

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI**

**ELEKTR STANSIYA VA TARMOQLARINI
ISHLATISH**

fanidan laboratoriya va amaliy mashg‘ulotlar uchun

USLUBIY KO‘RSATMALAR

TOSHKENT-2019

Tuzuvchi: Latipov Sh.Sh. “Elektr stansiyalari va tarmoqlarini ishlatish” fanidan laboratoriya va amaliy ishlari uchun uslubiy ko‘rsatma – Toshkent: ToshDTU, 2019.–74 b.

Uslubiy ko‘rsatmalarda “Elektr stansiyalari va tarmoqlarini ishlatish” fanidan laboratoriya va amaliy ishlari bo‘yicha dastlabki tayyorgarlik, ularni bajarish, ular bo‘yicha hisobotlarni rasmiylashtirish yuzasidan ko‘rsatmalar va zaruriy ma‘lumotlar berilgan. Har bir laboratoriya ishida nazariy ma‘lumotlar, ishdan maqsad, ishni bajarish tartibi va nazorat savollari keltirilgan.

Uslubiy ko‘rsatmalar bakalavriatning 5310200-«Elektr energetika» (Energiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash) yo‘nalishida tahsil oluvchi talabalar uchun mo‘ljallangan bo‘lib, keltirilgan laboratoriya va amaliy ishlari majmui mazkur fanning namunaviy dasturiga muvofiq keladi.

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
ilmiy-uslubiy kengashi qaroriga muvofiq chop etildi*

Taqrizchilar:

Sadullayev E.F.-«O‘zelektrtarmoq» UK bosh muhandis muovini t.f.n. dots.

Gayibov T.Sh. – ToshDTU «Elektr stansiyalari, tarmoqlari va tizimlari» kafedrasini mudiri t.f.d. prof.

KIRISH

Elektr energetikasining hozirgi taraqqiyoti elektr stansiyalari va tarmoqlarining samarali ishlashini talab etadi.

Xalq xo'jaligining ko'pgina boshqa tarmoqlaridagi singari energetikada ham samaradorlik ikkita yo'l bilan amalga oshirilishi mumkin.

Ulardan birinchisi yangidan ishga tushiriluvchi jihozlarni takomillashtirish, energetika tizimi kattaliklari va tuzilmasini takomillashtirishga asoslangan. Bunday tadbirlar katta miqdordagi xarajatlarni talab qilib, faqat yangidan ishga tushirilayotgan qurilma va obyektlarning holatlariga ta'sir etadi.

Ikkinchi yo'l uzatiluvchi elektr energiyaning sifati va miqdorini ta'minlagan holda, energetika tizimining elektr stansiyalari va tarmoqlarining samarali ishlashi orqali maksimal darajada xalqxo'jalik samarasini olishdan iborat.

Yuqorida qayd etib o'tilgan elektr stansiyalari va tarmoqlarining samarali ishlash masalasi umuman bir vaqtda kompleks tartibda hal etilishi lozim.

Ushbu uslubiy qo'llanmada «Elektr stansiya va tarmoqlarini ishlatish» fanidan laboratoriya va amaliy ishlari bo'yicha dastlabki tayyorgarlik, ularni bajarish yuzasidan ko'rsatmalar va zaruriy ma'lumotlar berilgan. Har bir laboratoriya ishi nazariy ma'lumotlar, ishdan maqsad, ishni bajarish tartibi va nazorat savollaridan iborat.

1 - LABORATORIYA ISHI

SINXRON GENERATORLARNI ISHLATISH

Ishdan maqsad:

Sinxron generatorlarni ishlatish jarayonida hosil bo'ladigan amaliy ko'nikmalarni olish.

Ishchi dastur:

1. Hidrogeneratorni sinxron tezlikka yaqin tezlikda aylantirish.
2. Energosistemalarda generatorning uch fazasining aylanish yo'nalishini tekshirish.
3. Sinxronlash kolonkasi yordamida generatorni qo'lda aniq sinxronlash. Jarayon algoritmi.
4. Generatorning o'z-o'zini sinxronlashi.
5. Generatorning sinxron kompensator rejimida ishlashi.
6. Generatorning asinxron yurishi.
7. Generatorning magnit maydonni avtomatik so'ndirish qurilmasini ishlatish MAS.
8. Generatorning avtomatik to'xtash algoritmi.

Umumiy ma'lumotlar:

Gidroagregatni avtomatik ishga tushirish.

Ishga tushirish buyrug'i berilganda avtomatik ishga tushirish qurilmasi quyidagi prinsip bo'yicha quyidagi algoritmi amalga oshiradi:

1. Ishga tushirishga tayyorgarlik nazoratini tekshirish:

Generator barcha elektr himoyalari, MAS ulanish holati generator o'chirgichi uzilgan holati, agregat tormozlanish olishi, IA stopor qo'tarilgan holati. MNU da yog' bosimi, generator o'chirgichining ishchi holati.

2. Agregat aylanishi:

80% ga burilishi I_A cheklovchini 40 % holatiga qaytarishga buyruq beriladi bir vaqtda EGP chulg'amiga ochilish yo'nalishida tok beriladi, yo'naltiruvchi apparat ishga tushirish ochilishida ochiladi (taxminan 40%), agregat burila boshlaydi. Aylanish tezligi 80% ga yetganda, tezlikni rolstlovchi qurilma ishga tushadi. Sinxron ostidagi tezlikkacha burilish (95% aylanish) EGR ulanganda roslash qurilmasi 100% , ya'ni 50 [Gs] ga mos aylanish tezligini o'rnatish boshlaydi. Sinxron osti tezligi o'rnatilganda sinxronlash sxemasi tayyorlanadi.

3. Qo'lda aniq sinxronlash sinxronlash kolonkasi yordamida:

Jarayon algoritmi:

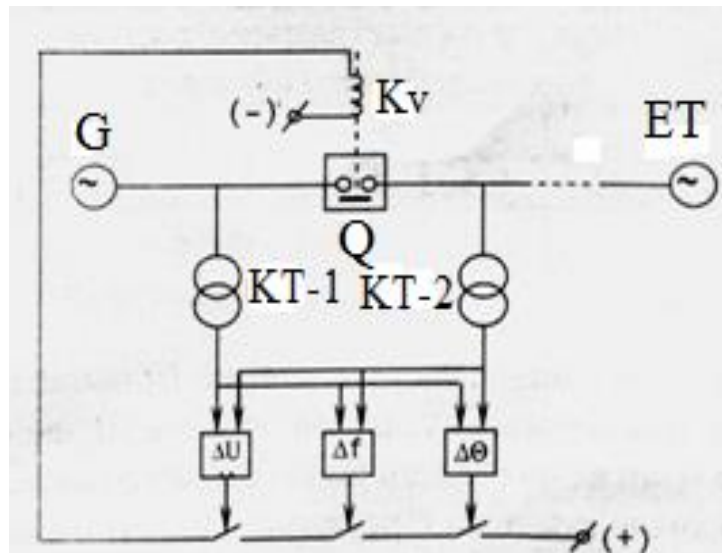
Kichik quvvatli 30 [MVt] gacha generatorlarni ulash aniq sinxronlash usulining uch shartiga rioya qilinganda qo'lda bajarilishi mumkin:

- 1. Generator va sistema kuchlanishlari tengligi;*
- 2. Generator va sistema aylanish burchak chastotalari tengligida;*
- 4. Generator va sistema bir nomli fazalari bir-biriga mos kelishida;*

Bu uch shart amalda bir-biriga mos kelganda generator va energosistemani bog'lovchi o'chirgichni ulash qo'lda bajariladi.

Bu uch shartdan istagan biri buzilganda generator ayrim qismlariga dinamik zarb beruvchi yoki generatorni sistemadan uzuvchi tenglashtiruvchi tok paydo bo'ladi.

Qo'lda aniq sinxronlash sinxronlash kolonkasi yordamida amalga oshiriladi, u esa aniq sinxronlash shartlarini tekshiradigan asboblardan iborat:



1.1-rasm. Sinxronlash kolonkasi

Generator kuchlanish voltmetri

Sistema kuchlanish voltmetri:

Generator kuchlanish chastotameri:

Sistema kuchlanish chastotameri:

Sinxronoskop:

Qo'lda aniq sinxronlashda harakat ketma-ketligi:

1. Generator aylanish chastotasi tarmoq chastotasiga to'g'ri keltiriladi;

2. Generator kuchlanishi tarmoq kuchlanishiga to'g'ri keltiriladi (aniqlik 100%). Sinxronoskop bo'yicha siljishi nazorat qilinadi, sinxronoskop strelka aylanish tezligi 10 [sek] 1-aylanishdan ko'p bo'lmasligi kerak, bu siljish 0,1 [Gs] mos keladi;

3. Sinxronoskop strelkasi 0 dan o'tganda generator uzgichi ulanadi.

Avtomatik aniq sinxronlashda bu barcha amallar avtosinxronizator tomonidan bajariladi;

4. Uyg'otishni berish. Aylanish 95% ga yetganda maydon qo'zg'atish kontaktori ulanadi (KGPV) va uyg'otish toki osha boshlaydi;

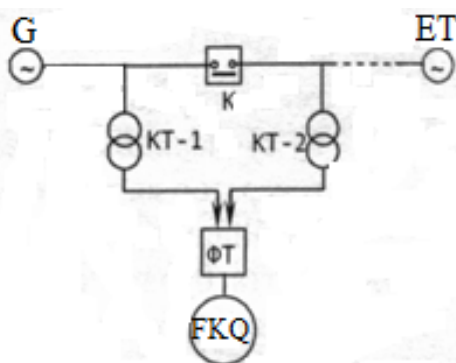
5. Generator kuchlanishi nominal qiymatga yetganda sinxronizator SA-1 ulanadi va generatorning sinxronlash jarayoni amalga oshadi;

6. Generator tarmoqqa ulangandan keyin NA ni ochishni cheklovchini qaytarishga va yuklamaning avtomatik berilgan qiymatini tanlashga buyruq beriladi;

7. O'chirgich ulanishi bilan bir vaqtda ishga tushirish sxemasi sinchiklab tekshiriladi;

8. Energosistemada generator uch fazasi aylanish yo'nalishi tekshiriladi;

Energosistemaga generator ulanishi fazalari faza ko'rsatkich yordamida quyidagi sxemada tekshiriladi.



1.2-rasm. Generator ulanishi fazalarini faza ko'rsatkich yordamida tekshirish sxemasi

FKQ–fazalar ketma-ketlash qurilmasi PF–sistema yoki generator fazalarini qayta ulash ulagichi.

Laboratoriya sharoitida generatorni sistemaga ulash kuchlanish 30 V gacha chetlashganda, chastota chetlashuvi 2 [Gs] gacha va generator va sistema bir nomli fazalari siljish burchagi 20°gacha bo'lganda bajariladi.

O'lchashlar natijalari jadvalga tushirilsin.

1.1-jadval

Muvozanatlovchi tok, A	Generator parametrlarining tizim parametrlaridan siljishi								
	$\Delta U, V$			$\Delta f, Gs$			$\Delta \Theta, grad$		
	10	20	30	0,5	1,0	2,0	5	10	20
I_{muv}									

4. O'z-o'zini sinxronlash usuli uchun asosiy shartlar:

O'z-o'zini sinxronlash usuli, quvvati 165 [MVt] va undan yuqori bo'lgan Turbo generatorlarni va ixtiyoriy quvvatli Hidro generatorlarni Energetik tizimga ulash uchun qo'llaniladi.

1. Sinxron generatorning aylanish chastotasi va tarmoq chastotasi sirpanishi yoki chastotalar farqi 2,5% dan ko'p bo'lmasligi kerak;

2. Generator ulanishdan oldin uyg'onmagan, qo'zg'atish chulg'ami so'ndiruvchi qarshilik orqali qisqa tutashtirilgan bo'lishi kerak; gidrogeneratorlar tarmoqqa o'z-o'zini sinxronlash usuli bilan avtomatik ravishda tez ishlatish tartibotida ulanishi kerak. Tez ishga tushirishda amallar ketma-ketligi sinxron osti tezligida burilishgacha gidroagregatni normal ishga tushirish kabidir. Sinxron osti tezlikka (95%) erishganda o'z-o'zini sinxronlash qurilmasi ishga tushadi. Bu qurilmalarning asosiy elementi ikki chulg'amli tezlik nazorat releidir. Uning bir chulg'ami stansiya kuchlanish transformatori shinalariga, ikkinchisi generator kuchlanishiga ulanadi. Berilgan sirpanishga erishganda (u 2% teng) sinxronlash nazorat rele kontaktlari tutashtiriladi va generator uzgich ulashga buyruq beradi. Uzgich ulangandan keyin darhol uning blok kontaktlaridan uyg'otishga buyruq beriladi va generator maydoni ortishida u sinxronlashga kirishadi.

Quyida generatorni energosistemaga o'z-o'zini sinxronlash usulida ulashning prinsipial sxemasi keltirilgan.

Ulanish vaqtida o'z-o'zini sinxronlash toki

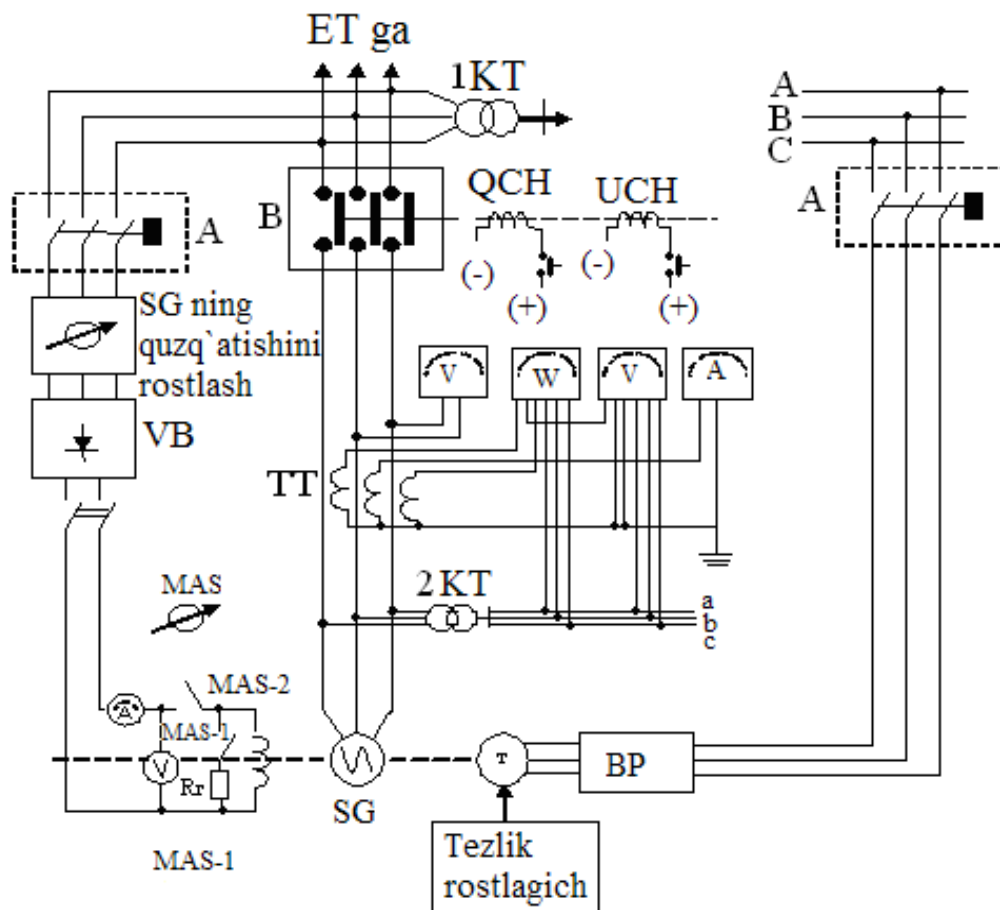
$$I = 1,05 \cdot U_{nom} / (X_s + X_d)$$

bunda X_s -ulanayotgan generator quvvatiga keltirilgan tarmoq nisbiy qarshiligi; U_{nom} -ulanayotgan generator qo'llanishiga keltirilgan tarmoq faza kuchlanishi.

5. Generatorning sinxron kompensator rejimida ishlashi:

Energosistemada reaktiv quvvat yetishmasligi yoki ortiqchaligida sinxron generator uyg'otish tokining boshqarilishi keng diapazonli sinxron kompensator tartibida ishlashi mumkin. Salt yurish tokiga teng uyg'otish tokida u tarmoqdan mashinadagi

isroflarga teng kichik aktiv quvvat oladi. Agarda uyg'otish tokini kamaytirilsa (uyg'otishdan oldingi rejim), unda generatorning energosistemadan olayotgan tokida uyg'otish yetishmasligi qancha katta bo'lsa, shuncha induktiv tashkil etuvchi paydo bo'ladi.



1.3-rasm. Laboratoriya stendining prinsipial sxemasi

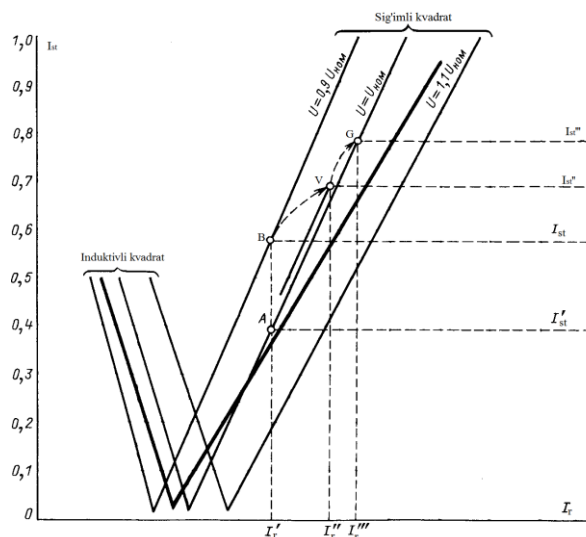
Uyg'otishdan qayta rejimda generator oldinga o'tuvchi tok oladi va tarmoqqa sig'im toki beradi.

Aytilganlardan stator toki I va uning fazasiga uyg'otish tok kuchi I_r ta'sir qilishi kelib chiqadi.

Stator va rotor toklari orasidagi bog'lanish $I_g = I_{q0'z}$ stator chiqish klemmlarida turli o'zgarmas kuchlanishlarda V-tur chiziqlar to'plamidan iborat.

Chiziqlarning o'ng tarmoqlari kompensatorning sig'im kvadratida chapi induktiv kvadratiga mos keladi.

Sinxron generator V-tur xarakteristikasi grafigi ko'rinishga ega.



1.4-rasm. Sinxron kompensator rejimida ishlayotgan sinxron generatorning V-ko‘rinishdagi grafigi

$$U = const \quad P = const (0.5, 1.0, 1.5)$$

1.2-jadval

I_g, A										
$I_{qo'z}, A$										

6. Generatorning asinxron rejimda ishlashi:

Normal rejimda parallel ish rejimiga ulangan generatorlar sinxron ishlaydi. Bu barcha generatorlar sinxron rejimi, ular EYUK bir-xil chastotaliligi bilan xarakterlanadi va ular vektorlari birxil burchak tezligi bilan aylanadi. Ayrim yoki guruh generatorlar barqaror ishi yo‘qotilishi SG ni asinxron rejimda ishlashiga olib keladi.

Asinxron rejim bu-SG rotorining aylanish tezligi stator maydon aylanish tezligiga mos kelmaganidir.

