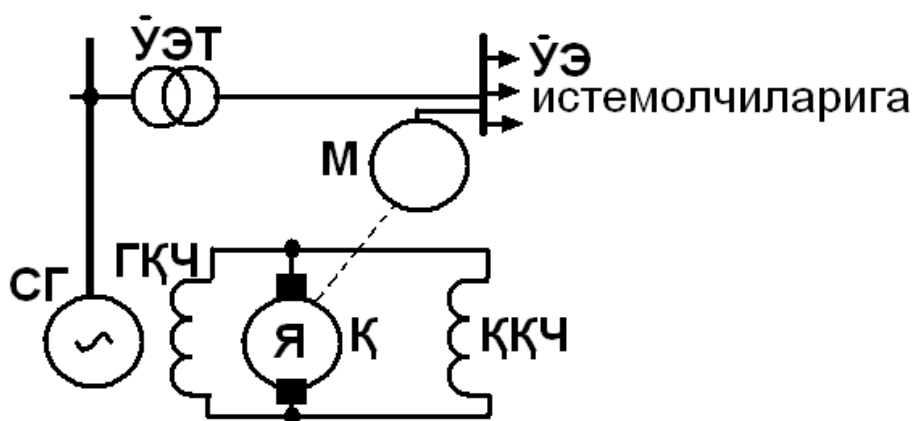
Yukorida kurib chikilgan qo'zg'atish sistemalarining umumiy kamchiligi ularda kontakt-chutka apparatining mavjudligi bulib bu narsa sistemalarning ishonchliligini pasaytirib yuboradi. SHuning uchun xozirgi paytda katta quvvatli generatorlarda chutkasiz qo'zg'atish sistemalari qo'llaniladi.



Rasm.3

AG- aylantirilgan (обращенный) generator u qo'zg'atish sistemalari 800-1200 MVt quvvatli generatorlarda qo'llanadi. Ularda qo'zg'atish tokini usib borish tezligi $t=0,1$ sek.

Ikkinchi guruhga kiruvchi o'z-o'zidan qo'zg'atishli sistemalarning ishonchliligi kamrok, chunki ularda kuzgatgichning ishlashi uzgaruvchan tok tarmokining holatiga boglik buladi. Tarmokdagi har kandy uzgarish qo'zg'atish sistemasining normal' ishlashiga putur yetkazadi.



Rasm.4

Bu sistemalarda qo'zg'atish apparati bulib uz ehtiyoj shinalaridan ta'minlanuvchi asinxron motor va o'zgaras tok generatori xizmat kiladi. Bu qo'zg'atish sistemalaridan odatda elektr stantsiyalarida qo'zg'atishning rezerv manbai sifatida foydalaniladi.

Generatorlarning magnit maydonini so'ndirish

Generatorlarning magnit maydonini so'ndirish deb, ularning qo'zg'atish magnit oqimini qiymatini nolgacha kamaytirish jarayoniga aytiladi. Bunda bir vaqtda generatorning e.yu.k.si ham kamayadi.

Magnit maydonini so'ndirish ayniksa generatorning ichida shikastlanishlar yuz bergandagi avariya holatlarida katta ahamiyatga ega. Generatorlarning ichidagi qiska tutashuvlar odatda elektr yoyi orkali yuz beradi. SHu sababdan bunday hollarda stator chulgami va aktiv pulat kup shikastlanadi. Bu k.t. toklari generator chikishlaridagi yuz beradigan k.t. toklariga karaganda

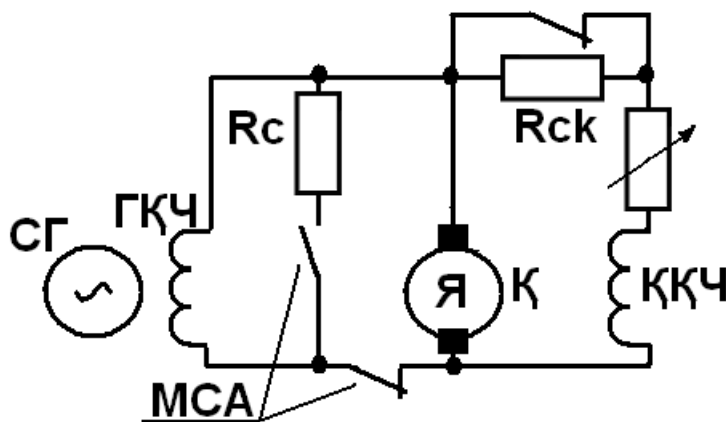
ancha katta buladi. Bu holatlarda generatorning magnit maydonini so'ndirish avariya kulamini kamaytirish va stator chulgami hamda pulatni kuyib ketishdan saklash uchun zarurdir.

Maydonni so'ndirish uchun generatorning rotor chulgami kuzgatgichdan uzish kerak. Birok bunda rotor chulgami katta induktivlikka ega bulganligi sababli uning chikishlarida izolyatsiyani teshilishiga olib keluvchi kuchlanganlik hosil bulishi mumkin. SHuning uchun maydonni shunday so'ndirish kerakki, natijada kuzgatgichni uzish bilan bir paytda generator rotor chulgami magnit maydonini tez so'ndirishga erishish zarur. Bunda chikishlardagi kuchlanganlik ruxsat etilgan qiymatlardan ortib ketmasligi kerak.

Xozirgi paytda generatorning quvvati va uning qo'zg'atish sistemasining xususiyatiga qarab magnit maydonini so'ndirishning 3ta usulidan foydalaniladi:

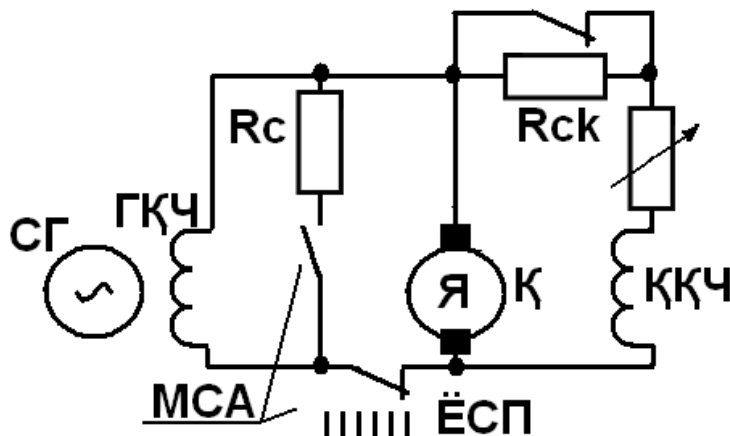
1. Rotor chulgami sundiruvchi (aktiv) qarshilikka ulash.
2. Rotor chulgami zanjiriga tez ishlovchi avtomatning yoy sundiruvchi panjarasini ulash.
3. guzgatgichni teskari ulash.

Birinchi 2ta usulda qo'zg'atish zanjiridagi zaruriy ulashlarni maydonni so'ndirish avtomati (MSA yoki AGP) deb ataladigan maxsus kommutatsion apparatdan foydalaniladi.



Rasm. 5

Generatorning rotor chulgami sundiruvchi qarshilikka ulab so'ndirishda magnit maydonini so'ndirish jarayoni chuzilib ketadi. SHuning uchun xozirgi paytda maydonni tezrok sunishiga olib keluvchi yoy sundiruvchi panjar orkali so'ndirish keng tarkalgan.



Rasm. 6

Magnit maydonini kuzgatgichni teskari ulash bilan so'ndirish usuli asosan tiristorli qo'zg'atish sistemali generatorlarda qo'llaniladi. Bunda maydonni so'ndirish apparati uzilgach, uning qo'zg'atish chulgamidagi tugrilagichlarni teskari ulab maydon sundiriladi. Agar bunda yoy sunmay kolsa zanjirdagi yoy sundiruvchi qarshilikka ulash orkali sundiriladi. Bu usulda

maydonni so'ndirish vaqti juda oz, lekin qo'zg'atish chulgamidagi kuchlanganlik ortib ketmasligi uchun bu vaqt avvalgi usuldagiga teng qilib olinadi.

Generatorlarning parallel ishlashi

Generatorlarni parallel ishlashga ulash anik sinxronlash va o'z-o'zidan sinxronlash usuli bilan amalga oshiriladi.

Generator anik sinxronlash usuli bilan ulanganda quyidagi shartlar bajarilishi zarur:

1. Generator kuchlanishi tarmok kuchlanishi bilan teng bulishi zarur.
2. Generator va tarmok davrtezligi bir xil bulishi lozim.
3. Fazalar ketma-ketligi bir xil bulishi kerak.

Bunda generator kuchlanishining tarmok kuchlanishidan chetlashishi faza buyicha 155° Sga, modul' buyicha 20%ga(odatda 5%), davrtezlik buyicha 0,1% (0,05Gts) gacha ruxsat etiladi.

Fazalar ketma-ketligi generatorning birinchi ulanish paytida, hamda ta'mirlanishdan sung uning birlamchi zanjirlarida tekshirilishi kerak. Bu narsa kuchlanish transformatorlari yordamida maxsus sxema orkali amalga oshiriladi.

Anik sinxronlash usuli bilan generatorlarni parallel ishlashga ulash vaqti 3-5 soatni tashkil etadi.

O'z-o'zidan sinxronlash usulida generator qo'zg'atish berilmasdan sinxron tezlikka yakin tezlikkacha aylantiriladi va tarmokka ulanadi, sungra unga qo'zg'atish beriladi. Tarmok generatorni sinxronizmga tortib ketadi. Lekin generator bu usul bilan ulanganda generator shinalarida k.t. toklariga teng toklar hosil buladi.

O'z-o'zidan sinxronlash orkali generatorlarni tarmokka ulash vaqti 1-5 min.ni tashkil etadi. Bu usul bilan bilvosita sovutish sistemali, blok sxemasida ishlovchi turbogeneratorlar va barcha gidrogeneratorlar tarmokka ulanadi. Boshka generatorlar tarmokka fakat anik sinxronlash usuli bilan ulanadi.

Avariya holatlarida va rezerv quvvatlarni tez ishga tushirish zarur bulib kolgan paytlarda generatorlar sovutish sistemalarining turidan kat'iy nazar tarmokka o'z-o'zidan sinxronlash usuli bilan ulanishi mumkin.

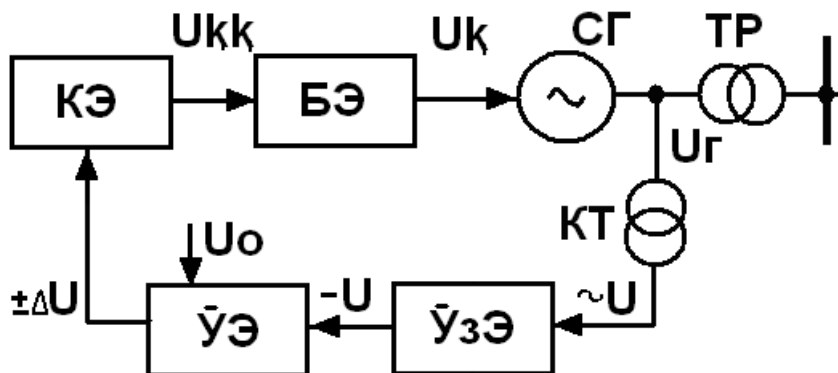
Qo'zg'atishni avtomatik rostlagichlar

Qo'zg'atishni avtomatik rostlash xozirgi paytda quyidagi vazifalarni bajaradi:

- 1) generatorlarni parallel ishlash turgunligini ta'minlash;
- 2) yuklama turgunligini oshirish;
- 3) kuchlanish "ko'chkisini" oldini olish;
- 4) k.t. uzilgandan sung kuchlanishni tiklanish tezligini oshirish;
- 5) elektr sistemalarning statik va dinamik turgunligini oshirish;
- 6) energetik sistema tugunlaridagi kuchlanishni normal' va ava-riya holatlarida bir xil qilib ta'minlab turish.

Nazorat qilinayotgan parametrlarni uzgarishiga qarab ta'sir javob berish xarakteriga kura qo'zg'atishni avtomatik rostlagichlar (KAR) ikkiga bulinadi:

1. Proportsional ta'sir kiluvchi (PT KAR yoki ARV PD)
2. Kuchli ta'sir kiluvchi (KT KAR yoki ARV SD)



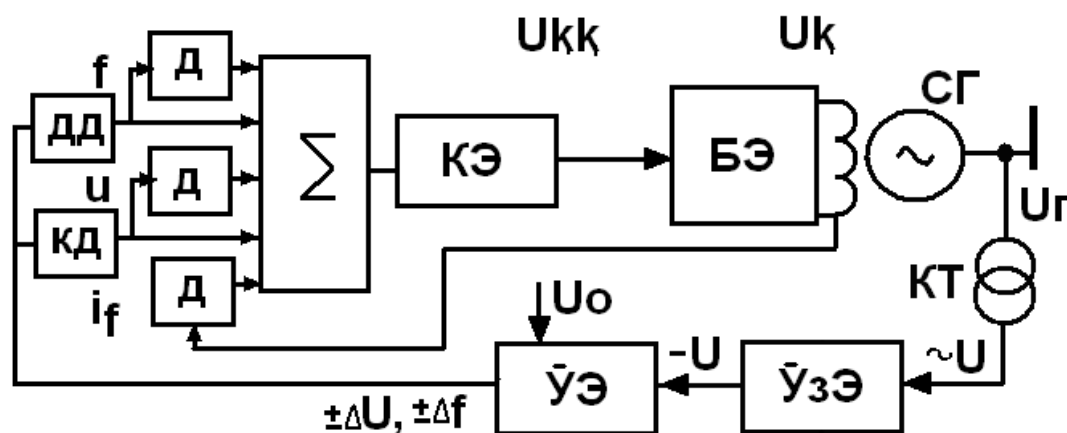
UzE-uzgartiruvchi element UE-ulchov elementi
 KE-kuchaytiruvchi element
 BE-bajaruvchi element

UzE da generator shinasidan KT orkali uzatilayotgan kuchlanish turilanib, UEda etalon kuchlanish – U_0 bilan takkoslanadi. Berilgan kuchlanishdan ogish qiymati KEda kuchaytirilib BEga uzatiladi. BE tokni qo‘shimcha uzgartirish orkali qo‘zg‘atish kuchlanishini rostlaydi.

$\Delta U = U_g - U_0$ - ogish darajasi.

PT gAR nazorat qilinayotgan parametrning ishorasi va ogish kiyma tining kattaligiga ta’sir javob beradi.

Zamonaviy katta quvvatli generatorlarda rostlash turgunligini yaxshilash va kechikishini kamaytirish uchun nazorat qilinayotgan parametrlarni berilgan qiymatidan tashkari uning uzgarish tezligiga qarab ham ishga tushadigan rostlagichlar qo‘llanmokda. Bu rostlagichlar KT gARlar deb atiladi.



Rasm.8

Sinxron kompensatorlar

Qo‘zg‘atish tokining uzgarishida motor holatida ishlaydigan valida yuklamasi bulmagan sinxron mashina sinxron kompensator deb ataladi. Sinxron kompensator qo‘zg‘atish tokining qiymatiga qarab tarmokka reaktiv quvvat berishi yoki tarmokdan uni kabul qilishi mumkin.

Sinxron kompensator statorning nominal toki, kuchlanishi va quvvati bilan, rotorning davrtezlighi va nominal toki, hamda nominal holatdagi isroflar bilan xarakterlanadi.

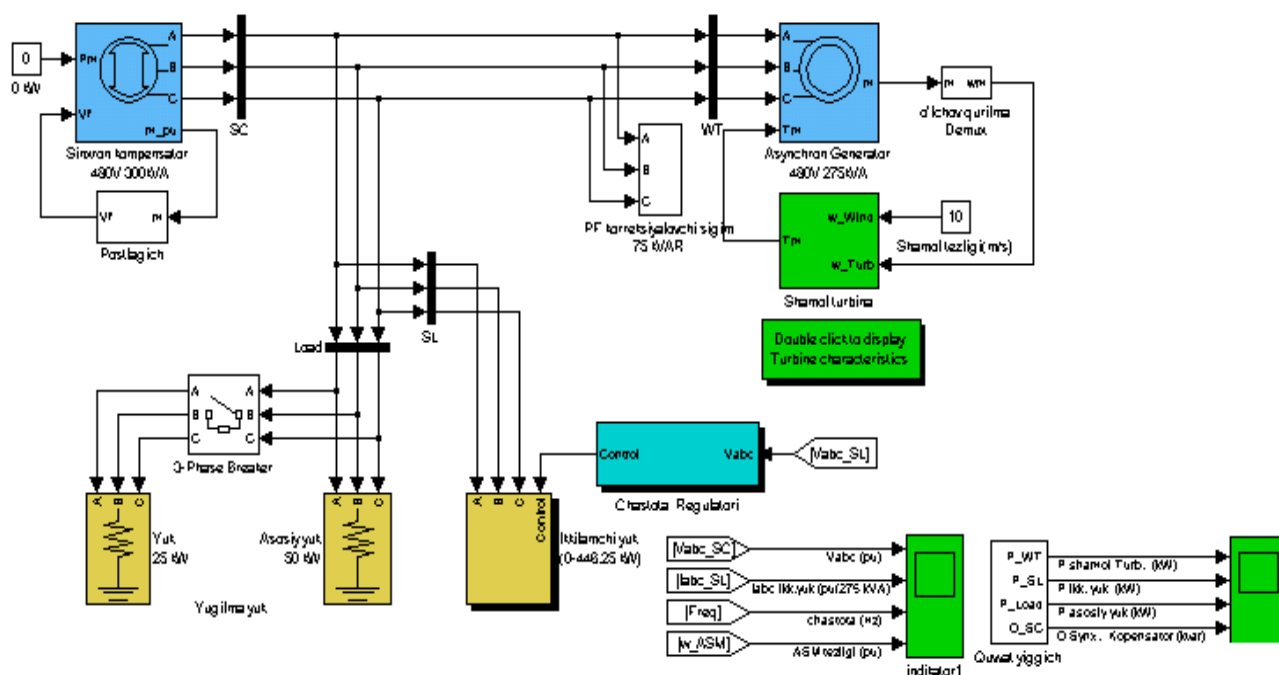
Xozirgi elektr yuklamalar juda katta reaktiv quvvat iste’mol qilishi bilan xarakterlanadi. Elektr qurilmalarida energiyani uzgartirish uchun magnit maydonlaridan foydalaniladi (generator, transformatorlar va h.k.). Simobli ventillar, lyuminestsentli yoritish va boshka uzgartirgich qurilmalarining tokleri ancha katta reaktiv tashkil etuvchiga ega. SHu sababli elektr tarmoklari tokning reaktiv tashkil etuvchisi bilan yuklanadi, buning ta’sirida kuchlanish pasayadi va elektr energiyani uzatish hamda taksimlashda quvvat isroflari kupayadi.

Agar yuklamalar markaziga sinxron kompensator ulansa, u iste’molchilarga kerak bulgan reaktiv quvvatni generatsiyalab, elektr stan-tsiyalarni yuklama bilan boglaydigan liniyalarning reaktiv tok yuklamasini kamaytirish imkonini beradi, bu esa butun tarmok ishini yaxshilaydi. Sinxron kompensatorlar elektr uzatuvchi nimstantsiyalarda ham urnatiladi, ular yordamida liniya buylab kuchlanishni tugri taksimlash va parallel ishlash turgunligi ta’matlanadi.

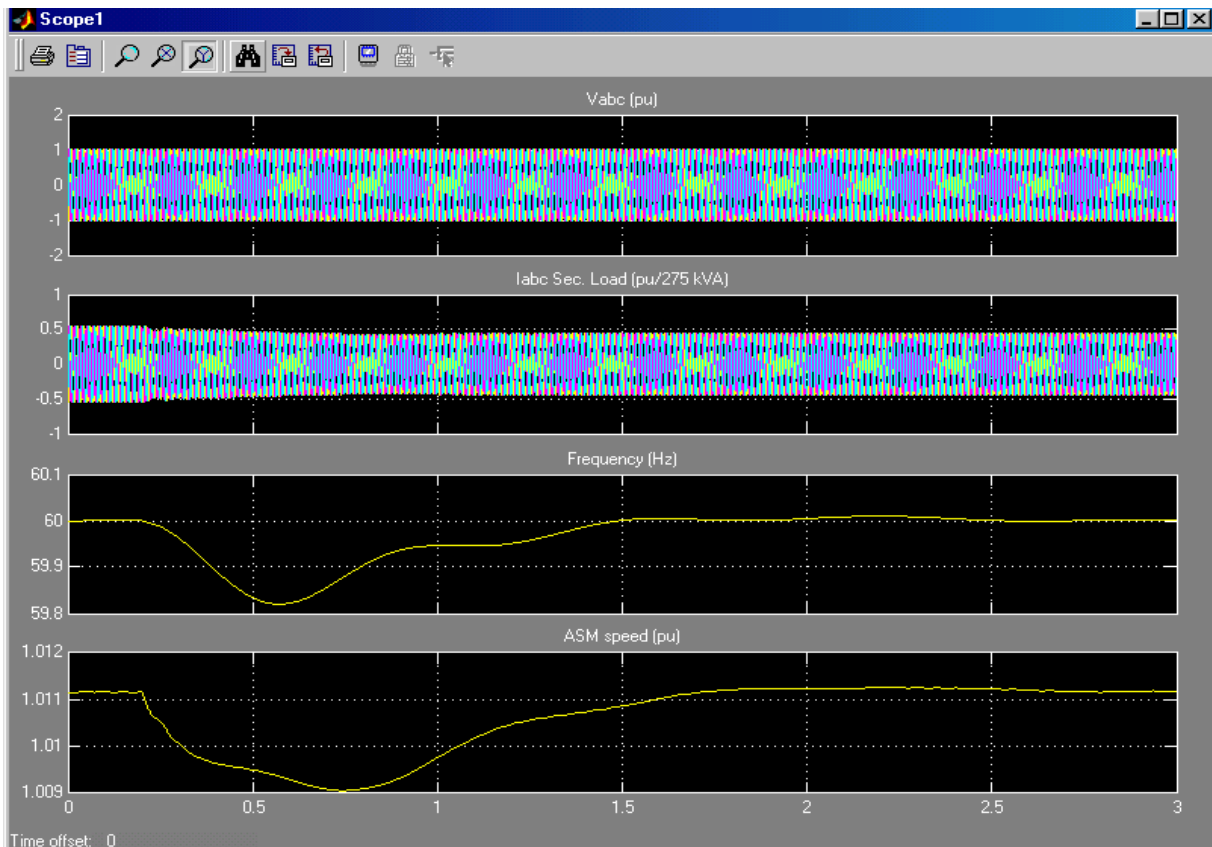
Elektr uzatgichning ish holatiga qarab sinxron kompensator reaktiv quvvatni generatsiyalash yoki uni iste’mol qilish holatida ishlaydi.

II. ISH BAJARISH TARTIBI:

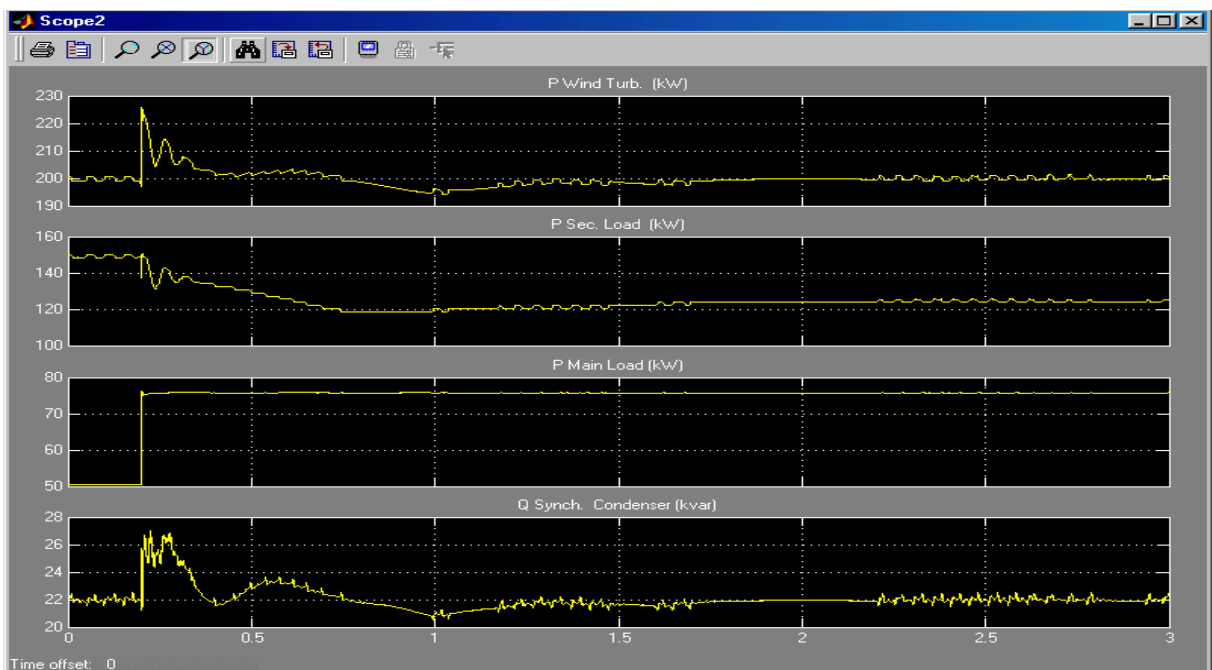
1. Generatorning ish holatini, himoya va avtomatikasini modellashtirish va tadqiq qilish sxemasi **psbwindgen1** bilan tanishish;
2. Tadqiq etish sxemasining elementlari va qurilmalari ishlash kattaliklari va parametrlarini o'rnatish bloklari bilan tanishish ;
3. „**MatLab**“ dasturiy paketi asosida elektrenergetika tizimida ishlashga mo'ljallangan generatorning va elektr stantsiyaning himoya va avtomatika elementlarini alohida alohida holatini tadqiq qilish, buning uchun :
 - „**MatLab**“ dasturiy paketi ma'lumotlar bazasi **«SimPowersystems»** blokidan yangi tashkil etilgan M – faylga sxema uskuna va elementlar (qurilmalar) o'rnatiladi;
 - tadqiqot sxemasida ishtirok etuvchi uskuna va elementlarning ish holatlari har biri alohida o'lchov va nazorat qurilmalari orkali o'rganilib chikiladi;
 - har bir sxemada ishtirok etuvchi uskuna va elementlarning ish holatlari har biri alohida o'lchov va nazorat qurilmalari uchun koeffitsientlar (kattaliklar va parametrlar) o'rnatiladi.



9-rasm. Izolyatsiyalangan elektrenergetika tizimi shamol turbinali asinxron generatorli elektr stantsiyasi



Rasm. 10



Rasm.11

Tadqiqot natijalari: a – kuchlanish, tok, chastota va tezlik avtomatik o‘zgarishi,
b – turbina quvvati, asosiy yuk, ikkinchi yuk va sinxron kompensator ishlab
chikayotgan reaktiv quvvatni avtomatik o‘zgarishi

III.XISOBOT MAZMUNI:

Hisobotda quyidagilar keltirilgan bo‘lishi kerak:

1. Generator avtomatika va himoya element va qurilmalarini ulanishlarini printsiptial sxemalari va ularning ishlashlarini qisqacha xarakteristikalar;
2. Generatorning himoya va avtomatika element va qurilmalarining strukturaviy sxemalari;
3. Generatorning himoya va avtomatika element va qurilmalarining ishlarini xarakterlovchi kattaliklar va parametrlar;
4. Generatorning himoya va avtomatika element va qurilmalarining, sinxron kompensatorlarning, elektr yuklamalarning ishlarini xarakterlovchi kattaliklar va parametrlar tajriba asosida olingan tadqiqot natijalari (grafik tarzda va son qiymatlari);
5. Tadqiqot bo‘yicha xulosalar.

III. KEYSLAR BANKI

MAVZU BO'YICHA KEYS

“KIRISH. RELE HIMOYASI TO'G'RISIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR”

mavzusi bo'yicha keys-stadi

Pedagogik annotatsiya

1.O'quv predmeti: “Releli himoya”.

Mavzu: “Kirish. Rele himoyasi to'g'risida umumiy tushunchalar”.

2. O'qitish maqsadi: Fanni o'qitishdan maqsad- talabalarga avtomatik rostlash va releli himoya tizimlari, ularning elementlari va apparatlari, ishlash tamoyillari, elektr energetikasi tarmoq va tizimlarini hamda qurilmalarini avtomatikasi va rele himoyasi to'g'risida asosiy tushunchalarni berishdir.

Fanning vazifasi- talabalarga elektr energetika tizimlaridagi releli himoya turlari va tuzilishini hamda ulardan foydalanishni o'rgatishdan iborat.

Rejalashtirilayotgan o'quv natijalari:

- elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlashdagi releli himoya usullari va turlarini, elektr stantsiyalari va nimstantsiyalar releli himoya turlari, ish xolatlarini xarakterlaydi;
- releli himoya qurilmalarini tanlash uchun xisoblash ishlarini bajarish, elektr stantsiyalarni releli himoyasini loyixalashni o'rgatadi;
- tajriba natijalarini nazariy bilimlar asosida qayta ishlashni o'rganish va nazariy bilimlarni amalda tekshirish ko'nikmalarini shakllantirish funksiyasini tuzishni asoslaydi;
- keysda keltirilgan xolatlar o'rganilib, tahlil etiladi;
- respublikada elektr energiyasiga bo'lgan talab holatlari bo'yicha yozma hisobot tayyorlaydi;
- tahlil natijalari bo'yicha asoslangan xulosa va takliflar beradi.

3.Keysni muvaffaqiyatli yakunlash uchun zarur bo'lgan bilim va ko'nikmalar

tarkibi:

- Respublikada barcha elektr energiya iste'molchilari iste'molini taqqoslash va dunyo bozoridagi energiya narxlari bilan solishtirish haqida tasavvurga ega;
- Respublikadagi ishlab chiqarilayotgan energiya hisobini taxlil bo'yicha nazariy bilimlarga ega;

4. Keys respublikada elektr energiyasiga bo'lgan extiyojlarni holatini aks ettiradi.

5. Axborotlardan foydalanish manbai:

1. Сайт: <http://www.raise.ru>

2. Сайт: <http://marketgid.com>

3. Сайт: <http://ru.wikipedia.org>

4. Сайт: <http://www.Diff.protection.svg>

5. Сайт: <http://www.rele.ru>

6. Сайт: <http://www.TOPREF.RU>

7. Сайт: <http://www.ru.all.biz>

8. Сайт: <http://www.electrovideo.ru>

9. Сайт: <http://www.ziyonet.uz>

1. Я.С.Гельфанд «Релейная защита распределительных сетей». Москва. Энергоатомиздат. 2002г

2. К.А.Алехин “Кодовые диспетчерские реле”. Ленинград. Госэнергоиздат. 2011г.

3. Mikroprocessor-Based Transmission Line Relay Applications. Joe Mooney Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. Pullman, WA USA. 2016 y

6. Tipologik belgiga asosan keysga tavsifnoma:

Ushbu keys syujetsiz bo'lib, kabinetli toifaga kiradi.

Keysning ob'ekti- O'zbekiston Respublikasida elektr energiyasiga bo'lgan talabni to'la qonli o'rganish yangi elektr energiya manbalarini joriy etish. **sub'ektlari-** Elektr energiya tejovchi lampalar jotiy etish va uni xalq is'temoliga kiritish asosida tuzilgan.

Keysni didaktik maqsadi –analitik axborotga asoslanib, analitik ko'nikma va bilimlarni mustaxkamlash, elektr yorititshdagi muammolarni tahlil qilish asosida ularning kelgusidagi holati va ulardan samarali foydalanish bo'yicha bilimlarini chuqurlashtirish va kengaytirishga qaratilgan. Shu maqsadda keysda vazifalar va algoritm yechimi , qo'shimcha axborotlar mavjud, mavjud xolatni yechimini tavsiflovchi nazariy asoslar ochib beriladi va muammolar shakllantiriladi.

7.Ushbu keys talabalar tomonidan ma'ruza darsida **“Rele himoya va avtomatika ”** fanlarini o'rganish jarayonida, “Elektr tarmoqlari va tizimlari” fanlarida qo'shimcha material sifatida ishlatilishi mumkin.

Kirish

Keysning dolzarbligi - Rele himoya va avtomatika fani xalq xo'jaligida muxim ahamiyatga ega, chunki xalq xo'jaligining barcha soxalarida, ishlab chiqarishda hamda korxona va zavodlarda texnologik jarayonlarni kuzatib, nazorat qilib turishda qo'llaniladigan rele himoya qurilmalarini tanlashni va ulardan oqilona foydalanishni bilish muxim ahamiyat kasb etadi.

Keysning maqsadi – talabalarning xalq xo'jaligining barcha soxalarida, ishlab chiqarishda hamda korxona va zavodlarda texnologik jarayonlarni kuzatib, nazorat qilib turishda qo'llaniladigan rele qurilmalarini tanlashni va ulardan oqilona foydalanishni bilish muxim ahamiyat kasb etadi va ilmiy-amaliy yechimlarni ishlab chiqishdan iborat.

Ushbu keysni yechimi orqali quyidagi o'quv natijalariga erishiladi:

- o'rganilgan mavzu bo'yicha bilimlarni mustaxkamlash;
- muammoni guruxlarda va individual holda tahlil etish va qaror qabul qilish bo'yicha ko'nikmalar shakllantiriladi ;
- mustaqil tahlil etish ko'nikmalariga ega bo'lish;
- mavzu bo'yicha o'quv ma'lumotlarini o'zlashtirish natijalari aniqlanadi .

I. Keys. “Kirish. Rele himoyasi to'g'risida umumiy tushunchalar ”.

Fanni o'qitishdan maqsad- talabalarda elektr yoritish, elektr yoritish qurilmalarini turlarini, tuzilishini, ulanish sxemalarini o'rgatish va ulardan foydalanish bo'yicha bilim, ko'nikma va malakalarni shakllantirishdir.

Fanning vazifasi- talabalarga elektr energetika tizimlaridagi releli himoya turlari va tuzilishini hamda ulardan foydalanishni o'rgatishdan iborat.

Releli himoya fani energetika tizimini himoyasida muxim ahamiyatga ega, chunki avtomatik rostlash va releli himoya tizimlari, ularning elementlari va apparatlari, ishlash tamoyillari, elektr energetikasi tarmoq va tizimlarini hamda qurilmalarini avtomatikasi va rele himoyasi to'g'risida asosiy tushunchalarni berishdan iboratdir.

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

Me'yorida oshib ketgan tok katta miqdorda issiqlik ajralib chiqishiga olib keladi. Buning natijasida elektr uzatish liniyalari va qurilmalari xavfli darajada qizishi va shikastlanishi mumkin. Kuchlanishning 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.

2. Keys uchun savollar va topshiriqlar.

1. Releni ishlash printsiptini tushintiring.
2. Relelarni qanday turlarini bilasiz.
3. Tok relesi tarmoqqa qanday ulanadi.
4. Vaqt relesini vazifasi nima.
5. Induksion relesini ishlash printsiptini tushintiring.
6. Quvvat yo'nalish relelari qayerlarda ishlatiladi.