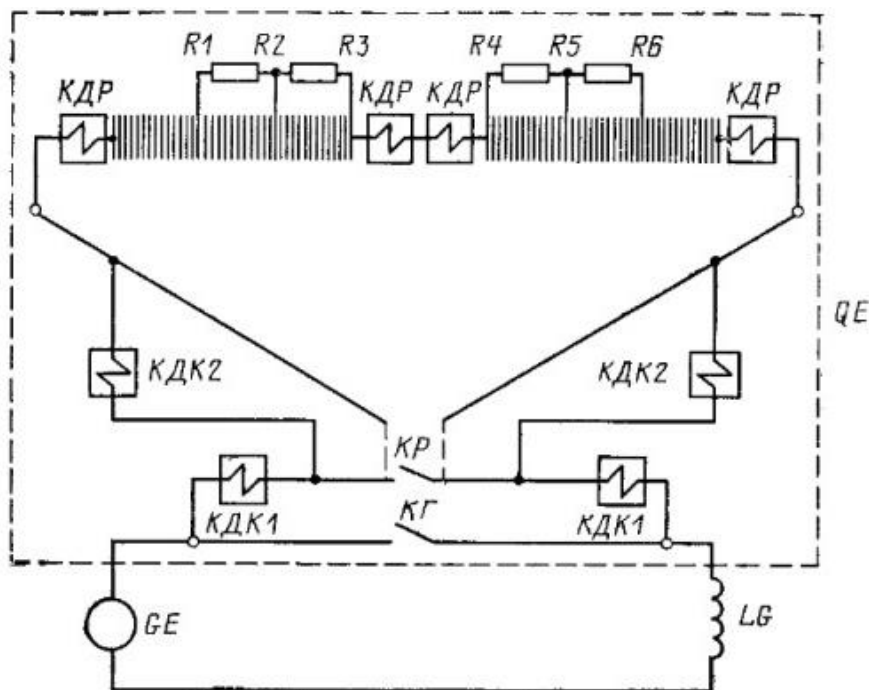
PTE (TEQ) ga ko‘ra: Turbogeneratorlarning asinxron rejimda kamaytirilgan yuklamada uyg‘otishsiz qisqa muddat ishiga yo‘l qo‘yiladi. Chulg‘amlari bilvosita sovitiluvchi turbogeneratorlar uchun ko‘rsatilgan rejimda nominal yuklamaning 60% gacha yo‘l qo‘yilishi mumkin, bunda ish davomiyligi 30 minutdan ko‘p emas. Rotorlari yig‘ma tishli gidrogeneratorlar va turbogeneratorlarning

asinxron rejimida uyg‘otishsiz ishiga yo‘l qo‘yilmaydi. Ayrim uyg‘otishli ixtiyoriy bir tur generatorlarning elektrostansiyaning boshqa generatoriga nisbatan noasinxron ishiga yo‘l qo‘yilmaydi.

7. Generatorning magnit maydonini so‘ndiruvchi qurilmasini ishlatish MAS:

Maydonni so‘ndirish maxsus so‘ndiruvchi avtomat MAS turi bilan amalga oshiriladi. SG maydonini so‘ndirishning uch usuli mavjud:

1. Uyg‘otish chulg‘aming so‘ndiruvchi qarshilikka o‘zgartirib ulanishi;
2. Maydonni yoy so‘ndirish panjarasi yordamida (MAS) (1.5-rasmga qarang);



1.5-rasm. Maydonni avtomatik so‘ndirish qurilmasi

3. Maydonni inverterli yo‘l bilan so‘ndirish.
Bunda AT-bosh kontaktlar;
KR-uzuvchi kontaktlar;
KDK1-magnitni puflash chulg‘aming birinchi bosqichi;
KDK2-uzuvchi kamera magnet puflash chulg‘aming ikkinchi bosqichi;

KDR-yoy soʻndiruvchi panjara puflash chulgʻami.

Maydonni soʻndirish avtomat qurilmasi SG generatorning quyidagi shikastlanishlarida oʻta muhim himoya elementidir;

1. Generator ichki qisqa tutashuvlarida QT;
2. Tok oʻtkazgichlarining kuch transformatorlarining kommutatsion apparatlarida (QT);
3. Stator zanjirlarida yerga tutashuvlarda;
4. Generatorning chulgʻamlarining bevosita suvli sovitish uchun suv oqimining toʻxtashida;
5. Uygʻotishni jadallashtirishdan voz kechishda;

Bunday barcha hollarda uygʻotish oqimini nolgacha tez kamaytirish kerak. Buning uchun OVG ni uygʻotish manbasidan uzish yetarli emas. Rotorning barcha magnet bogʻlangan konturlaridagi yigʻilgan maydon energiyasini sochish zarur, yana rotor chulgʻamining katta induktivligida tokni keskin kamayishida muqarrar hosil boʻladigan kuchlanish oshishlaridan qutilish kerak.

8. Generatorni avtomatik toʻxtatish algoritmi:

1. Hidroagregatni toʻxtatish buyrugʻi berilganidan keyin NA ochishni cheklovchi NA ni nolgacha yopadi:

2. NA ni ochilishining 30% gacha yopilgach generator oʻchirgichi uziladi:

3. Aylanishlar 95% dan kamaygach KGPV uziladi va uygʻotgich olinadi:

4. Aylanishlar 25% ga yetganda generator rotorining tormozlanishiga buyruq beriladi:

5. Generator toʻliq toʻxtagandan 1 minutdan keyin toʻxtash sxemasi sinchiklab tekshiriladi:

Nazorat savollari

1. Energosistema bilan generatorni qoʻlda aniq sinxronlash qanday bajariladi?
2. Sinxron generatorda MAS ning vazifasi va uni ishlatish?
3. Energosistemada generator asinxron ishining paydo boʻlish sabablari?

4. Sinxron generatorni sinxron kompensator rejimiga o'tkazish?
5. O'z-o'zini sinxronlanish usulining afzallik va kamchiliklari?
6. Generatorni energosistema bilan parallel ishlatish shartlari?
7. Hidrogeneratorni ishga tushirish va to'xtatish algoritmi?
8. Sinxronlash kolonkasining vazifasi?
9. Generatorni energosistemaga o'z-o'zini sinxronlash usulida ulash. O'z-o'zini sinxronlash sxemasining ish prinsipi?
10. Sinxron generatorni energosistema bilan fazalash qanday bajariladi?

2 - LABORATORIYA ISHI

KUCH TRANSFORMATORINI ISHLATISH

Ishdan maqsad:

Kuch transformatorlarini ishlatish jarayonida hosil bo'ladigan amaliy ko'nikmalarni egallash.

Ishchi dastur:

1. Transformatorni tashqi tomondan ko'zdan kechirish;
2. Transformator chulg'amlarining izolyatsiya qarshiligini o'lchash;
3. Transformator chulg'amlarining izolyatsiyani namligini aniqlash;
4. Transformator chulg'amlarining o'zgarmas tokka qarshiligini o'lchash;
5. Barcha tarmoqlarda transformatsiya koeffitsiyentini o'lchash;
6. Uch fazali transformatorlarning ulanish guruhini tekshirish;
7. Transformatorning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan o'ta yuklanish davomiyligini ikki usul bilan aniqlash;
8. Transformatorning chulg'amlari izolyatsiyasining qizish darajasini aniqlash;

Ishni amalga oshirish:

1. Transformatorni ko‘zdan kechirish. Pasport ma’lumotlarini yozish;

2. Transformator har bir chulg‘aming korpus va boshqa chulg‘amlarga nisbatan izolyatsiya qarshiligini o‘lchash. O‘lchashni 2500 [V] da megger bilan 1 minutda bajarilsin;

Absorbsiya koeffitsiyenti $K_a=K_1/K_2$ ifodaga ko‘ra aniqlansin.

3. Transformator chulg‘amlarining o‘zgarmas tokka qarshiligi o‘lchansin. O‘lchash past va yuqori kuchlanish chulg‘am kavsharlarida Vitnston ko‘prigida bajarilsin. Transformator chulg‘amlari birikish joylari chiqishlarini belgilanish sxemalari bilan chizilsin;l

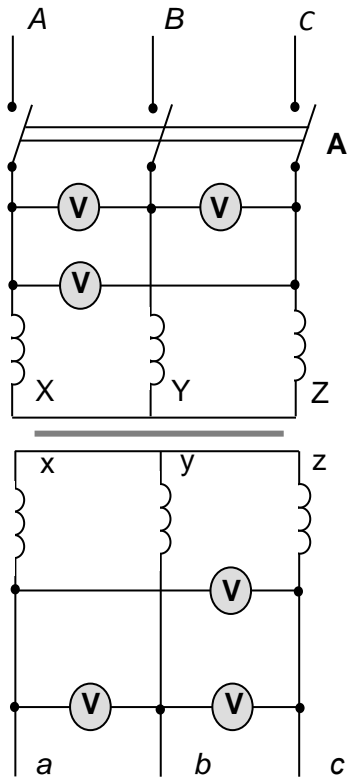
4. Turli tarmoqlarda transformatsiya koeffitsiyentini o‘lchansin, buning uchun rasmdagiday sxema yig‘ilsin. 220 [V] kuchlanish faqat yuqori kuchlanish qismiga berilib va yuqori va past kuchlanish qismida bir vaqtda o‘lchansin. Tajribada texnika xavfsizligiga amal qilinsin;

5. Uch fazali transformatorlar ulanish guruhini tekshirish;

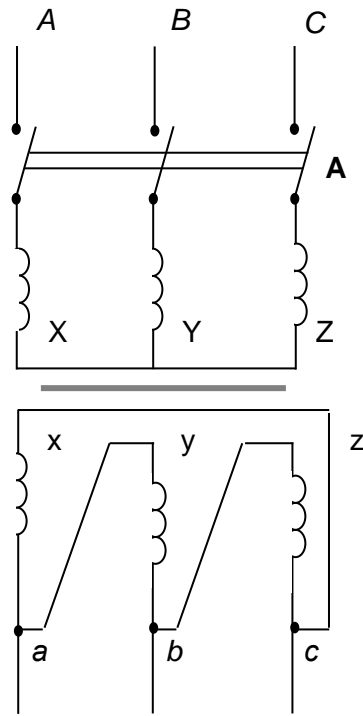
Uch fazali transformatorlar ulanish guruhini tekshirish ikki usul bilan o‘tkaziladi: 1-polyaromer usuli; 2–voltmetr usuli quyida uch fazali transformatorlar ulanish guruhini voltmetr usuli bilan tekshirish bayoni keltirilgan. Transformator yuqori kuchlanish AB qisqichiga 2-4 [V] li batareya ulansin, P_{st} kuchlanish ab, bc qisqichlariga navbatma-navbat millivoltmetr ulanib asbob og‘ishi belgilari yoziladi. Tajriba batareyani BC va AC qisqichlariga ulanib takrorlanadi.

O‘lchashlar jadvalga tushiriladi. Batareya ulanganda galvanometr strelkasi o‘ngga og‘gani plyus belgisi bilan, chapga og‘ishi minus bilan belgilansin. Har bir birikish guruhiga jadval mos keladi (2.3-rasmdagi 1-2-3- pog‘onalar).

Transformatorning yo‘l qo‘yiladigan yuklamalari nominal quvvatidan ortiq bo‘lishi mumkin. Quyidagi rasmda yuklamaning sutkalik grafigi keltirilgan. Sutkalik yuklama notekisligi tufayli transformatorning kechki, tonggi va kunduzgi soatlarda transformator to‘la bo‘lmagan yuklamada bo‘lsa, kechki maksimumda ishi ortiqcha yuklamadali ko‘rinadi.



2.1-rasm. \star/\star ulanish guruhli transformator



2.2-rasm. \star/Δ ulanish guruhli transformator

\star/Δ -1-guruh			
	AB	BC	CA
ab	+	0	+
bc	-	+	0
ac	0	+	+

\star/Δ --7-guruh			
	AB	BC	CA
cb	-	0	-
bc	+	-	0
ac	0	-	-

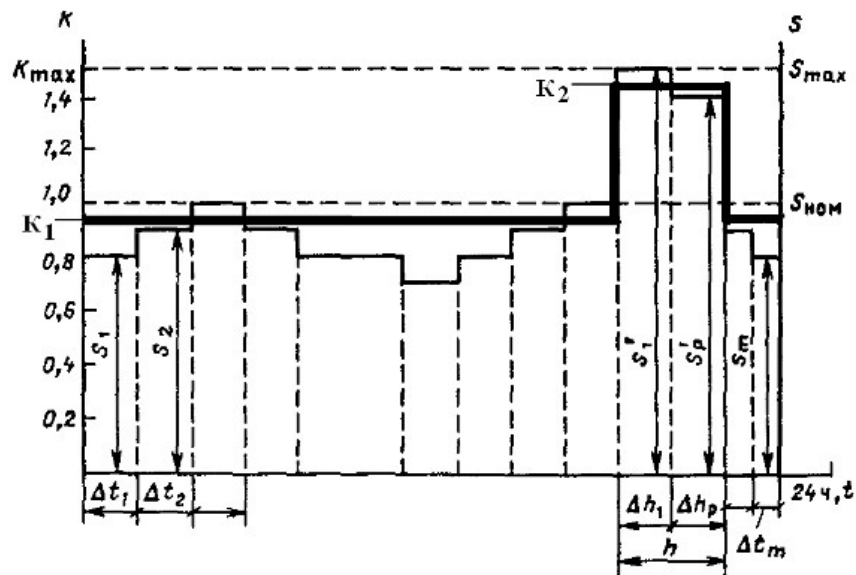
\star/Δ --11-guruh			
	AB	BC	CA
ab	+	-	0
bc	0	+	+
ac	+	0	+

\star/\star --12-guruh			
	AB	BC	CA
ab	+	-	+
bc	-	+	+
ac	+	+	+

\star/Δ --5-guruh			
	AB	BC	CA
ab	-	+	0
bc	0	-	-
ac	-	0	-

\star/\star --6-guruh			
	AB	BC	CA
ab	-	+	-
bc	+	-	-
ac	-	-	-

2.1-jadval
Transformatorlarning ulanish guruhlarini aniqlovchi jadval



2.3-rasm. Transformator yuklamasining ikki pog'onali sutkalik grafigini qurish

Ekvivalent grafik boshlang'ich yuklama ko'effitsiyenti

$$K_1 = \frac{1}{S_{nom}} \cdot \sqrt{\frac{S_1^2 \cdot \Delta t_1 + S_2^2 \cdot \Delta t_2 + \dots + S_m^2 \cdot \Delta t_m}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_m}}$$

bu yerda: S_1, S_2, \dots, S_m lar; $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_m$ intervaldagi yuklamalar

$$K_2' = \frac{1}{S_{nom}} \cdot \sqrt{\frac{(s_1')^2 \cdot \Delta h_1 + (s_2')^2 \cdot \Delta h_2 + \dots + (s_p')^2 \cdot \Delta h_p}{\Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_m}}$$

$h = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots + \Delta h_r$ intervaldagi maksimal yuklama ko'effitsiyenti.

Agar $K_2' > 0,9 K_{max}$, unda $K_2' = K_2$; agar $K_2' < 0,9 K_{max}$, u holda $K_2 = 0,9 \cdot K_{max}$ deb qabul qilinadi.

Grafik amal qilish vaqtida transformator sovitish sistemasi sovituvchi muhit o'rtacha temperaturasini bilgan holda, sistematik yuklama yo'l qo'yish davomiyligi aniqlanadi.

Misol: Transformator sistematik yuklama yo'l

qo'yish davomiyligi aniqlansin, sovitish sistemasi M (yoki D) $K_1 = 0,5$ va $K_2 = 1,2$ havo temperaturasi $+20^\circ C$ bo'lganda o'rtacha havo temperaturasi $0^\circ C$ va oldingi yuklamada K_1 yo'l qo'yiladigan

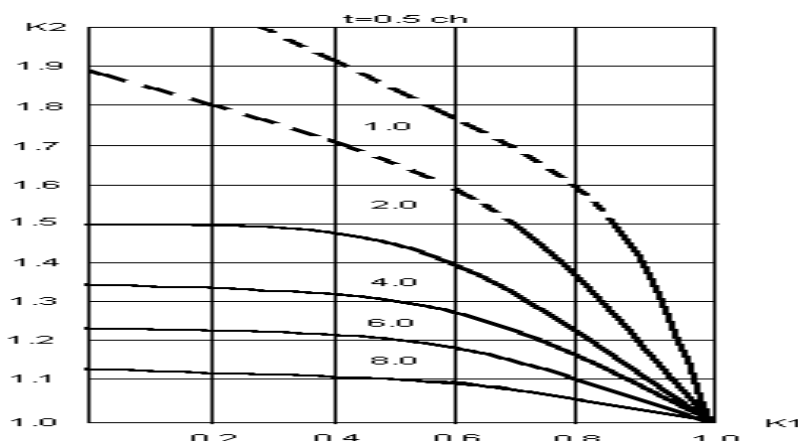
yuklama va avariya yoki o'ta yuklama K_2 aniqlansin. Jadvaldan A ni $K_1=0,5$ va $K_2=1,2$ da topamiz. Yo'l qo'yiladigan davomiylik $K_2=1,23$ da $A=6S$. Jadvaldan yana $A=4S$ da yo'l qo'yiladigan davomiylikni topamiz. Avariya o'ta yuklamada izolyatsiya tuzilishi jadvallardan aniqlanishi mumkin. 2.2- jadvaldan $K_1=0,5$ va $K_2=1,7$ lardan $F=151$ qiymatni aniqlaymiz.

Izolyatsiya eskirishi $F=151 \cdot 0,10=15,1$ «normal sutka».

Berilgan K va K_2' hamda atrof-muhit xarorati $+20^{\circ}C$ da transformator sistematik yuklama yo'l qo'yish davomiyligi ikki usulda aniqlansin

2.2-jadval

Boshlang'ich yuklama koefitsiyenti K_1	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0
Maksimal yuklama koefitsiyenti K_2'	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8
Yo'l qo'yiluvchi davomiylik (grafik usul)							
Yo'l qo'yiluvchi davomiylik (jadv.usul)							
Izolyatsiya eskirishi							



2.4-rasm. Transformatorning yuklama imkoniyati grafigi

Nazorat savollari

1. Kuch transformatorining ulanish guruhi nimani anglatadi ($\Delta/\Delta-11$, $\Delta/\Delta-12$ va bosh.)?
2. Kuch transformatorining qanday sovitish sistemalari mavjud?
Kuch transformatorlarida kuchlanish boshqarish qanday amalga oshiriladi?
3. Kuch transformatoringni shinalarda qanday o'lchashlar amalga oshiriladi?
4. Yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan ortiqcha yuklama davomiyligi va izolyatsiya tuzilishi nimaga bog'liq?

3 - LABORATORIYA ISHI

TOK TRANSFORMATORLARINI ISHLATISH

Ishdan maqsad:

Tok transformatorlarining sinov vaqtida amaliy ko'nikmalarini olish, ular xossalarini o'rganish va xarakteristikalarini olish.

Nazariy ma'lumotlar:

Tok transformatorlari o'lchov transformatorlariga kiradi. Tok transformatorlari yuqori kuchlanish qurilmalarida va katta quvvatli past kuchlanishli qurilmalarida tok qiymatini o'lchash imkonini beradi. Tok transformatorlari birlamchi chulg'am, ikkilamchi chulg'am va po'lat o'zakdan tashkil topgan. Birinchi chulg'am zanjirga ketma-ket ulanadi va unda o'lchashlar o'tkaziladi, ikkinchi chulg'amga ketma-ket rele kA o'lchov asboblari (kichik qarshilikli tok asboblari) ulanadi.