3. Keys manbasi

Axborotlardan foydalanish manbai;

<http://www.Diff.protection.svg>

<http://www.rele.ru>

<http://www.TOPREF.RU>

<http://www.ru.all.biz>

<http://www.electrovideo.ru>

MUAMMO: Elektromexanik relelardan foydalanishdagi yuzaga keladigan kamchiliklarni bartaraf etish, mikroprosessorli relelardan foydalanishni keng yo'lga qo'yish

Ushbu muammoni hal etish bo'yicha vazifalar:

- O'zbekistonda **Elektromexanik relelardan** foydalanish holatini tahlil qilish;
- O'zbekistonda elektr energiyasidan oqilona foydalanishni oshirishda davlat siyosatining o'rnini ko'rib chiqish;
- elektr energiyasidan oqilona foydalanishni yo'nalishlarini belgilash;
- Elektr energiya sohasiga talab va taklif o'rtasidagi farqni qisqartirish hamda muvozanat nuqtaga yaqinlashib borish bo'yicha iqtisodiy asoslangan tavsiyalar ilgari surish;
- mazkur muammolar yechimi yuzasidan aniq xulosa va takliflar ishlab chiqish.

II. Talaba uchun uslubiy qo'llanma. Keys bilan mustaqil ishlash uchun yo'riqnoma

Ish bosqichlari	Maslahat va tavsiyalar
-----------------	------------------------

1. Keys bilan tanishuv.	Avval keys bilan tanishing. Keysni o'qishingiz bilan darhol kuzatilayotgan xolatni tahlil etishga shoshilmang.
2. Tavsiya etilayotgan holat bilan tanishuv.	Berilgan axborotni yana bir karra diqqat bilan o'qib chiqing. Siz uchun muxim sanalgan abzatlarni ajratib oling. O'rganilayotgan xolatga ta'sir etayotgan omillarni sanab (o'rganib)-o'rganilayotgan xolat bo'yicha sub'ektlarga aniqlik kiriting. O'rganilayotgan xolatni tasvirlab berishga xarakat qiling. O'rganilayotgan xolatingizni qaysi biri asosiy va qaysi biri 2-darajali o'rganishini aniqlang. Tavsiya etilgan axborotlarni o'rganishda xolatni ichiga "sho'ng'ib ketmang", asosiy jixatlarini ajratib ko'sating.
3. Asosiy va qo'shimcha muammolarni aniqlash, shakllantirish va asoslash.	Asosiy muammo nimalardan iborat? Ushbu holat bo'yicha yana qanday muammolarni ajratib ko'rsata olasiz. Asosiy muammoni va muammolarni shakllantiring. O'z qaroringizni asoslab bering. *O'rganilayotgan holatni tor doirada qisqa kelajak uchun o'rganmang: bunda o'rganilayotgan holat asoslab berilmay qoladi yoki umuman yo'qolib qolishi mumkin.
4. Holatni tahlili.	Savollarga javob qaytarish o'rganilayotgan holatni tahlil etishga yordam beradi. Aniqlik kiriting, o'rganilayotgan muammo hozirda qay darajada. Savollarga javob qaytaring. Hozir tahlil etilayotgan sharoitda shu masalani yechimi bormi?
5. Muammoni asoslash uslublarini va yechish vositalarini tanlash.	Axborot xati tayyorlashda ushbu holatda muammoni yechishni mumkin bo'lgan usullarini va muammoni yechish vositalarini aniqlashga harakat qiling. Muammoni yechish jarayonida vujudga keladigan yoki vujudga kelishi mumkin bo'lgan qiyinchiliklarni ko'rsating (huquqiy, ma'naviy, etik). *Muammoli holatni yechish jarayonida nazariy bilim va amaliy bilishdan foydalanish lozim.

Keysni guruhlarda ishlash bo'yicha yo'riqnoma

Ish bosqichlari	Maslahat va tavsiyalar
Holat va muammolarni taqdim etishni kelishish.	Guruh a'zolari o'rtasida o'rganilayotgan muammo, muammocha holatlarini tahlil etib, o'rganib keling.
Axborot xatidagi taqdim etilgan variantlarni tahlil etish va baholash.	Axborot xatidagi mumkin bo'lgan variantni muhokama qiling va baholang.
Axborot xatidagi eng muvofiq yechimini ishlab chiqish va ishlatish uchun dastur.	Muammoni eng muvofiq variantini ishlab chiqish va uni ishlatish bo'yicha dastur: 1. Tanlab olingan muammoni asoslab uni yechish usuli va vositasini aniq va ravon tasvirlang. 2. Muammoni yechimini dastlabki qadamlarini asoslang.
Prezentatsiyaga tayyorgarlik.	Ish natijalarni guruh a'zolari tomonidan og'zaki prezentatsiya ko'rinishida ifodalash. Guruh ishi natijalarini kim tomonidan tavsiflab berilishini tahlil etib

	savol yechimini toping: muammomni yechish jarayonida quyilgan vazifaga asoslangan holda guruh lideri va boshqa a'zolari o'rtasida taqsimlang (asosiy va ikkilamchi javob beruvchilar ko'rinishida). Prezentatsiya qiladigan ma'lumotlarni plakatlar, slaydlar yoki mul'timediya ko'rinishida tayyorlang.
--	---

Keys bo'yicha yozma ishni baholash mezonlari va ko'rsatkichi

Baholash ko'rsatkichlari	Faoliyat mazmuni	Baholash mezonlari, ball
1. Asosiy muammoni va muammochani to'g'ri aniqlash, shakllantirish va asoslash.	1. Asosiy muammo va muammochani shakllantirish. 2. Mintaqalardagi holatni tahlil etish.	Maks: 6.0
2. Axborot xatini alohida paragraflarini tayyorlash va yozish.	1. Axborot xatini 1-2 paragraflarini tayyorlash va yozish. 2. Axborot xatini 3-4 paragraflarini tayyorlash va yozish. 3. Axborot xatini 5 paragraflarini tayyorlash va yozish.	Maks: 2.0 Maks: 2.0 Maks: 1.5 Jami: 5.5
3. Aholini elektr energiyasi bilan ta'minlash to'g'risidagi axborot xatini oxirgi variantini tayyorlash.	1. Aholini elektr energiyasi bilan ta'minlash va uni takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish. 2. Axborot xatini to'ldirish va jamlash.	Maks:2.0 Maks: 2.5 Ja'mi: 4.5
4. Qo'yilgan nazorat savollariga to'g'ri va aniq javoblar uchun	1. 1-2 savollarga javoblar. 2. 3-4 savollarga javoblar. 3. 5-6 savollarga javoblar.	Maks: 1.0 Maks: 1.0 Maks: 2.0
Jami :		Maks: 20

III. Keysolog tomonidan keltirilgan keys yechimi

Strategik maqsad: Respublikada aholini elektr energiyasi bilan ta'minlash, tahlil etish. Axborot xati tayyorlash. Unda ushbu holatlar bo'yicha takliflar beriladi.

Strategik vazifalar:

- Respublikada elektr energiyaga bo'lgan ehtiyojlarni to'la o'rganish;
- Ularni yuklamalar grafigi bo'yicha taqsimlashni o'rganish;
- Aholini sonini o'rganish;
- Respublikada elektr energiyasiga bo'lgan muammolarini o'rganish;
- Aholidan olingan ma'lumotlar bo'yicha mujassam bo'lgan ma'lumotlarni taqqoslash.

Strategik vazifalarni yechimi:

- Respublikadagi aholi ehtiyojlarini o'rganish;
- Respublikada demografik vaziyatni barqarorlashtirish;
- Energiya resurslaridan oqilona foydalanishni yo'lga qo'yish, buning uchun kichik biznes va hususi tadbirkorlikni yanada rivojlantirish.

VI. GLOSSARIY

№	O'zbek tilida	Mazmuni	in English	Content
1	Releli himoya	elektr avtomatikaniig asosiy turi bo'lib, u siz hozirgi zamon elektr tizimlari normal, va mustahkam ishlay olmaydilar. U energetika tizimining barcha elementlarining holatlarini doimo tekshirib, nazorat qilib boradi.	Relay protection	one of the main types of automatics, contemporary electrical systems can not work normally and strongly without it. It always verifies and controls states of all elements of energetic systems.
2	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.	Short circuit	the most dangerous and heaviest condition, that causes damage. During short circuit
3	Joul-Lents qonuni	O'tkazgichdan ajralib chiqayotgan issiqlik miqdori tokning kvadratiga, o'tkazgichning qarshiligiga va tok oqib o'tgan vaqtga to'g'ri proporsional. $Q=I^2 Rt$	Joul-Lents' law	the amount of heat, that conductor produces is proportional to the square of electricity, conductor resistance and the flowing time of electricity. $Q=I^2 Rt$
4	Nonormal rejimlar	tok kuchi, kuchlanish va chastota qiymatlarini chegaradan chiqib ketishi yoki qurilma va elektr tizimini turg'un ishlashiga xavf tug'ilishiga aytiladi.	Abnormal regimes	breaking the limit of measure of electricity power, frequency or danger for stable work of plant and electrical system.
5	Tanlovchanlik (selektivlik)	tanlovchanlik bu himoyaning shunday xususiyatiki, bunda u faqat elektr tarmoqning shikastlangan qisminigina o'chiradi.	Selectivity	it is such feature of protection, that it turns off only damaged part of electrical branch.
6	Tezkorlik (tezlik bilan o'chirish)	qisqa tutashuvni mumkin qadar katta tezlikda, qisqa vaqtda o'chirish kerak.	Sensitivity	protection should have sensitivity in installed zones in order to notice the changings while short circuit.
7	Sezgirlik	himoya qisqa tutashuv paytida o'zgarishlarni sezishi uchun o'rnatilgan zonalarida bir sezgirlikka ega bo'lishi kerak.	Reliability	reliability of protection depends on simplicity of the scheme, the number of relays and contacts in it, the quality of installation and completing,

				the materials of installation and the service.
8	Kontaktli (elektromexanik) relelar	ishlagan paytda kontaktlar ulanadi yoki uziladi.	Contact (electromechanical) relays	during its working contacts will be connected or disconnected.
9	Kontaktsiz (yarim o'tkazgichli yoki ferromagnit elementli) relelar	ishlagan paytda kiruvchi kattalikning ma'lum qiymatida chiqish kattaligi (masalan kuchlanish) sakrab o'zgaradi.	Non-contact (with policonductive or ferromagnetic element) relays	during its working outcome dimension changes by leaps and bounds in certain measure of income dimension.
10	maksimal rele	Agar rele biror kattalikning oshishiga ta'sir javob bersa, bu rele maksimal rele deyiladi.	maximum relay	If a relay reacts to the measure increasing, it is called maximum relay.
11	minimal rele	Agar rele kattalikni kamayishiga ta'sir javob bersa, bu rele minimal rele deyiladi.	minimum relay	If a relay reacts to the measure decreasing, it is called minimum relay.
12	Asosiy relelar	tok relelari o'ta yuklanish sodir bo'lgan hollarda, kuchlanish relelari esa, elektr tizimlarida kuchlanish xavfli darajada oshib yoki kamayib ketganda ishlab ketadi.	Base relays	electrical relays work when overload occurs, tension relays work when tension increases or decreases dangerously.

VII. ILOVALAR

FAN DASTURI

6.2. Кўшимча адабиётлар	
1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасининг янгида ривожлантириш бўйича Харажатлар стратегияси тўғрисида»ги фармони.	
2. Крючков И.П., Кушинский Н.Н., Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций/ Справочные материалы.-(Справочник) -М.: Энергоатомиздат, 1989.	
3. Шаббад М.А. «Автоматизация распределительных электрических сетей с использованием цифровых реле». -М.: НТФ «Энергопрогресс», 2003-68 с.	
6.3. Ахборот манбаалари	
1. www.lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.	
2. www.ziyouet.uz – Ўзбекистон Республикаси таълим портали.	
7. Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашнинг 2020 йил "30" 10 даги 6-сонли баённомаси билан маъқулланган. Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил "07" 12 даги 648-сонли буйруғи билан маъқулланган фан дастурларини таянч олий таълим муассасаси томонидан тасдиқлашга розилик берилган.	
8. Фан(модуль) учун маъсулар:	
Радионова О.В. - ТДТУ, "Электр станциялари, тармоқлари ва тизимлари" кафедраси доценти; т.ф.н. Шамсутдинов Х.Ф. - ТДТУ, "Электр станциялари, тармоқлари ва тизимлари" кафедраси катта ўқитувчиси.	
9. Тақризчилар:	
Мирзаев А.Т. - "Ўзбекистон МЭТ" АЖ Тизим хизматлари бош бошқармаси бошлиғи, т.ф.н., доцент; Таслимов А.Д. - ТошДТУ, «Электр таъминоти» кафедраси, т.ф.н., профессор.	

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ



РЕЛЕЛИ ХИМОЯ
ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 300 000 – Ишлаб чиқариш техник соҳа
Таълим соҳаси: 310 000 – Мухандислик иши
Таълим йўналиши: 5310200 – Электр энергетикаси

Тошкент – 202

Фан/модул коди RH4806		Ўқув йили 2023-2024	Семестрлар 7/8	ECTS – Кредитлар 3/3	
Фан/модул тури Умумқасбий фан			Таълим тили Ўзбек/рус		Ҳафтадаги дарс соатлари 3/3
	Фаннинг номи	Аудитория машғулотлари (соат)	Мустақил таълим (соат)	Жами юклама (соат)	
1.	Релели химоя	120	120	240	
2.	Фаннинг мазмуни 2.1 Фанни ўқитиш мақсади ва вазифалари «Релели химоя» фанни ўқитишдан мақсад - электр системалари ва станциялари релели химояси ва автоматика қурилмаларини тузилиш тамойиллари, электр системасининг элементи учун релели химоя қуришмаси параметрларини ҳисоблаш ва танлаш бўйича масалаларни ечиш ҳақидаги маълумотларини талабаларга етказиш ва уларда йўналиш профилга мос билим, кўникма ва малакаларни шакллантиришдан иборат. Фаннинг вазифаси – уни ўргатувчиларга: - электр энергетика системаларининг ва станцияларининг релели химоя соҳасидаги билимларни мукамаллаштириш; - электр энергетика системаларининг ва станцияларининг релели химоя соҳасидаги бошқа масалаларни мустақил ечиш малакаларини ҳосил қилиш; - электроэнергетика йўналиш профилга мос таълим стандартида талаб қилинган билимлар, кўникмалар ва лабораториялар даражасини таъминлашдан иборатдир. 2.2 Асосий назарий қисм (маруза машғулотлари) Фан тарқиб мавзулари 1-МОДУЛ. РЕЛЕЛИ ХИМОЯ ҲАҚИДА УМУМИЙ ТУШУНЧА 1-маву. Релели химоянинг вазифаси. Шикастланиш турлари ва нонормал режимлар. Релели химояни қурилмаларининг вазифаси. Электр қурилмалардаги шикастланишлар ва уларнинг турлари. Қиска туташувда тоқлар ва кучланишлар вектор диаграммаси. Нонормал режим турлари ва уларни пайдо бўлиш сабаблари. 2- мавзу. Реле химоясига қўйиладиган талаблар. Шикастланишдан релели химоя ва автоматикага қўйиладиган талаблар. Нонормал режимдан релели химоя ва автоматикага				

4.	Таълим технологиялари ва методлари:
	➢ маърузалар; ➢ интерфаол кейс-стадиолар; ➢ семинарлар (магнитий фиклаш, тезкор савол-жавоблар); ➢ гуруҳларда ишлаш; ➢ тақдиротларини қилиш; ➢ индивидуал лойиҳалар; ➢ жамoa бўлиб ишлаш ва химоя қилиш учун лойиҳалар.
5.	Кредитларини олиш учун талаблар:
	Фанга оид назарий ва услубий тушуночаларини тўла ўзлаштириш, тахлил натижаларини тўғри ақс эттира олиш, ўрганилган жараёнлар ҳақида мустақил мушоҳада ритиш ва жорий, оралик назорат шаклларида берилган вазифа ва топшириқларни бажариш, яқиний назорат бўйича ёзма иш топшириш.
6.	Адабиётлар
	6.1. Асосий адабиётлар 1. Gurevich W. Electric relays. Principles and applications. Haifa, Israel, 2006. 2. Stanley H. Horowitz. Arun G. Phadke. Power system relaying. - 3rd edition. England, 2008. 3. Таслимов А.Д., Рисмухамедов Д.А., Мамарасулова Т.С. Реле химояси ва автоматикаси. Ўқув қўлланма, -Т.: Молия, 2012. 4. Чернобровов Н.В., Семенов В.А., Релейная защита энергетических систем. Учеб. пособие для техникумов. М. Энергоатомиздат, 1998. – 800 с. 5. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. Учебник для вузов. 5-е изд. М.: Высш шк., 2007. 6. Басс Э.И., Дорогунцев В.Г. Релейная защита электроэнергетических систем: Учебное пособие/ Под ред. А.Ф. Дьякова - М.: Издательство МЭИ, 2002.- 296 с. 7. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебник. М.: Интермет Инжиниринг, 2005.-672 с. 8. Аллаев К.Р., Сидиков И.Х., Ҳакимов М.Х., Ибрагимов Р.И., Сидиков О.И., Шамсутдинов Х.Ф. "Станция ва подстанцияларнинг электр жижохлари".-Ўқув қўлланма, Т.: Чўпон номидаги НМИУ, 2014. 304 б. 9. Шамсутдинов Х.Ф., Пулатов Б.М., Нурматов О.Ё. "Релели химоя ва автоматика" фанидан маърузалар матни. -Т.: ТошДТУ, 2018 й. 10. Копьев В.Н. «Релейная защита. Принципы выполнения и применения». Учебное пособие. Томск: Изд. ЭЛТИ ТПУ, 2006. 143 с. 11. Овчинников В.В., Удирс А.П. «Реле РНТ и ДЗТ в схемах дифференциальных защит». НТФ «Энегропрогресс», «Энегетик», 2004 г.