Tok transformatorlari kuchlanish transformatorlari va kuch transformatorlaridan farqli sharoitda ishlaydi. Tok transformatorlarining ikkinchi chulg'amiga ulangan asboblarning chulg'am qarshiligi kam, shuning uchun transformator qisqa tutashuvga yaqin sharoitlarda ishlaydi. Tok transformatori uning eng yaxshi rejimi qisqa tutashuv rejimi hisoblanadi. Tok transformatorlari birinchi chulg'amidan, birlamchi amper o'ram $I W$,

ya'ni birlamchi magnit oqim F hosil qiluvchi barcha birlamchi tok I zanjirga ulangan.

Magnit oqimi ikkilamchi chulg'amda E.YU.K hosil qiladi:

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot W_2 \cdot B_m \cdot S \cdot W \cdot 10^{-6} [V]$$

Bunda: f-tok chastotasi [Gs]; B_m -o'zaklarda induksiya [Ts]; S-magnito'tkazgich o'zak kesim [sm^2]; W_2 -ikkilamchi chulg'am o'ramlar soni, E_2 ta'sirida yopiq ikkilamchi chulg'amda I-ikkilamchi amper o'ramlar I_j W_2 hosil qiluvchi, ya'ni birlamchi oqimga qarshi va magnitsizlovchi ta'sir ko'rsatuvchi ikkilamchi magnit yurituvchi kuch F ni hosil qiladi. Lekin oqimlar to'liq kompensatsiyalanmaydi, chunki po'lat o'zakdagi va asboblardagi isroflar natijasida magnitlovchi tok I va natijalovchi magnitlovchi kuch W, paydo bo'ladi. Buning oqibatida birlamchi va ikkilamchi toklar orasida proporsionallik buziladi va tokdan va burchakdan kelib chiquvchi xatoliklar hosil bo'ladi. Burchak xatoligini o'zak uchun maxsus transformatorga po'lat qo'llanib kamaytirish mumkin. Xatoligi tok transformatori ikkilamchi zanjiri qarshiligi Z_2 bilan bog'langan. Tok transformatoriga qancha ko'p asbob ulangan bo'lsa, ikkilamchi zanjir kabeli qancha uzun bo'lsa, ikkilamchi zanjir qarshiligi Z_2 tok xatoligi shuncha katta bo'ladi. Tok transformatorlari 0,2;0,5;1;3;10 va R (rele sinfi) aniqlik sinfiga ega bo'ladi. Har bir aniqlik klassiga ma'lum aniq xatolik tegishli bo'ladi. Xatolik oshganda transformator pastroq sinfdan ishlaydi. Shuni qayd qilish kerakki, ish paytida uning ikkilamchi chulg'amlari zanjiri doimo asboblar (kichik qarshilikli tok asboblari bilan) bilan berk bo'lishi zarur, yoki tutash bo'lishi kerak. Yuklama ostida bo'lgan zanjirni ochilishiga, hamda tok transformator zanjiriga katta qarshiliklar ulanishiga yo'l qo'yib bo'lmaydi. Bu holda zanjir ochiqlikda magnitsizlovchi magnit oqimi F_2 batamom yo'qoladi yoki ko'p kamayadi, ya'ni bu natijalovchi magnit oqimi F_n keskin oshishiga olib keladi. Magnit oqimi oshishi magnit o'tkazgichning kuchli qizishiga va ikkilamchi chulg'am qisqichlarida xizmat ko'rsatuvchi personal va izolyatsiya uchun xavfli katta E.YU.K cho'qqilari hosil bo'lishiga olib keladi.

Ishchi dastur:

1. Megommetr bilan transformator chulgʻamlarining izolyatsiya qarshiligini oʻlchash;
2. Chulgʻamlar aktiv qarshiligini oʻlchash;
3. Chulgʻamlar chiqish qutblanishini tekshirish;
4. Magnitlanish chizigʻini olish;
5. Transformatorning transformatsiya koeffitsiyentini oʻlchab olish;

Ishni bajarish:

Transformatorni kuzatib tashqi shikastlanish yoʻqligiga ishonch hosil qilinsin. Transformator pasporti yozib olinsin. Transformator chiqishlarining belgilanishiga eʼtibor qaratilsin.

1.1000 [V] li megger bilan transformator har bir chulgʻaming korpus va qoʻshni chulgʻamlarga nisbatan izolyatsiya qarshiligi oʻlchansin;

$$R_{choʻl/iz. yuq-choʻl}$$

$$R_{choʻl/iz. ik-korpus}$$

$$R_{choʻl/iz. yuq-korpus}$$

shu kabi boshqa chulgʻamlar uchun.

2. Vinston koʻprigida chulgʻamlar aktiv qarshiligi oʻlchansin. Oʻlchashda ulangan oʻtkazgichlar zich mustahkamligiga eʼtibor qaratilsin.

Biriktiruvchi simlar (oʻtkazgich) lar (tok transformatori chulgʻamlari bilan asboblarni biriktiruvchi oʻtkazgichlar) imkon boricha qisqa kesimi 2,5 [mm²] dan kam boʻlmasligi kerak. Simlar uchlikka ega boʻlmogʻi kerak.

3. Transformatsiya usuli bilan (polyaromer bilan) chulgʻamlar chiqish qutblarini va ularning belgilanishga mosligi aniqlansin;

Quyidagi sxema yigʻilsin, bunda: G-galvanometr, B-batareya (3 voltli) L₁, I₁, L₂, I₂-chulgʻam boshi va oxirining belgilari.

Tajribani texnika xavfsizligiga rioya qilinib oʻtkazilsin.

Transformatsiya koeffitsiyentini aniqlash

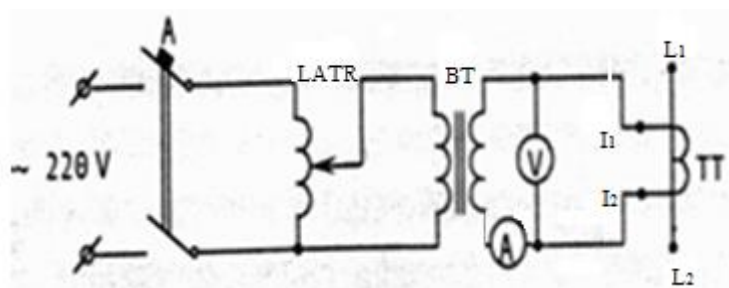
3.1-jadval

$I_1, [A]$	15	20	30
$I_2, [A]$			

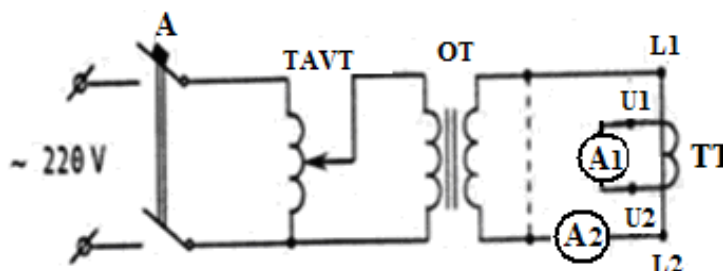
Galvanometr transformator ikkilamchi chulg'amiga ulansin. Birlamchi chulg'amga qisqa muddatga batareyadan kuchlanish berilsin. Tok transformator chiqishlari to'g'ri belgilanganda, simlar L_1 yoki U chiqishlarga ulanganda bir turli qutblarda galvanometrning o'ngga og'ishini olamiz.

4. Transformator magnitlanish chizig'ini olish;

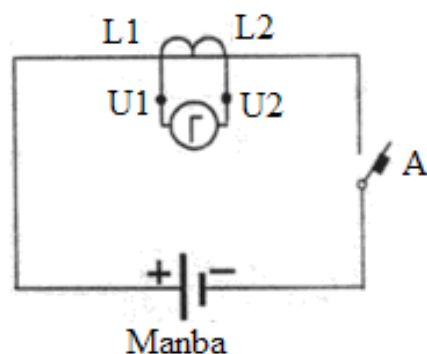
Bu xarakteristika transformator induksiyaning magnit maydon kuchlanganligiga bog'lanishini ifodalaydi. Xarakteristikani tekis noldan to transformator to'yinishigacha va teskarisini olish kerak. Rasmdagi sxemadan foydalanib volt-amper xarakteristikasi olinsin. Tok miqdorlarini ikkilamchi chulg'amga berib (0,1; 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 amper) 8 ta nuqta olinsin.



3.1-rasm. Magnitlash chizig'ini aniqlash sxemasi



3.2-rasm. Transformatsiya koeffitsiyentini aniqlash sxemasi



3.3- rasm. Chulg'am qisqichlarining qutblanishni aniqlash sxemasi

Rasmdagi sxemani yig'ilsin. Bunda A-ampermetr (0-5 [A]); V-voltmetr (0.-15 [V]) AT-avtotransformator (LATR). Olingan ma'lumotlar bo'yicha xarakteristika qurilsin. Ordinata o'qida kuchlanish qo'yilsin.

5.Transformator transformatsiya koeffitsiyenti o'lchansin. Sxemada kontaktlar mahkam zichligiga e'tibor qaratilsin. Transformator ikkilamchi chulg'am zanjiri uzilsa yuqori kuchlanish hosil bo'ladi. Tok transformatorining sxemada qatnashmagan qismlari tutashtirilsin. Rasmdagi 3.2-rasmdagi sxema yig'ilsin, bunda: LATR-laboratoriya transformatori; TT sinalayotgan transformator; VT-yordamchi transformator 12 [V] tomon sinalayotgan transformator yuqori kuchlanish qismiga ulanadi. A₂-ampermetr (0-5 [A]); A₁-ampermetr (0-50 [A]). Olingan transformator transformatsiya koeffitsiyenti uch o'lchanish o'rtachasiga teng bo'ladi. Tok transformatorining toki GOST bo'yicha 5 [A] yoki 1 [A] ga teng bo'ladi:

$$K = \frac{I_1}{I_2}$$

bu yerda: I_1 -tok transformatorining birlamchi toki; I_2 -tok transformatorining ikkilamchi toki.

Izoh: Ishlab chiqarish sharoitida yuqoridagi sinovlarga qo'shimcha ikkilamchi chulg'am izolyatsiyasi va transformator bosh izolyatsiya sinovlari oshirilgan kuchlanishlarda o'tkaziladi va yog'li transformatorlar baki birlamchi chulg'am kiritishlarida dielektrik

isroflarini o‘lchanadi. Birlamchi chulg‘am kiritishlarda dielektrik isroflarni o‘lchash Shering ko‘prigida amalga oshiriladi.

Nazorat savollari

1. Tok transformatorining belgilanishi?
2. Tok transformatorining tokli va burchakli qizishi nimaga olib keladi?
3. Tok transformatorining aniqlik sinfi?

4 - LABORATORIYA ISHI

KUHLANISH TRANSFORMATORLARINI ISHLATISH

Ishdan maqsad:

Amaliy ko‘nikmalar olish, apparatura sinovlarini o‘tkazish, kuchlanish transformatorlarining xossalarini o‘rgannish.

Ishchi dastur:

1. Transformator chulg‘amlarining izolyatsiya qarshiligini o‘lchash;
2. Chulg‘amlar aktiv qarshiligini o‘lchash;
3. Chulg‘amlar chiqish qutblanishini va ulanish guruhini tekshirish;
4. Transformator transformatsiya koeffitsiyentini o‘lchab olish;

Ishni bajarish:

Transformatorni qo‘zg‘atib tashqi shikastlanish yo‘qligiga ishonch hosil qilinsin. Transformator pasporti yozib olinsin. Transformator chiqishlarining belgilanishiga e‘tibor qaratilsin.

1.1000 voltli megger bilan transformator har bir chulg‘aming korpus va chulg‘amlariga nisbatan izolyatsiya qarshiligini o‘lchansin;

$R_{cho'l/iz. yuq-cho'l}$

$R_{cho'l/iz. ik-korpus}$

$R_{cho'l/iz. yuq-korpus}$

shu kabi boshqa chulgʻamlar uchun.

2. Vinston koʻprigida chulgʻamlar aktiv qarshiligi oʻlchansin. Barcha oʻlchashlarda ulangan oʻtkazgichlar yaxlitligiga va sxema kontaktlari zich mustahkamligiga eʼtibor qaratilsin;

3. Chulgʻamlar aktiv qarshilik oʻlchashlar chulgʻam kontakt birikmalari kuchlanish transformatori chiqishlari bilan zich-mustahkam ulanishini tekshirish uchun kerak. Uch fazali kuchlanish transformatorida oʻlchashlar fazalar chiqishlari va nol chiqish orasida oʻtkazilsin;

4. Bir fazali transformatorlarda chulgʻamlar chiqish qutblanishini va uch fazali transformatorlarda ulanish guruhini tekshirish;

5. Transformatorlarda chulgʻamlar qutblanishini ballistik turtki usulida tekshiriladi. Uch fazali transformatorlarda ulanish guruhi fazometr yordamida aniqlanadi. Odatda kuchlanish transformatorlarida chulgʻamlar birikish guruhi: ▲/▲-12;

Transformatorlarda qutblarni aniqlash quyidagi ketma-ketlikda oʻtkaziladi. Past kuchlanish chiqishlariga galvanometr ulansin. Yuqori kuchlanish shunday belgilangan chiqishlariga qisqa muddatli (tekkizish) kuchlanish 3 [V] li batareyadan qutblar rioya qilingan holda berilsin. Galvanometrning toʻgʻri (oʻng) ga ogʻishi plyus, teskarisi-minusga toʻgʻri keladi. Bir fazali transformatorlarda oʻzgaruvchan tok 220V kuchlanish yuqori kuchlanish tomoniga berilsin. Kuchlanishlar yuqori va past tomonlarda oʻlchansin. Keyin transformatorning transformatsiya koeffitsiyenti hisoblansin.

$$K = \frac{U_e}{U}$$

Uch fazali transformatorlarda oʻzgaruvchan tok 220V kuchlanish transformator yuqori kuchlanish tomoniga berilsin va kuchlanishlar bir vaqtda yuqori va past tomonlarda oʻlchansin. Oʻlchashlar 4.1-jadvalga tushirilsin.

Tajriba texnika xavfsizligi qoidalariga to‘la rioya qilingan holda o‘tkazilsin. Tajribani o‘tkazayotganda kuchlanishni faqat yuqori kuchlanish tomoniga berilsin, chunki aks holda kuchlanish nominaldan ko‘p katta bo‘ladi.

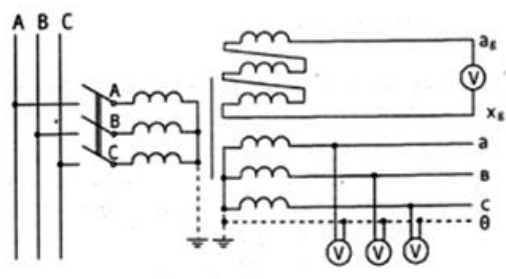
4.1-jadval

Transformator chulg‘amlari	A-B			B-C			A-C			$K = \frac{K_{ab} + K_{bc} + K_{ac}}{3}$
	U _{AB}	U _{ab}	K _{ab}	U _{BC}	U _{bc}	K _{bc}	U _{AC}	U _{ac}	K _{ac}	

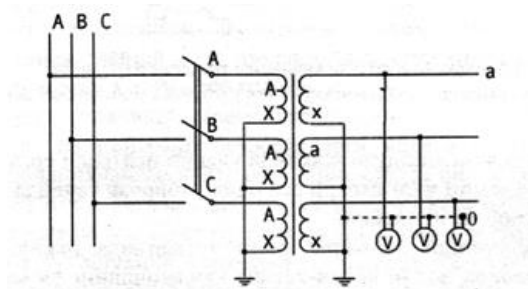
Kuchlanish transformatorlari birlamchi tomonida nominal kuchlanish GOST bo‘yicha 3 [kv], 6 [kv], 10 [kv], 35 [kv], 110 [kv], 154 [kv], 220 [kv], 330 [kv], 500 [kv], 750 [kv] ga teng. Ikkilamchi kuchlanish 100 [V] ga teng. O‘lchov KT transformatorlari chulg‘amlari birikish sxemalarini o‘rganish o‘lchov kuchlanish transformatorlari (KT) chulg‘amlari birikish sxemalarini o‘rganishda ko‘nikmalar olish. Kuchlanish transformatorlari (KT) yordamida uch fazali yuqori kuchlanishli o‘zgaruvchan tok zanjirlarida izolyatsiyani nazorat qilish usullarini o‘rganish.

Ishchi dasturi:

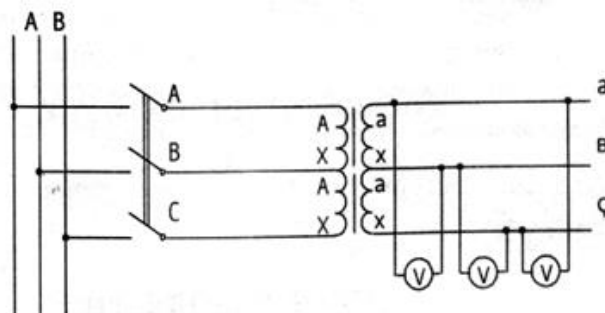
1. Uch fazali kuchlanish transformatori NTMI-6 tuzilishini va chulg‘amlarni ulanishini va chulg‘amlar birikish sxemalarini o‘rganish:



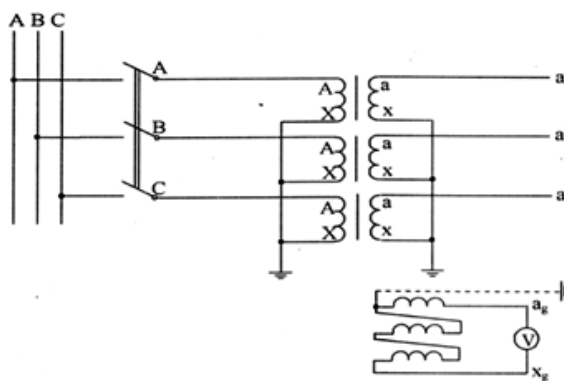
4.1- rasm. HTMI-6 kuchlanish transformatori chulg‘aming ulanish sxemasi



4.2-rasm. Y/Y (bir fazali) kuchlanish transformatori chulgʻamlarini ulanish sxemasi



4.3- rasm. Toʻliq boʻlmagan uchburchakda bir fazali kuchlanish transformatorining ulanish sxemasi



4.4- rasm. Bir fazali kuchlanish transformatori chulgʻamlarining “yulduz – yulduz–ochiq uchburchak” ulanish sxemasi

2. Rasmdagi sxema yigʻilsin. Birlamchi va ikkilamchi kuchlanishlarni oʻlchab, kuchlanish vektor diagrammalari qurilsin.

3. Bir fazali nom 6 turidagi KT tuzilishi oʻrganilsin. Navbatma-navbat uch fazali KT turli birikish sxemalari 4.2 va 4.4-rasmlarga koʻra yigʻilsin. Birlamchi va ikkilamchi kuchlanishlarni oʻlchab kuchlanishlar vektor diagrammalari qurilsin.

4. Kuchlanish transformatori transformatsiya

koefitsiyentini o'lchash sxemasi yig'ilsin.

5. Transformatorni ko'zdan kechirib tashqi shikastlanishlar sikliga ishonch hosil qilinsin, chulg'amlar chiqishlari belgilanishiga e'tibor qaratilsin.

6. Chulg'amlar birikish prinsipial sxemasini va uch fazali KT NTMI-6 magnit o'tkazgichini sxemasini chizilsin.

7. Rasmdagi sxema yig'ilib va TN NTMI-6 yuqori tomoniga 220 [V] kuchlanish berilsin. Yuqori va past tomonlarda kuchlanishlar o'lchansin, voltmetrlar ko'rsatishlari jadvalga yozilsin.

4.2-jadval

Chiziqli											

8. Uch fazali transformator normal simmetrik rejimi uchun kuchlanish vektor diagrammasi qurilsin.

9. Uch fazali besh sterjenli NTMI-6 transformator magnit o'tkazgich eskizida normal rejimda va yerga bir fazali qisqa tutashuv rejimda magnit oqimlar yo'li ko'rsatilsin.

10. Bir fazali KT birikish sxemalari yig'ilsin:

a) Chulg'amlar birikish sxemalari yuqori tomon yulduz, past tomon yulduz;

b) QT chulg'amlar birikish sxemalari yuqori tomon ochiq uchburchak;

d) Chulg'amlar birikish sxemalari nol ketma-ketlik kuchlanish olish uchun yuqori tomon yulduz, past tomon ochiq uchburchak (4.4-rasm).

Sxemani yig'ib 220 [V] kuchlanish yuqori tomonga berilsin. Yuqori va past tomonlarda kuchlanish o'lchansin. Voltmetrlar ko'rsatishlari 4.3-jadvalga tushirilsin,

e) Yulduz uchun jadval

4.3-jadval

AB	BC	ab	bc

f) QT ochiq uchburchak birikish sxemasi uchun (yuqori tomon yulduz, pastki tomon ochiq uchburchak).

AB			BC			CA		
U	U	U	U	U	U	U	U	U

Yuqori tomondan yulduz neytrali yerga ulangan.

KT (yulduz, ochiq uchburchak) birikish sxemasi nol ketma-ketlik kuchlanish filtridir. Nol ketma-ketlik kuchlanishini bir fazali KT yoki uch fazali besh sterjenli KT olish mumkin.

Birlamchi chulgʻamlar neytrali oʻta zich yerga ulangan yulduzda biriktiriladi. Ikkilamchi chulgʻamlar asbob ulanadigan ochiq uchburchakka biriktiriladi. Ikkilamchi qoʻshimcha chulgʻamda yuqori kuchlanish zanjirida yerga qisqa tutashuvlarda nol ketma-ketlik uch karralik kuchlanish $3 U_0$ hosil boʻladi.

OʻZGARUVCHAN TOK ZANJIRIDA IZOLYATSIYA NAZORATI

Umumiy maʼlumotlar:

Elektr tarmoqlar qismi yoki toʻliq ish ishonchliligi bus-butunicha elementlar izolyatsiya darajasiga bogʻliq. Elektr tarmoqlar eng keng tarqalgan shikastlanishi faza izolyatsiyasining yerga nisbatan, bu yerga bir fazali qisqa tutashuvlarga olib keladi. Yuqori kuchlanishli tarmoqlar izolyatsiyalangan neytralda (35 [kV] gacha kuchlanishda) va oʻta zich yerga ulangan neytralda (110 [kV] va katta kuchlanishlarda) bajariladi. Izolyatsiyalangan neytralli zanjirlarda bir fazali yerga tutashuv tokining avariyaaviy oshishiga olib kelmaydi, chunki u bu holda sigʻim xarakteriga ega. Agar bu zanjir sigʻimi katta boʻlsa, unda tutashuv bir fazali toklarini kamaytirish uchun bu sigʻimni maxsus induktivlik bilan kompensatsiyalashga toʻgʻri keladi, u qoida tariqasida transformator neytralida joylashtiriladi. Shuning uchun 35 [kV] gacha boʻlgan yuqori kuchlanish tarmoqlari quyidagicha nomlanish oldilar izolyatsiyalangan neytralli tarmoqlar, kompensiyalangan neytralli tarmoqlar. Bunday tarmoqlarda yerga bir fazali tutashuvlar aytilgandek tokning avariyaaviy oshishiga olib kelmaydi, lekin fazalar orasidagi KT ehtimolini hosil qilishini keltirib chiqaradi, u esa

tokning ko'p ortishi bilan kechadi va shikastlangan sohalarni rele himoyasi tomonidan darhol uzilishi kerakligiga olib keladi. Shuning uchun texnikaviy ekspluatatsiya qoidalari yerga bir fazali tutashuvlarda tarmoq sohasi 2 soatgacha ish vaqti bilan cheklashni ko'zda tutadi. Bu vaqtda personal shikastlanishni topish va bartaraf qilish zarur. Agar buni bajarib bo'lmasa, unda personal elektroenergiyani iste'molchilarga yetkazishining kamayishi tufayli zararlarni kamaytirish uchun choralar ko'rish kerak va 2 soat ichida bir fazali tutashuvlardan yuzaga kelgan shikastlangan sohani topish va avariya natijasida yuzaga kelgan shikastlanishlarning oldini olish kerak. Aks holda 2 soatdan keyin tarmoq o'chirilishi shart. Shunga bog'liq o'ta zich neytralli (110 [kv] va yuqori) bir fazali QT yo'l qo'yib bo'lmaydigan katta tokni keltirib chiqaradi va shikastlangan soha rele himoyasi tomonidan uziladi. Yuqoridagilarga ko'ra barcha elektr stansiyalarida va nim stansiyalarida yerga nisbatan biror faza izolyatsiya darajasining pasayishi ta'siriga javob beradigan qurilmalar bor. Yerga kichik tutashuv tokli tarmoqlarda (35 [kV] gacha) ular signalga ishlaydi, yerga katta tutashuv tokli tarmoqlarda (110 [kv] va katta) ular tok himoyasi bilan hamohang shikastlangan elementlarni uzishga ishlaydi. Izolyatsiya nazorati kuchlanish transformatorlar yordamida yulduz-yulduz va yulduz-ochiq uchburchak sxemasida bajariladi. Dastavval KT yulduz-yulduz usulida birikishini ko'rib chiqamiz. Bu birikish sxemasi har bir faza kuchlanishining o'lchash imkoni bilan xarakterlanadi. Har bir fazaga bir kuchlanish rele KR_A , KR_B va KR_C ulanib biz kuchlanish darajasini avtomatik nazorat qurilmasidan olamiz. Biror fazaning yerga nisbatan izolyatsiyasi yomonlashsa bu faza kuchlanishi kamayadi. Bu kuchlanish rele qaytish miqdoriga tenglashsa, uning normal ochiq kontakti yopiladi va ogohlantirish signali beradi, shu bilan personalni izolyatsiya kamayganidan ogohlantiradi. Qurilmaning to'g'ri ishini tekshirish va vizual nazorat uchun voltmetr V o'rnatiladi uni istalgan fazaga qayta ulagich R bilan ulash mumkin. Bu sxema kamchiligi uchta rele ulash zarurligi va RZ qurilmalari ishiga zarur bir fazali yerga tutashuvlarda hosil bo'ladigan nol ketma-ketlik kuchlanishini ajratish imkoni yo'qligidir. Rasmda KT yulduz-ochiq uchburchak ulangan qurilma

berilgan. Normal rejimda ochiq uchburchak chiqishida kuchlanish barcha uch faza kuchlanishlarining yig'indisiga va nolga teng:

$$I_{chiq} = i_a + i_b + i_c = 0$$

Biror faza izolyatsiyasining shikastlanishida (A faza misolida ko'ramiz) unda kuchlanish yangi qiymatni oladi va dastlabkidan D qiymatga kamayadi. $U_A' = U_A - \Delta U$; tegishli qiymatlarni ikkilamchi kuchlanishlar ham qabul qiladi $U_a' = U_a - \Delta U$.

Bunda shikastlanmagan fazalarda kuchlanish faza yo'qotishi miqdoriga ortadi, ya'ni

$$U_A' = U_A - \Delta U$$

$$U_c' = U_c \sim U_a$$

Ochiq uchburchakda bu kuchlanish qo'shiladi, natijada chiqishda

$$U = U_a' + U_b' + U_c' \cdot 0$$

paydo bo'ladi.

Bu miqdor yerga bir fazali tutashuvlarda hosil bo'ladigan nol ketma-ketlik uchlangan kuchlanishiga teng:

$$i_{chiq} = z \cdot i_0$$

Shunday qilib ochiq uchburchak nol ketma-ketlik kuchlanish filtridir. Uning chiqishiga maksimal kuchlanish relesi ulansa, bir rele bilan izolyatsiya nol ketma-ketlik kuchlanishining nazorat imkonini beradi va shunday fazalar qarshiligini yerga nisbatan bilish imkonini beradi. Vizual nazoratni voltmeter yordamida bajarish mumkin. Bunday sxema nol ketma-ketlikni signalga ta'sir qiluvchi va uzishga yerga qisqa tutashuvlardan himoyani soddalashtiradi, yana himoyani yo'naltirilgan qilishi mumkin. Yerga metalli tutashuvlarda (o'tish qarshiligsiz) faza birlamchi chulg'amiga qo'yilgan qoldiq kuchlanish nolga teng.

$$U_a = U_a$$

$$U' \wedge U_o - U_a \wedge U_b$$

B va C fazalar kuchlanishi chiziqligacha ortadi $\sqrt{3}$. Ochiq uchburchakda qo'shib, nol ketma-ketlik uchlangan kuchlanishini beradi:

$$i_{chiq} = U_a + U_b + U_c = z \cdot i_0 = z \cdot i_a$$

Hisobot mazmuni

Ish bo'yicha hisobot sinov sxemalari, natijalar jadvallari va barcha bandlar bo'yicha vektor diagrammalarni va xulosalarni o'z ichiga olishi kerak. Hisobotda ishchi dastur, sinov sxemalari, o'lchov natijalari, kuchlanishlar vektor diagrammalari, xulosalar keltirilishi kerak.

Nazorat savollari

1. Ishlaydigan kuchlanish sinflarini sanang:
 - a) Izolyatsiyalangan neytral bilan?
 - b) Yerga ulangan neytral bilan?
2. Yerga tututashuvda izolyatsiyalangan neytralda tarmoq ishi mumkinmi va nega?
3. Tarmoq izolyatsiyasining nazorati uchun qanday kuchlanish transformatorlarini qo'llash mumkin?
4. Yerga tutashuvda kuchlanish diagrammalarini quring:
 - a) B faza?
 - b) C faza?
5. Kuchlanish transformatorlarining vazifasi?
6. KT ikkilamchi chiziqli kuchlanish miqdori qancha?
7. KT ikkilamchi chulg'amlarining qanday birikish sxemalari mavjud?

5 - LABORATORIYA ISHI

KOMMUTATSIYA QURILMALARINI ISHLATISH

Ishdan maqsad:

1. Yuqori kuchlanishli apparatlarda sinovlar o'tkazish, amaliy ko'nikmalarini olish, uzgichlar tavsiflarini olish.
2. Saqlagichlar xossalarini o'rganish va eruvchi saqlagichlar xarakteristikalarini olish.

Umumiy ma'lumotlar:

O'chirgichlar elektr zanjirlarini yuklamada bo'lganda ulash va o'chirish uchun belgilangan yuklamada zanjirni uzganda kontaktlar orasida yoy hosil bo'ladi, uni o'chirgich so'ndirishi kerak. O'chirgichlarda yoy maxsus so'ndiruvchi kameralarda amalga oshiriladi. Ular yoy sohasini chegaralaydi va so'ndirishga yordam beradi. Kameralar yordamida yoy sohasida bo'ylama yoki ko'ndalang puflash hosil qilinadi. O'zgaruvchan tok elektr yoyi tokning noldan o'tishida so'nadi. Lekin o'chirgich kontaktida tiklanuvchi kuchlanish (ortiqcha kuchlanish). Kontaktlar oralig'i ionlashadi va yoy paydo bo'ladi. Shuning uchun tiklanuvchi kuchlanish bilan belgilanuvchi kontaktlar oralig'i biror maksimal miqdorga yetmaguncha yoy so'nmaydi. O'chirgichlarning quyidagicha turlari qo'llaniladi:

1. Yog'li kichik hajmli va ko'p hajmli.
2. Vakuumli.
3. Elegazli (so'ndiruvchi muhit ularda elegaz-6 ftorli oltingugurt).
4. Elektromagnit.
5. Vakuumli.

Bundan tashqari sinxron o'chirgichlar bo'lishi mumkin, ularda kontaktlar tokning nol simdan o'tishida uziladi. Bu lahzada yoy hosil bo'lmaydi. Agar bunda kontaktlarni tez tiklanuvchi kuchlanish bilan belgilanuvchi kontaktlar oralig'iga siljitsa, kontaktlarda kuchlanish oraliqni ionlashtirishga yetarli bo'lmasa, yoy bo'lmaydi.

Biroq kontaktlarni bu tezlikda ochish amalda qiyin, shuning uchun sinxron o'chirgichlar ishlab chiqishni sharoit talab etadi.

Ishchi dastur:

1. Qurilmaning izolyatsiya qarshiligini o'lchash.
2. O'chirgichning kontaktlar o'tish qarshiligini o'lchash.
3. O'chirgichning ulash va uzish vaqtini o'lchash.
4. Ulash va o'chirish qurilmasini tekshirish:
 - a) G'altak izolyatsiyasining qarshiligini o'lchash;
 - b) G'altak ochiq qarshiligini o'lchash;
 - d) Uzish chulg'ami ishlab ketish vaqtini o'lchash;
 - e) Kontaktor ishlab ketish va qaytish kuchlanishini o'lchash;
5. O'chirgich barcha faza ulanish birgaligini tekshirish.
6. Yuritma ishini tekshirish.
7. Kontaktlarning bir vaqtda ulanishini tekshirish.

Izoh: Yuqoridagi sinovlarga qo'shimcha ishlab chiqarish sharoitida quyidagi sinovlar o'tkaziladi:

1. Barcha chinnida tashqari kiritishlar dielektrik isroflar o'lchanadi. O'lchashlar Shering ko'prigida o'tkaziladi.
2. Oshirilgan kuchlanishda yuqori kuchlanish izolyatsiyasi, g'altak va ikkilamchi kommutatsiya zanjirlaridagi sinovlar.
3. O'chirgich harakatlanuvchi qismlar ulanish va uzilish tezliklarini o'lchash.
4. Kiritilgan tok transformatorlarining ishini tekshirish.
5. O'chirgichlarni ko'p karra ulash va uzishni normal, pasaytirilgan va ortiqcha kuchlanishlarda sinovlar. Sinovlar montajdan keyin har bir kuchlanishda 5 martadan o'tkaziladi.
6. O'chirgich yoyi sinovi.
7. Travers yurishini aniqlash.

Ishni bajarish tartibi:

Sinovlar quyidagi tartibda o'tkaziladi:

1. Qurilmani kuzatib tashqi nosozliklar yo'qligiga ishonch hosil qilinsin. O'chirgich pasport ma'lumoti yozilsin.

2. Megaohmmetr bilan harakatlanuvchi va qo'zgalmas qismlar izolyatsiya qarshiligining korpusga nisbatan har bir fazasini o'lchash:

faza A -R (harakatlanuvchi kontakt - korpus) R (qo'zg'almas kontakt - korpus) ;

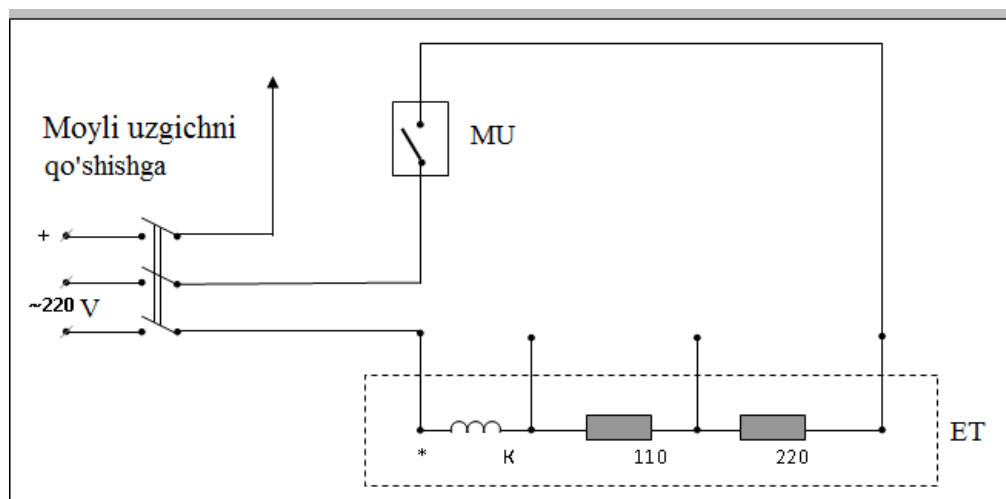
R (qo'zgal.kont.-harakat.kont.); Shu kabi boshqa fazalar uchun.

3. O'chirgich kontaktlari o'tish qarshiligini o'lchash. O'lchashlarni har bir fazada Vinston ko'prigida bajarilsin. O'chirgich holati ulangan.

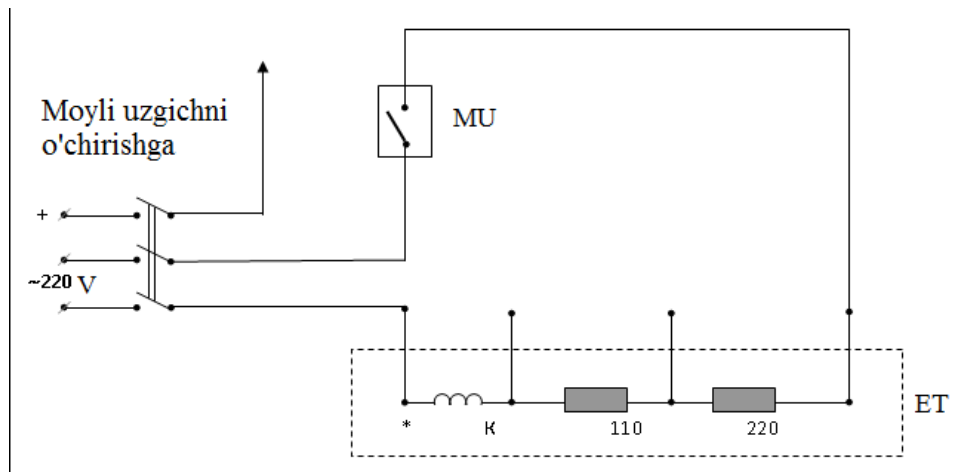
4. O'chirgichni ulash va uzish vaqtini o'lchash.

5. O'chirgichni ulash vaqtini o'lchash rasmdagi sxemada o'tkazilsin. O'chirgich uzish vaqtini o'lchash 5.2-rasmdagi sxema bo'yicha. O'chirgichga va sekundometrqa kuchlanishni bir vaqtda berish uchun uzgich R qo'llaniladi.

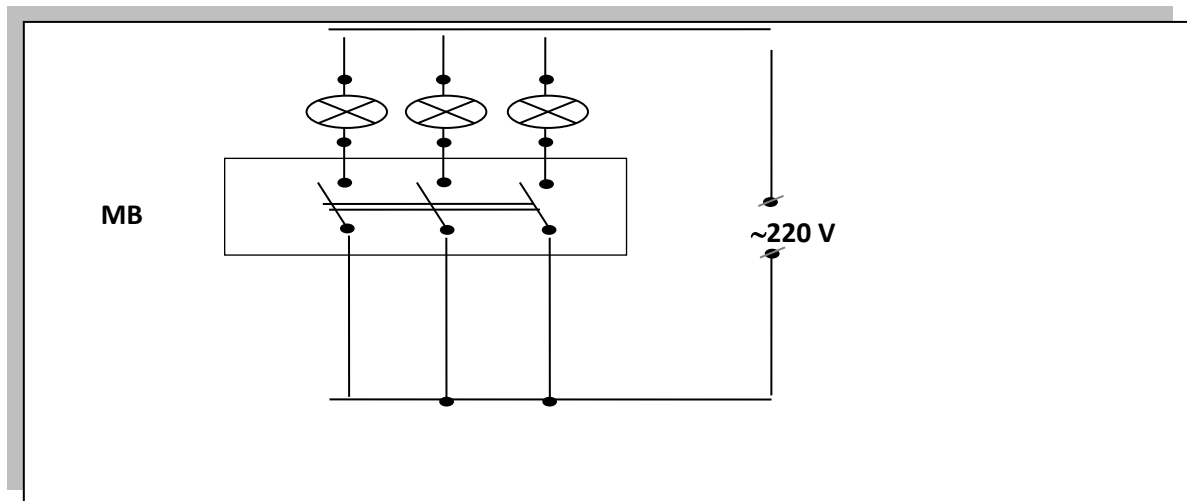
O'chirgich БМБ-10 ni ulash va uzish PS-1 turidagi elektromagnit yuritma bilan bo'ladi.