	20. Махаллий ишлаб чиқаришдаги 1 кВгача кучланишли электр моторларини химоя қилиш мосламалари: замонавий ҳолати ва химоя турлари. 21. Schneider Electric компаниясининг 1 кВгача кучланишли электр моторларини химоя қилиш қурилмалари: химоя қурилмаларини қуриш принциплари, химоя турлари. 22. Номинал токи 63 А гача бўлган ВА серияли автоматик ўчиргичлар ёрдамида 1 кВгача кучланишли электр тармоқларини химоя қилиш. Автоматик ўчиргичларнинг хусусиятлари ва ушбу хусусиятларга таъсир килувчи омиллар. 23. Номинал токи 100-630 А бўлган ВА серияли автоматик ўчиргичлар ёрдамида 1 кВгача кучланишли электр тармоқларини химоя қилиш. Автоматик ўчиргичларнинг хусусиятлари ва ушбу хусусиятларга таъсир килувчи омиллар. 24. 1кВгача кучланишли саклагичларини турлари, конструкцияси, токни чеклаш ва вакт-ток хусусиятлари. 25. 1кВ дан юқори кучланишли саклагичларини турлари, конструкцияси, токни чеклаш ва вакт-ток хусусиятлари. 26. Химоявий ўчириш қурилмалари: максали, иш принциплари, қўлланиш соҳаси. Турли хил нейтрал режимларда ишлатиладиган химоявий ўчириш қурилмаларида вакт-ток хусусиятларини қуриш. 27. Smart Grid - акли электр тармоқлари.
3.	Фан ўқитилишининг натижалари (шаклландирилган компетенциялар). Фанни ўзлаштириш натижасида талаба: ➤ релели химоя турлари ва уларнинг электр энергетика тизимларидаги тўтган ўрни ва вазифаси <i>ҳақида тасаввурга эга бўлиши</i>; ➤ релели химояни ток трансформаторларининг иккиламчи чулғамларига уланishi схемаларини, релели химоя занжирларидаги оператив ток манбаларини, релели химоянинг барча бажарилиш турларини, электр ускуналарининг релели химояси ва автоматикасининг турлари, ишончилиги бўйича уларга қўйиладиган талабларини <i>билиши ва улардан фойдалана олиши</i>; ➤ электр станциялари ва электр энергетика тизимларида қўлланиладиган релели химоялар, релели химоя занжирларидаги оператив ток манбаларини, релели химоянинг барча бажарилиш турларини, электр ускуналарининг релели химоя ва электравтоматикасининг турларини ўрганиш <i>қўйималарига эга бўлиши керак</i>; ➤ 1 кВгача ва ундан ортиқ кучланишли электр тармоқлар ва ускуналарда қўлланиладиган релели химоя ва автоматикада турларини билиши, уларнинг аҳамияти, қўлланиш соҳаларини билган ҳолда уларни ҳисоблаш услубларини ўзлаштириши ва лойиҳа ҳисоб китобини бажара олиш <i>малакаларига эга бўлиши керак</i>.

10

қўйиладиган талаблар. Таълиқчилик, тезкорлик, сезгирлик ва ишончилиги.

3-маву. Химоя элементлари.

Релели химоянинг структура қисмлари ва асосий элементлари. Релеларни тармоқнинг токи ва кучланишига улаш усуллари. Химояни ўчиргичга таъсир этиш усуллари. Бевоҳита ва билвоҳита таъсир этувчи иккиламчи реле.

4-маву. Оператив ток манбалари.

Оператив ток манбаларининг вазифаси. Оператив ток манбаларига қўйиладиган талаблар. Ўзгармас токли химоя занжирларини таъминлашнинг принципал схемаси. Ўзгарувчан оператив ток манбалари. Ток трансформаторлари. Кучланиш трансформаторлари. Шахсий эҳтиёж трансформаторлари. Зарядланган конденсаторлар. Оператив занжирларни таъминлашнинг принципал схемалари.

2-МОДУЛ. РЕЛЕЛИ ХИМОЯНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИ.

5-6-маву. Ток трансформаторлари ва уларнинг уланishi схемалари.

Ток трансформаторларининг ишлаш принципи. Ток трансформаторларининг аниқлик синфи. ТТ чулғамларининг чиқишларини белгиланиши. Вектор диаграммалар. Ток трансформаторларининг уланishi схемалари.

7-маву. Кучланиш трансформаторлари ва уларнинг уланishi схемалари.

Кучланиш трансформатори ҳақида маълумотлар. Кучланиш трансформаторларининг хатolikлари. Кучланиш трансформаторларининг уланishi схемалари.

8-маву. Релеларни ишлаб чиқишнинг умумий принциплари.

Релеларни бажаришнинг умумий принципи. Ток ва кучланиш релелари. Электромеханик релелар. Релени қайтиш токи. Ток релесини ишлаши ва қайтиш кучлар диаграммаси. Қайтиш коэффициенти

9-маву. Электромангнит релеларини иш принципи.

Электромангнит релеларнинг ишлаш принципи. Электромангнит релеларнинг турлари. Релени ишлаш токи. Максимал ва минимал релелар. Электромангнит ток ва кучланиш релесини ишлаш принципи. Ток ва кучланиш релесининг конструкцияси. Реле контактларини титрашини сундириш.

10-маву. Мангитий релеларни ишлаш принципи, тузилиши ва турлари.

Оралик релесини ишлаш принципи. Оралик релесини вазифаси. Оралик релесига қўйиладиган талаблар. Оралик релеси уланishi схемалари. Кўрсатгич релесини ишлаш принципи. Кўрсатгич релесини вазифаси ва тузилиши. Кўрсатгич релесини уланishi схемалари. Вакт релесини вазифаси. Вакт релесига қўйиладиган асосий талаблар. Соат механизми ва вакт релесини конструкцияси тузилиши ва уланishi схемалари.

3

	11-маву. Индукцион релеларни тузилиши ва ишлаш принципи. Индукцион релеларни ишлаш принципи. Индукцион релеларни турлари. Ток ва кучланиш Индукцион релеси. Қиска туташган ўрамли Индукцион реле. Индукцион релени ишлаш вақти. Релени ишга туширувчи моментлар. Инерсион айланиш. Индукцион релени конструкцияси. 12-13-маву. Микропроцессорли (ракамли) релели химоя. Ракамли реле химояси ўлчов органлари Умумий қоидалар, ракамли ўлчаш органларининг тузилиши ва схемалари, Релели химоя сигналларини ракамли сигнални ўзгартириш алгоритмлари, умумий маълумотлар, Битта электр катталикини ўлчаш органлари, Микропроцессорли релели химояни ишлаш принципи. Schneider Electric компаниясини микропроцессорли қурилмаси. 3-МОДУЛ. ЭЛЕКТР УЗАТИШ ЛИНИЯЛАРИНИНГ РЕЛЕЛИ ХИМОЯЛАРИ. 14-маву. Токли химоялар вазифаси. Максимал токли химоя ишлаш принципи ва уларнинг уланishi схемалари. Токли химояларнинг ишлаш принципи. Токли химояларнинг турлари. Максимал токли химоя ёрдами билан линияни химояси. Сабр вақтини танлашнинг погонали принципи. Максимал токли химоя ишлаш принципи. Максимал токли химоянинг ишлаш токи ва уни ташлаш шартлари. Максимал токли химоянинг сезгирлиги. Максимал токли химоянинг сабр вақти ва уни танлаш. 15-маву. Максимал токли химоянинг уланishi схемалари. Максимал токли химоя схемасининг турлари. Мустақил сабр вақтга ўзгармас оператив токли уч фазали химоя схемаси. Боғлиқ бўлган характеристикали ўзгармас оператив токли уч фазали химоя схемаси. Боғлиқ бўлмаган характеристикали ўзгармас оператив токли икки фазали химоя схемаси. Боғлиқ бўлмаган характеристикали ўзгармас оператив токли икки фазали битта релели химоя схемаси. 16-маву. Кучланиш бўйича ишга тушувчи максимал токли химоянинг ишлаш принципи. Кучланиш бўйича ишга тушувчи максимал токли химоянинг вазифаси ва ишлаш принципи. Химоянинг ишлаш токи. Химоянинг ишлаш кучланиши ва уни танлаш шартлари. Қайтиш коэффициенти. Химоянинг сезгирлиги. Минимал кучланиш бўйича ишга тушувчи МТХ схемаси. 17-маву. Токли кесим иш принципи, схемалари ва параметрлари. Токли кесимнинг (ТК) вазифаси, ишлаш принципи ва турлари. Токли кесимнинг параметрлари. Ўзгармас оператив токли ТК схемалари. Бир томондан таъминланадиган линияларда токли кесимнинг ишлаш токи ва ишлаш зонаси. Токли кесимнинг ишлаш вақти. 18-маву. Сабр вақти ва сабр вақтдаги токли кесим.
--	--

4

	3. 1 кВгача ва 1 кВдан юқори кучланишли ток трансформаторлари, уларнинг ишлаш принципи, турлари, конструктив тузилиши, алоҳида ва узгич ёки трансформаторга ички ўрнатиладиган ток трансформаторлар. 4. 6-10 кВ кучланишли электр тармоқлари учун ноль кетма-кетлик ток трансформатори, уларни ишлаш принципи, конструкцияси ва қўлланилиш соҳаси. 5. 6-10 кВли кучланиш трансформаторлари, уларни ишлаш принципи, конструкцияси ва қўлланилиш соҳаси, уч фазали ва бир фазали кучланиш трансформаторлари. Тескари кетма-кетлик кучланиш филтёрлари. 6. Тўйинувчан трансформаторли релеларни тузилиши, ишлаш принципи ва параметрлари. 7. Қаршилик релеларини тузилиши, ишлаш принципи ва параметрлари. 8. Қувват релеларини турлари, тузилиши, ишлаш принципи ва параметрлари. 9. Бевоҳита таъсир этувчи релели максимал ток химоя, Ноль кетма-кетлик максимал ток химояси, Ўзгарувчан оператив токли МТХ. 10. Бир томондан таъминладиган линияларда тескор токли кесимни ишлаши. Икки томондан таъминланадиган линияларда токли кесим. 11. Тормозли дифференциал реле. Йўналтирилган токли қўндаланг дифференциал химояни баҳолаш. 12. Трансформаторларни газли химоясининг ўзига ҳослиги, подстанция шиналарини химоялари. Трансформаторларни микропроцессорли химояси. 13. Мангитли ишга туширгич ёрдами билан кучланиши 1000 В гача бўлган электр моторларни химоялаш ва бошқариш. 14. Schneider Electric компаниясининг химоя қурилмалари орқали кучланиши 1000 В гача бўлган электр моторларни химоялаш. 15. Schneider Electric компаниясининг саклагичлари орқали қурилмаларни химоялаш, уларнинг турлари, конструкцияси. 16. Кучланиши 1 кВ гача электр тармоқларини замонавий автоматик узгич ёрдами билан химоялашни ташкил этиш. 17. Sepam қурилмаси ёрдамида 6-10/0,4 кВ кучланишли ТМ-1000, ТМГ-1000, ТМЗ-1000, ТСЗ-1000 куч трансформаторларини химоя қилиш. 18. Sepam қурилмаси ёрдамида 10/0,4 кВ трансформатор подстанциясини электр билан таъминлайдиган 10 кВ кабел линиясини химоя қилиш. 19. Мангит ишга туширгичлар ёрдамида 1 кВгача кучланишли электр моторларини химоя қилиш ва бошқариш. Мангит ишга туширгичларни ишлаш тавсифи, хусусиятлари.
--	---

9

9. РБМ типидagi кувват йўналиши индукцион релеларини синаш 10. Электр энергетика тизими қурилма ва ускуналарини автоматика ва ҳимоялари схемаларини физик моделлар ва MATLAB дастури ёрдамида тадқиқ этиш. Лаборатория ишлари иш мавзусини ифодаловчи қурилмалар билан жиҳозланган лаборатория аудиториясида бир академик гуруҳга талабалар сони 15 тагача бўлганда бир ўқитувчи томонидан ўтказилиши лозим. 2.5 Курс ишини ташкил этиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар Курс иши ижодий мустақил ишлаш кўникмаларини ривожлантиради, талабаларда электр узатиш линияси ва трансформаторларда ўрнатиладиган ҳимоялар, алоҳида ҳимояларнинг ишлаш параметрларини танлаш ва ҳисоблашда, шунингдек янги электр таъминоти тизимини лойиҳалашда амалий кўникмаларини ҳосил қилади. Ҳар бир талабага шахсий топширик берилди. Курс ишининг намунавий мавзулари: 1. Кучланиши 35 – 500 кВли электр узатиш линиялари ва куч трансформаторларнинг релели ҳимоялари 2. Кучланиши 6 - 10 кВли электр узатиш линиялари ва куч трансформаторларнинг релели ҳимоялари 3. Кучланиши 35/10 кВли куч трансформаторларнинг релели ҳимояси 4. Кучланиши 10/0,4 кВли куч трансформаторларнинг релели ҳимояси ва автоматикаси 5. Шиналарнинг релели ҳимоялари 6. Генераторларнинг релели ҳимоялари ва автоматикаси 7. Электр моторларини релели ҳимоялари. Курс иши бўйича талабалар томонидан ўзининг варианты бўйича курс ишини тайёрлайди ва уни тақдимот қилиш тавсия этилади. 2.6 Мустақил таълим ва мустақил ишлар Мустақил ўлаштирилган мавзулар бўйича талабалар томонидан рефератлар тайёрлаш ва уни тақдимот қилиш тавсия этилади. Мустақил иш мавзулар консепт ва тавсия этилган адабиётлар ҳамда даврий журналлар ва интернет материаллари билан ишлашни, лаборатория ишларини ўтишга тайёргарлик кўришни, рефератлар ёзиш, стандарт талабларга мос равишда ва ҳисоблаш техникасидан фойдаланиб мустақил бажаришни ўз ичига олади. 1. Электр таъминоти тизимида қисқа туташув тоқлари. 2. Кучланиши 110-220 кВли подстанциялар, 10 кВ кучланиши тақсимловчи ускуналар ва 10/0,4 кВли трансформатор подстанцияларда қўлланиладиган оператив ток манбалари, уларнинг характеристикалари ва қўлланилиш соҳалари.
--

8

Сабр вақтиз тоқли кесим ишлаш принцили ва ишлаш зонаси. Икки томондан таъминланадиган линияларда сабр вақтиз тоқли кесим, ишлаш тоқи ва ишлаш тоқини танлаш шартлари. Сабр вақти тоқли кесим ишлаш принцили ва ишлаш зонаси. Бир ва икки томондан таъминланадиган линияларда сабр вақти тоқли кесим, ишлаш тоқи ва ишлаш тоқини танлаш шартлари. Ҳимоянинг сабр вақтини танлаш. Уч погонали тоқли реле ҳимояни характеристикаси. 19-маву. Тоқли йўналтирилган ҳимоя, ҳимоялар параметрлари ва ишлаш принцили. Тоқли йўналтирилган ҳимоянинг вазифаси, ишлаш принцили. Йўналтирилган ҳимоянинг тоқли ҳимоянинг ўзгармас ва ўзгарувчан оператив тоқли схемалари. Тоқли йўналтирилган ҳимоянинг ишлаш тоқи ва сабр вақти. Уч погонали тоқли йўналтирилган ҳимояни ишлаш принцили, асосий органлари ва параметрларини танлаш. Ҳимоянинг биринчи, иккинчи ва учинчи погонаси. Ҳимоянинг ўлик зонаси. Сабр вақти карама-қарши погонали принцили йўналтирилган ҳимоя. Ҳалқасимон тармоқларда ҳимояни жойлаштириш ва унинг ишлашини ўзига ҳослиги. 20-маву. Дифференциал ҳимояларни вазифаси ва ишлаш принцили Дифференциал ҳимояларни вазифаси ва ишлаш принцили. Дифференциал ҳимоянинг турлари. Бўйлама ва қўндаланг дифференциал ҳимоялар. Тоқларни циркуляциялаштириш схемаси ва ҳимояни ишлаш параметрлари. Мувозанатлашган қўндаланг схемаси ва ҳимояни ишлаш параметрлари. Дифференциал ҳимоя нобаланс тоқлари. 21-маву. Тоқли қўндаланг дифференциал ҳимоянинг ишлаш принцили. Қўндаланг дифференциал ҳимоянинг вазифаси, ишлаш принцили ва турлари. Ҳимоянинг ишлаш параметрлари. Ҳимоянинг ўлик зонаси. Ҳимоянинг схемаси. Қўндаланг йўналтирилган дифференциал ҳимоянинг ишлаш принцили, схемаси ва ҳимояни ишлаш параметрлари. 22-маву. Масофали ҳимоялар, мақсади ва ишлаш принцили. Дистанцион ҳимоянинг вазифаси ва ишлаш принцили. Қаршилик релесини улаштириш занжири. Дистанцион ҳимоянинг сабр вақт характеристикаси. Погонали дистанцион ҳимоя ва унинг структура схемаси. 4-МОДУЛ. ТРАНСФОРМАТОРЛАРНИНГ РЕЛЕЛИ ҲИМОЯЛАРИ. 23-маву. Трансформаторларда шикастланишлар ва нономрал режимлар. Трансформаторларни тоқли ҳимоялари. Трансформаторларда шикастланишлар ва унинг турлари. Шикастланишдан ҳимоялар ва уларга қўйиладиган талаблар. Нормал режимларнинг турлари. Автотрансформаторларнинг ўзига ҳослиги.

5

Ташки қисқа туташувда юқори тоқдан ҳимоя. Трансформаторларнинг максимал тоқли ҳимояси. Ҳимоя схемалари. Ҳимоянинг ўрнатилган параметрлари. Сабр вақти. Кучланиш бўйича ишла тушуви максимал тоқли ҳимоя. Трансформаторда тоқли кесим. Тоқли кесимнинг ишлаш принцили ва схемалари. 24-маву. Трансформаторларни газли ҳимоялари ва ўта юқланишдан ҳимоя. Ўта юқланишдан ҳимояни вазифаси. Ишлаш параметрлари. Автотрансформаторларда ўта юқланишдан ҳимоя. Тоқли кесимнинг ишлаш принцили. Ҳимоянинг ишлаш параметрлари. Трансформаторда газли ҳимоя, ишлаш принцили ва газ релеси қурилмаси. Газли ҳимоянинг ўзига ҳослиги. 25-маву. Трансформаторларни дифференциал ҳимоялари ва уларнинг ҳуусиятлари. Трансформаторларни дифференциал ҳимоя схемалари. Дифференциал ҳимоянинг вазифаси ва ишлаш принцили. Ҳимоянинг схемалари. Трансформатор ва автотрансформаторлар дифференциал ҳимоясининг ўзига ҳослиги. Тоқларни фаза бўйича бурилишини компенсациялаш ва унинг схемаси. Дифференциал ҳимояни иккисламчи тоқларни тенглаштириш схемаси. Трансформатор ва автотрансформаторлар дифференциал ҳимоясида нобаланс тоқлар. Дифференциал ҳимояларини схемалари. Ҳимоянинг тоқли занжирлари схемасини вариантлари. Дифференциал ҳимоя. Тормозли релеси дифференциал ҳимоя. SeramT87 терминали. 5-МОДУЛ. ЭЛЕКТР МОТОРЛАР ВА ПАСТ КУЧЛАНИШЛИ ТАРМОҚНИНГ РЕЛЕЛИ ҲИМОЯЛАРИ. 26-маву. Электр моторларнинг ҳимоялари. Электр моторларнинг ҳимоясига қўйиладиган асосий талаблар. Электр моторларнинг асосий ҳимояларини турлари. Моторни ишга тушириш, ўз-ўзидан ишга тушириш. Электр моторни фазаларо қисқа туташувдан ҳимоя ва унинг схемалари. Электр моторларни ўта юқланишдан ҳимоя. Искендик релеси орқали ҳимоя. Тоқ релеси орқали ўта юқланишдан ҳимоя. Электр моторларни ерга туташувдан ҳимоя. 1000 В дан юқори кучланишли электр моторларни ҳимоя схемалари. 1000 В дан паст кучланишли электр моторларни ҳимояси. 27-маву. 1000 В гача бўлган тармоқларнинг ҳимояси. Кучланиши 1000 В гача бўлган тармоқларда шикастланишлар турлари, вазифаси ва бажарилиши. Эрувчан сақлагичлар орқали ҳимоя ва сақлагичларини танлаш шартлари. Эрувчан сақлагичларини сезгирлиги ва таъини. Автоматик узгичлар ва уларнинг ҳимоя қурилмалари. Сценарий Электрис автоматик узгичлари. 6-МОДУЛ. АВТОМАТИК ҚУРИЛМАЛАРНИНГ ТУРЛАРИ. 28-маву. Автоматик қайта улаш қурилмаси.

6

Умумий тушунчалар. Автоматик қайта улагич қурилмаси классификацияси, АҚУ схемалари ва уларга қўйиладиган талаблар. Линияларни автоматик қайта улагичлари. Бир ва икки қаррали АҚУ. 29-маву. Захиран автоматик улаш қурилмаси. Умумий тушунчалар ва вазифаси. Захиран автоматик улаш қурилмаси классификацияси, ЗАУ схемалари ва уларга қўйиладиган талаблар. Захира трансформаторини автоматик улаш. БППда 10 кВли секция узгичида ЗАУ. 30-маву. Частотани автоматик юксилантириш қурилмаси. Частотани автоматик юксилантириш вазифаси ва асосий бажарилиш принцили. Энергосистемада қисқа вақтчи частота тушувини олдини олиш. Частотани автоматик юксилантириш ва частотани автоматик қайта улаш схемалари. 2.3 Амалий машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар Амалий машғулотлар учун қўйиладиган мавзулар тавсия этилади: 1. Кучланиши 6 кВ ли линияларни ҳимоясини ҳисоблаш. 2. Кучланиши 10 кВ ли линияларни ҳимоясини ҳисоблаш. 3. Кучланиши 6 кВ ли кабел линияларни ҳимоясини ҳисоблаш. 4. Кучланиши 10 кВ ли кабел линияларни ҳимоясини ҳисоблаш. 5. Кучланиши 35 кВ ли линияларни ҳимоясини ҳисоблаш. 6. Катта қувватли трансформаторларни ҳимояси. 7. Кичик қувватли трансформаторларни ҳимояси. Амалий машғулотлар мультимедиа қурилмалари билан жиҳозланган аудиторияда бир академик гуруҳга бир ўқитувчи томонидан ўтказилиши лозим. Машғулотлар фаол ва интерфаол усуллар ёрдамида ўтилиши, мос равишда муносиб педагогик ва ахборот технологиялар қўлланилиши мақсадаг мувофиқ. 2.4 Лаборатория ишлари бўйича кўрсатма ва тавсиялар Тажриба ишларини бажариш жараёнда талабалар Релели ҳимоя элементларини синаш ва электр таъминоти тизимини ҳимоялаш бўйича қўнма ҳосил қилади. Лаборатория ишлари қуйидаги мавзуларда бажарилади: 1. РТ-40 туридаги электромагнит ток релесини синаш. 2. РН-54 туридаги электромагнит кучланиш релесини синаш. 3. РВ-247 туридаги вақт релесини синаш. 4. РП-23 туридаги оралик релесини синаш. 5. РУ-21 туридаги кўрсаткич релесини синаш. 6. РТ-80 туридаги индукцион ток релесини синаш. 7. РНТ типидagi тез тўйинувчан трансформаторли дифференциал релеси синаш 8. Ток трансформаторлари ва релеларнинг улаш схемаларини текшириш.
--

7

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI**

№ 109
« 4 » 07 **2023 y.**



«*Devkashnari*»
O'quv ishlarini boshqaruvchi yicha prorektor
O. Inoyatov
2023 y.

REZALI HIMOYA
Inining

ISHCHI O'QUV DASTURI

Bilim sohasi: 300 000- Ishlab chiqarish-texnik soha
Ta'lim sohasi: 310 000- Muhandislik ishi
Ta'lim yo'nalishi: 5310200- Elektr energetikasi (*Elektr ta'minoti*)

Semestr	Mashg'ulot tarkibi						Nazorat turi	Ja'mi o'quv soati
	Ma'ruza	Amaliy mashg'ulot	Labora-toriya ishlari	Seminar mashg'ulot	Mustaqil ta'lim	Kurs ishi		
Kunduzgi bo'lim								
VII	30	16	14	-	60	-	Yozma	120
VIII	30	14	16	-	60	+	Yozma	120

Namangan-2023

Fanning ishchi o'quv dasturi Toshkent Davlat Texnika Universiteti Ilmiy-uslubiy Kengashining 2023 yil «27» avgustdagi "9"-sonli qarori bilan tasdiqlangan "Releli himoya" fanining o'quv dasturiga muvofiq ishlab chiqildi.

Tuzuvchi:

E.Berkinov - NamMQI, Energetika kafedrası dotsenti v.b, PhD.

Taqrizchi:

Murodov M.X. - NamMQI, Energetika kafedrası mudiri, dotsent, t.f.n.

Mullajanov T.T. - Namangan hududiy elektr tarmoqlari korxonasi AJ,
Bosh muhandis.

Fanning ishchi o'quv dasturi Energetika kafedrasining 2023 yil «03» iyuldagi «11/23»-son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri:



M.Murodov

Fanning ishchi o'quv dasturi Energetika va mehnat muhofazasi fakultetining kengashida muhokamadan o'tgan va foydalanishga tavsiya etilgan.
(2023 yil «__» _____dagi «__» -sonli bayonnoma).

Fakultet kengashi raisi:



R. Soliyev

Namangan muhandislik-qurilish instituti o'quv-uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan. «__» _____2023 yildagi __ sonli majlis bayoni. (__ -son bilan ro'yhatga olingan).

O'quv-uslubiy bo'lim boshlig'i:



T.Jo'rayev

Kirish

Ushbu dastur rele himoyasi, elementlari va qurilmalarini, releli himoya qurilmalarini konstruksiyasi va ularning tavsiflarini, releli himoya qurilmalarining sxemalari va o'rnatmalari xaritalarini bilish va ulardan foydalana olish; releli himoya va avtomatika qurilmalarni amalda ishga tushirish, urnatish va sozlash ko'nikmalarini talabalarda hosil qilish masalalarini o'z ichiga qamrab olgan.

Fanning maqsad va vazifalari

«Releli himoya» fanini o'qitishdan maqsad - elektr sistemalari va stansiyalari releli himoyasi va avtomatika qurilmalarini tuzilish tamoyillari, elektr sistemasining elementi uchun releli himoya qurilmasi parametrlarini xisoblash va tanlash bo'yicha masalalarni yechish haqidagi ma'lumotlarni talabalarga yetkazish va ularda yo'nalish profiliga mos bilim, ko'nikma va malakalarni shakllantirish dan iborat.

Fanning vazifasi – uni o'rganuvchilarga:

- elektr energetika sistemalarining va stansiyalarining releli himoya soxasidagi bilimlarni mukammallashtirish;
- elektr energetika sistemalarining va stansiyalarining releli himoya soxasidagi boshqa masalalarni mustaqil yechish malakalarini xosil qilish;
- elektroenergetika yo'nalish profiliga mos ta'lim standartida talab qilingan bilimlar, ko'nikmalar va laboratoriyalar darajasini ta'minlashdan iboratdir.

Fanni o'qitish jarayonini tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

- **Releli himoya** fanini o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, pedagogik va axborot - kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi tavsiya etiladi;
- **Releli himoya** nazariya asoslari bo'limiga tegishli ma'ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida 'rezentasion va elektron - didaktik texnologiyalaridan foydalanish;
- **Releli himoya** fani mavzularida o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda aqliy xujum, guruhli fikrlash pedagogik texnologiyalardan foydalanish;
- **Releli himoya** tuzilishini o'rganish va ularning asosiy parametrlarini va ularning elementlarini aniqlash mavzularida o'tkaziladigan tajriba mashg'ulotlarida kichik guruxlar musobaqalari, guruhli fikrlash pedagogik texnologiyalarini qo'llash nazarda tutiladi.

Fan bo'yicha talabalarining bilim, ko'nikma va malakalariga qo'yiladigan talablar

«Releli himoya» fanini o'zlashtirish jarayonida talaba:

- releli himoya turlari va ularning elektr energetika tizimlaridagi tutgan o'rni va vazifasi **haqida tasavvurga ega bo'lishi**;
- releli himoyani tok transformatorlarining ikkilamchi chulgamlariga ulanish sxemalarini, releli himoya zanjiridagi operativ tok manbalarini, releli himoyaning barcha bajarilish turlarini, elektr uskunalarining releli himoyasi va avtoma-tikasining turlari, ishonchlilik bo'yicha ularga qo'yiladigan talablarni **bilishi va ulardan foydalana olishi**;
- elektr stansiyalari va elektr energetika tizimlarida ko'llanilayotgan releli himoyalar, releli himoya zanjiridagi operativ tok manbalarini, releli himoyaning barcha bajarilish turlarini, elektr uskunalarining releli himoya va elektr avtomatikasining turlarini o'rganish **ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak**;
- 1 kVgacha va undan ortiq kuchlanishli elektr tarmoqlar va uskunalarda qo'llaniladigan releli himoya va avtomatikada turlarini bilishi, ularning ahamiyati, qo'llanish soxalarini bilgan xolda ularni xisoblash uslublarini o'zlashtirishi va loyixa xisob kitobini bajara olish **malakalariga ega bo'lishi kerak**.

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviyligi

«Releli himoya» fani 7-8 semestrlarda o'qitiladi. Dastur energetika sohalarining o'ziga xos xususiyatlarini xisobga olgan xolda ta'lim, fan, texnika, texnologiya va ishlab chiqarishning elektr energetika yo'nalishidagi yutuqlarni inobatga olgan xolda ishlab chiqildi. Bunda fanlararo uzviylik va uzluksizlik, mavzularning mantiqiy ketma-ketligi, oddiydan murakkablikka, xususiylikdan umumiylikga o'tib borish tamoyillariga rioya etildi.

Dasturni amalga oshirish o'quv rejasida rejalashtirilgan matematik va tabiiy (oliy matematika, fizika, nazariy mexanika), umumkasbiy (elektr mexanika; elektr texnikaning nazariy asoslari; metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlash; energetika (gidroturbina va gidroyelektrostansiyalar); elektr energetika asoslari (o'ta kuchlanish va izolyasiya; o'tkinchi jarayonlar; elektr tarmoqlari va tizimlari; stansiya va podstansiyalarning elektr xijozlari x.k.) va ixtisoslik (elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash; elektr stansiyalari va tarmoqlarni ishlatish; elektr tizimlarining avtomatikasi) va x.k fanlaridan yetarli bilim va ko'nikmalarga ega bulishlik talab etiladi.

Fanning ishlab chiqarishdagi o'rni

Elektr stansiyalari va elektr energetika tizimlarini releli himoya va avtomatikalarini hisoblash, loyihalash, qurish, montaj qilish, ishlatish va holatlarini boshqarishda uning elementlarining xarakteristikalarini bilish, releli himoya va avtomatika sxemalarini qurish, ularning kattaliklarini o'rnatish holatlarini bilishi va taxlil qilish zarurdir.

Ushbu fan talabaga yuqoridagi vazifalarni bajarish uchun zaruriy bilimlarni beradi. Shuning uchun ushbu fan asosiy umumkasbiy fani xisoblanib, ishlab chiqarish texnologik tizimining ajralmas bo'g'inidir.

Fanni o'qitishda foydalaniladigan zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

Uquv jarayoni bilan bog'liq ta'lim sifatini belgilovchi holatlar quyidagilar: yuqori ilmiy-pedagogik darajada dars berish, muammoli ma'ruzalar o'qish, darslarni savol-javob tarzida qiziqarli tashkil qilish, ilg'or pedagogik texnologiyalardan va mul'timedia vositalaridan foydalanish, tinglovchilarni undaydigan, o'ylantiradigan muammolarni ular oldiga qo'yish, talabchanlik, tinglovchilar bilan individual ishlash, erkin muloqot yuritishga, ilmiy izlanishga jalb qilish.

"Releli himoya" kursini loyihalashtirishda quyidagi asosiy konseptual yondoshuvlardan foydalaniladi:

Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim. Bu ta'lim o'z mohiyatiga ko'ra ta'lim jarayonining barcha ishtirokchilarini to'laqonli rivojlanishlarini ko'zda tutadi. Bu esa ta'limni loyihalashtirilayotganda, albatta, ma'lum bir ta'lim oluvchining shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bog'liq o'qish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoshilishni nazarda tutadi.

Tizimli yondoshuv. Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam etmog'i lozim: jarayonning mantiqiyligi, uning barcha bo'g'inlarini o'zaro bog'langanligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo'naltirilgan yondoshuv. Shaxsning jarayonli sifatlarini shakllantirishga, ta'lim oluvchining faoliyatni aktivlashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, tashabbuskorligini ochishga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

Dialogik yondoshuv. Bu yondoshuv o'quv munosabatlarini yaratish zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va o'z-o'zini ko'rsata olishi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish. Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini shakllantirishda va erishilgan natijalarni baholashda birgalikda ishlashni joriy etishga e'tiborni qaratish zarurligini bildiradi.

Muammoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qilish orqali ta'lim oluvchi faoliyatini aktivlashtirish usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni ob'ektiv qarama-qarshiligi va uni hal etish usullarini, dialektik mushohadani shakllantirish va rivojlantirishni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llashni mustaqil ijodiy faoliyati ta'minlanadi.

Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash - yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llash.

O'qitishning usullari va texnikasi. Ma'ruza (kirish, mavzuga oid, vizuallashtirish), muammoli ta'lim, keys-stadi, pinbord, paradoks va loyihalash usullari, amaliy ishlar.

O'qitishni tashkil etish shakllari: dialog, polilog, muloqot hamkorlik va o'zaro o'rganishga asoslangan frontal, kollektiv va guruh.

O'qitish vositalari: o'qitishning an'anaviy shakllari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda - kompyuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikatsiya usullari: tinglovchilar bilan operativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Teskari aloqa usullari va vositalari: kuzatish, blits-so'rov, oraliq va joriy va yakunlovchi nazorat natijalarini tahlili asosida o'qitish diagnostikasi.

Boshqarish usullari va vositalari: o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

Monitoring va baholash: o'quv mashg'ulotida ham butun kurs davomida ham o'qitishning natijalarini rejali tarzda kuzatib borish. Kurs oxirida test topshiriqlari yoki yozma ish variantlari yordamida tinglovchilarning bilimlari baholanadi.

"Releli himoya" fanini o'qitish jarayonida kompyuter texnologiyasidan foydalaniladi. Ayrim mavzular bo'yicha talabalar bilimini baholash test asosida va kompyuter yordamida bajariladi. "Internet" tarmog'idagi rasmiy iqtisodiy ko'rsatkichlaridan foydalaniladi, tarqatma materiallar tayyorlanadi, test tizimi hamda tayanch so'z va iboralar asosida oraliq va yakuniy nazoratlar o'tkaziladi.

ASOSIY NAZARIY QISM

MARUZA MASHG'ULOTLARI

1-MODUL. RELELI HIMOYA HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHA

1-mavzu. Releli himoyani vazifasi. Shikastlanish turlari va nonormal rejimlar.