5.1-rasm. O'chirgichlarni ulanish vaqtini o'lchash sxemasi



5.2-rasm. O'chirgichlarni o'chirish vaqtini o'lchash sxemasi



5.3-rasm. Fazalarni bir vaqtda qo'shilishini aniqlash sxemasi

PS yuritmasi uzish chulg'amiga ega. Ulash chulg'ami 40-50 [A] tok iste'mol qiladi, shuning uchun u doimiy tok kontaktori yordamida ulanadi. Uzish chulg'amida tok 5 [A] ga teng. Barcha yuritmaga kiritilgan chulg'amlar quyidagi hajmda sinaladi:

- 1000 [V] megommetr bilan izolyatsiya qarshiligini o'lchash;
- barcha kavsharlanishlarda Vitston ko'prigi bilan ochiq qarshilikni o'lchash;
- Kontaktor g'altagi ishlab ketish va uzishga qaytish kuchlanishini o'lchash;

Uzish chulg‘ami va kontaktor ishga tushish va qaytish g‘altagi ishlab ketish qaytish kuchlanishini o‘lchash. Rasmdagi sxema yig‘ilsin, bunda: $R=1000$ [Om]; V voltmetr 0-300 [V].

Sxemaga kuchlanish berilsin. Kuchlanishini chulg‘am (kontaktor) ishlab ketguncha ko‘tarilsin. Ishga tushish kuchlanishi o‘lchansin. Keyin kuchlanishni kontaktor qaytguncha kamaytirilsin. Kontaktor qaytish kuchlanishi o‘lchansin. Natijani uch o‘lchov o‘rtachasi bo‘yicha hisoblansin. Qaytish koeffitsiyenti hisoblansin.

6. Fazalar bir vaqtda ulanishi quyidagicha aniqlanadi:
Rasmdagi sxema yig‘iladi

7. O‘chirgich sekin qo‘l yuritmasi dastagi bilan ulanadi. Har bir fazaning ulanganini bildiruvchi lampalar birga yonishi kerak.

8. Qurilma va yuritma ishini kuzatib, o‘chirgichni ulab uzilsin.

9. Sinov bayonnomasi tuzilsin.

Texnika xavfsizligiga amal qilish. Ulanishga yoki uzishga operativ tok berishdan oldin o‘chirgich oldidagi xodimlarni ogohlantirish kerak.

Nazorat savollari

1. Ishlaydigan kuchlanish sinflarini sanang?
- 2 Kontaktor g‘altagi ishlab ketish va uzishga qaytish kuchlanishini ayting?
3. Qaytish koeffitsiyentini tushuntiring?

6 - LABORATORIYA ISHI

ERUVCHAN SAQLAGICHLAR

Umumiy ma’lumotlar:

Eruvchan saqlagichlar elektr qurilmalarni qisqa tutashuv toklari ortiqcha yuklama toklaridan himoyalash uchun qo‘llaniladi. Saqlagichlar turli tuzilishga ega. Masalan, probkali saqlagichlar, yopiq fibroviy trubkali saqlagichlar, mayda qum zarra to‘ldirilgan saqlagichlar, otuvchi saqlagichlar PSN turli va h.k. Eruvchan saqlagichlarning asosiy qismi eruvchan qistirma (sim yoki

plastinka). Tok oshishi bilan eruvchan saqlagich erib himoyalalanuvchi zanjirni uzadi. Eruvchan saqlagich orqali o'tgan tok qancha katta bo'lsa u shunchalik tez erib, tez zanjirni uzadi. Zanjirni tokdan uzish vaqtining tokka bog'liqligi eruvchan saqlagichning himoya tavsifi deyiladi. Saqlagichning nominal toki va qistirmaning nominal tokini farqlash kerak. Saqlagich nominal tokida tok o'tkazuvchi kontakt qismlar mo'ljallangan tokni, qistirma nominal tokida eruvchan qistirma o'zi mo'ljallangan tokni tushinishi kerak. Saqlagich nominal toki deb qistirma uzoq vaqt erimay chidaydigan tok qabul qilinadi. Nominal tokdan 25-30% ortiq toklarda, saqlagich 1-2 soatlarda eriydi, nominaldan 50% katta tokda saqlagich 10-15 minut davomida eriydi, 100% oshiqcha yuklamada saqlagich 1 minutdan ko'p bo'lmagan vaqtda erishi kerak.

Ishchi dastur:

Eruvchan qistirma himoya (ampersekund) xarakteristikasini olish uchun laboratoriya stendida rasmdagi sxema yig'iladi. Bu sxemada: Tr-OSVU-0,5 (220/12 [V]) yordamchi transformator; AT laboratoriya avtotransformatori LATR; Dr qo'shimcha aktiv qarshilik 5 [Om]; TT laboratoriya tok transformatori K=50/5; A o'zgaruvchan tok ampermetr. Eruvchan saqlagich kesimi 0,25 [mm²] bo'lgan mis sim bilan to'ldiriladi. Himoya tavsifini olish quyidagi ketma-ketlikda o'tkaziladi. Sinaluvchi qistirma qisqichlarga qo'yilib R bilan va avtomat AV bilan shuntlanadi. Tarmoqdan kuchlanish berilib va LATR bilan ZOA tok qo'yiladi. Bundan keyin eruvchan qistirma shunti R uziladi va sekundometr bilan eruvchan qistirma erish vaqti qayd qilinadi. Tajriba bir necha marta tokning turli qiymatlarida (tok kamaytirib boriladi) takrorlanadi. Natijalar jadvalga tushiriladi.

6.1-Jadval

$t=f(I)$ bog'lanishni aniqlash

Tok [A]	30	28	26	24	22	20	18	16
Erish vaqti, [sek]								

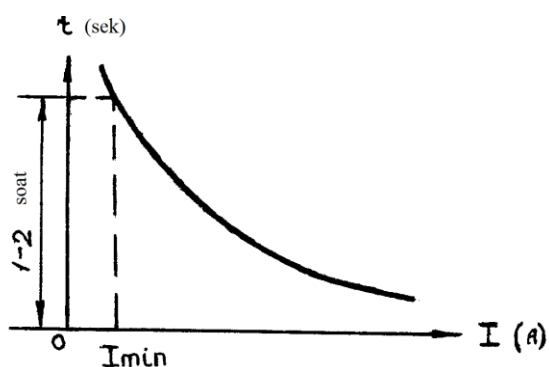
Jadval ma'lumotlariga ko'ra eruvchan qistirma vaqti tokka bog'liqligi kuruladi. Eruvchan qistirma himoya tavsifi rasmda keltirilgan, bunda I_{\min} —eng kam erituvchi tok. Eruvchan saqlagich eng kam toki bu eruvchan qistirma qizil ranggacha qizib lekin hali erib ketmaydigan tok. Eng kam erituvchi tok bu zanjir oshiq yuklama toki. Bu holda saqlagich qurilmani himoyalamaydi va u ishdan chiqishi mumkin. Saqlagich eng kam tokda erishi uchun metallurgiya ta'siri (yengil eruvchan metallarning qiyin eriydigan metallarni eritishi) qo'llaniladi. Eruvchi qistirmaga qalay, qo'rgoshin, yoki kavshar sharchasi o'tqaziladi. Eruvchan qistirma qiziganda bu sharcha erib, o'zida u joylashgan eruvchan qistirma bir qismini eritadi va eruvchan qistirma erib ketadi. Har bir saqlagich eruvchan qistirma eriganda hosil bo'lgan elektr yoyni so'ndirishi kerak.

Ish tugagach sinovlar bayoni tuzilib eruvchan qistirma tavsifi chizilib va saqlagichning elektr yoy so'ndirish usullari ifodalanishi kerak.

Tajribalar xavfsizlik qoidalariga rioya qilgan holda bajarilishi kerak

Hisobot maqsadi:

Ishchi dastur: Sinov natijalarini o'z ichiga olishi kerak.



6.1-rasm: Eruvchan saqlagichning himoya tavsifi

Nazorat savollari

Eruvchi qistirmaning himoya tavsifi nima deyiladi?

1. Saqlagich nominal toki va eruvchi qistirma nominal toki deb nimaga aytiladi?
2. Metallurgiya ta'siri nima?
3. Yuqori kuchlanishli o'chirgichlar vazifasi nimadan iborat?
4. O'chirgichlarning qanday turlari mavjud?
5. Yog'li o'chirgichlar yuritmalarining qanday turlari mavjud?
6. Yog'li o'chirgichlar sinov dasturiga nimalar kiradi?

1 - AMALIY MASHG‘ULOT

ELEKTR TARMOQLARIDAN ENERGIYA UZATISH NAZARIYASINING ELEMENTLARI

Ma'lumki, elektr energiyani uzatish jarayoni simlarning elektromagnit maydoni tufayli amalga oshiriladi va bu jarayon to'liqinsimon xususiyatga ega bo'lib, bunda energiyaning isrofi sodir bo'ladi, ya'ni tok simlar va transformatorlardan oqayotganda ularning befoyda qizishini yuzaga keltiradi. Bu isrof yuklama toklari bilan bog'liq bo'lganligi tufayli yuklamali deb aytiladi. O'rtacha, isrof uzatilayotgan quvvatning 10% ni tashkil qilib, davlat uchun bir yilda yuz millionlab so'm zararga aylanadi. Yil davomidagi bu isrofga ketadigan xarajatdan tashqari bunday sistemalarda isrofnı qoplash uchun stansiya qurilmalariga qo'shimcha uskunalar, reaktiv energiya kompensatsiyasi uskunalari, qo'shimcha xodimlar, yoqilg'i va boshqalar uchun bir vaqtning o'zida sarflanadigan qo'shimcha mablag' zarurdir. Shuning uchun bu isrofnı kamaytirish yo'llarini qidirib, tadbirlarini ishlab chiqarmoq uchun doimiy ilmiy-tekshirish ishlarini olib bormoq zarurdir. Asosan yangicha yo'l bilan energiyani uzatishga yuqori o'tkazuvchanlik liniyalari tegishlidir, bularda energiya 4°C haroratgacha sovitilgan maxsus qotishmalaridan bajarilgan simlar orqali uzatiladi. Bunday liniyalarnı yaratishning asosiy qiyinchiliklari past haroratni ushlab turishdir. Katta oqimdagı energiyani isrofsiz uzatish uchun juda ko'p muammo va masalalarnı yechish kerak.

Liniyalardagi quvvat isroflarini aniqlash:

Uch fazali o'zgaruvchan tok liniyalaridagi aktiv va reaktiv quvvatlar isrofi, agar liniyaning o'tkazuvchanliklarini ($V=0$, $G=0$) hisobga olmasak:

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R = 3 \cdot (I_a^2 + I_r^2) \cdot R \quad (1.1)$$

$$\Delta Q = 3 \cdot I^2 \cdot X = 3 \cdot (I_a^2 + I_r^2) \cdot X \quad (1.2)$$

Bu yerda R va X–liniyaning aktiv va induktiv qarshiliklari.

I_a va I_r –yuklama to‘liq toki I ni aktiv va reaktiv tashkil etuvchilarining qiymatlari.

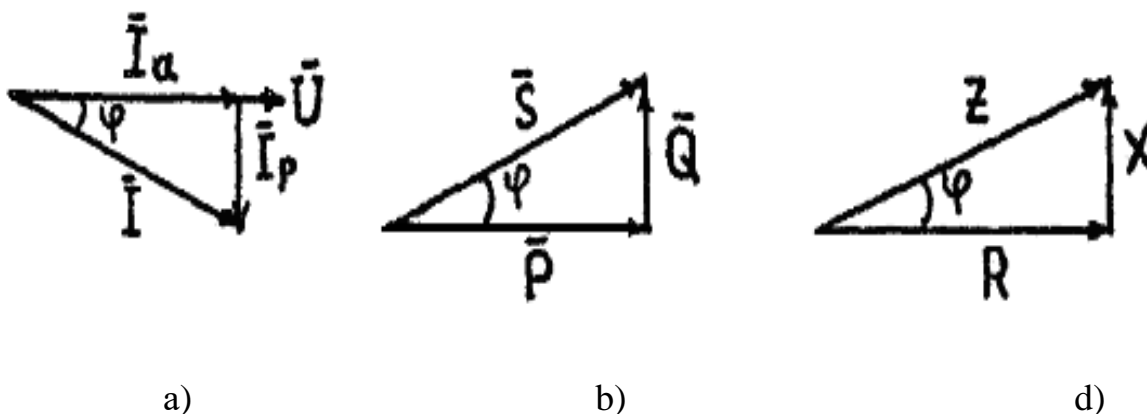
Bizga ma’lumki:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi; \quad Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (1.3)$$

To‘liq tok (I) ni qiymatini uning aktiv va reaktiv tashkil etuvchilari orqali ifodalaymiz.

$$I \cdot \cos \varphi = I_a; \quad I \cdot \sin \varphi = I_r \quad (1.4)$$

I_a va I_r - qiymatlarini (1.3) ga qo‘yib topamiz:



1.1^a.-rasm. Tok, quvvat va qarshilik uchburchaklarining tavsiflari

$$P = \sqrt{3} \cdot I_a \cdot U; \quad Q = \sqrt{3} \cdot I_r \cdot U \quad (1.5)$$

Undan

$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U}; I_r = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot U}$ -aniqlangan ifodani (1.1) va (1.2) ga qo‘yib, quyidagi ifodani topamiz:

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R = 3 \cdot \left(\frac{P^2}{3 \cdot U^2} + \frac{Q^2}{3 \cdot U^2} \right) \cdot R = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R = \frac{S^2}{U^2} \cdot X \quad (1.6)$$

$$\Delta Q = 3 \cdot I^2 \cdot X = 3 \cdot \left(\frac{P^2}{3 \cdot U^2} + \frac{Q^2}{3 \cdot U^2} \right) \cdot X = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot X = \frac{S^2}{U^2} \cdot X \quad (1.7)$$

Bu yerda “S” 1.1^a- rasmga asosan to‘liq quvvat.

Olingan ifodalardan quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Aktiv va shuningdek reaktiv quvvatlar isrofi R va Q ga bog‘liqligi.

2. Isroflar (ΔQ ΔP) kuchlanish kvadratiga teskari proporsionalligi. Shuning uchun kuchlanishning kichik biror qiymatga o‘zgarishi quvvat isrofining kamayishiga olib keladi. Ammo kuchlanishni ko‘tarish qo‘shimcha mablag‘ni talab qiladi.

3. Liniyaga bir necha yuklamalar bo‘lsa, liniyadagi quvvat isrofi har bir o‘rnatilgan yuklamalardan hosil bo‘lgan isroflar yig‘indisiga teng bo‘ladi.

$$\Delta P_1 + j_{\Delta} Q_1 + \Delta P_2 + j_{\Delta} Q_2 + \Delta P_3 + j_{\Delta} Q_3 + \dots + \Delta P_n + j_{\Delta} Q_n = \Delta P_{\Sigma} + \Delta Q_{\Sigma}$$

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \dots + \Delta P_n$$

$$\Delta Q_{\Sigma} = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 + \Delta Q_3 + \dots + \Delta Q_n$$

Bu yerda ΔR_1 , ΔR_2 va ΔQ_1 , ΔQ_2 —tegishli (1.6) va (1.7) ifodalari orqali aniqlanadi.

4. Liniya uzunligi davomida yuklama bir xil taqsimlanganda quvvat isrofi liniyaning butun uzunligi mobaynida simning kesim yuzasini bir xil deb qabul qilamiz:

Uzunlik birligidagi liniyaning yuklamasini i_0 desak, unda $i_0 = I/L$, A/km, liniyada jamlashgan juda kichik dl masofadagi yuklama $id\ell$ bo‘ladi.

Tok tufayli yuzaga keladigan, qarshiliklari $z_0 = r_0 + jx_0$ bo‘lgan $id\ell$ uzunlikdagi liniyada quvvat isrofi:

$$d(\Delta P) = 3 \cdot (i \cdot l)^2 \cdot r_0 \cdot dl$$

Butun ko‘rilayotgan L - uzunlik liniyasidagi ΔR aniqlash uchun 0 va L oralig‘idagi hamma juda kichik (ΔR) qiymatlarini qo‘shib chiqamiz, ya’ni,

$$\Delta P = \int_0^L 3 \cdot (i_0 \cdot \ell)^2 \cdot r_0 \cdot d\ell = 3 \cdot i_0^2 \cdot r_0 \cdot \int_0^L \ell^2 \cdot d\ell = 3 \cdot i_0^2 \cdot r_0 \cdot \left| \frac{\ell^3}{3} \right|_0^L = I^2 \cdot R = \frac{P^2 + Q^2 \cdot R}{3 \cdot U^2} \quad (1.8)$$

shunga o'xshash

$$\Delta Q = I^2 \cdot X = \frac{P^2 + Q^2}{3 \cdot U^2} \cdot X \quad (1.9)$$

Shunday qilib, yuklama liniya davomida bir xil taqsimlanganda quvvat isrofi xuddi shu yuklama liniyaning oxirida bo'lganiga nisbatan uch marta kam bo'ladi, ya'ni (1.4), (1.5), (1.8) va (1.9) ifodalarni taqqoslang.

5. Uch fazali tarmoqlarda bir fazaliga nisbatan quvvat isrofi kam hisoblanadi. Haqiqatan uch fazali tarmoqlar uchun:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_3; \quad I_3 = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (1.10)$$

Bir fazali tarmoqlar uchun:

$$S = U \cdot I; \quad I_1 = \frac{S}{U} \quad (1.11)$$

Uch fazali tarmoq uchun quvvat isrofi:

$$\Delta P_3 = 3 \cdot I_3^2 \cdot R_3; \quad \Delta Q = 3 \cdot I_3 \cdot X_3 \quad (1.12)$$

Bir fazali tarmoq uchun:

$$\Delta P_1 = 2 \cdot I_1^2 \cdot R; \quad \Delta Q_1 = 2 \cdot I_1 \cdot X_1 \quad (1.13)$$

(1.10) va (1.11) ni tegishli bo'lgan (1.12) va (1.13) ga qo'yganimizdan keyin, quyidagilarni olamiz:

Uch fazali tarmoq uchun quvvat isrofi:

$$\Delta P_3 = \frac{S^2}{U^2} \cdot R_3; \quad \Delta Q_3 = \frac{S^2}{U^2} \cdot X_3 \quad (1.14)$$

Bir fazali tarmoq uchun:

$$\Delta P_1 = \frac{2 \cdot S^2}{U^2} \cdot R_1; \quad \Delta Q_1 = \frac{2 \cdot S^2}{U^2} \cdot X_1 \quad (1.15)$$

(1.14) va (1.15) taqqoslashdan ko‘ramizki, haqiqatan bir fazali tarmoqlarga nisbatan uch fazali tarmoqlarda quvvat isrofi 2 marta kam. Ammo, bir fazali sistemada ikkita sim, uch fazalida esa uchta. Metall isrofini bir xil qilish uchun uch fazali liniyada simlarning kesim yuzasini bir fazaliga nisbatan 1.5 marta kamaytirish kerak. Shuncha marta qarshilik oshadi, ya’ni $R_3=1,5R_1$. Bu qiymatni ΔR_3 ga qo‘ysak:

$$\Delta P_3 = (1,5 \cdot S^2 / U^2) \cdot R_1$$

ya’ni bir fazali liniyalarda quvvat isrofi $2/1,5=1,33$ marta uch fazaliga nisbatan ko‘p bo‘ladi.