Releli himoyani qurilmalarining vazifasi. Elektr qurilmalardagi shikastlanishlar va ularning turlari. Qisqa tutashuvda toklar va kuchlanishlar vektor diagrammasi. Nonormal rejim turlari va ularni paydo bo'lish sabablari.

2- mavzu. Rele himoyasiga qo'yiladigan talablar.

Shikastlanishdan releli himoya va avtomatikaga qo'yiladigan talablar. Nonormal rejimdan releli himoya va avtomatikaga qo'yiladigan talablar. Tanlovchanlik, tezkorlik, sezgirlik va inonchilik.

3-mavzu. Himoya elementlari.

Releli himoyaning struktura qismlari va asosiy elementlari. Relelarni tarmoqning toki va kuchlanishiga ulash usullari. Himoyani o'chirgichga ta'sir etish usullari. Bevosita va bilvosita ta'sir etuvchi ikkilamchi rele.

4-mavzu. Operativ tok manbalari.

Operativ tok manbalarining vazifasi. Operativ tok manbalariga qo'yiladigan talablar. O'zgarmas tokli himoya zanjirlarini ta'minlashning printsiptial sxemasi. O'zgaruvchan operativ tok manbalari. Tok transformatorlari. Kuchlanish transformatorlari. Shaxsiy ehtiyoj

transformatorlari. Zaryadlangan kondensatorlar. Operativ zanjirlarni ta'minlashning printsiplal sxemalari.

2- MODUL. RELELI HIMOYANING ELEMENTLARI.

5-6-mavzu. Tok transformatorlari va ularning ulanish sxemalari.

Tok transformatorlarining ishlash printsipl. Tok transformatorlarining aniqlik sinfi. TT chulg'amlarining chiqishlarini belgilanishi. Vektor diagrammalar. Tok transformatorlarining ulanish sxemalari.

7-mavzu. Kuchlanish transformatorlari va ularning ulanish sxemalari.

Kuchlanish transformatori haqida ma'lumotlar. Kuchlanish transformatorlarining xatoliliklari. Kuchlanish transformatorlarining ulanish sxemalari.

8-mavzu. Relarlarni ishlab chiqishning umumiy printsiplari.

Relarlarni bajarishning umumiy printsipl. Tok va kuchlanish relarlari. Elektromexanik relarl. Releni qaytish toki. Tok relesini ishlashi va qaytishi kuchlar diagrammasi. Qaytish koeffitsiyenti

9-mavzu. Elektromagnit relarlarni ish printsipl.

Elektromagnit relarlarning ishlash printsipl. Elektromagnit relarlarning turlari. Releni ishlash toki. Maksimal va minimal relarl. Elektromagnit tok va kuchlanish relesini ishlash printsipl. Tok va kuchlanish relesining konstruksiyasi. Rele kontaktlarini titrashini so'ndirish.

10-mavzu. Mantiqiy relarlarni ishlash printsipl, tuzilishi va turlari.

Oraliq relesini ishlash printsipl. Oraliq relesini vazifasi. Oraliq relesiga qo'yiladigan talablar. Oraliq relesi ulanish sxemalari. Ko'rsatgich relesini ishlash printsipl. Ko'rsatgich relesini vazifasi va tuzilishi. Ko'rsatgich relesini ulanish sxemalari. Vaqt relesini vazifasi. Vaqt relesiga qo'yiladigan asosiy talablar. Soat mexanizml vaqt relesini konstruksiyasi tuzilishi va ulanish sxemalari.

11-mavzu. Induksion relarlarni tuzilishi va ishlash printsipl.

Induksion relarlarni ishlash printsipl. Induksion relarlarni turlari. Tok va kuchlanish induksion relesi. Qisqa tutashgan o'ramli induksion rele. Induksion releni ishlash vaqti. Releni ishga tushiruvchi momentlar. Inersion aylanish. Induksion releni konstruksiyasi.

12-13-mavzu. Mikroprosessorli (raqamli) relali himoya.

Raqamli rele himoyasi o'lchov organlari Umumiy qoidalar, raqamli o'lchash organlarining tuzilishi va sxemalari, Relali himoya signallarini raqamli signalni o'zgartirish algoritmlari, umumiy ma'lumotlar, Bitta elektr kattalikni o'lchash organlari, Mikroprosessorli relali himoyani ishlash printsipl. Schneider Electric kompaniyasini mikroprosessorli qurilmasi.

3-MODUL. ELEKTR UZATISH LINIYALARINING RELELI HIMOYALARI.

14-mavzu. Tokli himoyalarning vazifasi. Maksimal tokli himoya ishlash printsipl va ularning ulanish sxemalari.

Tokli himoyalarning ishlash printsipl. Tokli himoyalarning turlari. Maksimal tokli himoya yordami bilan liniyani himoyasi. Sabr vaqtini tanlashning pog'onali printsipl. Maksimal tokli himoya ishlash printsipl. Maksimal tokli himoyaning ishlash toki va uni tashlash shartlari. Maksimal tokli himoyaning sezgirligi. Maksimal tokli himoyaning sabr vaqti va uni tanlash.

15-mavzu. Maksimal tokli himoyaning ulanish sxemalari.

Maksimal tokli himoya sxemasining turlari. Mustaqil sabr vaqtli o'zgarmas operativ tokli uch fazali himoya sxemasi. Bog'liq bo'lgan xarakteristikali o'zgarmas operativ tokli uch fazali himoya sxemasi. Bog'liq bo'lmagan xarakteristikali o'zgarmas operativ tokli ikki fazali himoya sxemasi. Bog'liq bo'lmagan xarakteristikali o'zgarmas operativ tokli ikki fazali bitta relali himoya sxemasi.

16-mavzu. Kuchlanish bo'yicha ishga tushuvchi maksimal tokli himoyaning ishlash printsipl.

Kuchlanish bo'yicha ishga tushuvchi maksimal tokli himoyaning vazifasi va ishlash printsipl. Himoyaning ishlash toki. Himoyaning ishlash kuchlanishi va uni tanlash shartlari. Qaytish koeffitsiyenti. Himoyaning sezgirligi. Minimal kuchlanish bo'yicha ishga tushuvchi MTH sxemasi.

17-mavzu. Tokli kesim ish printsipti, sxemalari va parametrlari.

Tokli kesimning (TK) vazifasi, ishlash printsipti va turlari. Tokli kesimning parametrlari. O'zgaras operativ tokli TK sxemalari. Bir tomondan ta'minlanadigan liniyalarda tokli kesimning ishlash toki va ishlash zonasi. Tokli kesimning ishlash vaqti.

18-mavzu. Sabr vaqtsiz va sabr vaqtli tokli kesim.

Sabr vaqtsiz tokli kesim ishlash printsipti va ishlash zonasi. Ikki tomondan ta'minlanadigan liniyalarda sabr vaqtsiz tokli kesim, ishlash toki va ishlash tokini tanlash shartlari. Sabr vaqtli tokli kesim ishlash printsipti va ishlash zonasi. Bir va ikki tomondan ta'minlanadigan liniyalarda sabr vaqtli tokli kesim, ishlash toki va ishlash tokini tanlash shartlari. Himoyaning sabr vaqtini tanlash. Uch pog'onali tokli rele himoyani xarakteristikasi.

19-mavzu. Tokli yo'naltirilgan himoya, himoyalar parametrlari va ishlash printsipti.

Tokli yo'naltirilgan himoyaning vazifasi, ishlash printsipti. Yo'naltirilgan maksimal tokli himoyaning o'zgaras va o'zgaruvchan operativ tokli sxemalari. Tokli yo'naltirilgan himoyaning ishlash toki va sabr vaqti. Uch pog'onali tokli yo'naltirilgan himoyani ishlash printsipti, asosiy organlari va parametrlarini tanlash. Himoyaning birinchi, ikkinchi va uchinchi pog'onasi. Himoyaning o'lik zonasi. Sabr vaqti qarama-qarshi pog'onali printsipti yo'naltirilgan himoya. Halqasimon tarmoqlarda himoyani joylashishi va uning ishlashini o'ziga xosligi.

20-mavzu. Differensial himoyalarni vazifasi va ishlash printsipti

Differensial himoyalarni vazifasi va ishlash printsipti. Differensial himoyaning turlari. Bo'ylama va ko'ndalang differensial himoyalar. Toklarni sirkulyasiyalanishi sxemasi va himoyani ishlash parametrlari. Muvozanatlashgan kuchlanishli sxemasi va himoyani ishlash parametrlari. Differensial himoya nobalans toklari.

21-mavzu. Tokli ko'ndalang differensial himoyaning ishlash printsipti.

Ko'ndalang differensial himoyaning vazifasi, ishlash printsipti va turlari. Himoyaning ishlash parametrlari. Himoyaning o'lik zonasi. Himoyaning sxemasi. Ko'ndalang yo'naltirilgan differensial himoyaning ishlash printsipti, sxemasi va himoyani ishlash parametrlari.

22-mavzu. Masofali himoyalar, maqsadi va ishlash printsipti.

Distansion himoyaning vazifasi va ishlash printsipti. Qarshilik relesini ulanish zanjiri. Distansion himoyaning sabr vaqt xarakteristikasi. Pog'onali distansion himoya va uning struktura sxemasi.

4-MODUL. TRANSFORMATORLARNING RELELI HIMOYALARI.**23-mavzu. Transformatorlarda shikastlanish va nonormal rejimlar. Transformatorlarni tokli himoyalari.**

Transformatorlarda shikastlanishlar va uning turlari. Shikastlanishdan himoyalar va ularga qo'yiladigan talablar. Nonormal rejimlarining turlari. Avtotransformatorlarning o'ziga xosligi.

Tashqi qisqa tutashuvda yuqori tokdan himoya. Transformatorlarning maksimal tokli himoyasi. Himoya sxemalari. Himoyaning o'rnatmalarini parametrlari. Sabr vaqti. Kuchlanish bo'yicha ishga tushuvchi maksimal tokli himoya. Transformatorlarda tokli kesim. Tokli kesimning ishlash printsipti va sxemalari.

24-mavzu. Transformatorlarni gazli himoyalari va o'ta yuklanishdan himoya.

O'ta yuklanishdan himoyani vazifasi. Ishlash parametrlari. Avtotransformatorlarda o'ta yuklanishdan himoya. Tokli kesimning ishlash printsipti. Himoyaning ishlash parametrlari. Transformatorlarda gazli himoya, ishlash printsipti va gaz relesi qurilmasi. Gazli himoyaning o'ziga xosligi.

25-mavzu. Transformatorlarni differensial himoyalari va ularning xususiyatlari. Transformatorlarni differensial himoya sxemalari.

Differensial himoyaning vazifasi va ishlash printsipti. Himoyaning sxemalari. Transformator va avtotransformatorlar differensial himoyasining o'ziga xosligi. Toklarni faza bo'yicha burilishini kompensatsiyalash va uning sxemasi. Differensial himoyani ikkilamchi toklarini tenglashtirish sxemasi. Transformator va avtotransformatorlar differensial himoyasida nobalans toklar.

Differensial himoyalarni sxemalari. Himoyaning tokli zanjirlari sxemasini variantlari. Differensial tokli kesim. Tez to'yinuvchan tok transformatorli differensial himoya. Tormozli releli differensial himoya. SepamT87 terminali.

5-MODUL. ELEKTR MOTORLAR VA PAST KUCHLANISHLI TARMOQNING RELELI HIMOYALARI.

26-mavzu. Elektr motorlarning himoyalari.

Elektr motorlarning himoyasiga qo'yiladigan asosiy talablar. Elektr motorlarning asosiy himoyalarni turlari. Motorni ishga tushirish, o'z-o'zidan ishga tushish. Elektr motorni fazalararo qisqa tutashuvdan himoya va uning sxemalari. Elektr motorlarni o'ta yuklanishdan himoya. Issiqlik relesi orqali himoya. Tok relesi orqali o'ta yuklanishdan himoya. Elektr motorlarni yerga tutashuvdan himoya. 1000 V dan yuqori kuchlanishli elektr motorlarni himoya sxemalari. 1000 V dan past kuchlanishli elektr motorlarni himoyasi.

27-mavzu. 1000 V gacha bo'lgan tarmoqlarning himoyasi.

Kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan tarmoqlarda shikastlanishlar turlari, vazifasi va bajarilishi. Eruvchan saqlagichlar orqali himoya va saqlagichlarni tanlash shartlari. Eruvchan saqlagichlarni sezgirliigi va tanlovchanligi. Avtomatik uzgichlar va ularning himoya qurilmalari. Schneider Electric avtomatik uzgichlari

6-MODUL. AVTOMATIK QURILMALARNING TURLARI.

28-mavzu. Avtomatik qayta ulash qurilmasi.

Umumiy tushunchalar. Avtomatik qayta ulagich qurilmasi klassifikatsiyasi, AQU sxemalari va ularga qo'yiladigan talablar. Liniyalarni avtomatik qayta ulagichlari. Bir va ikki karrali AQU.

29-mavzu. Zaxirani avtomatik ulash qurilmasi.

Umumiy tushunchalar va vazifasi. Zaxirani avtomatik ulash qurilmasi klassifikatsiyasi, ZAU sxemalari va ularga qo'yiladigan talablar. Zaxira transformatorini avtomatik ulash. BPPda 10 kVli seksiya uzgichida ZAU.

30-mavzu. Chastotani avtomatik yuksizlantirish qurilmasi.

Chastotani avtomatik yuksizlantirishni vazifasi va asosiy bajarilish printsiplari. Energosistemada qisqa vaqtli chastota tushuvini oldini olish. Chastotani avtomatik yuksizlantirish va chastotali avtomatik qayta ulash sxemalari.

" Releli himoya " fani bo'yicha ma'ruza mashg'ulotining kalendar tematik rejasi

t/r	Ma'ruza mavzulari	Ajratilgan soat
VII semestr		
1.	Releli himoyani vazifasi. Shikastlanish turlari va nonormal rejimlar.	2
2.	Rele himoyasiga qo'yiladigan talablar.	2
3.	Himoya elementlari.	2
4.	Operativ tok manbalari.	2
5.	Tok transformatorlari va ularning ulanish sxemalari.	2
6.	Tok transformatorlari va ularning ulanish sxemalari.	2
7.	Kuchlanish transformatorlari va ularning ulanish sxemalari.	2
8.	Relelarni ishlab chiqishning umumiy printsiplari.	2
9.	Elektromagnit relelarini ish printsiplari.	2
10.	Mantiqiy relelarni ishlash printsiplari, tuzilishi va turlari.	2
11.	Induksion relelarini tuzilishi va ishlash printsiplari.	2
12.	Mikroprosessorli (raqamli) releli himoya.	2

13.	Mikroprosessorli (raqamli) releli himoya.	2
14.	Tokli himoyalar vazifasi. Maksimal tokli himoya ishlash printsiipi va ularning ulanish sxemalari.	2
15.	Maksimal tokli himoyaning ulanish sxemalari.	2
Jami:		30
VIII semestr		
1.	Kuchlanish bo'yicha ishga tushuvchi maksimal tokli himoyaning ishlash printsiipi.	2
2.	Tokli kesim ish printsiipi, sxemalari va parametrlari.	2
3.	Sabr vaqtsiz va sabr vaqtli tokli kesim.	2
4.	Tokli yo'naltirilgan himoya, himoyalar parametrlari va ishlash printsiipi.	2
5.	Differensial himoyalarni vazifasi va ishlash printsiipi	2
6.	Tokli ko'ndalang differensial himoyaning ishlash printsiipi.	2
7.	Masofali himoyalar, maqsadi va ishlash printsiipi.	2
8.	Transformatorlarda shikastlanish va nonormal rejimlar. Transformatorlarni tokli himoyalari.	2
9.	Transformatorlarni gazli himoyalari va o'ta yuklanishdan himoya.	2
10.	Transformatorlarni differensial himoyalari va ularning xususiyatlari. Transformatorlarni differensial himoya sxemalari.	2
11.	Elektr motorlarning himoyalari.	2
12.	1000 V gacha bo'lgan tarmoqlarning himoyasi.	2
13.	Avtomatik qayta ulash qurilmasi.	2
14.	Zaxirani avtomatik ulash qurilmasi.	2
15.	Chastotani avtomatik yuksizlantirish qurilmasi.	2
Jami:		30
Jami ma'ruza mashg'ulotlari:		60

" Releli himoya " fani bo'yicha amaliy mashg'ulotlarining kalendar tematik rejasi

T/R	Amaliy mashg'ulot nomi	Ajratilgan soat
VII semestr		
1.	Kuchlanishi 6 kV li liniyalarni himoyasini hisoblash.	2 2
2.	Kuchlanishi 10 kV li liniyalarni himoyasini hisoblash.	2 2
3.	Kuchlanishi 6 kV li kabel liniyalarni himoyasini hisoblash	2 2
4.	Kuchlanishi 10 kV li kabel liniyalarni himoyasini hisoblash	2 2
Jami		16
VIII semestr		
5.	Kuchlanishi 35 kV li liniyalarni himoyasini hisoblash	2

		2
6.	Katta quvvatli transformatorlarni himoyasi.	2 2
7.	Kichik quvvatli transformatorlarni himoyasi.	2 2 2
	Jami	14
	Jami amaliy mashg'ulotlar	30

" Releli himoya " fani bo'yicha tajriba mashg'ulotlarining kalendar tematik rejasi

T/R	Tajriba mashg'ulotlar nomi	Ajratilgan soat
VII semestr		
1.	PT-40 turidagi elektromagnit tok relesini sinash.	2
2.	PH-50 turidagi elektromagnit kuchlanish relesini sinash.	2
3.	PB-200 turidagi vaqt relesini sinash.	2 2
4.	PII-23 turidagi oraliq relesini sinash.	2 2
5.	PY-21 turidagi ko'rsatkich relesini sinash.	2
	Jami	14
VIII semestr		
6.	PT-80 turidagi induksion tok relesini sinash.	2
7.	PHT tipidagi tez to'yinuvchan transformatorli differensial releni sinash	2 2
8.	Tok transformatorlari va relelarning ulash sxemalarini tekshirish.	2
9.	PBM tipidagi quvvat yo'nalishi induksion relelarini sinash	2 2
10.	Elektr energetika tizimi qurilma va uskunalari avtomatika va himoyalari sxemalarini fizik modellar va MATLAB dasturi yordamida tadqiq etish.	2 2
	Jami	16
	Jami laboratoriya mashg'ulotlari	30

Izox: Ushbu tajriba va amaliy mashg'ulotlar institutda mavjud o'quv laboratoriyalarida va Namangan xududiy elektr tarmoqlari AJ da joylashgan kafedraning filialida o'tkaziladi.

Kurs ishini tashkil etish bo'yicha ko'rsatmalar

Kurs ishining maqsadi talabalarda mustaqil ishlash qobiliyatini rivojlantirish, olgan nazariy bilimlarini qo'llashda amaliy ko'nikmalar hosil qilish, bevosita ishlab chiqarishdagi real sharoitlarga mos texnik yechimlar qabul qilish va zamonaviy texnika va texnologiyalarni qo'llash ko'nikmalarini hosil qilishdir.

Kurs ishi mavzulari bevosita elektr stansiyalar qurilmalari, elektr uzatish liniyasi va kuch transformatorlarining ulanish sxemasi - variantga mos ravishda hisoblashni o'z ichiga oladi.. Kurs ishining mavzulari umumiy talabalar sonidan 20-30% ko'proq oldindan tayyorlanadi. Har bir talabaga shaxsiy topshiriq beriladi.

Kurs ishida belgilangan sxema bo'yicha qisqa tutashuv toklarini xisoblash, himoya va avtomatika sxemalarini tuzish, himoya va avtomatik qurilmalarning o'rnatma kattaliklarini xisobiy yo'l bilan aniqlashni belgilaydi.

Kurs ishining hisob-grafik ishlarining bir qismi zamonaviy kompyuter dasturlarida bajariladi.

Kurs ishining mavzulari:

1. Kuchlanishi 35 – 500 kVli elektr uzatish liniyalari va kuch transformatorlarining releli himoyalari
2. Kuchlanishi 6 - 10 kVli elektr uzatish liniyalari va kuch transformatorlarining releli himoyalari,
3. Kuchlanishi 35/10 kVli kuch transformatorlarining releli himoyasi ,
4. Kuchlanishi 10/0,4 kVli kuch transformatorlarining releli himoyasi va avtomatikasi
5. Shinalarning releli himoyalari
6. Generatorlarning releli himoyalari va avtomatikasi.
7. Elektr motorlarni releli himoyalari.

Mustaqil ishni tashkil etishning shakli va mazmuni

Talaba mustaqil ishining asosiy maqsadi - o'qituvchining raxbarligida va nazoratida muayyan o'quv ishlarini mustaqil ravishda bajarish uchun bilim va ko'nikmalarni shakillantirish va rivojlantirish.

Talaba mustaqil ishini tashkil etishda quyidagi shakllardan foydalaniladi:

- ayrim nazariy mavzularni o'quv adabiyotlar yordamida mustaqil o'zlashtirish;
- berilgan mavzular bo'yicha axborot (referat) tayyorlash;
- nazariy bilimlarni amaliyotda qo'llash;
- maket, model va namunalar yaratish;
- ilmiy maqola, anjumanga mahruza tayyorlash va x.k.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ishlarning mavzulari

Mustaqil o'zlashtiriladigan mavzular bo'yicha talabalar tomonidan referatlar tayyorlash va uni taqdimot qilish tavsiya etiladi. Mustaqil ishi ma'ruzalar konspekt va tavsiya etilgan adabiyotlar hamda davriy jurnallar va internet materiallari bilan ishlashni, laboratoriya ishlarini o'tishga tayyorgarlik ko'rishni, referatlar yozishi, standart talablarga mos ravishda va hisoblash texnikasidan foydalanib mustaqil bajarishini o'z ichiga oladi.

1. Elektr ta'minoti tizimida qisqa tutashuv toklari.
2. Kuchlanishi 110-220 kVli podstantsiyalar, 10 kV kuchlanishli taqsimlovchi uskunalar va 10/0,4 kVli transformator podstantsiyalarda qo'llaniladigan operativ tok manbalari, ularning xarakteristikalarini va qo'llanilish sohalari.
3. 1 kVgacha va 1 kVdan yuqori kuchlanishli tok transformatorlari, ularning ishlash printsipi, turlari, konstruktiv tuzilishi, alohida va uzgich yoki transformatorga ichki o'rnatiladigan tok transformatorlar.
4. 6-10 kV kuchlanishli elektr tarmoqlari uchun nol ketma-ketlik tok transformatori, ularni ishlash printsipi, konstruksiyasi va qo'llanilish sohasi.
5. 6-10 kVli kuchlanish transformatorlari, ularni ishlash printsipi, konstruksiyasi va qo'llanilish sohasi, uch fazali va bir fazali kuchlanish transformatorlari. Teskari ketma-ketlik kuchlanish filtrlari.
6. To'yinuvchan transformatorli relelarini tuzilishi, ishlash printsipi va parametrlari.
7. Qarshilik relelarini tuzilishi, ishlash printsipi va parametrlari
8. Quvvat relelarini turlari, tuzilishi, ishlash printsipi va parametrlari.
9. Bevosita ta'sir etuvchi releli maksimal tok himoya, Nol ketma-ketlik maksimal tok himoyasi, O'zgaruvchan operativ tokli MTH.
10. Bir tomondan ta'minladigan liniyalarda tezkor tokli kesimni ishlashi. Ikki tomondan ta'minlanadigan liniyalarda tokli kesim.

11. Tormozli differensial rele. Yo‘naltirilgan tokli ko‘ndalang differensial himoyani baholash.
 12. Transformatrlarni gazli himoyasining o‘ziga xosligi, podstansiya shinalarini himoyalari. Transformatorlarni mikroprosessorli himoyasi.
 13. Magnitli ishga tushirgich yordami bilan kuchlanishi 1000 V gacha bo‘lgan elektr motorlarni himoyalash va boshqarish.
 14. Schneider Electric kompaniyasining himoya qurilmalari orqali kuchlanishi 1000 V gacha bo‘lgan elektr motorlarni himoyalash.
 15. Schneider Electric kompaniyasining saqlagichlari orqali qurilmalarni himoyalash, ularning turlari, konstruksiyasi.
 16. Kuchlanishi 1 kV gacha elektr tarmoqlarini zamonaviy avtomatik uzgich yordami bilan himoyalashni tashkil etish.
 17. Sepam qurilmasi yordamida 6-10/0,4 kV kuchlanishli TM-1000, TMG-1000, TMZ-1000, TSZ-1000 kuch transformatorlarini himoya qilish.
 18. Sepam qurilmasi yordamida 10/0,4 kV transformator podstansiyasini elektr bilan ta‘minlaydigan 10 kV kabel liniyasini himoya qilish.
 19. Magnit ishga tushirgichlar yordamida 1 kVgacha kuchlanishli elektr motorlarini himoya qilish va boshqarish. Magnit ishga tushirgichlarni ishlash tavsifi, xususiyatlari.
 20. Mahalliy ishlab chiqarishdagi 1 kVgacha kuchlanishli elektr motorlarini himoya qilish moslamalari: zamonaviy holati va himoya turlari.
 21. Schneider Electric kompaniyasining 1 kVgacha kuchlanishli elektr motorlarini himoya qilish qurilmalari: himoya qurilmalarini qurish printsiplari, himoya turlari.
 22. Nominal toki 63 A gacha bo‘lgan VA seriyali avtomatik o‘chirgichlar yordamida 1 kVgacha kuchlanishli elektr tarmoqlarini himoya qilish. Avtomatik o‘chirgichlarning xususiyatlari va ushbu xususiyatlarga ta‘sir qiluvchi omillar.
 23. Nominal toki 100-630 A bo‘lgan VA seriyali avtomatik o‘chirgichlar yordamida 1 kVgacha kuchlanishli elektr tarmoqlarini himoya qilish. Avtomatik o‘chirgichlarning xususiyatlari va ushbu xususiyatlarga ta‘sir qiluvchi omillar.
 24. 1 kVgacha kuchlanishli saqlagichlarini turlari, konstruksiyasi, tokni cheklash va vaqt-tok xususiyatlari.
 25. 1 kV dan yuqori kuchlanishli saqlagichlarini turlari, konstruksiyasi, tokni cheklash va vaqt-tok xususiyatlari.
 26. Himoyaviy o‘chirish qurilmalari: maqsadi, ish printsiplari, qo‘llanish sohasi. Turli xil neytral rejimlarda ishlatiladigan himoyaviy o‘chirish qurilmalarida vaqt-tok xususiyatlarni qurish.
 27. Smart Grid -aqli elektr tarmoqlari.
- Eslatma:** *Mavzu bo‘yicha konspekt qilish, test savollari tuzish va prezentatsiyalar tayyorlash*

Dasturning informasion-uslubiy ta‘minoti

Mazkur fanni o‘qitish jarayonida tahlilning zamonaviy ilg‘or interfaol usullaridan, pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining prezentatsiya (taqdimot), multimedia va elektron-didaktik texnologiyalardan foydalaniladi. Amaliy mashg‘ulotlarda aqliy xujum, klaster, blits-so‘rov, guruh bilan ishlash, insert, taqdimot, keys stadi kabi usul va texnikalardan keng foydalaniladi.

Fan bo‘yicha talabalar bilimni baholash tartibi

Baholash tartibini ishlab chiqishda O‘zbekiston Respublikasi OO‘MTV ning 2018- yil 9-avgustdagi 19-2018- sonli "Oliy talim muassasalari talabalar bo‘limini nazorat qilish va baholash tizimi to‘g‘risidagi nizomni tasdiqlash haqidag‘i buyrug‘i asos qilib olindi.

1. Talabalar bilimni baholash 5 ballik tizimda amalga oshiriladi.

2. Talabani amaliy va tajriba mashg'ulotlari hamda mustaqil ta'lim topshiriqlarini bajarishi shuningdek uning ushbu mashg'ulotlardagi faolligi fan o'qituvchisi tomonidan baholab boriladi.
- 2.1. Amaliy va tajriba mashg'ulotlarida baholash:
 - 2- va 3-jadvallarda keltirilgan amaliy va tajriba mashg'ulotlarning barchasini o'rnatilgan tartib asosida (semestrga ko'ra) bajarib, ularning mazmun-mohiyatini o'qituvchi oldida himoya qilsa (yozma ravishda) 5 ball, 6 tasi uchun 4 ball, 4 tasi uchun 3 ball, 2 tasi uchun 2 ball bilan baholanadi.
3. Amaliy va tajriba mashg'ulotlarida olingan ballar o'rtachalashtiriladi.
4. Ishchi dasturda keltirilgan mavzular bo'yicha mustaqil ish topshiriqlari ishlab chiqildi. Talabalardan ularni semestr davomida bosqichma-bosqich topshirish talab etiladi. Talaba kamida uch marta 5 ballik tizimda baholanishi kerak.
5. Oraliq nazorati fanning xususiyati va unga ajratilgan soatdan kelib chiqqan holda har semestrda 2 marta yozma shaklda o'tkaziladi. (Kafedra yig'ilishining tegishli qarori bo'lishi kerak.)
 - 5.1. Oraliq nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi.
 - 5.2. Oraliq nazoratida 2 ta nazariy va 1 ta masala (yoki amaliy ishning topshirig'i) alohida variantlar ko'rinishida beriladi.
 - 5.3. Oraliq nazorat turini alohida 5 ballik tizimda baholab, uning yakuniy bahosini chiqarishda amaliy mashg'ulot va mustaqil ta'lim baholari bilan qo'shiladi va o'rtachalashtiriladi. O'rtachalashtirilgan baho kasr son chiqsa, kasr qism 0.4 dan yuqori bo'lgan taqdirda talaba foydasiga yaxlitlanadi.
6. Yakuniy nazorat turini o'tkazish va mazkur nazorat turi bo'yicha talabani bilimlarini baholash o'quv mashg'ulotlarini olib bormagan professor-o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi.
7. Talaba fan bo'yicha yakuniy nazorat turini o'tkaziladigan kunga qadar oraliq nazorat turini topshirgan bo'lishi shart.
8. Oraliq nazorat turini topshirmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha "2" (qoniqarsiz) baholangan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.
9. Yakuniy nazorat turining topshiriqlari (uning variantlari) fan o'qituvchisi tomonidan ishlab chiqiladi va kafedra mudiri tomonidan tasdiqlanadi. Variantlar yakuniy nazorat o'tkaziladigan kuni o'tkazish uchun mas'ul etib belgilangan professor-o'qituvchiga kafedra mudiri tomonidan taqdim etiladi.
 - 9.1. Yakuniy nazorat variantiga semestrda o'qitilgan mavzulardan 3 ta yoki o'qitilgan mavzulardan 2 ta hamda mustaqil ish uchun berilgan masalalar turidan 1 ta kiritiladi.
 - 9.2. Yakuniy nazoratni baholash OO'MTV Nizomini 15-bandida nazarda tutilgan mezonlar asosida amalga oshiriladi. Uchta savolning har biri 5 ballik tizimda baholanib, o'rtachalashtiriladi va kasr chiqqan taqdirda, kasr qismi 0.4 dan yuqori bo'lsa talaba foydasiga yaxlitlanadi.

YIII. ADABIYOTLAR RO'YXATI

Tavsiya etilgan adabiyotlar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati

Asosiy adabiyotlar:

1. Gurevich W. Electric relays. Principles and applications. Haifa, Israil, 2006.
2. Stanley H. Horowitz. Arun G. Phadke. Power system relaying. - 3rd edition. England, 2008.
3. Taslimov A.D., Rismuxamedov D.A., Mamarasulova T.S. Rele himoyasi va avtomatikasi. O'quv qo'llanma, -T.: Moliya, 2012
4. Чернобровов Н.В., Семенов В.А., Релейная защита энергетических систем. Учеб. пособие для техникумов. М. Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
5. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. Учебник для вузов. 5-е изд. М.: Высш шк., 2007-639 с.
6. Басс Э.И., Дорогунцев В.Г. Релейная защита электроэнергетических систем: Учебное пособие/ Под ред. А.Ф. Дьякова - М.: Издательство МЭИ, 2002.- 296 с.
7. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебник. М.: 2005.- 672 с.
8. Allayev Q.R., Siddiqov I.X., Hakimov M.H., Ibragimov R.I., Siddiqov O.I., Samsutdinov H.F. “Stansiya va podstansiyalarning elektr jihozlari”.- O'quv qo'llanma, T.: Cho'lpon nomidagi NMIU, 2014. 304 b.
9. Shamsutdinov H.F., Pulatov B.M., Nurmatov O.Yo. «Releli himoya va avtomatika» fanidan ma'ruzalar matni. - T.: ToshDTU. 2018y.
10. Копьев В.Н. «Релейная защита. Принципы выполнения и применения». Учебное пособие. Томск: Изд. ЭЛТИ ТПУ, 2006. 143 с.
11. Овчинников В.В., Удрис А.П. «Реле РНТ и ДЗТ в схемах дифференциальных защит». НТФ «Энегопрогресс», «Энегетик», 2004 г.
12. Tolipova S.B., Shamsutdinov H.F. «Releli himoya» O'quv qo'llanma. - T.: ToshDTU. 2020. 181b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. Mirziyoyev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 yil yakunlari va 2017 yil istiqbollarga bag'ishlangan majlisidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. // Xalq so'zi gazetasi. 2017 yil 16 yanvar, №11.
2. Mirziyoyev Sh.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutqi. –T.: “O'zbekiston” NMIU, 2016. – 56 b.
3. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. - T.: “O'zbekiston” NMIU, 2017. – 488 b.
4. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida. - T.:2017 yil 7 fevral, PF-4947-sonli farmoni.
5. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. М.: Норматика, 2016. – 464 с.
6. Справочник электрика/ под ред. Э.А.Киреевой и С.А.Цырука.-М.:Колос 2007. – 464 с.
7. Электротехнический справочник: Т.3 Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. Ред. Профессоров МЭИ. -М.: Издательство МЭИ, 2004. – 964 с.
8. А.В. Булычев, А.А. Наволочный. Релейная защита в распределительных электрических сетях: Пособие для практических расчетов - М.: ЭНАС, 2011. -208 с.

9. Копьев В.Н. Релейная защита. Принципы выполнения и применение: Учебное пособие. –Томск: Издательство ТПУ, 2009. – 153 с.

Elektron resurslar

1. www.gov.uz – O‘zbekiston Respublikasining hukumat portali.
2. www.catback.ru – xalqaro ilmiy maqola va o‘quv materiallar sayti.
3. www.google.ru – xalqaro o‘quv materiallarining qidiruv sayti.
4. www.ziyonet.uz – milliy o‘quv materiallarining qidiruv sayti.
5. www.lex.uz – O‘zRes Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi.
6. www.catback.ru - nauchniye stati i uchebniye material.

SEL-421 Relay

Protection and Automation System

Instruction Manual

User's Guide

20111215

SEL SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES, INC.





SEL-421 Protection and Automation System

High-Speed Line Protection, Automation, and Control System



Major Features and Benefits

The SEL-421 Protection, Automation, and Control System combines high-speed distance and directional protection with complete control for a two-breaker bay.