2 - AMALIY MASHG‘ULOT

TRANSFORMATOR VA AVTOTRANSFORMATORLARDA QUVVAT ISROFINI ANIQLASH

1. Transformator va avtotransformatorlardagi aktiv va reaktiv quvvat isrofi ularni salt yurish quvvat isrofiga (G_T va B_T - o‘tkazuvchanliklardagi) va qisqa tutashuv quvvat isrofiga ΔR_T , ΔQ_T (chulg‘amlar qarshiligi R_T va X_T dagi) larga bo‘linadi. Transformatorlarni e’tiborga olib, uzatish liniyalarini hisoblashda, o‘tkazuvchanliklar G_T va B_T tegishli yuklama ko‘rinishda hisobga olinib, uzatilayotgan quvvat tenglamasiga (balansiga) kiradi. Transformatorning po‘lat o‘zagini qayta magnitlash uchun va uyurma toklar tufayli bo‘ladigan aktiv quvvat isrofi (aktiv o‘tkazuvchanlik G_T ga bog‘liq) transformatorlar hujjatida beriladigan nominal kuchlanish U da salt yurishdagi isrofi orqali topiladi. Bunda, yuqori chulg‘amidagi salt yurish toki sababli

ajraladigan quvvat juda kam bo‘lganligi uchun quyidagi ifoda to‘g‘ri bo‘ladi.

$$\Delta P_{po'l} \approx \Delta P_{s.yu} \approx U_N^2 \cdot G_T \quad (2.1)$$

2. Transformator magnitlanishidagi reaktiv quvvat (Q reaktiv o‘tkazuvchanlik B_T ga bog‘liq) nominal tokka nisbatan foiz hisobida ifodalanadigan transformatorning salt yurish tokidan topiladi. Salt yurish tokining aktiv qismi juda kichik bo‘lganligi uchun $I_{po'lat}=0$ deb faraz qilsak, magnitlanish quvvati quyidagiga teng bo‘ladi.

$$\Delta Q_{po'l} = \Delta Q_{s.yu} = \frac{I_{s.yu} \% \cdot S_N}{100} = U^2 \cdot B_T \quad (2.2)$$

3. Chulg‘amlarni qizdiradigan qisqa tutashuvdagi aktiv quvvat isrofini (bu isrof misdagi quvvat isrofi deb aytiladi) ifoda orqali aniqlangan qarshilik yordamida topish mumkin, ya’ni:

$$\Delta P_T = \frac{P^2 + Q^2}{U_N^2} \cdot R_T \quad (2.3)$$

1. Shunga o‘xshash qarshilik X_T aniqlab, magnit oqimini yoyilishidan yuzaga keladigan reaktiv quvvat isrofi topiladi:

$$\Delta Q_T = \frac{P^2 + Q^2}{U_N^2} \cdot X_T \quad (2.4)$$

Bunda (2.3) va (2.4) ifodalardagi nominal kuchlanish transformatorning bevosita hisoblanayotgan liniyaga ulangan tarafidagi kuchlanishdir. Ifoda (2.3) boshqa ko‘rinishda bo‘lishi mumkin. Malumki, $I=I_N$ bo‘lganda qisqa tutashuv isrofi:

$$\Delta P_{Q,T} \approx 3 \cdot I_N^2 \cdot R_T = \frac{S_K^2}{U_N^2} \cdot R_T \quad (2.5)$$

Yuklama tokining boshqa qiymatida ham bir transformatoridagi isrof:

$$\Delta P_T = 3 \cdot I^2 \cdot R_T = \frac{S^2}{U_H^2} \cdot R_T \quad (2.6)$$

O‘zaro munosabatdan $\Delta P_T / \Delta P_N$ ni topamiz:

$$\Delta P_T = \Delta P_N \cdot (S / S_N)^2 \quad (2.7)$$

(2.3) va (2.4) ifodalar, ikki chulg‘amli va shuningdek uch chulg‘amli transformatorlar uchun ularning chulg‘amlarida har qanday yuklama bo‘lganda ham quvvat isrofini aniqlashga yaroqlidir.

Oxirgi holda transformatorning umumiy yuklamasi o‘rniga ifodaga uning chulg‘amlarining yuklamasi qo‘yiladi, hamda R_T va X_T qarshiliklar o‘rniga almashtiruv sxemasidagi tegishli chulg‘amlar qarshiligi qo‘yiladi.

Umumiy quvvat isroflari, quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi:

$$\begin{aligned} \Delta P_{T\Sigma} &= \Delta P_T + \Delta P_{s.yu} \\ \Delta Q_{T\Sigma} &= \Delta Q_T + \Delta Q_{s.yu} \\ \Delta S_{T\Sigma} &= \sqrt{\Delta P_{T\Sigma}^2 + \Delta Q_{T\Sigma}^2} \end{aligned} \quad (2.8)$$

3 - AMALIY MASHG‘ULOT

LINIYA VA LINIYALARNING OXIRLARIGA ULANGAN TRANSFORMATORLARNING QUVVAT ISROFLARINI HISOBLASHGA DOIR MISOLLAR YECHISH

1-misol. Liniyaning oxirida bir yuklama bo‘lganda liniyadagi quvvat isrofini aniqlang ($S=5500$ [kVA]). Liniya AC markali 70 [mm²] kesim yuzali simdan ikki tizimli holda, ayrim tayanchlarda tortilgan bo‘lib, simlarni tayanchda joylanishi uchburchak ko‘rinishi va kuchlanishi 35 [kV], liniyaning uzunligi 20 [km].

$$\underline{2xAC-70, L=20 [km]}$$

$$U = 35 [kV]$$

$$S_1 = 5500 [kVA]$$

Yechish: 3.1^a- Jadvaldan yozib olamiz, 35 [kV] li liniyalar uchun simlar orasidagi masofa $D=3,5$ [m]. Simlar orasidagi o'rtacha geometrik masofa

$$D_{yp} = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{23} \cdot D_{31}} = \sqrt[3]{3,5 \cdot 3,5 \cdot 3,5} = 3,5 [m]$$

Jadval N1 dan $D_{o'r}$ hisobga olib, aktiv va reaktiv qarshiliklarni 1 [km] uzunlikdagi AC-70 liniyasi uchun yozib olamiz.

$$r_o=0,45 [Om/km], \quad X_o=0,404 [Om/km]$$

Liniyaning to'liq aktiv va reaktiv qarshiliklari teng bo'ladi,

$$R_L = r_o \cdot L / 2 = 0,45 \cdot 20 / 2 = 4,5 [Om]$$

$$X_L = x_o \cdot L / 2 = 0,404 \cdot 20 / 2 = 4,04 [Om]$$

(3.4) va (3.5) ifodalarga asosan liniyadagi quvvatlar isrofini aniqlaymiz:

$$\Delta P_L = \frac{S_1^2}{U^2} \cdot R_L = \frac{5500^2}{35^2} \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} = 111,12 [kVt]$$

$$\Delta Q_L = \frac{S_1^2}{U^2} \cdot X_L = \frac{5500^2}{35^2} \cdot 4,04 \cdot 10^{-3} = 99,76 [kVAr]$$

$$\Delta S_L = \sqrt{111,12^2 + 99,76^2} = 149,33 [kVA]$$

Liniyaning boshidagi quvvat:

$$S = S_1 + \Delta S_L = 5500 + 149,33 = 5649,33 [kVA]$$

2-misol: 1-misolni iste'molchidagi pasaytiruvchi transformatorni hisobga olib davom ettiramiz.

Yechish: 3.3^a-jadvaldan ishonchlilik nuqtayi nazardan 6300 [kVA] quvvatli ikki transformatorni qabul qilamiz va shu jadvaldan transformatorning kerakli hujjat ma'lumotlarini yozib olamiz:

$$\begin{aligned}
S_N &= 6300 \text{ [kVA]}, R_T = 1.60 \text{ [Om]} \\
U_{yuq} &= 35 \text{ [kV]}, X_T = 16.10 \text{ [Om]} \\
U_{mk} &= 11 \text{ [kV]}, \Delta P_{s,yu} = 9.4 \text{ [kVt]} \\
\Delta Q_{s,yu} &= 56.7 \text{ [kVar]}
\end{aligned}$$

Podstansiya ikkita parallel ishlovchi transformatorlarga ega bo'lganligi uchun

$$\begin{aligned}
\Delta P_{s,yu} &= 9.4 \cdot 2 = 18,8 \text{ [kVt]}, R_T = 1.6 : 2 = 0.8 \text{ [Om]} \\
\Delta Q_{s,yu} &= 56.7 \cdot 2 = 113.4 \text{ [kVar]}, X_T = 16.1 : 2 = 8.05 \text{ [Om]}
\end{aligned}$$

(3.1) va (3.2), (3.3) va (3.4) ifodalarga asosan transformatoridagi quvvat isrofini topamiz:

$$\begin{aligned}
\Delta P_T &= \frac{S^2}{U^2} \cdot R_T = \frac{5500^2}{35^2} \cdot 0,8 \cdot 10^{-3} = 19,76 \text{ [kVt]} \\
\Delta Q_T &= \frac{S^2}{U^2} \cdot X_T = \frac{5500^2}{35^2} \cdot 8,05 \cdot 10^{-3} = 198,79 \text{ [kVt]} \\
\Delta P_{T\Sigma} &= \Delta P_T + \Delta P_{s,yu} = 19,76 + 18,8 = 38,56 \text{ [kVt]}, \\
\Delta Q_{T\Sigma} &= \Delta Q_T + \Delta Q_{s,yu} = 198,79 + 113,4 = 312,19 \text{ [kVar]} \\
\Delta S_{T\Sigma} &= \sqrt{38,56^2 + 312,19^2} = 314,56 \text{ [kVA]}
\end{aligned}$$

liniyaning oxiridagi quvvatni topamiz:

$$S_2 = S_1 + \Delta S_{T\Sigma} = 5500 + 314,56 = 5814,56 \text{ [kVA]}$$

liniyadagi quvvat isrofi:

$$\begin{aligned}
\Delta P_L &= \frac{S_2^2}{U^2} \cdot R_L = \frac{5814,56^2}{35^2} \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} = 125,22 \text{ [kVt]} \\
\Delta Q_L &= \frac{S_2^2}{U^2} \cdot X_L = \frac{5814,56^2}{35^2} \cdot 4,04 \cdot 10^{-3} = 112,42 \text{ [kVt]} \\
\Delta S_L &= \sqrt{125,22^2 + 112,42^2} = 168,28 \text{ [kVA]}
\end{aligned}$$

liniyaning boshidagi quvvat:

$$S_3 = S_2 + \Delta S_L = 5814,56 + 168,28 = 5982,4 \text{ [kVA]}$$

Transformatorlarda shoxobchalar tanlash

Pasaytiruvchi podstansiyalarning PK tomonida nominal kuchlanishga yaqin kuchlanish bilan ta'minlash uchun transformatorlarning shoxobchalarini tanlash kuchlanish yo'qotilishi hisobi bilan birga olib boriladi.

Yuqorida ko'rsatilgan misoldan ma'lum bo'ldiki, kuchlanishni ko'taruvchi podstansiyaning yuqori tomonida $K_T=10,5/254$ bo'lganda 242 [kV] ga teng kuchlanishni o'rnatish mumkin.

Endi L-1 da kuchlanish yo'qotilishini aniqlaymiz:

$$1. \Delta U_{L-1} = \frac{P_{12} \cdot R_{L-1} + Q_{12} \cdot X_{L-1}}{U_A} = \frac{158,1 \cdot 5,85 + 132,69 \cdot 19,35}{242} = 14,4 \text{ [kV]}$$

L-1 ning oxiridagi kuchlanish:

$$U_{yuq} - \Delta U_{L-1} = 242 - 14,4 = 227,6 \text{ [kV]}$$

Bu va boshqa hisoblangan kuchlanishlar ko'rilayotgan variantning almashtirish sxemasiga yoziladi.

1. «B» podstansiya avtotransformatorlarining yuqori chulg'amlaridagi kuchlanish yo'qotilishi:

$$\Delta U_{yuq} = \frac{P_{yuq} \cdot R_{yuq} + Q_{yuq} \cdot X_{yuq}}{U_{yuq}} = \frac{153,4 \cdot 0,2 + 128,5 \cdot 15,2}{227,6} = 8,74 \text{ [kV]}$$

avtotransformatorning almashtiruv sxemasidagi nol nuqtasi kuchlanishi:

$$U_0 = U_{yuq} - \Delta U_{yuq} = 227,6 - 8,74 = 218,86 \text{ [kV]}$$

«V» podstansiyadagi avtotransformatorlarning PK chulg'amlaridagi kuchlanish yo'qotilishi:

$$\Delta U_{pk} = \frac{P_7 \cdot R_{pk} + Q_7 \cdot X_{pk}}{U_0} = \frac{100,07 \cdot 0,25 + 56,025 \cdot 27}{218,86} = 7,0 \text{ [kV]}$$

«V» podstansiyaning PK tomoniga keltirilgan kuchlanish:

$$U'_V = U_0 - \Delta U_{pk} = 218,86 - 7,0 = 211,86 \text{ [kV]}$$

«V» podstansiyaning PK tomonidagi haqiqiy kuchlanish:

$$U_V = \frac{U'_V}{K_T} = \frac{211,86}{230} \cdot 11 = 10,02 \text{ [kV]}$$

PK tomonda talab bo'yicha 10,5 [kV] ga yaqin kuchlanish bo'lishi kerak.

Quvvat isrofining hisobi natijasida sistema bilan bog'lovchi liniyada $\cos \varphi = 0,95$ ni ta'minlash uchun bitta yoki bir necha pasaytiruvchi podstansiyalarda kompensatorlar o'rnatish kerak bo'lsa, U_V ning qiymati o'zgarishi mumkin. Kerakli kuchlanishni hosil qilish uchun ikki xil yo'l tutish mumkin:

a) PK tomonda sinxron kompensatorlar o'rnatish (3.1^a-jadval). Natijada L-1 da quvvat oqimining taqsimoti o'zgaradi, ΔS va ΔU isrof kamayadi.

Bu esa U_{yuq} va U_V ning oshishiga olib keladi.

b) PK tomonda volt-qo'shuvchi transformatorlar o'rnatiladi. Bu yo'l katta mablag' talab qiladi.

SK lar o'rnatilsa, ularni prinsipial sxemada ham ko'rsatish kerak bo'ladi.

«V» podstansiyaning K tomonida kuchlanish yo'qotilishini aniqlaymiz

$$\Delta U_{o'k} = \frac{P_6 \cdot U_{o'k} + Q_6 \cdot X_{o'k}}{U_0} = \frac{53,15 \cdot 0,1}{218,86} = 0,02 \text{ [kV]}$$

O'q tomonga keltirilgan kuchlanish:

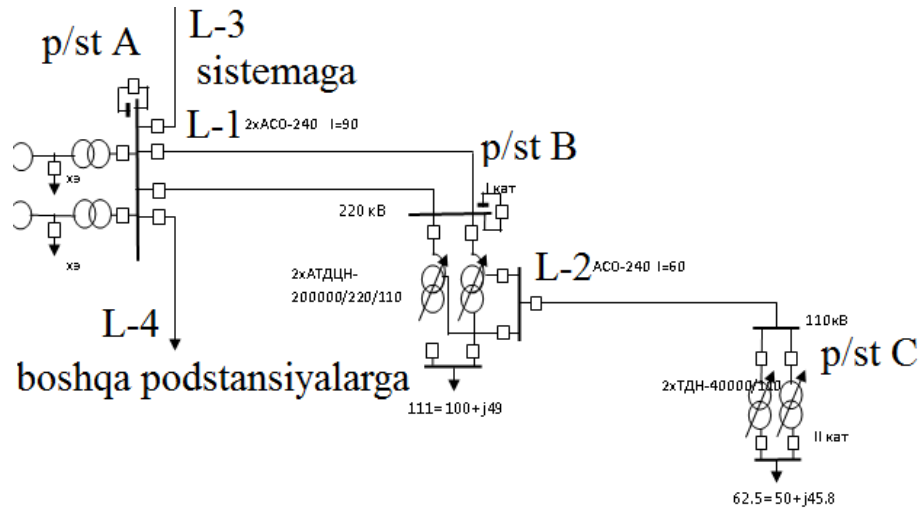
$$U_{o'k} = U_0 - \Delta U_{o'k} = 218,86 - 0,02 = 218,84 \text{ [kV]}$$

O'q tomondagi $\pm 6\%$ shoxobchaga mos haqiqiy kuchlanish:

$$U_{o'k} = U'_{o'k} / K_T = \frac{218,84}{230} \cdot 128,23 = 122 \text{ [kV]}$$

Demak, shoxobchalarni to'g'ri tanlab L-2 boshida talab qilinayotgan 121 [kV] ga yaqin kuchlanishni hosil qilish mumkin. misol: Berilgan prinsipial sxema bo'yicha quvvat isroflari hamda Pasaytiruvchi transformatorlardagi shoxobchalarni tashlash.

Elektr energiya elektr stansiyalardan iste'molchilarga uzatilayotganda tarmoqning har bir qismida quvvat va energiya isrofi yuzaga keladi. Bu isroflar uzatilayotgan energiyaning taxminan 10% ini tashkil qiladi. Isrofnig asosiy qismi liniyalarda, kamrog'i transformatorlarda bo'ladi. Elektr hisoblarda tarmoqning har bir bo'limida aktiv va reaktiv quvvat isroflari aniqlanishi kerak:



3.1^a rasm. Radial tarmoqning tuzilish sxemasi

a) liniyadagi aktiv quvvat isrofi – bu simlarning qizishi bilan bog‘liq bo‘lgan kattalik, quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta P_L = \frac{P_L^2 + Q_L^2}{U_N^2} \cdot R_L \quad (3.1)$$

bu yerda, P_L -liniyadan uzatilayotgan aktiv quvvat, [MVt];

Q_L -liniyadan uzatilayotgan reaktiv quvvat, [MVAr];

U_N -liniyaning nominal kuchlanishi, [kV];

R_L -liniyaning aktiv qarshiligi, [Om].

b) liniyadagi reaktiv quvvat isrofi – bu simning atrofida va ichida elektromagnit maydon hosil bo‘lishi bilan bog‘liq:

$$\Delta Q_L = \frac{P_L^2 + Q_L^2}{U_N^2} \cdot X_L \quad (3.2)$$

d) ikki chulg‘amli transformatorlardagi aktiv quvvat isrofi:

$$\Delta P_T = \frac{P_T^2 + Q_T^2}{U_N^2} \cdot R_T + \Delta P_{po'l} \quad (3.3)$$

bu yerda, P_T va Q_T -transformatorning chulgʻamlaridan oʻtayotgan aktiv va reaktiv quvvatlar, [MVt] va [MVAr] larda;

U_N -transformatorning YUK tarafidagi nominal kuchlanish, [kV];

R_T -transformatorning aktiv qarshiligi, Om;

$\Delta P_{po'l}$ -transformatorning poʻlat oʻzagidagi aktiv quvvat isrofi, [MVt], 3.2^a, 3.3^a-jadvallardan olinadi.

e) ikki chulgʻamli transformatorlardagi reaktiv quvvat isrofi:

$$\Delta Q_T = \frac{P_T^2 + Q_T^2}{U_N^2} \cdot X_T + \Delta Q_{po'l} \quad (3.4)$$

bu yerda, X_T - transformatorning reaktiv qarshiligi, [Om];

$\Delta Q_{po'l}$ - transformatorning poʻlat oʻzagidagi reaktiv quvvat isrofi, [MVAr], 3.1^a, 3.2^a, va 3.3^a- jadvallardan olinadi.

f) uch chulgʻamli transformatorlar va avtotransformatorlardagi quvvat isrofi uch nurli almashtiruv sxema boʻyicha quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\Delta S_T = \Delta P_T + j\Delta Q_T \quad (3.5)$$

aktiv isrof:

$$\Delta P_T = \Delta P_{yu.k} + \Delta P_{o'.k} + \Delta P_{p.k} + \Delta P_{po'l} \quad (3.6)$$

reaktiv isrof:

$$\Delta Q_T = \Delta Q_{yuq} + \Delta Q_{po'l} \quad (3.7)$$

bu yerda,

$$\Delta P_{yuq} = \frac{\Delta P_{yuq}^2 + Q_{yuq}^2}{U_N^2} \cdot R_{yuq}$$

YUK chulg‘amdagi aktiv quvvat isrofi, [MVt]

$$\Delta P_{o'k} = \frac{\Delta P_{o'k}^2 + Q_{o'k}^2}{U_N^2} \cdot R_{o'k}$$

UK chulg‘amdagi aktiv quvvat isrofi, [MVt]

$$\Delta P_{pk} = \frac{\Delta P_{pk}^2 + Q_{pk}^2}{U_N^2} \cdot R_{pk}$$

PK chulg‘amdagi aktiv quvvat isrofi, [MVt]

R_{yuq}, R_{yuq}, R_{pk} -Transformator YUK, O‘K, PK chulg‘amlarining aktiv qarshiliklari, [Om].

U_N - yuqori chulg‘amdagi nominal kuchlanish, [kV].

Xuddi shu tartibda ΔQ_m ni topish uchun $\Delta Q_{yuq}; \Delta Q_{yuq}; \Delta Q_{pk}$ lar aniqlanadi.

$\Delta P_{po'l}$ va $\Delta Q_{po'l}$ mikdorlar 3.2^a- va 3.3^a- jadvallardan olinadi.

1. "S"podstansiyaning transformatorlaridagi quvvat isrofi:

$$\Delta P_T = \frac{P_s^2 + Q_s^2}{U_N^2} \cdot R_T = \frac{50^2 + 45,8^2}{110^2} \cdot 0,72 = 0,27 [MVt]$$

$$\Delta Q_T = \frac{P_s^2 + Q_s^2}{U_N^2} \cdot X_T = \frac{50^2 + 45,8^2}{110^2} \cdot 17,4 = 6,6 [MVAr]$$

2. Quvvat: $S_I = S_S + \Delta S_T = (50 + j45,8) + (0,27 + j6,6) = 50,27 + j52,4 [MVA]$

3. Po‘latdagi isrofnı hisobga olgan holda:

$$S_2 = S_I + \Delta S_{ST} = (50,27 + j52,4) + (0,084 + j0,56) = 50,354 + j52,96$$

4. HL- 2 liniyaning oxirida hosil bo‘lgan zaryad quvvatini hisobga olamiz:

$$S_3 = S_2 + \frac{Q_s}{2} = (50,354 + j52,96) - j4,23 = 50,354 + j48,7 [MVA]$$

2. HL-2 dagı quvvat isrofi:

$$\Delta P_{L-2} = \frac{P_3^2 + Q_3^2}{U_L^2} \cdot R_{L-2} = \frac{50,354^2 + 48,7^2}{110^2} \cdot 7,8 = 3,2 \text{ [MVA]}$$

$$\Delta Q_{L-2} = \frac{P_3^2 + Q_3^2}{U_N^2} \cdot X_{L-2} = \frac{50,354^2 + 48,7^2}{110^2} \cdot 25,8 = 10,58 \text{ [MVAr]}$$

$$S_4 = S_3 + \Delta S_{L-2} = (50,354 + j51,81) + (3,2 + j10,58) = 53,554 + j62,39 \text{ [MVA]}$$

HL-2 liniyaning boshida generatsiya qilinayotgan quvvatni hisobga olamiz:

$$S_5 = S_4 + \frac{Q_s}{2} = (53,554 + j62,39) - j4,23 = 53,554 + j58,16 \text{ [MVA]}$$

"V" podstansiya avtotransformatorining O'K chulg'amidagi quvvat isrofi (faqat aktiv quvvat isrofini topish uchun, chunki $X_{O'K}=0$)

$$\Delta S_{SN} = \Delta P_{SN} = \frac{P_5^2 + Q_5^2}{U_N^2} \cdot R_{SN} = \frac{53,554^2 + 58,16^2}{220^2} \cdot 0,1 = 0,013 \text{ [MVA]}$$

Quvvatni aniqlaymiz:

$$S_6 = S_5 + \Delta S_{o'z.ex} = (53,554 + j58,16) + 0,013 = 53,567 + j58,16 \text{ [MVA]}$$

"V" podstansiya avtotransformatorining PK chulg'amidagi quvvat isrofi:

$$\Delta P_{pk} = \frac{P_V^2 + Q_V^2}{U_N^2} \cdot R_{pk} = \frac{100^2 + 49^2}{220^2} \cdot 0,25 = 0,065 \text{ [MVA]}$$

$$\Delta Q_{pk} = \frac{P_V^2 + Q_V^2}{U_N^2} \cdot X_{pk} = \frac{100^2 + 49^2}{220^2} \cdot 27,0 = 7,02 \text{ [MVAr]}$$

$$\text{Quvvat: } S_7 = S_6 + \Delta S_{pk} = (53,567 + j58,16) + (0,065 + j7,02) = 100,065 + j56,02 \text{ [MVA]}$$

S_8 quvvatni Kirxgofning birinchi qonuniga asosan topamiz:

$$S_8 = S_6 + S_7 = (53,567 + j58,16) + (100,065 + j56,02) = 153,63 + j114,18 \text{ [MVA]}$$

"V" podstansiya avtotransformatori YUK chulgʻamidagi quvvat isrofi:

$$\Delta P_{yu.k} = \frac{P_8^2 + Q_8^2}{U_N^2} \cdot R_{yu.k} = \frac{153,63^2 + 114,18^2}{220^2} \cdot 0,2 = 0,152 \text{ [MVA]}$$

$$\Delta Q_{yu.k} = \frac{P_8^2 + Q_8^2}{U_N^2} \cdot X_{yu.k} = \frac{153,63^2 + 114,18^2}{220^2} \cdot 15,2 = 11,55 \text{ [MVAr]}$$

$$S_9 = S_8 + \Delta S_{yu.k} = (153,63 + j114,18) + (0,152 + j11,55) = 153,78 + j125,73 \text{ [MVA]}$$

Transformatorning poʻlat qismidagi isrofni hisobga olamiz:

$$S_{10} = S_9 + \Delta S_{po'l} = (153,73 + j125,73) + (0,25 + j2,0) = 154,03 + j127,73 \text{ [MVA]}$$

HL-1 ning oxirida yuzaga kelgan zaryad quvvatini hisobga olgan holda:

$$S_{11} = S_{10} + Q_s / 2 = (154,03 + j127,73) - j12,7 = 154,03 + j115,03 \text{ [MVA]}$$

HL-1dagi quvvat isrofi:

$$\Delta P_{L-1} = \frac{P_{11}^2 + Q_{11}^2}{U_N^2} \cdot R_{L-1} = \frac{154,03^2 + 115,03^2}{220^2} \cdot 5,85 = 4,45 \text{ [MVA]}$$

$$\Delta Q_{L-1} = \frac{P_{11}^2 + Q_{11}^2}{U_N^2} \cdot X_{L-1} = \frac{154,03^2 + 115,03^2}{220^2} \cdot 19,35 = 14,7 \text{ [MVAr]}$$

$$S_{12} = S_{11} + \Delta S_{L-1} = (154,03 + j115,03) + (4,45 + j14,71) = 158,48 + j129,74 \text{ [MVA]}$$

HL-1ning boshida yuzaga kelgan zaryad quvvatini hisobga olgan holda:

$$S_{13} = S_{12} + \frac{Q_s}{2} = (158,48 + j129,74) - j12,7 = 158,48 + j117,04 \text{ [MVA]}$$

Xuddi shunday hisob radial tarmoqning boshqa shoxobchasi uchun oxirgi podstansiyadan boshlab HL-4ning boshidagi quvvatni topguncha olib boriladi. (yaʼni S_{14}). Almashtiruv sxemasiga DIES ning generatorlari

ishlab chiqarayotgan quvvatni joylashtiramiz, ya'ni S_{15} ni, keyin undan o'z ehtiyoji uchun kerakli quvvatni ayiramiz: $S_{16} = S_{15} - S_{o'z.ex}$

Transformatorning po'lat qismidagi isrofn hisobga olgan holda:

$$S_{17} = S_{16} - \Delta S_{po'l}$$

DIES dagi ko'taruvchi transformatorlarning chulg'amlaridagi quvvat isrofini aniqlaymiz:

$$\Delta P_T = \frac{P_{17}^2 + Q_{17}^2}{U_N^2} \cdot R_T; \Delta Q_T = \frac{P_{17}^2 + Q_{17}^2}{U_N^2} \cdot X_T; \Delta S_T = \Delta P_T + j\Delta Q_T$$

DIESdagi podstansiyaning YUK tomonidagi quvvat :

$$S_{18} = S_{17} - \Delta S_T$$

Sistema bilan bog'lovchi HL-3 dagi quvvatning yo'nalishi va miqdori Kirxgofning birinchi qonuniga asosan topiladi, ya'ni S_{19} :

$$S_{18} = S_{13} + S_{14} + \dots + S_n \pm S_{19}$$

Sistema bilan bog'lovchi liniyadagi quvvat isrofini topish, ya'ni S_{20} , S_{21} , S_{22} ning hisobi xuddi boshqa har qanday liniyaga o'xshab quvvat yo'nalishini hisobga olgan holda aniqlanadi.

Sistema bilan bog'lovchi quvvat koeffitsiyenti:

$$\cos \varphi_{sr.vz} = \frac{P_{22}}{S_{22}} = \frac{P_{22}}{\sqrt{P_{22}^2 + Q_{22}^2}}$$

Agar bu koeffitsiyent 0.97–1,0 dan kichik bo'lsa sxemada kompensatsiya qiluvchi uskunar ishlatiladi, ularning quvvati va joyi topiladi.

1. Kompensatsiyalovchi uskunalarning quvvati va joyi aniqlangandan keyin radial variant boshqatdan hisoblanadi va yangi quvvat taqsimoti almashtiruv sxemasida ko'rsatiladi va shundan keyin 29-punktga o'tiladi.

2. Uzatishning FIK ni aniqlaymiz:

$$\eta = \frac{P_B + P_C + \dots + P}{P_{gres}} \cdot 100\%$$

3. Hamma hisoblangan quvvat oqimlari S_1 dan S_n gacha almashtiruv sxemasiga joylashtirilishi kerak.

3.1^a-jadval

Mustaqil ish uchun berilgan boshlang'ich ma'lumotlar variantlari

№	«A» nimstansiyasini ng yuklamasi [MVt]	«V» nimstansiyasining yuklamasi [MVt]	1-Havo liniyasining uzunligi [km]	2-Havo liniyasini g uzunligi [km]
1	100	65	12	4
2	110	60	7	5
3	120	55	15	8
4	130	50	18	10
5	140	45	6	13
6	150	35	9	4
7	90	70	12	3
8	85	75	15	14
9	162	40	18	11
10	115	60	11	9
11	125	55	10	7
12	135	65	5	6
13	145	50	8	12
14	172	35	13	5
15	160	40	12	3
16	95	70	11	12
17	165	35	7	10
18	170	30	6	8
19	175	35	17	6

3.2^a-jadval

HL larini hisoblash uchun ma'lumotlar
Ochiq po'lat - alyumin simlarning xarakteristikalarini

Simning markasi	Tashqi diametr, [mm]	Uzoq vaqt ruxsat etilgan yuklama toki, [A]	1 km uchun aktiv qarshilik, [Om/km]
AC-35	8,4	175	0,85
AC-50	9,6	210	0,65

AC-70	11,4	265	0,46
AC-95	13,5	330	0,33
AC-120	15,2	380	0,27
AC-150	17,0	445	0,21
AC-185	19,0	510	0,17
ACO-240	21,6	605	0,13
ACO-300	23,5	690	0,108
ACO-400	27,2	825	0,08
ACO-500	30,2	945	0,065

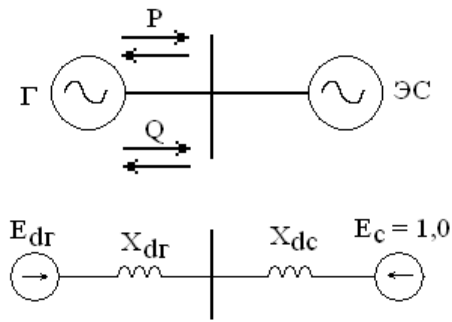
3.3^a-jadval

Simning markasi	R, [Om]	35 [kV]		110 [kV]			220 [kV]		
		X, [Om]	b ₀ sim, 10 ⁻⁴	X, [Om]	b ₀ sim, 10 ⁻⁴	S, MVAr	X, Om	b ₀ sim, 10 ⁻⁴	S, MVAr
AC-35	95	44,5	2,59	-	-	-	-	-	-
AC-50	63	43,3	2,65	-	-	-	-	-	-
AC-70	45	42,0	2,73	44,0	2,85	3,40	-	-	-
AC-95	33	41,1	2,81	42,9	2,65	3,5	-	-	-
AC-120	27	43,0	2,85	42,3	2,69	3,6	-	-	-
AC-150	21	39,8	2,9	41,6	2,74	3,65	-	-	-
AC-185	17	38,4	2,9	40,9	2,82	3,7	-	-	-
AC-240	13	-	-	40,1	2,85	3,75	43,0	2,66	14,1
AC-300	10,8	-	-	39,2	2,91	3,85	42,2	2,71	14,4
AC-400	8	-	-	-	-	-	41,4	2,73	14,5
AC-500	6,5	-	-	-	-	-	41,0	2,79	14,8

4 - AMALIY MASHG‘ULOT

SINXRON GENERATORLARNING MUMKUN BO‘LGAN QUVVATLARINI AYLANMA DIAGRAMMA YORDAMIDA ANIQLASH

Aktiv va reaktiv quvvat isroflarini ko‘radigin bo‘lsak:

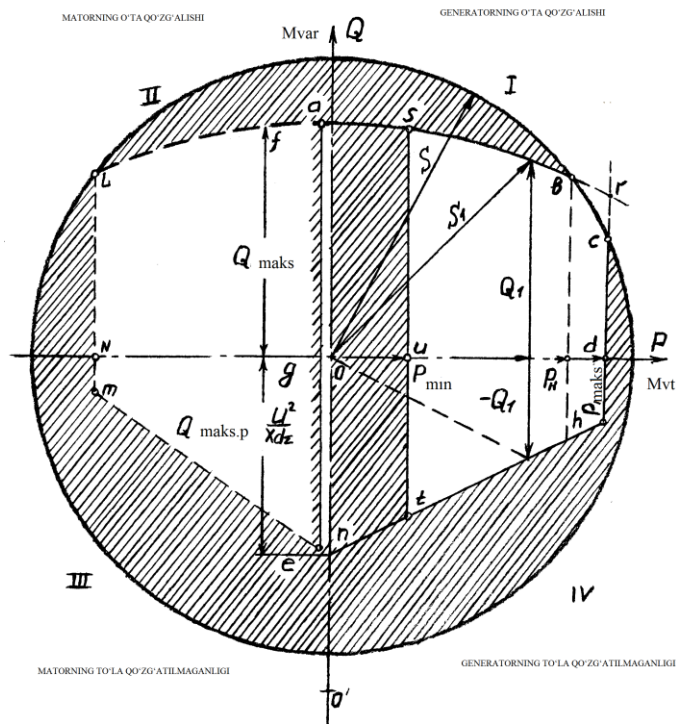


4.1^a-rasm. Almashtirish sxemasi

- Bunda: 1) $X_{d\Sigma} = X_{dG} + X_{ds}$;
 2) X_{ds} —Elektr sistemadan generatorgacha bo‘lgan oraliqdagi qarshiliklar yig‘indisidan iborat.

Tushuntirish:

Har qanday sinxron mashina (SM), sinxron generator (SG) generator holatida yoki elektromotor holatida o‘ta o‘zgaruvchanlik yoki kam o‘zgaruvchanlik holatlarida ishlashi mumkin. Ma’lumki, SM ni generator holatida aktiv quvvat generator holatida aktiv quvvat elektrostat tizimiga uzatiladi. Buni musbatli quvvat deyiladi, motor holatida esa aksincha aktiv quvvatni elektrostat tizimidan oladi. Buni manfiy quvvat yo‘nalishi deyiladi. Xuddi shuningdek reaktiv quvvat ham musbat bo‘lganda beriladi, manfiy bo‘lganda esa sistemadan olinadi. Agar uning grafik holatini ko‘radigan bo‘lsak, to‘liq quvvat S trigonometrik aylanma to‘rtta qismining xohlaganidan o‘tishi mumkin. Quyidagi rasmda SG ning mumkun bo‘lgan quvvatlar diogrammasini, generator va turbina holatini chegaralashni hisobga olgan holda ko‘rsatish mumkin.



4^a.2-rasm. SG ning mumkun bo‘lgan quvvatlar diagrammasi

Aylananing tashqi chegarasi sifatida nominal to‘liq quvvat S_n hisoblanadi, qaysiki generatorning stator yuklamasining chegarasini ko‘rsatuvchi to‘liq quvvat. Aylananing ichki tomonida esa ruxsat etilgan yuklamasi berilgan bo‘lib, bu turbinani aktiv quvvat P va reaktiv quvvat Q ni hisobga olgan holda hisoblanadi. Par turbinaning ishlashini e‘tiborga olgan holda, aktiv yuklamaning P_{\max} va P_{\min} qiymatlari chegaralarini aniqlash mumkin. Gidroturbinada har doim ham minimal yuklamada chegaralanish bo‘lmasligi mumkin, chunki turbina o‘rtacha yuklamalarda ham chegaralanishi mumkin. Shunday qilib agregatni, ishlash sohasi (ruxsat etilgan sohasi) turbinaning chegaralanishlarini hisobga olib, aktiv quvvat yuklamasi P_{\min} dan P_{\max} gacha o‘zgarishi mumkin. Agarda generatorda o‘zgartirish imkoniyatini beradigan uskunasi bo‘lsa (generator holatidan kompensator holatiga), bunday holda yana bitta holatini qurish mumkin bo‘ladi: Q - o - n ($R=0$ bo‘lganda) va f - g - e bo‘lgandagi chizig‘i. Bu sohaning eni agregatning aktiv quvvat isrofini kompensator holatidagi reaktiv yuklamaga bog‘liqligini ko‘rsatadi. Shuning uchun ham f - g - e chizig‘i egri. Bu isrofn qoplaydigan quvvatni generator tarmoqdan oladi. Akkumulyatorli GES larda gidroakkumulyatorning zaryad oladigan vaqtida turbinalar nasos

sifatida ishlashi mumkun. Bunday holatda ishlaydigan gidroagregatlar rasmda uzuq chiziq bilan ko'rsatilgan (a-l-N-m-n). Reaktorning qizish shartiga ko'ra SG maksimal reaktiv quvvatni chegaralanish qiymati bo'yicha o'sha qo'zg'atish holida ishlaydi.

Aktiv yuklamaga qarab, generatorni reaktiv quvvatini belgilovchi chegarani grafik usulda topish mumkun.