- **Protection.** Protect any transmission line using a combination of five zones of phase- and ground-distance and directional overcurrent elements. Use the optional high-speed elements and series compensation logic to optimize protection for critical lines or series-compensated lines. Use the ACCELERATOR QuickSet[®] SEL-5030 Software (a graphical user interface) to speed and simplify setting the relay. Patented Coupling Capacitor Voltage Transformer (CCVT) transient overreach logic enhances the security of Zone 1 distance elements. Best Choice Ground Directional Element[®] logic optimizes directional element performance and eliminates the need for many directional settings.
- **Automation.** Take advantage of enhanced automation features that include 32 programmable elements for local control, remote control, protection latching, and automation latching. Local metering on the large format front-panel Liquid Crystal Display (LCD) eliminates the need for separate panel meters. Use serial and Ethernet links to efficiently transmit key information, including metering data, protection element and control I/O status, IEEE C37.118 Synchrophasors, IEC 61850 GOOSE messages, Sequential Events Recorder (SER) reports, breaker monitor, relay summary event reports, and time synchronization. Use expanded SELOGIC[®] control equations with math and comparison functions in control applications. High-isolation control input circuits feature settable assertion levels for easy combinations of elements from other systems. Incorporate up to 1000 lines of automation logic (depending on the model) to speed and improve control actions.
- **High-Accuracy Time-Stamping.** Time-tag binary COMTRADE event reports with real-time accuracy of better than 10 μ s. View system state information to an accuracy of better than 1/4 of an electrical degree.

Protection System Maintenance

A Technical Reference

September 13, 2007

Prepared by the
System Protection and Controls Task Force
of the
NERC Planning Committee

100 years of relay protection, the Swedish ABB relay history

By
Bertil Lundqvist
ABB Automation Products, Substation Automation Division
(Sweden)

INTRODUCTION

The ABB relay protection and substation automation history goes back to the turn of the previous century. The first protection relay type TCB was developed in the early years of 1900. The first installation was made in 1905. By 1925, a remote controlled station was put into operation. ABB has delivered many millions protection and control devices throughout the world. Through the years ABB has introduced a great number of leading innovations within the protection and control field. The development was from the beginning made with a national perspective, but very early a global perspective was introduced when designing relay and control equipment. The development can be divided in three main stages; the first stage was the era of electromechanical relays, which started over 100 years ago. The next era was static or electronic relays, which were introduced in the 1960s. The present era with microprocessor based relays started in the beginning of the 1980s, where microprocessor performed the logics, but the filtering was analogue. The first fully numerical relay was introduced 1986.

1. GENERAL

The technological history in Protection and Station Automation can be shown comparing space requirements between modern and old equipment. One numerical terminal can replace up to two five panels with electromechanical relays or two panels with static relays. Self-supervision and communication are additional features of numerical terminals



Comparison of equipment from 1925 and 1994.

2. HIGHLIGHTS OF ABBs RELAY DEVELOPMENT

- <1905 Overcurrent trip devices, built-in in HV-breakers
- 1905 First time-overcurrent relay
- 1920 RI relay
- 1925 First ABB remote control station
- 1930 First plug-in relay modular system type RR
- 1940 mho Distance relay,
- 1940 Harmonic restraint transformer-differential
- 1950 Compensator poly-phase distance relay
- 1960 Analogue electronics was introduced
- 1964 First solid-state relays
- 1968 Microprocessors introduced
- 1969 COMBIFLEX plug-in system, COMBITEST
- 1970 Static ultra-high-speed bus differential relay
- 1974 Static distance relay for EHV/UHV applications using sequential logic circuits
- 1976 Static ultra-high-speed line protection relay
- 1978 Solid-state timer relay using customised LSI chip
- 1980 Solid-state distance relay using PROM chip
- 1981 Microprocessor-based line protection
- 1982 Microprocessor-based fault locator
- 1983 Microprocessor-based station control system
- 1983 Computerised analogue Power-system Simulator
- 1986 First fully numerical line distance terminal
- 1994 Numerical terminals, Series 500, introduced
- 1996 New Training Centre opened
- 1999 Inauguration of ABB Simulation Centre for product verification, with numerical real-time power system simulator.

Testing Solutions for Protection Systems

Reliable and Efficient Testing for all Kinds of Protective Relays





**S1-3: New and re-discovered theories and practices
in relay protection**



Practical experience from multiterminal line differential protection installations

Z. GAJIĆ, I. BRNČIĆ, T. EINARSSON, B. LUDQVIST
ABB AB, Substation Automation Products
Sweden
zoran.gajic@se.abb.com

KEYWORDS

Line protection, line differential protection, protective relaying

Introduction

Multi-terminal lines are more often used in modern power systems than before. They are becoming particularly popular in sub-transmission networks (i.e. in networks with rated voltages between 60kV - 160kV). Such lines pose big challenges for an utility protection engineer. Traditionally a lot of skills are needed in order to properly apply stepped distance relays to protect the line. For protection of such lines the multi-terminal differential protection is a much better solution. However even for the differential protection such applications might pose special operating conditions which need to be investigated.

Trial Installations

In order to get some practical experience in such applications ABB has installed two trial installations of such nature since 2003. The first installation is a differential protection for a five-end 132kV overhead line as shown in Figure 1.

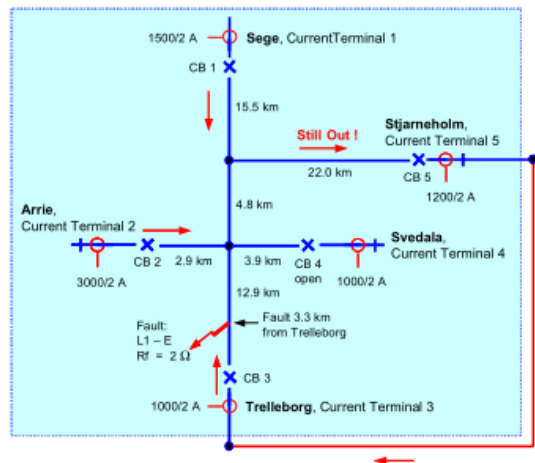


Figure 1: Five-end, 132kV OHL used for first trial installation

Protection Relays Guide 2012



2012
www.schneider-energy.pl

Schneider
Electric

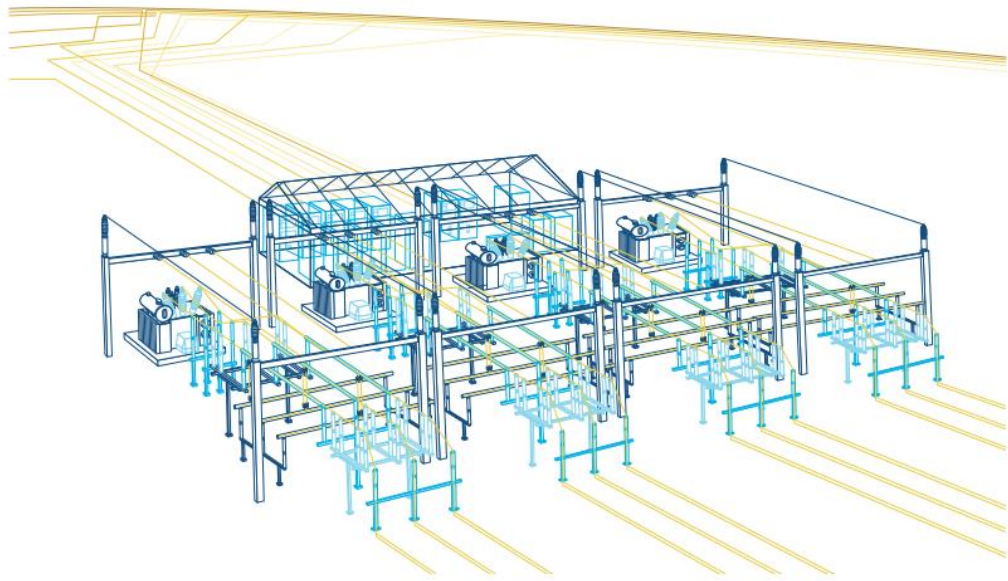
Microprocessor-Based Transmission Line Relay Applications

Joe Mooney
Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.

Presented at the
American Public Power Association's Engineering & Operations Workshop
Salt Lake City, Utah
March 25–28, 1996

Distribution Automation Handbook

Section 8.6 MV Feeder Earth-fault Protection



ABB

MAVZULAR BO'YICHA TAQDIMOT SLAYDLAR
VA VIDEO ROLIKLAR

**Виртуальные
лабораторные работы
по релейной защите**



**Разработчик -
Ульяновский государственный
технический университет**



Допущено Учебно-методическим объединением (УМО) по образованию в области энергетики и электротехники в качестве электронного учебного издания для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 14021165 “Электроснабжение” направления подготовки дипломированного специалиста 140211 “Электроэнергетика”.



Назначение

- Виртуальные лабораторные работы могут использоваться в высших учебных заведениях, ведущих подготовку специалистов-электроэнергетиков при изучении дисциплины «Релейная защита и автоматика».
- **Перечень лабораторных работ**
- 1. Исследование максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени в радиальной сети с односторонним питанием.
- 2. Исследование токовой отсечки в радиальной сети с односторонним питанием.
- 3. Исследование токовой направленной защиты с независимой выдержкой времени.



В работах выполняется имитация всех действий, выполняемых в реальной учебной лаборатории:

- Проверка знаний студентов по теме предстоящей лабораторной работы
- Сборка исследуемой схемы релейной защиты
- Настройка уставок имеющихся в схеме реле в соответствии с предварительно сделанным расчетом
- Испытания действия схемы релейной защиты при возникновении коротких замыканий в различных точках первичной электрической сети
- Разборка схемы по окончании испытаний



Проверка знаний (контрольная работа)

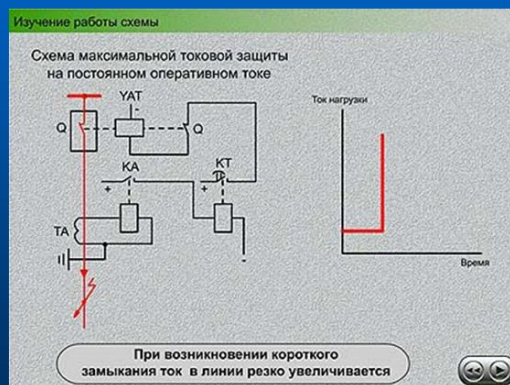
- Предлагается ответить на 6 вопросов
- Отвечать на вопросы можно в любом порядке, предварительно просмотрев их
- Вместе с вопросом даются 4 варианта ответа, один из которых правильный
- После ответов на все 6 вопросов можно проверить правильность своих ответов, сравнив их с верными ответами
- Если контрольная работа не зачтена, то ее можно повторить



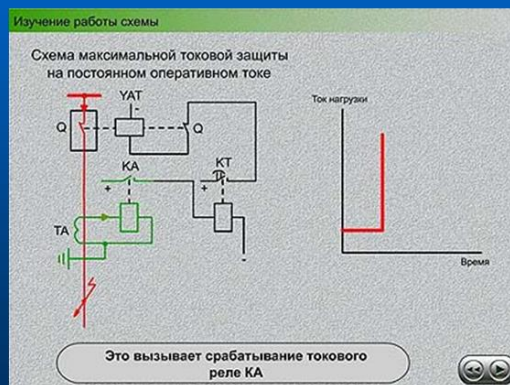
После успешного выполнения контрольной работы идет демонстрационная часть работы - в ряде точек электрической сети возникают короткие замыкания и поэтапно разъясняется работа схемы релейной защиты



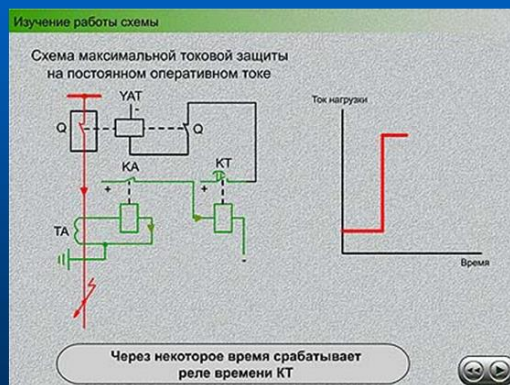
После успешного выполнения контрольной работы идет демонстрационная часть работы - в ряде точек электрической сети возникают короткие замыкания и поэтапно разъясняется работа схемы релейной защиты



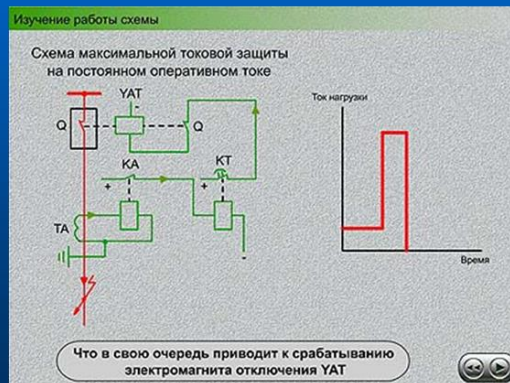
После успешного выполнения контрольной работы идет демонстрационная часть работы - в ряде точек электрической сети возникают короткие замыкания и поэтапно разъясняется работа схемы релейной защиты



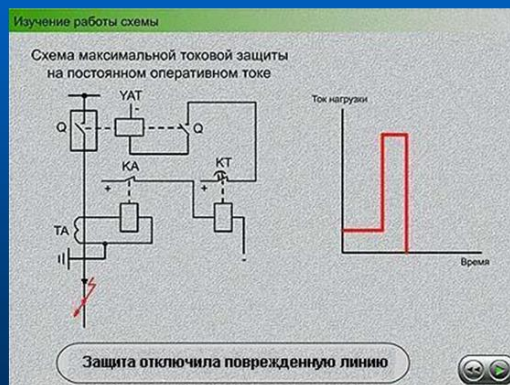
После успешного выполнения контрольной работы идет демонстрационная часть работы - в ряде точек электрической сети возникают короткие замыкания и поэтапно разъясняется работа схемы релейной защиты



После успешного выполнения контрольной работы идет демонстрационная часть работы - в ряде точек электрической сети возникают короткие замыкания и поэтапно разъясняется работа схемы релейной защиты

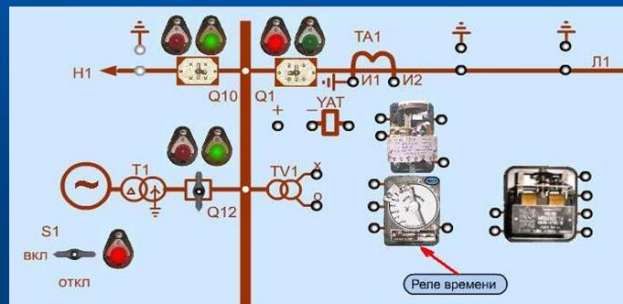


После успешного выполнения контрольной работы идет демонстрационная часть работы - в ряде точек электрической сети возникают короткие замыкания и поэтапно разъясняется работа схемы релейной защиты



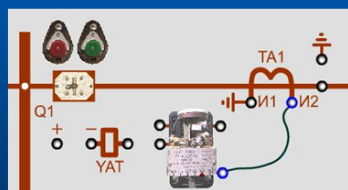
Сборка исследуемой схемы релейной защиты

- Сборке предшествует изучение лабораторного стенда - можно, указав мышью на любой элемент стенда, получить текстовое и звуковое (при наличии звуковой карты на компьютере) разъяснение о нем.



Сборка исследуемой схемы релейной защиты

- Сборка выполняется путем соединения мышью необходимых клемм на схеме – на первой клемме нажимают левую кнопку мыши и, не отпуская ее, подводят мышь ко второй клемме. На второй клемме кнопку мыши отпускают.

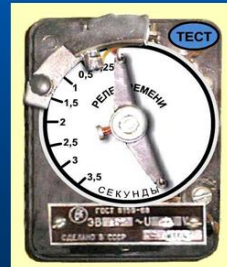


- Программа контролирует процесс сборки и ошибочные соединения отвергает.



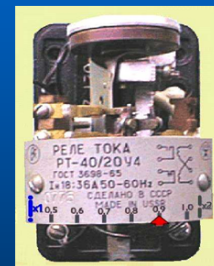
Настройка реле

- На этапе настройки реле их изображение на экране увеличивают. Для этого следует щелкнуть левой кнопкой мыши на изображении настраиваемого реле.



Настройка реле

- Виртуальная лабораторная работа подробно имитирует процесс реальной настройки.
- В реле тока выполняется:
- установка перемычек на клеммах для выбора способа соединения секций обмотки;
- изменение положения поводка, натягивающего возвратную пружину для плавного регулирования уставки.



Настройка реле

- В реле времени требуется отвернуть фиксирующий винт, затем захватить мышью держатель неподвижных контактов и, не отпуская кнопку мыши, передвинуть держатель в нужное положение.
- После этого нужно завернуть фиксирующий винт. Закончив настройку, можно испытать работу реле времени, нажав на овальную кнопку “Тест” в правом верхнем углу реле.



- Правильность настройки реле

программой контролируется.



Испытания действия схемы релейной защиты

- В необходимых точках сети (сообщаемых программой) устанавливаются закорачивающие проводники. После этого становится активной кнопка создания короткого замыкания. Щелкнув на ней мышью, можно испытать работу релейной защиты.
- Действие защиты на отключение на экране отображается миганием сигнальных ламп возле отключившихся выключателей.



Завершение работы

- Закончив испытания, необходимо выполнить разборку схемы. Для удаления любого проводника достаточно щелкнуть на нем левой кнопкой мыши. Попытка разборки без предварительного отключения питания стенда равноценна нарушению правил безопасности и программой не допускается.



Общие сведения

При наличии в компьютере звуковой карты весь ход виртуальной лабораторной работы сопровождается голосовыми комментариями.

Виртуальные лабораторные работы поставляются заказчику на компакт-диске и занимают на винчестере от 9 до 14 Мб (одна работа).

Программы защищены патентами Российской Федерации.



Координаты разработчика:

432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец д.32,
ГОУ ВПО УлГТУ, деканат энергетического факультета.
Тел. (факс) 8422 43 03 23

E-Mail: tai@ulstu.ru, bev@ulstu.ru