Misol uchun: $S_n=90$ [MVA], $\cos\varphi_n=0.8$, $X_d=0.9$ bo'lsa, reaktiv quvvat chegarasini aniqlashni ko'rib chiqsak:

1) Koordinata boshi O orqali radiusi S_{yu} ga teng bo'lgan aylana o'tkazamiz;

2) Abssissa o'qiga $R_{yu}=S_{yu}\cdot\cos\varphi_n$ qo'yamiz;

3) Shu yoyidan b nuqtasini topamiz.

"b" nuqtasi generatorning nominal holatini ifodalaydi.

4) Ordinata o'qida pastga qarab OO' bo'lagini olamiz. Uning qiymati

$$OO' = OKZ \cdot S_N = \frac{S_N}{X_{do}} = \frac{90}{0.9} = 100 \text{ [MVA]}$$

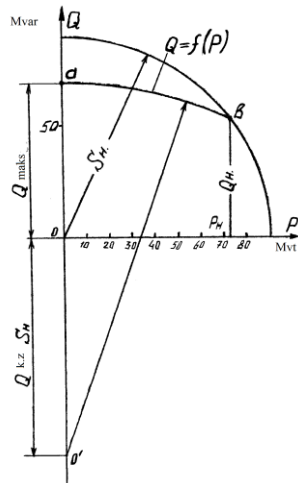
ga teng.

5. O' nuqtasidan O'V radiusli aylana o'tkazsak, qidirilayotgan AV egri chizig'ini topamiz.

Maksimal reaktiv quvvatning qiymati, generator kam qo'zg'atish orqali ishlayotgan bo'lsa, u holda generator tarmoqdan reaktiv quvvat istemol qiladi.

Tarmoqni mustahkam ishlashi (ishlashning oxirgi nuqtasi) generatorning kattaliklariga, shuningdek uning qo'zg'atish sxemasiga ham bog'liq.

Stansiyaning ishlashi cheksiz quvvatga ega bo'lgan holatda ishlayotgan bo'lsa, uning uzatish quvvati kam qo'zg'atish bilan ishlayotgan bo'lsa, uzatilishi mumkun bo'lgan namunaviy qiymatiga yetgan bo'lsa, u holda sinxron EYUK avtomatik qo'zg'atish qurilmasi bo'lmasa



4.3^a-rasm. Reaktiv quvvatni aktiv quvvatga bog‘lanishining chegaraviy qiymatini aniqlashning grafik usuli

$$E_0 = \frac{E_d \cdot U}{X_{d\Sigma}} \quad (4.1)$$

bunda $X_{d\Sigma}$ - generatorning induktiv qarshiligi va unga tarmoqning tashqi qarshiligi X_s ham ulangan bo‘lib, shu nuqtada U ushlab turish ko‘zda tutilgan holati.

Reaktiv quvvatni etmagan qo‘zg‘atish holatida sinxron EYUK quyidagicha topiladi:

$$E_d = \sqrt{\left(U - \frac{Q \cdot X_{d\Sigma}}{U}\right)^2 + \left(\frac{P \cdot X_{d\Sigma}}{U}\right)^2} \quad (4.2)$$

E_d -ni (sinxron EYUK) bu qiymati (4.1) ifodadan olinganligini e‘tiborga olsak, u holda

$$E_d = \frac{P_0 \cdot X_{d\Sigma}}{U}$$

ga teng bo‘ladi
15% li zaxira mustahkamligida

$$E_d = \frac{1,15 \cdot P_0}{U} \cdot X_{d\Sigma} \quad (4.3)$$

(4.2) va (4.3) ifodalarni birgalikda qaraydigan bo‘lsak (shinadagi kuchlanish o‘zgarmas desak), engostik qarshilikni hisobga olib

$$Q = \frac{U^2}{X_{d\Sigma}} - 0,566 \cdot P_0 \quad (4.4)$$

Bunda Q – uzatilishi mumkun bo‘lgan reaktiv o‘uvvat bo‘lib, berilgan aktiv. Agar $R=0$ holda reaktiv quvvatning maksimal quvvati bo‘lib, generatorning salt ishlash holatiga yoki kompensator holatiga to‘g‘ri keladi

$$Q_{\max} = \frac{U^2}{X_{d\Sigma}} \quad (4.5)$$

(4.4) ifodaga $Q=0$ holatini qo‘yib, $Q=f(P_0)$ chizig‘ining absissa o‘qi bilan kesishgan:

$$P_0 = \frac{U^2}{0,566 \cdot X_{d\Sigma}} \quad (4.6)$$

ga teng bo‘ladi. Shu bo‘lagi (rasmda), natijada olingan r va d nuqtalari, reaktiv quvvatning 15% li zaxira mustahkamligidagi chegaralari qiymatini ko‘rsatadi.

Keltirilgan formulalar, generatorning yetmagan qo‘zg‘atish holatida, motor holatida, akkumulyatorlarda GES larda ham ularni qanoatlantiradi.

Shuningdek keltirilgan formulalar, har qanday generatorning har xil holatida QAR–siz ishlashini qanoatlantiradi.

Agarda generatorda proporsional tipdagi QAR bo‘lsa va u yetmas qo‘zg‘atish holatiga moslashtirilgan bo‘lsa, unda yuqoridagi formulalarda qatnashgan X_d ning qiymatining o‘tish qarshiligi X_d' ga almashtirilsa yetarli bo‘ladi.

5 - AMALIY MASHG‘ULOT

OCHIQ TAQSIMLASH USKUNALARIDA YERGA ULASH USKUNALARINI HISOBLASH

1. Yer tizimining tana qarshiligini hisoblaymiz:

$$\rho_{his} = k_c \cdot \rho \quad (5.1)$$

bu yerda: ρ -yer tizimining tana qarshiligi, nomlangan birliklarda o‘lchangan holda.

Ba’zi bir qiymatlar 5.1^a-jadvalda keltirilgan, K_s -mavsumiy koeffitsiyent, yer tizimining muzlashini, qurishini hisobga olish bo‘yicha.

O‘rtacha iqlimiy sohalarda ko‘ndalang polosalar uchun $k_c=1,45 \div 1,15$, bo‘ylama elektrodlar uchun $k_c=3,5 \div 2,0$.

5.1^a-jadval

Yer tuzilishining solishtirma qarshiligi.			
Yer tuzilishi	Nisbiy qarshilik, [Om·m]	Yer tuzilishi	Nisbiy qarshilik, [Om·m]
Tuproq	400-1000 va yuqori	Torf	20
Super tuproq	150-400	Qora tuproq	10-50
Qumoq tuproq	40-150	Ohaktosh	1000-2000
Glina	8-70	Qoyalardagi tuproq	2000-4000
Bog‘li yer	40		

2. Avval yer tuzilishini aniqlab, uning chegaralari belgilanadi, yerga ulanish uskunasini e‘tiborga olgan holda, ular orasidagi masofa eng kamida ularning uzunligicha bo‘lishi kerak.

Reja bo‘yicha, yerga ulanish uskunasining uzunligiga qarab ularni bo‘ylama holda joylashtiramiz.

3. Gorizantal yerga ulanishlarning qarshiligi hisoblab chiqiladi:

$$r_r = \frac{0,366 \cdot \rho_{his}}{l} \cdot \lg \frac{2 \cdot l^2}{b \cdot t} \quad [\text{Om}] \quad (5.2)$$

Bu yerda: l —tasma uzunligi [m]; b —tasma eni [m]; t —o'rnatilish chuqurligi [m];

ρ_{his} — bo'ylama erga ulanish uskunalarining hisoblash qarshiligi.
Tasma qarshiligi koeffitsiyentini hisobga olsak

$$R_G = r_G / h_G \quad (5.3)$$

Bunda: η_G —5.2^a—jadvaldagi ishlatish koeffitsiyenti.

5.2^a-jadval

Bog'lovchi tasmalarining konturdagi bo'ylama elektrodning ishlatilish koeffitsiyenti							
Yerga ulash uskunalarini uzunligiga qarab oraliq nisbati	Bo'ylama yerga ulash uskunalarining soni						
	4	6	8	10	20	30	50
1	0,45	0,40	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,48	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28
3	0,70	0,64	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37

4. Agarda $R_r < R_{chiq}$ —bunda ko'ndalang yerga ulanish uskunasi talab bo'lmaydi.

Agarda $R_r > R_{chiq}$ —bu holda bo'ylama yerga ulanish uskunasi talab etiladi, uning umumiy qarshiligi quyidagicha bo'lishi kerak.

$$R_G \cdot R_{chiq} / (R_G - R_{chiq}) \geq YAv \quad (5.4)$$

5. Bitta ko'ndalang yerga ulanish uskunalarining qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$r_G = \frac{0,366 \cdot \rho_{his}}{l} \left(\lg \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right) \quad (5.5)$$

bu yerda: ρ_{his} —tuproq qarshiligining hisobi [$\text{Om} \cdot \text{m}$]
 l —tasmaning uzunligi [m]; d — tasmaning diametri [m];

t-o‘rnatish chuqurligi [m]; qaysiki yer usti qatlamining yer ulanish uskunasi o‘rtasigacha bo‘lgan masofa [m]

6. Ko‘ndalang yerga ulash uskunalari sonini aniqlash:

$$n_v = r_v / (R_v \cdot \eta_v) \quad (5.6)$$

Bunda: η_v –vertikal yerga ulash uskunalari ishlatilish koeffitsiyenti, qaysiki ularning oralig‘i a–ga bog‘liq bo‘lib, uzunligi va soniga bog‘liqligi (5.3^a-jadval).

5.3^a-jadval

Yerga ulanish uskunalari, ishlatilish koeffitsiyentining orasidagi bog‘lanishni hisobga olmagandagi qiymatlari					
Yerga ulagich va uning uzunligi orasidagi nisbat	Vertikal yerga ulagichlarning soni n_v	η_v	Yerga ulagich va uning uzunligi orasidagi nisbat	Vertikal yerga ulagichlarning soni n_v	η_v
	4	0,66-0,72		20	0,61-0,66
	6	0,58-0,65	2	40	0,55-0,61
1	10	0,52-0,58		60	0,52-0,58
	20	0,44-0,5			
	40	0,38-0,44		4	0,84-0,86
	60	0,36-0,42		6	0,78-0,82
			3	10	0,74-0,78
	4	0,76-0,8		20	0,68-0,73
2	6	0,71-0,75		40	0,64-0,69
	10	0,66-0,71		60	0,62-0,67

Misol: 110 [kv] li OTQ podstansiyaning yerga ulanish uskunasi hisoblash.

Yer tuzilishining tavsifi: Yer tuzilishi - qumoq; Tok oqishidagi nisbiy qarshilik $\rho=100$ [Om·m]; Iqlimiy soha – III; 110 [kv] li OTQ ning o‘lchamlari (90x45), o‘ralishi bilan (96x51); Hisoblashni EQQ–da ko‘rsatilgan talab bo‘yicha amalga oshiramiz, bu degani. $R_{zu} \leq 0,5$ [Om] – transformator neytralining yerga ulanishdagi qarshilik talabi.

Konturning bo‘ylama tasmalari sonini hisoblash

1. Uzunligiga tasmalar soni:

$$n_1 = \frac{51 - 2 \cdot 3}{6} + 1 = 8,5 \text{ ta}$$

9 ta deb qabul qilamiz.

2. Ko'ndalang tasmalar soni:

$$n_2 = \frac{96 - 2 \cdot 3}{6} + 1 = 16$$

Yer tuzilishining qarshiligini aniqlaymiz:

$$\rho_{his} = k_1 \cdot \rho = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ [Om.m]}$$

Bunda $k_1 = 1,5$ – iqlimiy koeffitsiyent, qaysiki yerga ko'milgan tasmaning iqlimiy joydagi qiymati.

Bitta uzunasiga yotgan tasmaning tok oqimi:

$$R_1 = \frac{0,366 \cdot \rho_{his}}{l} \cdot \lg \frac{2 \cdot l^2}{b \cdot t} = \frac{0,366 \cdot 150}{90} \cdot \lg \frac{2 \cdot 90^2}{0,04 \cdot 0,7} = 3,5 \text{ [Om]}$$

Bitta ko'ndalang tasmaning qarshiligi:

$$R_2 = \frac{0,366 \cdot 150}{45} \cdot \lg \frac{2 \cdot 45^2}{0,04 \cdot 0,7} = 6,29 \text{ [Om]}$$

Hamma uzunlik va ko'ndalang tasmalarning qarshiligi va ularning bir-biriga nisbatini inobatga olinishi e'tiborga oladigan ishlatish koeffitsiyenti η (jadvaldan), bunda $\eta = f(i, n)$ – tasmalar orasidagi masofa va ularning soni.

$$R_{1\Sigma} = \frac{R_1}{n_1 \cdot \eta_1} = \frac{3,5}{9 \cdot 0,35} = 1,11 \text{ [Om]}$$

Hamma ko'ndalang tasmalar soni:

$$R_{2\Sigma} = \frac{R_2}{n_2 \cdot \eta_2} = \frac{6,29}{16 \cdot 0,25} = 1,57 \text{ [Om]}$$

Bo‘ylama va ko‘ndalang tasmalarning, bo‘ylama setkaning umumiy qarshiligi:

$$R_{\Sigma} = \frac{R_{1\Sigma} \cdot R_{2\Sigma}}{R_{1\Sigma} + R_{2\Sigma}} \cdot \frac{1}{\eta} = \frac{1,39 \cdot 1,57}{1,39 + 1,57} \cdot \frac{1}{0,8} = 0,81 \text{ [Om]}$$

bu degani EQQ–talabidan ko‘p degani, chunki, $R_z=0.5 \text{ [Om]}$
 $\eta=0.8$.

Yer konturida bo‘ylama polosali o‘rnatish kerak bo‘ladi, ularning sonini va qarshiligini aniqlash lozim $R_{\Sigma} \leq R_{zu}$.

Bo‘ylama tasmalarning umumiy soni quyidagi qiymatdan oshmaydi:

$$R_{st\Sigma} = \frac{R_{\Sigma} \cdot R_z}{R_{\Sigma} - R_z} = \frac{0,92 \cdot 0,5}{0,92 + 0,5} = 1,31 \text{ [Om]}$$

$$R_{st} = \frac{0,366 \cdot \rho_{st}}{l} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) = \frac{0,366 \cdot 140}{4} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 4}{0,015} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2,7 + 4}{4 \cdot 2,7 - 4} \right) =$$

37,09 [Om],

$$\rho_{st} = \kappa_2 \cdot \rho = 1,4 \cdot 100 = 140 \text{ [Om} \cdot \text{m]}.$$

Yerga ulash tasmalarining sonini aniqlash

Oldindan:

$$n_{st} = \frac{P}{a_{pr}} = \frac{2 \cdot (90 + 45)}{5} = 54 \text{ ta}$$

bunda R-OTQ ning perimetr, $a_{pr}=5 \text{ m}$ – tasmalar orasidagi masofa.
 Tasmalar sonini aniqlaymiz:

$$n_{st} = \frac{R_{st}}{R_{st\Sigma} \cdot \eta_{st}} = \frac{37,09}{1,31 \cdot 0,42} = 67,4 \text{ ta}$$

n–sonini $n=67 \text{ ta}$ deb qabul qilamiz.

$$R_{st\Sigma} = \frac{R_{st}}{n_{st} \cdot \eta_{st}} = \frac{37,09}{0,42 \cdot 67} = 1,32$$

Yerga ulanish konturining umumiy qarshiligi:

$$R_z = \frac{R_\Sigma \cdot R_{st\Sigma}}{R_\Sigma + R_{st\Sigma}} = \frac{0,72 \cdot 1,62}{0,72 + 1,62} = 0,49 [Om]$$

EQQ ning talabi bo'yicha $R_z \leq 0,5 [Om]$.

Yerga ulanish qarshiligi (EQQ) ga rioya qiladi.

3. Qurilma tarmoqlarida chaqmoq himoyasini hisoblash.

Elektr qurilmalarini to'g'ridan-to'g'ri uriladigan chaqmoqdan himoya qilish tros va tasmali chaqmoqqa qarshi ushkunalar bilan himoyalanih amalga oshiriladi.

Agar bino usti metall bilan qoplangan bo'lib, u yerga yaxshi qadalgan bo'lsa, uni chaqmoqdan himoya qilish shart emas.

Kuchlanishi 110 [kv] bo'lgan ochiq elektr qurilmalarda o'rnatilgan metall tuzilishlarga o'rnatish mumkun, 35 [kv] li OTQ larida alohida o'rnatiladigan metall tuzilish talab etiladi.

Bitta tasmali yashin himoyasining sohasini quyidagi ifoda orqali topish mumkun:

$$\frac{r_x}{h-h_x} = p \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}}$$

bunda $h \leq 30$ m bo'lganda $r=1$ ga teng, $h > 30$ [m] bo'lganda $r=5,5/\sqrt{h}$ ga teng.

Yashin himoyasining aktiv balandligi $h_a=h-h_x$ ga teng, shuning uchun ham $r=1$ da:

$$r_x = \frac{1,6 \cdot h_a}{1 + h_a}.$$

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Gayibov T.Sh. Elektr tarmoqlari va tizimlari. O‘quv qo‘llanma. – T.: Voris, 2010.- 160 b.
2. Gayibov T.Sh. Elektr tarmoqlari va tizimlari. Ma’ruzalar matni.- Toshkent, ToshDTU, 2000.- 125 b.
3. Allaev Q.R., Siddiqov I.X., Hakimov M.H., Ibragimov R.I., Siddiqov O.I., Shamsutdinov H.F. Stansiya va podstansiyalarning elektr qismi.-O‘quv qo‘llanma.- T.: Cho‘lpon, 2014. -304 b.
4. Рожкова Л.Д., Карнеева Л.К., Чиркова Т.В. Электрооборудование электрических станций и подстанций. 4-издание –М.: Академия. 2007.
5. Васильева А.А. Электрическая часть станций и подстанций.-М.: Энергия. 1980.
6. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть станций и подстанций.– М.: Энергоатомиздат, 1986. -640 с.
7. Правила устройства электроустановок (ПУЭ): М.: Энергоиздат, 2002.
8. Sayt: www.energystrategy.ru.
9. Sayt: www.uzenergy.uzpak.uz.

Mundarija

Kirish.....	3
1-laboratoriya Sinxron generatorlarni ishlatish.....	4
ishi	
2-laboratoriya Kuch transformatorlarini ishlatish.....	13
ishi	
3-laboratoriya Tok transformatorlarini ishlatish.....	18
ishi	
4-laboratoriya Kuchlanish transformatorlarini ishlatish.....	22
ishi	
5-laboratoriya Kommutatsiya qurilmalarini ishlatish.....	31
ishi	
6-laboratoriya Eruvchan saqlagishlarni ishlatish.....	35
ishi	
1-amaliy Elektr tarmoqlaridan energiya uzatish nazariyasining	
mashg'ulot elementlari.....	38
2-amaliy Transformator va avtotransformatorlarda quvvat	
mashg'ulot isrofini.....	42
3-amaliy Liniya va liniyalarning oxirlariga ulangan	
mashg'ulot transformatorlarning quvvat isroflarini hisoblashga doir	
misollar yechish.....	44
4-amaliy Sinxron generatorlarning mumkun bo'lgan quvvatlarini	
mashg'ulot aylanma diagramma yordamida	
aniqlash.....	56
5-amaliy Ochiq taqsimlash uskunalarida yerga ulash uskunalarini	
mashg'ulot hisoblash.....	60
Foydalanilgan adabiyotlar.....	70

Latipov Sh. Sh. “Elektr stansiyalari va tarmoqlarini ishlatish”
fanidan laboratoriya va amaliy ishlari uchun uslubiy ko‘rsatma

Muharrir: Miryusupova Z.M.